

**Volker Nissen, Dirk Stelzer, Steffen Straßburger und
Daniel Fischer (Hrsg.)**

Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2016

Band II

Volker Nissen, Dirk Stelzer,
Steffen Straßburger und Daniel Fischer (Hrsg.)

**Multikonferenz
Wirtschaftsinformatik (MKWI)
2016**

Technische Universität Ilmenau
09. - 11. März 2016

Band II



Universitätsverlag Ilmenau
2016

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Technische Universität Ilmenau/Universitätsbibliothek

Universitätsverlag Ilmenau

Postfach 10 05 65

98684 Ilmenau

www.tu-ilmenau.de/universitaetsverlag

Herstellung und Auslieferung

Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG

Am Hawerkamp 31

48155 Münster

www.mv-verlag.de

ISBN 978-3-86360-132-4 (Druckausgabe, Gesamtwerk)

URN urn:nbn:de:gbv:ilm1-2016100012 (Band I)

URN urn:nbn:de:gbv:ilm1-2016100021 (Band II)

URN urn:nbn:de:gbv:ilm1-2016100035 (Band III)

Inhaltsverzeichnis Band II

Teilkonferenz eHealth as a Service – Innovationen für Prävention, Versorgung und Forschung	619
The Influence of Perceived Health Increase on Activity Tracker Usage <i>Claus-Peter H. Ernst, Florian Rheingans, and Burhan Cikit</i>	621
IKT als Enabler für soziale Innovationen in Smart Rural Areas – Das Alter im ländlichen Raum hat Zukunft <i>Volker Frehe, Frank Teuteberg und Ingmar Ickerott</i>	631
Von der Analyse zum Design: Entwicklung eines mHealth-Systems als individualisierte Behandlungsform zur Rückfallprophylaxe bei Drogenabhängigkeit <i>Ulf Gerhardt, Volker Hindermann und Andreas Kiesow</i>	643
Empirische Analyse des Einsatzes von Critical Incident Reporting Systemen (CIRS) an deutschen Universitätskliniken <i>Thomas Lux und Holger Raphael</i>	655
Analyzing mHealth Projects in Developing Countries <i>Christina Niemöller, Dirk Metzger, Lisa Berkemeier, and Oliver Thomas</i>	667
Entwicklung eines Leitlinienmanagementsystems –Anforderungen und konzeptuelle Vorarbeiten <i>Peggy Richter, Markus Frank und Hannes Schlieter</i>	679
Akzeptanz von Smartwatches bei mobilen Erstrettern <i>Oliver Sticht, Christoph Buck, Andreas Völkl, Torsten Eymann und Ralf Stroop</i>	691
Kann man digitale Innovationen zerrreden? Eine Diskursanalyse zur elektronischen Gesundheitskarte in Deutschland <i>Lauri Wessel, Erik Harloff und Martin Gersch</i>	703
Teilkonferenz Einsatz von Unternehmenssoftware in der Lehre	715
Teaching Big Data Analytics to IS Students: Development of a Learning Framework <i>Galina Baader, Marlene Knigge, Sonja Hecht, and Helmut Krcmar</i>	717
Teaching In-Memory Computing and Big Data Related Skills at University <i>Viktor Dmitriyev, Benjamin Wagner vom Berg, Daniel Stamer, Alexander Sandau, Nils Giesen, Jens Siewert, and Jorge Marx Gómez</i>	729
Neue Technologien als integraler Bestandteil eines Business Intelligence Curriculums am Beispiel von SAP BW on HANA <i>Tobias Hagen und Klaus Freyburger</i>	741
Schülerakademie Serious Gaming mit ERPsim zur Förderung der Studierfähigkeit <i>Robert Heininger, Matthias Utesch und Helmut Krcmar</i>	751
ERP-Systeme in der Hochschullehre – Erfahrungen mit einem Planspiel basierend auf SAP ERP <i>Christian Leyh</i>	763
Praxisnahes Lehrkonzept zum Aufbau von zeitwirtschaftlicher Kompetenz mit IT-Systemen von dmc-ortim und SAP <i>Fabian Nöhring, Matthias Krebs, Frank Pöschel und Jochen Deuse</i>	775

Kontinuierliche Verbesserung von ERP-Lehrveranstaltungen <i>Lutz Schmidt, Sebastian Büsch und Volker Nissen</i>	787
Teilkonferenz Energieinformatik, Erneuerbare Energien und Neue Mobilität	799
Towards the Design of Eco-Driving Feedback Information Systems – A Literature Review <i>André Dahlinger and Felix Wortmann</i>	801
Verteiltes Lademanagement für Elektrofahrzeuge im Niederspannungsnetz <i>Philipp Heidel, Johannes Gärtner und Sebastian Gottwalt</i>	813
Digitally Enabled Business Models for Energy Utilities <i>Christoph Klima, Maximilian Becker, David Heim, and Axel Winkelmann</i>	825
Teilkonferenz Hedonische Informationssysteme	837
Dispositional IT Choice – A Multi-Group Analysis of Hedonic System Adoption on the Basis of Personality Traits <i>Friedrich Born, Julia Krönung, and William Marty</i>	839
Freemium for Hedonic Information Systems: What Can We Learn from Games? <i>Nicolai Hanner</i>	851
Exploration und Interpretation der Nutzenfaktoren interaktiver Videos in der Nutzenmessung – Eine Fallstudie <i>Michael Langbauer</i>	863
Teilkonferenz IKT-gestütztes betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement	875
Integration von Open Innovation in die Entwicklung nachhaltiger IKT <i>Jad Asswad, Georg Hake und Jorge Marx Gómez</i>	877
Green Knowledge Management – Eine grüne Form des Wissensmanagements <i>Mareike Dornhöfer und Madjid Fathi</i>	889
Carbon Footprint Apps – eine Analyse der Nutzungsintention <i>Burkhardt Funk, Arno Sagawe und Peter Niemeyer</i>	901
Konzept für eine Anwendung zur Abwicklung von Material Compliance-Anforderungen auf Basis digitaler Objektgedächtnisse (Extended Abstract) <i>Patrick Lübbecke, Peter Fettke, Peter Loos, Christian Berres und Josef Burgard</i>	913
Nachhaltiges Innovationsmanagement in KMU: Eine empirische Untersuchung zu Living Labs as a Service <i>Johanna Meurer, Corinna Ogonowski, Gunnar Stevens, und Volker Wulf</i>	917
Mobility 2020 – IKT-gestützte Transformation von Autohäusern zum regionalen Anbieter nachhaltiger Mobilität <i>Benjamin Wagner vom Berg, Meike Cordts, Thomas Gaebelein, Jorge Marx Gómez, Alexander Sandau, Daniel Stamer und Karsten Uphoff</i>	929
Teilkonferenz Informationssysteme in der Finanzwirtschaft	941
Big Data – Anwendungsbereiche und Strategie Framework im Bankwesen <i>Sascha Hoberecht und Rainer Alt</i>	943
Mobile First auch in Beratungsprozessen des Private Banking? Entwicklung und Validierung einer iPad-Applikation <i>Christian Ruf, Andrea Back und Marc Burkhardt</i>	955

Auswirkungen der Digitalisierung auf die Geschäftsmodelle der Finanzindustrie – Eine strukturierte Literaturanalyse auf der Grundlage des Business Model Canvas <i>Julian Schmidt und Paul Drews</i>	967
Teilkonferenz IT- und Software-Produktmanagement in Internet-of-Things-basierten Infrastrukturen	979
SIMMI 4.0 – Vorschlag eines Reifegradmodells zur Klassifikation der unternehmensweiten Anwendungssystemlandschaft mit Fokus Industrie 4.0 <i>Christian Leyh, Thomas Schäffer und Sven Forstenhäusler</i>	981
Entwicklung und Evaluation eines Reifegradmodells für das Cloud-Produktmanagement <i>Norman Pelzl, Andreas Helferich und Georg Herzwurm</i>	993
Teilkonferenz IT-Beratung im Kontext digitaler Transformation	1005
Digitale Transformation und IT-Zukunftsthemen im Spiegel des Arbeitsmarkts für IT-Berater – Ergebnisse einer explorativen Stellenanzeigenanalyse <i>Frank Bensberg und Gandalf Buscher</i>	1007
IT Consultants as Change Agents in Digital Transformation Initiatives <i>Nicolai Krüger and Frank Teuteberg</i>	1019
Virtualisierung von Beratungsleistungen: Stand der Forschung zur digitalen Transformation in der Unternehmensberatung und weiterer Forschungsbedarf <i>Henry Seifert und Volker Nissen</i>	1031
Teilkonferenz IT-Sicherheit für Kritische Infrastrukturen	1041
Suche nach IT-Sicherheitsinformationen – Ein Referenzmodell <i>Sebastian Dännart, Alexander Laux, Ulrike Lechner und Martin Riedl</i>	1043
Ein Rahmenwerk zur Erfassung von IT-Sicherheit als Service-System <i>Max Jalowski und Albrecht Fritzsche</i>	1055
Securing Smart Service Connectivity for Industrial Equipment Maintenance – A Case Study <i>Christian Lesjak and Eugen Brenner</i>	1067
Assessing Identity and Access Management Maturity in Germany’s Financial Sector (Extended Abstract) <i>Andre Schrimpf, Andreas Drechsler, and Konstantinos Dagianis</i>	1079
Developing a Model to Analyze the Influence of Personal Values on IT Security Behavior <i>Beatrix Semba and Torsten Eymann</i>	1083
Modellgestützte Risikoanalyse der Sicherheit Kritischer Infrastrukturen für kleine und mittlere Unternehmen: Eine Übersicht <i>Clemens Teichmann, Stephan Renatus und Alexander Nieding</i>	1093
Teilkonferenz Modellierung betrieblicher Informationssysteme – Konzeptuelle Modelle im Zeitalter der digitalisierten Wirtschaft (d!conomy)	1105
Linking Service- and Capability-Driven Design – Towards a Framework for Designing Digital Businesses <i>Rieke Bärenfänger, Jens Leveling, and Boris Otto</i>	1107

Semantics in the Context of BPMN Extensions – State of Affairs and Research Challenges <i>Richard Braun and Werner Esswein</i>	1119
Modellierungssprachenunabhängige IT-basierte Geschäftsprozessanalyse <i>Andreas Drescher</i>	1131
Automatic Pattern Mining in Repositories of Graph-based Process Models <i>Philip Hake, Peter Fettke, and Peter Loos</i>	1143
mimesis: Ein datenzentrierter Ansatz zur Modellierung von Varianten für Interview-Anwendungen <i>Michael Hitz</i>	1155
Towards an EPC Standardization – A Literature Review on Exchange Formats for EPC Models <i>Dennis M. Riehle, Sven Jannaber, Arne Karhof, Patrick Delfmann, Oliver Thomas, and Jörg Becker</i>	1167
A System Architecture for Integrating User Activities in Social Networks with Customer Relationship Management <i>Marcel Rosenberger, Christiane Lehrer, and Reinhard Jung</i>	1179
Teilkonferenz Prescriptive Analytics in IS	1191
Robust Debiasing of Judgmental Forecasts with Structural Changes <i>Sebastian M. Blanc and Philipp Ruchser</i>	1193
Do Causal Forecasting Models of Exchange Rates have to be Non-Linear on Medium-Term? <i>Julian Bruns, Sebastian M. Blanc, and Jochen Martin</i>	1205
Relating Cash Flow Forecast Errors to Revision Patterns <i>Florian Knöll, Verena Dorner, and Thomas Setzer</i>	1217
“Needs from Tweets”: Towards Deriving Customer Needs From Micro Blog Data (Extended Abstract) <i>Niklas Kuehl, Jan Scheurenbrand, and Gerhard Satzger</i>	1229
On the Assumptions of True Lift Models for Churn Prevention <i>Frank Oechsle, Thomas Setzer, and Sebastian M. Blanc</i>	1233
Using Hidden Markov Models for Descriptive and Predictive Analysis of Purchasing Histories <i>Katerina Shapoval, Matthias Reisser, and Johannes Baldinger</i>	1245
Inhaltsverzeichnis Band I	1257
Inhaltsverzeichnis Band III	1261

Teilkonferenz eHealth as a Service – Innovationen für Prävention, Versorgung und Forschung

Informationstechnische Lösungen im Gesundheitswesen („eHealth“) sind der Schlüssel zur Realisierung einer integrierten Gesamtversorgung. Sie sind ein wesentliches Element zum Begegnen aktueller Herausforderungen, die mit der gesellschaftlichen und demografischen Entwicklung (Alterung, Ärztemangel, Mobilität) einhergehen. Zugleich erfordern Trends wie die personalisierte Medizin auf Basis genetischer Daten, Lifestyle-Parametern und tragbarer Sensorik oder das Shared Decision Making durch gleichberechtigte Einbeziehung aller Akteure (Bürger bzw. Patient, Angehörige, Freunde, Pflege, Mediziner) neue Formen der Kommunikation, der Prozessgestaltung und des Datenmanagements.

eHealth beschränkt sich dabei nicht nur auf die Umsetzung technischer Innovationen, sondern umfasst ebenso die Entwicklung geeigneter Methoden, die neben der Effizienz und Effektivität ausdrücklich die Belange der Akteure sowie die Maßgaben der evidenzbasierten und individualisierten Medizin in Einklang bringen.

Dabei ist das Spannungsfeld zwischen medizinischer Versorgung, Ökonomie, Technologie, Politik und Forschung ganz besonders zu berücksichtigen. Tragfähige Lösungen erfordern institutionsübergreifende und integrierende Ansätze, welche die technische Interoperabilität der Systeme gewährleisten und zu übergreifend abgestimmten Prozessen führen.

Das Thema „eHealth“ bietet somit ein vielfältiges und facettenreiches Spektrum für wissenschaftliche und praxisorientierte Forschungsarbeiten. Die Wirtschaftsinformatik ist gefordert, zukunftsfähige und realisierbare Lösungen für die Herausforderungen des Gesundheitswesens zu präsentieren.

Insgesamt wurden in die Teilkonferenz „eHealth as a Service“ 17 Beiträge eingereicht. Davon wurden 8 Papiere sowie ein Posterbeitrag angenommen.

Martin Sedlmayr, Hannes Schlieter, Thomas Lux

(Teilkonferenzleitung)

The Influence of Perceived Health Increase on Activity Tracker Usage

Claus-Peter H. Ernst¹, Florian Rheingans², and Burhan Cikit³

¹ Frankfurt University of Applied Sciences, cernst@fb3.fra-uas.de

² Frankfurt University of Applied Sciences, frheingans@fb3.fra-uas.de

³ Frankfurt University of Applied Sciences, bcikit@fb3.fra-uas.de

Abstract

Activity trackers collect a broad range of physical activity data and other health-related data. In this article, we postulate that Perceived Health Increase has a positive influence on activity tracker usage. After collecting 115 completed online questionnaires and applying a structural equation modeling approach, our findings indicate that activity trackers are at least partly hedonic technologies whose usage is influenced by Perceived Enjoyment. Furthermore, Perceived Health Increase has a significant direct positive influence on the Behavioral Intention to Use activity trackers, as well as an indirect positive influence on Behavioral Intention to Use through Perceived Enjoyment. These findings suggest that activity tracker manufacturers need to emphasize the hedonic benefits of their devices as well as promote their devices' capacity for enhancing users' health.

1 Introduction

Wearable devices — i.e., “electronic technologies or computers that are incorporated into items of clothing and accessories which can comfortably be worn on the body” (Tehrani and Andrew 2014) — have gained momentum in the marketplace over the past years. According to IDC (2015), 26.4 million wearable devices were shipped in 2014 and IDC predicts that by 2019 this number will have grown to 155.7 million per year. Moreover, forecasts predict that the revenues of wearable devices will exceed 9 billion Euros in 2018 in Europe alone (Statista 2015). Wearable devices come in a variety of forms, from earpieces and watches to belts, glasses and clothes (Poslad 2009). This diversity of products means that wearable devices have a wide range of applications, and they have already been introduced to the fields of health and medicine, fitness, sports and business (PwC 2014).

One of the most popular forms of wearable devices are activity trackers. They are usually worn on the wrist and provide users with several functions for tracking physical activity data and health-related data such as heartbeat, steps taken, and number of hours of sleep (Miller 2015). However, the factors that drive peoples' activity tracker usage are largely unknown.

Whereas research has often studied the potential negative health consequences of technology usage such as the development of illnesses through radiation (e.g., Burgess 2002; Myung et al. 2009;

Seigneur et al. 2010; World Health Organization 2013), activity trackers might actually exert a positive influence on individuals' health by enabling users to achieve a healthier lifestyle (cf. Miller 2015). For example, activity trackers can motivate users to exercise more (e.g., Seiler and Hüttermann 2015). Also, by providing users with the possibility of monitoring health-related metrics, activity trackers enable users to notice potential irregularities and thus to take specific timely measures to counter these irregularities.

One important driver of activity tracker usage might hence be Perceived Health Increase, which we describe as the degree to which a person believes that a certain behavior — which, in this case, is 'using an activity tracker' — has positive consequences on his/her health.

After collecting 115 complete online questionnaires about one specific activity tracker, GoBe, and applying a structural equation modeling approach, our findings indicate that activity trackers are at least partly hedonic technologies whose usage is influenced by Perceived Enjoyment. Furthermore, Perceived Health Increase had a significant direct positive influence on Behavioral Intention to Use as well as an indirect positive influence on Behavioral Intention to Use through Perceived Enjoyment. These findings suggest that activity tracker manufacturers need to emphasize the hedonic benefits of their devices as well as promote the device's capacity for enhancing users' health.

In the next section, we will present background information on activity trackers, introduce Perceived Enjoyment as an influence factor of hedonic technologies, and also present the theoretical foundations of Perceived Health Increase. Following this, we will present our research model and research design. We will then reveal and discuss our results before summarizing our findings, presenting their theoretical and practical implications, and provide an outlook on further research.

2 Theoretical Background

2.1 Activity Trackers

Activity trackers are devices that are typically worn on the body (for example, wristbands), or are attached to shoes, clothes, or other wearable accessories. They usually contain multiple sensors (for example, accelerometers and gyroscopic sensors) that allow them to track physical activity data and health-related data such as heartbeat, steps taken, and number of hours of sleep. The analyses functions of this data are usually done on separate, more powerful devices such as smartphones or PCs (Barcena et al. 2014; Miller 2015).

Some studies have already studied factors that drive the usage of different kinds of wearable devices (e.g., Ariyatun et al. 2005; Bodine and Gemperle 2003). For example, Bodine and Gemperle (2003) confirmed in the contexts of smart armbands and backpacks that usefulness and comfort are important positive influence factors of wearable device usage. Moreover, the study of Ariyatun et al. (2005) suggests that usefulness, physical appearance, and lifestyle-fit are key factors for smart clothes usage. However, the factors that drive peoples' activity tracker usage are largely unknown. Indeed, to the best of our knowledge, there is only one article by Seiler and Hüttermann (2015) that has investigated the factors driving activity tracker usage. This empirical study suggests that product design, product quality and the ability to measure one's heart rate are important drivers of activity tracker usage (Seiler and Hüttermann 2015).

2.2 The Role of Perceived Enjoyment on Activity Tracker Usage

Overall, the research suggests that activity trackers are at least partly hedonic technologies that “aim to provide self-fulfilling value to the user, ... [which] is a function of the degree to which the user experiences fun when using the system“ (Van der Heijden 2004, p. 696): Seiler and Hüttermann’s (2015) findings indicate that activity tracker usage positively influences the practice of sports and exercise. Sports and exercise are often seen as leisure activities and are generally accepted to provide people with hedonic benefits such as enjoyment, fun, etc. (e.g., Côté and Hay 2002; MacPhail et al. 2003; Nielsen et al. 2014; Thedin Jakobsson 2014; Vlachopoulos et al. 2000). In line with the findings of Seiler and Hüttermann (2015), it is highly probable that activity tracker usage is associated with these hedonic contexts.

Moreover, activity trackers regularly use gamification, i.e., “*the use of game design elements in non-game contexts* [emphasis in original]” (Deterding et al. 2011, p. 2), which further contributes to the hedonic value of activity trackers. More specifically, activity trackers such as the Nike+ FuelBand (cf. Nike 2015) let users earn points and be rewarded with badges for their exercise achievements (cf. Hamari et al. 2014). In addition, users can compare their performances with the performances of others, e.g., their friends, and even compete with them for the best ranking in leaderboards. Multiple studies from a variety of contexts suggest that the use of gamification provides users with fun and enjoyment (e.g., Fitz-Walter et al. 2011), further emphasizing the hedonic aspects of activity trackers.

Various studies in multiple contexts have confirmed that Perceived Enjoyment — “the extent to which the activity of using a specific system is perceived to be enjoyable in its own right, aside from any performance consequences resulting from system use” (Venkatesh 2000, p. 351) — is a central antecedent of hedonic technologies’ usage (e.g., Van der Heijden 2004). By applying these findings to our context, a person can be expected to use activity trackers if he/she believes that they fulfill his/her expectations with regards to enjoyment.

2.3 Perceived Health Increase

Perceived Health Increase, which we describe as the degree to which a person believes that a certain behavior has positive consequences on his/her health, might be another factor driving activity tracker usage:

As described above, research suggests that activity tracker usage has a positive effect on sports and exercise regularity, performance improvement, and training efficiency (e.g., Seiler and Hüttermann 2015). Sports and exercise can have a positive influence on both the objective health of individuals as well as on individuals’ self-rating of their health (e.g., Lamb et al. 1990). Moreover, activity trackers provide users with the possibility of collecting, monitoring and storing physical activity data and health-related data on the devices themselves, on connected devices such as smartphones, as well as in the cloud (Barcena et al. 2014). As a result, activity trackers enable users to notice potential irregularities and thus to take timely countermeasures.

The Health Belief Model (e.g., Janz and Becker 1984; Turner et al. 2004) is one of the most widely used and accepted theories in health research. It postulates that the perceived benefits of a preventive action, i.e., the belief that an action will have a positive influence on his/her health, influences a person’s likelihood of doing this action. In other words, if a person believes that a specific behavior is able to improve his/her current health status, the person is likely to engage in

that behavior. As a result, a person can be expected to use activity trackers if he/she believes that they increase his/her health.

Additionally, health perception is positively linked to hedonic well-being (cf. Lamb et al. 1990), represented by the presence of positive hedonic feelings such as enjoyment, happiness, and pleasure. For example, a person who feels ill will experience less positive hedonic feelings than someone who feels perfectly fine and healthy. In this sense, Perceived Health Increase can also be expected to cause positive feelings, i.e., to positively influence an individual's Perceived Enjoyment.

3 Research Model

In the following section, we will present our research model in Figure 1 and then outline our corresponding hypotheses.

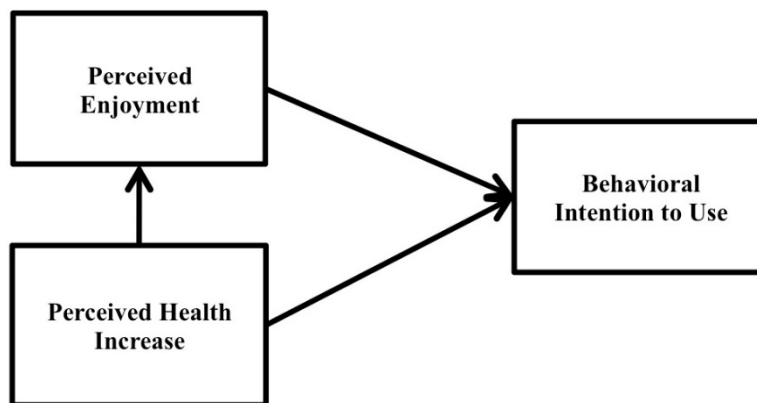


Figure 1: Research Model

As described earlier, activity trackers are at least partly hedonic technologies that provide positive feelings and experiences for their users in the form of Perceived Enjoyment (Van der Heijden 2004). Perceived Enjoyment has been shown to be an important antecedent of hedonic technologies' usage (e.g., Ernst et al. 2013; Van der Heijden 2004). We hypothesize that:

There is a positive influence of Perceived Enjoyment on the Behavioral Intention to Use¹ activity trackers (H1).

The Theory of Reasoned Action (Fishbein and Ajzen 1975) postulates that an individual's behavior is influenced by his/her particular beliefs concerning the behavior's consequences. In line with this, the Health Belief Model (e.g., Janz and Becker 1984; Turner et al. 2004) postulates that if a person believes that a specific behavior is able to improve his/her current health status, the person is likely to engage in that behavior. By applying these theories to our context, a person can be expected to use activity trackers if he/she believes that they increase his/her health. We hypothesize that:

¹ Since at the time of this study (June 2015), the activity tracker under study, GoBe, was not yet available to the public in Germany, we only included Behavioral Intention to Use, and not Actual System Use, into our research model. Behavioral Intention to Use is a commonly accepted mediator between people's beliefs and their actual behavior. It "capture[s] the motivational factors that influence a [person's] behavior; they are indications of how hard people are willing to try, of how much of an effort they are planning to exert, in order to perform the behavior" (Ajzen 1991, p. 181).

There is a positive influence of Perceived Health Increase on the Behavioral Intention to Use activity trackers (H2).

Moreover, health perception is positively linked to the presence of hedonic feelings (cf. Lamb et al. 1990). Perceived Enjoyment reflects the hedonic feelings experienced when using technology, such as fun, enjoyment and other positive experiences and feelings (Brief and Aldag 1977; Van der Heijden 2004; Venkatesh et al. 2012). In this sense, Perceived Health Increase can be expected to positively influence an individual's Perceived Enjoyment. We hypothesize that:

There is a positive influence of Perceived Health Increase on the Perceived Enjoyment of using activity trackers (H3).

4 Research Design

4.1 Data Collection

To empirically evaluate our research model, we collected 115 completed German-language online questionnaires about one specific activity tracker, GoBe, between May 22 and June 3, 2015, by posting the link to the questionnaire in multiple Facebook groups and message boards as well as on two authors' Facebook pages. At the beginning of the questionnaire, we gave a short description of GoBe, including official images and an explanation of its general functionalities. GoBe, which was not yet available in Germany at the time of the survey, promised users it could track multiple activity-related data and health-related data such as heart rate, blood pressure, stress level, hours of sleep, calorie intake and calories burned (Rubin et al. 2015).

53 of our respondents were male (46.09 percent) and 62 were female (53.91 percent). The average age was 25.93 years (standard deviation: 5.18). 5 respondents were apprentices (4.3 percent), 34 were currently employed (29.6 percent), 70 were students (60.9 percent), and 6 selected "other" as a description of themselves (5.2 percent).

4.2 Measurement

We used existing reflective scales in order to measure the Behavioral Intention to Use the activity tracker and its Perceived Enjoyment. For Perceived Health Increase, we adapted the prominent Health Outlook scale by Ware (1976). For example, whereas the original scale used items such as "In the near future, I expect to have better health than other people I know", we measured Perceived Health Increase by using items such as "In the near future, I expect to have better health if I use GoBe". Table 1 presents the resulting reflective items with their corresponding sources. All items were measured using a seven-point Likert-type scale ranging from "strongly agree" to "strongly disagree".

Construct	Items (Labels)	Source/Adapted from
Behavioral Intention to Use	I intend to use GoBe in the next 6 months (BI1)	Hu et al. (2011) Venkatesh, et al. (2003)
	In the future, I am very likely to use GoBe (BI2)	
	I predict that I will use GoBe in the next 6 months (BI3)	
Perceived Enjoyment	Using GoBe would be exciting (PE1)	Davis et al. (1992)
	Using GoBe would be enjoyable (PE2)	
	Using GoBe would be fun (PE3)	
Perceived Health Increase	In the near future, I expect to have better health if I use GoBe (PHI1)	cf. Ware (1976)
	By using GoBe, I expect my life to be healthier (PHI2)	
	If I use GoBe, I think my health will be better in the future than it is now (PHI3)	

Table 1: Items of our Measurement Model

5 Results

We used the Partial-Least-Squares approach via SmartPLS 3.2.0 (Ringle et al. 2015). With 115 datasets, we met the suggested minimum sample size threshold of “ten times the largest number of structural paths directed at a particular latent construct in the structural model” (Hair et al. 2011, p. 144). To test for significance, we used the integrated Bootstrap routine with 5,000 samples (Hair et al. 2011).

In the following section, we will evaluate our measurement model. Indeed, we will examine the indicator reliability, the construct reliability, and the discriminant validity of our reflective constructs. Finally, we will present the results of our structural model.

5.1 Measurement Model

Tables 2 and 3 present the correlations between constructs along with the Average Variance Extracted (AVE) and Composite Reliability (CR), and our reflective items’ factor loadings, respectively: All items loaded high (.784 or more) and significant ($p < .001$) on their parent factor and, hence, met the suggested threshold of indicator reliability of .70 (Hair et al. 2011); AVE and CR were higher than .76 and .90, respectively, meeting the suggested construct reliability thresholds of .50/.70 (Hair et al. 2009). The loadings from our reflective indicators were highest for each parent factor and the square root of the AVE of each construct was larger than the absolute value of the construct’s correlations with its counterparts, thus indicating discriminant validity (Fornell and Larcker 1981; Hair et al. 2011).

	BI	PE	PHI
Behavioral Intention to Use (BI)	.936 (.978)		
Perceived Enjoyment (PE)	.536	.766 (.907)	
Perceived Health Increase (PHI)	.518	.556	.883 (.958)

Table 2: Correlations between Constructs [AVE (CR) on the Diagonal]

	BI	PE	PHI
BI1	.966 (122.486)	.491	.506
BI2	.967 (89.517)	.553	.515
BI3	.969 (146.062)	.509	.483
PE1	.373	.784 (15.702)	.332
PE2	.487	.925 (45.375)	.464
PE3	.524	.909 (26.795)	.611
PHI1	.508	.558	.941 (72.057)
PHI2	.485	.529	.964 (125.623)
PHI3	.465	.475	.913 (34.124)

Table 3: Reflective Items' Loadings (T-Values)

5.2 Structural Model

Figure 2 presents the path coefficients of the previously hypothesized relationships as well as the R^2 s of both endogenous variables (** = $p < .01$; *** = $p < .001$). Perceived Enjoyment was found to have a significant positive influence on Behavioral Intention to Use ($\beta = .359$, $p < .001$), confirming hypothesis 1. Also, Perceived Health Increase was found to have a positive influence on both Behavioral Intention to Use ($\beta = .319$, $p < .01$) and Perceived Enjoyment ($\beta = .556$, $p < .001$), confirming hypotheses 2 and 3, respectively.

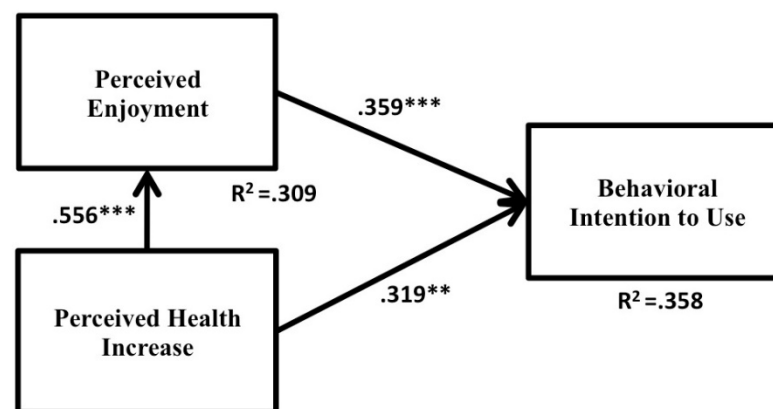


Figure 2: Findings

Our research model included two predecessors of Behavioral Intention to Use (Perceived Enjoyment and Perceived Health Increase), and one predecessor of Perceived Enjoyment (Perceived Health Increase). By taking this into account, the explanatory power of our structural model is good, since it explains 35.8 percent of the variances of Behavioral Intention to Use as well as 30.9 percent of the variances of Perceived Enjoyment.

6 Conclusions

In this article, we evaluated the potential influence of Perceived Health Increase on activity tracker usage. After collecting 115 complete online questionnaires and applying a structural equation modeling approach, our findings indicate that activity trackers are at least partly hedonic

technologies whose usage is influenced by Perceived Enjoyment. Furthermore, Perceived Health Increase had a significant direct positive influence on the Behavioral Intention to Use the activity tracker as well as an indirect positive influence on the Behavioral Intention to Use it through Perceived Enjoyment.

Our findings have important practical implications. Indeed, they suggest that activity tracker manufacturers should heavily promote the hedonic benefits as well as the health functions of their devices. For example, they could collaborate with respected medical experts or ask well-known, health-oriented athletes to provide testimonials about their activity trackers and to use the devices during their sports activities, in order to convince people that their health will be positively affected. Also, they could include everyday people in their advertisements who would provide short stories about their device usage such as how much fun they had using the activity tracker and how the device positively influenced their health.

Our study has some limitations. First, our empirical findings are based on only one specific activity tracker: GoBe. Therefore, the results found for this particular activity tracker might be very different from studies that use other activity trackers. Additionally, GoBe was not yet available to the public in Germany at the time of this study (June 2015). Hence, our respondents did not have any hands-on experience with the device and could only state their guesses based on our product description as well as on information they might have gathered on their own. Moreover, since we only surveyed German-speaking people, our results might not hold true for non-German speaking people. Also, our sample individuals were relatively young (mean: 25.93 years; standard deviation: 5.18). Hence, differences might be found for other age groups. More specifically, the influence of Perceived Health Increase on the Behavioral Intention to Use activity trackers might be even higher for older people, who suffer more often from illnesses than young people do. Finally, our survey was only conducted online and, hence, excluded people that do not use the Internet (which might also explain the lack of older people in our sample).

As a next step, we plan to expand our research and address its limitations. More specifically, we want to rollout our survey to a greater number of countries around the world, focusing on different age groups, on different activity trackers that are currently on the market, as well as on smartwatches (which regularly incorporate the functionalities of activity trackers but also provide additional functionalities), in order to evaluate the potential differences between age groups, countries and devices. In addition, we plan to identify and empirically evaluate additional influence factors of activity tracker and smartwatch usage. More specifically, multiple activity trackers and smartwatches heavily rely on an accompanying smartphone in order to visualize their health data or to function at all. For example, the Apple Watch needs an iPhone in order to provide most of its functionality (cf. Apple 2015). In such cases, where the activity tracker/smartphone is built by the same company as the specific required smartphone, we believe that previous positive or negative experiences with the smartphone, as well as experiences with the brands behind both devices in general, will have an influence on the usage of activity trackers and smartwatches. Hence, we plan to evaluate the potential influences of Past Complementary Product Experience as well as Past Brand Experience on activity tracker and smartwatch usage in a subsequent study.

7 References

- Ajzen I (1991) The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50 (2):179-211

- Apple (2015) Watch. <http://www.apple.com/watch>. Accessed 2015-09-08
- Ariyatun B, Holland R, Harrison D, Kazi T (2005) The Future Design Direction of Smart Clothing Development. *Journal of the Textile Institute* 96 (4):199-210
- Barcena MB, Wueest C, Lau H (2014) How Safe Is Your Quantified Self? Symantec White Paper
- Bodine K, Gemperle F (2003) Effects of Functionality of Perceived Comfort of Wearables. In: IEEE International Symposium on Wearable Computers 2003 Proceedings
- Brief AP, Aldag RJ (1977) The Intrinsic-Extrinsic Dichotomy: Toward Conceptual Clarity. *Academy of Management Review* 2 (3):496-500
- Burgess A (2002) Comparing National Responses to Perceived Health Risks From Mobile Phone Masts. *Health, Risk & Society* 4 (2):175-188
- Côté J, Hay J (2002) Children's Involvement in Sport: A Development Perspective. In: Silva J, Stevens D (eds.) *Psychological Foundations of Sport*. Allyn & Bacon, Boston, MA, pp 484-502
- Davis FD, Bagozzi RP, Warshaw PR (1992) Extrinsic and Intrinsic Motivation to Use Computers in the Workplace. *Journal of Applied Social Psychology* 22 (14):1111-1132
- Deterding S, Dixon D, Khaled R, Nacke L (2011) From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". In: International Academic MindTrek Conference 2011 Proceedings
- Ernst C-PH, Pfeiffer J, Rothlauf F (2013) Hedonic and Utilitarian Motivations of Social Network Site Adoption. Johannes Gutenberg University Mainz, Working Paper
- Fishbein M, Ajzen I (1975) *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Addison-Wesley, Reading, MA
- Fitz-Walter Z, Tjondronegoro DW, Wyeth P (2011) Orientation Passport: Using Gamification to Engage University Students. In: OZCHI 2011 Proceedings
- Fornell C, Larcker DF (1981) Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research* 18 (1):39-50
- Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE (2009) *Multivariate Data Analysis*. 7th edn. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ
- Hair JF, Ringle CM, Sarstedt M (2011) PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice* 19 (2), 139-152
- Hamari J, Koivisto J, Sarsa H (2014) Does Gamification Work? — A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In: HICSS 2014 Proceedings
- Hu T, Poston RS, Kettinger WJ (2011) Nonadopters of Online Social Network Services: Is It Easy to Have Fun Yet? *Communications of the Association for Information Systems* 29 (1):441-458
- IDC (2015) Worldwide Wearables Market Forecast to Grow 173.3% in 2015 With 72.1 Million Units to Be Shipped, According to IDC. <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS25696715>. Accessed 2015-05-22
- Janz NK, Becker MH (1984) The Health Belief Model: A Decade Later. *Health Education & Behavior* 11 (1):1-47
- Lamb KL, Roberts K, Brodie DA (1990) Self-Perceived Health Among Sports Participants and Non-Sports Participants. *Social Science & Medicine* 31 (9):963-969
- MacPhail A, Gorely T, Kirk D (2003) Young People's Socialisation into Sport: A Case Study of an Athletics Club. *Sport, Education and Society* 8 (2):251-267
- Miller M (2015) *The Internet of Things: How Smart TVs, Smart Cars, Smart Homes, and Smart Cities are Changing the World*. Que, Indianapolis, IN

- Myung S-K, Ju W, McDonnell DD, Lee YJ, Kazinets G, Cheng CT, Moskowitz JM (2009) Mobile Phone Use and Risk of Tumors: A Meta-Analysis. *Journal of Clinical Oncology* 27 (33):5565-5572
- Nielsen G, Wikman JM, Jensen CJ, Schmidt JF, Gliemann L, Andersen TR (2014) Health Promotion: The Impact of Beliefs of Health Benefits, Social Relations and Enjoyment on Exercise Continuation. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 24 (1):66-75
- Nike (2015) Explore the Power of NikeFuel. http://www.nike.com/us/en_us/c/nikeplus/nikefuel. Accessed 2015-09-08
- Poslad S (2009) *Ubiquitous Computing: Smart Devices Environments and Interactions*. Wiley, Chichester, UK
- PwC (2014) *Health Wearables: Early Days*. White Paper
- Ringle CM, Wende S, Becker J-M (2015) SmartPLS 3. <http://www.smartpls.com>
- Rubin MS, Sokolov YL, Misyuchenko IL (2015) *The History and Technology Behind Healbe GoBe*. Healbe White Paper
- Seigneur J-M, Xavier T, Tewfiq M (2010) Mobile/Wearable Device Electrosmog Reduction Through Careful Network Selection. In: AHIC 2010 Proceedings, Paper 21
- Seiler R, Hüttermann M (2015) E-Health, Fitness Trackers and Wearables - Use Among Swiss Students. In: *Advances in Business-Related Scientific Research Conference 2015 Proceedings*
- Statista (2015) Prognose zum Umsatz mit Wearable Technology in Europa von 2013 bis 2018 (in Milliarden Euro). <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/322222/umfrage/prognose-zum-umsatz-mit-wearable-computing-geraeten-in-europa>. Accessed 2015-06-29
- Tehrani K, Andrew M (2014) *Wearable Technology and Wearable Devices: Everything You Need to Know*. <http://www.wearabledevices.com/what-is-a-wearable-device>. Accessed 2015-06-29
- Theidin Jakobsson B (2014) What Makes Teenagers Continue? A Salutogenic Approach to Understanding Youth Participation in Swedish Club Sports. *Physical Education and Sport Pedagogy* 19 (3):239-252
- Turner LW, Hunt SB, DiBrezza R, Jones C (2004) Design and Implementation of an Osteoporosis Prevention Program Using the Health Belief Model. *American Journal of Health Studies* 19 (2):115-122
- Van der Heijden H (2004) User Acceptance of Hedonic Information Systems. *MIS Quarterly* 28 (4):695-704
- Venkatesh V (2000) Determinants of Perceived Ease of Use: Integrating Control, Intrinsic Motivation, and Emotion into the Technology Acceptance Model. *Information Systems Research* 11 (4):342-365
- Venkatesh V, Morris MG, Davis GB, Davis FD (2003) User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 27 (3):425-478
- Venkatesh V, Thong JYL, Xu X (2012) Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly* 36 (1):157-178
- Vlachopoulos SP, Karageorghis CI, Terry PC (2000) Motivation Profiles in Sport: A Self-Determination Theory Perspective. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 71 (4):387-397
- Ware JE (1976) Scales for Measuring General Health Perceptions. *Health Services Research* 11 (4):396-415
- World Health Organization (2013) *Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields*. IARC Working Group White Paper

IKT als Enabler für soziale Innovationen in Smart Rural Areas – Das Alter im ländlichen Raum hat Zukunft

Volker Frehe¹, Frank Teuteberg¹ und Ingmar Ickerott²

¹ Universität Osnabrück, Fachgebiet für Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik,
uwi-info@uni-osnabrueck.de

² Hochschule Osnabrück, Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Logistikmanagement,
i.ickerott@hs-osnabrueck.de

Abstract

Die Auswirkungen des demografischen Wandels sind im ländlichen Raum besonders deutlich zu spüren. So entspricht die medizinische und soziale Versorgungsinfrastruktur häufig nicht den Bedürfnissen der älter werdenden Bevölkerung und führt dazu, dass weite Wege zurückgelegt werden müssen. Der vorliegende Beitrag adressiert die Entwicklung und Umsetzung eines gesundheitsbezogenen IKT-gestützten Versorgungskonzepts für die Region „Grafschaft Bentheim / Südliches Emsland“. Das Versorgungskonzept umfasst vier Bausteine: eine „Rollende Praxis“ (aufsuchende telemedizinische Gesundheitsversorgung), ein Sharing Economy orientierter „Dorfladen“, der Produkte des täglichen Bedarf vorhält, die IKT-gestützte Implementierung bedarfsorientierter E-Mobilität und die „Digitalisierte Pflege“. Die Basis bildet ein „Virtueller Dorfmarktplatz“, in dem die Dienste zusammengeführt nutzerorientiert zugänglich gemacht werden. Die Umsetzung erfolgt im Rahmen des Projekts Dorfgemeinschaft 2.0, das im Zeitraum von Nov. 2015 bis Okt. 2020 als eines von bundesweit fünf Verbundvorhaben im Innovationswettbewerb „InnovaKomm“ mit ca. 5 Mio. EUR durch das BMBF gefördert wird. Beteiligt sind 11 Verbundpartner sowie mehr als 40 assoziierte Partner. Der Beitrag erläutert die Ergebnisse einer empirischen Anforderungsanalyse (n = 4350) in der Modellregion, gibt einen Überblick über den Stand der Forschung und stellt das Versorgungskonzept vor. Aus den vorgestellten Ergebnissen wird schließlich eine Forschungsagenda abgeleitet.

1 Einleitung und Motivation

Laut Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen drohen innerhalb des Bundesgebietes zunehmende Schieflagen in der Gesundheitsversorgung zwischen Ballungsgebieten und dem ländlichen Raum (SVR 2014). Es sollen hierbei Lösungen für eine nachhaltige Versorgung ländlicher Räume gebildet werden, da der zunehmend alternden Bevölkerung eine Unterversorgung droht. Gefordert werden multiprofessionelle Modelle und stärker integrierte Versorgungsangebote für ländliche Regionen. In kooperativen Ansätzen sollen

regional differenzierte, generationsspezifische Konzepte vor dem Hintergrund internationaler Modelle, z. B. dem Family Health Care Modell, entwickelt werden (SVR 2009). Der Verbleib im häuslichen Bereich bei Pflegebedürftigkeit ist häufig das primäre Bedürfnis der Betroffenen. In strukturschwachen, ländlichen Regionen sind stationäre und ambulante Leistungsanbieter gefordert, sich zu vernetzen und sich als umfassende Versorgungseinheiten anzubieten, damit die Bevölkerung eine an ihren tatsächlichen Bedürfnissen orientierte Versorgung erfahren kann (SVR 2009). Zudem hat die empirische Anforderungsanalyse gezeigt, dass im ländlichen Raum traditionell die gegenseitige Unterstützung der Bedarfsträger im Sinne einer Dorfgemeinschaft gefordert ist. Die IKT (Informations- und Kommunikationstechnologie) könnte hierbei die Rolle des Enablers für soziale Innovationen in ländlichen Gebieten einnehmen.

Daher ergibt sich die Forschungsfrage für das Projekt Dorfgemeinschaft 2.0:

Wie kann durch vernetzte Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen ein integriertes, generationsübergreifendes, soziales und gesundheitsbezogenes Versorgungsangebot mit aktivierenden, befähigenden, individualisierten Sach- und Dienstleistungen realisiert werden, welches die konkrete Bedarfslage der ländlich geprägten Modellregion adressiert und der drohenden Unterversorgung entgegen wirkt?

Im Projekt Dorfgemeinschaft 2.0 (DG 2.0) wird auf Basis von Innovationen der multimodalen, auf Schnittstellen und Assistenzsystemen basierenden, Mensch-Technik-Interaktion (MTI) (vgl. z.B. (Lay 2000; Reithinger und Blocher 2003)) ein integriertes, generationsübergreifendes, soziales und gesundheitsbezogenes Versorgungskonzept mit unterstützenden, aktivierenden, befähigenden, individualisierten Sach- und Dienstleistungen durch vernetzte Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen für die konkrete Bedarfslage der ländlich geprägten Modellregion „Grafschaft Bentheim/südliches Emsland“ entwickelt, erprobt und evaluiert. Dafür wird ein den Versorgungsbedarfen entsprechendes Netzwerk stationärer und ambulanter Leistungsanbieter aufgebaut. Durch den passgenauen Einsatz neuer digitaler Technologien sollen demografische Herausforderungen bewältigt, die Lebensqualität und gesellschaftliche Teilhabe der Menschen im ländlichen Raum verbessert und die Region im Bereich der MTI nachhaltig gestärkt werden. Menschen mit und ohne Behinderung sollen durch Mensch-Technik-Interaktion generationsübergreifend zusammen arbeiten, voneinander lernen, sich gegenseitig helfen und teilen. Die digitale Kluft (digital divide) verschiedener Bevölkerungsgruppen der ländlich geprägten Modellregion im Zugang zu und der Nutzung von IKT (dadurch geprägt, dass technische Geräte zur Kompensation von Einschränkungen älterer Personen existieren, deren Akzeptanz allerdings negativ mit dem Alter korreliert (Beil u. a. 2014)) soll dadurch überwunden werden. Das Versorgungskonzept adressiert generationsübergreifend alle Menschen, jedoch stehen die direkten Pflegeempfänger und deren (pflegende) Familienangehörige, spezifische Bedürfnisse und Ansprüche älterer Menschen (50+) sowie Menschen, die in ihren kognitiven und physischen Fähigkeiten beeinträchtigt sind, im Fokus. Sie profitieren insbesondere von einer vernetzten, evidenzbasierten, technikerunterstützten sozialen und gesundheitsbezogenen Versorgung in den Bereichen Mobilität, Pflege und Wohnen.

Die konkrete Bedarfslage und Handlungserfordernisse ergeben sich aus moderierten Workshops mit insgesamt mehr als 100 Teilnehmern sowie aus einer empirischen Studie im Dezember 2014 (Projektphase 1) in der Modellregion (Stichprobe von 10.000 Bürgern der Altersgruppe 50+, 4350 ausgewertete Fragebögen mit 30 Fragen zu Themenkomplexen wie Wohnsituation, Versorgung, AAL-Technologien (Ambient Assisted Living)). Die Ergebnisse der Workshops und Studie zeigen, dass die Herausforderungen durch den demographischen Wandel in der ländlich geprägten Modellregion in Niedersachsen insbesondere in einer defizitären, nicht den Bedarfen der älteren

Bürger (Altersgruppe 50+) entsprechenden medizinischen und sozialen Versorgungsinfrastruktur, großen Entfernungen zu Dienstleistern sowie erheblichen Unterschieden im Zugang zu und der Nutzung von IKT zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen liegen. Die Möglichkeiten technischer Hilfen und Assistenzsysteme in den Bereichen Wohnen, Mobilität, Versorgung, Pflege, Gesundheit und gesellschaftliche Teilhabe sind weitestgehend unbekannt. Zudem wollen die Bürger ihren Alltag selbstständig und selbstbestimmt in ihrem familiären, häuslichen Umfeld bestreiten. Ein Konsortium mit über 40 assoziierten Partnern aus der kommunalen Selbstverwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Bürgerschaft der Region, 4 interdisziplinär aufgestellten Forschungsgruppen (Pflegerwissenschaft, Betriebswirtschaft / Logistikmanagement, Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik), 11 Konsortialpartnern sowie dem Verein Gesundheitsregion EUREGIO e.V. mit aktuell 113 Mitgliedern greift diese Bedarfslage auf entwickelt bedarfsgerechte Lösungen der MTI für die Bürger sowie nachhaltige Geschäftsmodelle für Leistungsangebote. Ziel ist es, „Technik als Wegbereiter für soziale Innovation“ einzusetzen und die Innovationskraft in der Modellregion, insbesondere in den Wachstumsbranchen Versorgung, Mobilität, Gesundheit / Pflege und Telekommunikation zu stärken. Im Projekt werden hierzu bestehende Produkte und Dienste in sozial-interaktive, generationsübergreifende und individualisierte hybride Produkte (d.h. Leistungsbündel, die Sach- und Dienstleistungen vereinen) zusammengeführt.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: In Abschnitt zwei wird zunächst ein im Verbundprojekt entwickeltes Fallszenario vorgestellt, welches das Zusammenwirken der Akteure in dem integrierten Versorgungskonzept der DG 2.0 verdeutlicht. Abschnitt drei beleuchtet verwandte Forschungsarbeiten, Projekte und Initiativen. Die Forschungsmethode ist Gegenstand des vierten Abschnittes. Als zentrales Artefakt dieses Beitrages wird in Abschnitt fünf ein Framework für die integrierte Gesundheitsversorgung im ländlichen Raum vorgestellt. In Abschnitt sechs werden Herausforderungen beleuchtet und eine Forschungsagenda für die weitere Arbeit aufgestellt.

2 Ein Fallszenario zur Veranschaulichung

Das folgende fiktive Fallszenario dient der Exemplifikation des Zusammenwirkens in dem integrierten Versorgungskonzept der DG 2.0, welches schließlich in Abschnitt vier erläutert wird und das Ziel des Projektes (vgl. Forschungsfrage in Abschnitt 1) verdeutlichen soll. Eine Langfassung des Fallszenarios inklusive Verdeutlichung der Einbindung der Praxispartner steht unter <http://www-assist.uwi.uos.de/frehe/MKWI-2016-DG20-FALLSTUDIE.pdf> zur Verfügung.

Die 83-jährige Seniorin Emma Meyer aus Neuenhaus lebt alleine in ihrem Einfamilienhaus aus den 70ern. Sie ist durch ihre Erkrankungen motorisch eingeschränkt und z.B. nicht mehr in der Lage, an Gegenstände die über 1,50m hoch gelagert sind zu gelangen. Frau Meyer möchte weiterhin in ihrem Haus wohnen bleiben und ihren Alltag weitestgehend selbstständig bestreiten. In der Vergangenheit hat dies bereits zu Problemen geführt. Nach einem ersten Sturz in ihrer Küche konnte sie keine Hilfe rufen, da ihr schnurgebundenes Telefon nicht erreichbar war. Zum Glück kam nach vier Stunden ein Nachbar vorbei, der einen Arzt verständigte. Nachdem die Haustür aufgestemmt wurde, konnte dieser Frau Meyer versorgen. Damit dies in Zukunft nicht noch einmal passiert, hat sie zusammen mit ihrem Sohn, der in Düsseldorf wohnt, entschieden, dass sie an dem Projekt DG 2.0 teilnehmen wird. Ihr Haus wurde mit moderner AAL-Technologie ausgestattet und sie erhielt ein Notruf-Armband. Zudem wurde ihr ein seniorenrechtliches Tablet bereitgestellt und mit Hilfe der Koordinierungsstelle zusätzliche Betreuungsleistungen sowie ein Rollator beantragt.

Auch ein Kontakt zu den Landfrauen wurde hergestellt. Nach kurzer Eingewöhnungszeit hat sich Emma Meyers Alltag wie folgt verändert: Frau Meyer wird über den Virtuellen Dorfmarktplatz erinnert, einen Kontrolltermin bei ihrem Hausarzt zu vereinbaren und hat die Information erhalten, dass die Rollende Praxis am Mittwoch für 2 Stunden vor Ort ist. Sie bucht per Tablet einen Termin und koordiniert eine Fahrgemeinschaft mit dem Nachbarn, welcher das Nachbarschafts-E-Mobil fährt, an dessen Finanzierung sich Frau Müller beteiligt hat. Im Satellitenstützpunkt wird die elektronische Gesundheitskarte von Frau Meyer eingelesen, anschließend wird sie durch eine akademisch qualifizierte Pflegefachkraft, welche als Case-Manager fungiert, in der Rollenden Praxis untersucht, welche über Telemedizin eine Verbindung zu ihrem Hausarzt aufbaut. Frau Meyers Armband wird ausgewertet, die Daten sind bereits, da Frau Meyer zugestimmt hat, über die zentrale Datenspeicherung in die interdisziplinäre elektronische Fallakte eingespeist worden. Ebenso sind die Ergebnisse aus der Pflegediagnostik vom letzten präventiven Hausbesuch hinterlegt. Glücklicherweise ist alles in Ordnung.

Am nächsten Morgen nimmt Frau Meyer ihren Hocker und möchte Bettwäsche aus dem Schrank holen, als sie wieder stürzt. Ihr Armband besitzt einen Sensor, welcher den Sturz registriert. Nachdem 30 Sekunden lang keine weitere Reaktion festgestellt wurde, geht in der Leitzentrale des Virtuellen Dorfmarktplatzes am Makro-Stützpunkt ein Alarm los. Gemäß Vereinbarung ruft die Koordinierungsstelle bei Frau Meyer zuhause an, es geht allerdings niemand an das Telefon. Als zweite Eskalationsstufe wird der Sohn mobil angerufen, der auf Dienstreise in München ist. Dieser kann mit seinem Tablet, Smartphone und PC über eine in der Wohnung installierte Kamera einsehen, ob hier etwas passiert ist (das Krankenhaus dürfte dies nur in der dritten Eskalationsstufe, wenn keines der Kinder erreicht werden kann). Er sieht, dass seine Mutter regungslos auf dem Boden liegt und gibt der Koordinierungsstelle Bescheid; ein Notarzt wird alarmiert. Als dieser bei Frau Meyer ankommt und klingelt kann der Sohn über sein Tablet sehen, wer an der Tür ist und diese aus der Ferne öffnen. Der Notarzt kann so Frau Meyer versorgen. Auch in diesem Fall hat sie noch einmal Glück gehabt, wurde aber 3,5 Stunden früher als beim ersten Sturz versorgt.

Dieses Szenario zeigt einen Auszug an Möglichkeiten der MTI, wie sowohl die alltägliche Versorgung, die Gemeinschaft als auch die Sicherheit in der Modellregion durch das Projekt DG 2.0 gestärkt wird. Die IT-Infrastruktur als auch der Virtuelle Dorfmarktplatz sowie SmartHome/AAL-Technologien und die skizzierten organisatorischen Konzepte sind Artefakte die im Projekt partizipativ (weiter-) entwickelt, erprobt und evaluiert werden.

3 Verwandte Arbeiten

Durch eine Literaturrecherche konnten verschiedene Beiträge und auch Projekte identifiziert werden, welche einen ähnlichen Hintergrund wie das hier geschilderte Versorgungskonzept haben. An dieser Stelle soll eine Analyse der Beiträge und Übersicht der Projekte gegeben werden. Eine detaillierte Analyse der Projekte ist unter <http://www-assist.uwi.uos.de/frehe/MKWI-2016-DG20-PROJEKTE.pdf> aufrufbar.

Benz et al. stellen ein Wohnkonzept vor, welches neben dem reinen Wohnen ein weiteres Angebot an Dienstleistungen für ältere Menschen anbietet (Benz u. a. 2011). Arnhold et al. haben ein Review und eine Anforderungsanalyse bzgl. mobiler Anwendungen für Diabetes Patienten im Alter von über 50 durchgeführt (Arnhold u. a. 2014). Das Ergebnis ist, dass die meisten existierenden Apps zu wenig Funktionalität bieten und empfehlen, betroffene Patienten mit in den Entwicklungsprozess einzubinden. Erste Anforderungen für die Gestaltung einer Plattform zur gebündelten

Bereitstellung von Dienstleistungen wurden zudem von Osl et al. erhoben (Osl u. a. 2010; Osl u. a. 2011); ebenso beschreiben sie den erfolgreichen Einsatz von Telemedizinlösungen in der Schweiz (Osl u. a. 2009). Auf Grund anderer gesetzlicher Rahmenbedingungen ist dort eine intensive Vernetzung der unterschiedlichen Gesundheitsunternehmen möglich, welche in Deutschland bisher noch nicht existiert. In einem Interview des Krankenhaus-IT Journals bzgl. der elektronischen Gesundheitskarte (eGK) (KIT-OJ 2013) werden noch viele offene Punkte bzw. Probleme für Deutschland geschildert, die angegangen werden müssen: Z.B. die schnelle Einführung einer flächendeckenden Telematikinfrastruktur, die fehlenden internationalen Standards und die fehlende Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen. Neuhaus et al. haben bereits 2006 aufgedeckt, dass es diverse Möglichkeiten gibt, die GTI und eGK für weitere Dienstleistungen zu nutzen, von denen bis heute nur wenige umgesetzt wurden (Neuhaus u. a. 2006). Schmücker und Hayny analysieren die Möglichkeiten des Einsatzes der eGK im Krankenhaus und decken Optimierungspotenzial auf (Schmücker und Hayna 2009), wobei eine frühzeitige Sicherheitsevaluation der eGK aus technischer, organisatorischer und ökonomischer Sichtweise erfolgen muss (Sunyaev u. a. 2007). In einer Pressemitteilung (Bundesärztekammer 2014) wird darauf hingewiesen, dass die Telemedizin sich in fast allen medizinischen Fachbereichen wiederfindet, zudem wird das Thema Datenschutz und Datensicherheit als ein sehr wichtiges Thema identifiziert. Die Nutzung von Telemedizin kann auch zu einer verbesserten Arzt-Patienten-Kommunikation führen oder Patienten möglichst lange das Wohnen in der gewohnten Umgebung ermöglichen (Metelmann u. a. 2014).

Verwandte Projekte im Bereich Pflege, sind das Fraunhofer Projekt „Daily Care Journal“, DIRAC und sens@home, welche sich mit Sensorik im Bereich Pflege beschäftigen. Weitere Unterstützungskonzepte für die Pflege und Betreuung werden in den Projekten NeuroCare und PAALiativ vorgestellt. Für die IT-, Gebäude- und Vernetzungskonzepte der DG 2.0 sind die Projekte aal@home, KongniHome, AlterLeben und AmCo von Relevanz. Akzeptanzfördernde Faktoren wurden zudem im Projekt Technikgestützte Pflege-Assistenzsysteme eruiert. Für die rollende Praxis sind Analogien in den Projekten Smart Rural Areas, SUSI TD, Rollende Arztpraxis zu sehen. Die Nutzung des Internets und das Einkaufsverhalten wurden von diversen Autoren untersucht. Hauptergebnisse sind zumeist, dass die Seiten klar strukturiert, häufig genutzte Elemente groß, alle Inhalte und alle Schritte in allgemeinverständlicher Sprache formuliert sein sollten (Hashizume u. a. 2014). Neben einer reinen grafischen Optimierung müssen Verbesserungspotenziale bei der Dateneingabe, der Suche und dem Produktvergleich beachtet werden (Kuo u. a. 2012).

Es gibt bereits Projekte, welche einen ähnlichen Fokus haben wie das in diesem Beitrag erläuterte Versorgungskonzept, wie z.B. Chemnitz+, das PNO-Projekt im Ortenaukreis, das Projekt VorteilJena sowie das Projekt FISnet. Im Vergleich zu den uns bekannten Publikationen und Forschungsprojekten beschränken diese sich meist auf einen klar eingeschränkten Funktionsumfang um ein spezifisches Problem zu adressieren; es gibt derzeit kein Projekt, welches ein integriertes Versorgungskonzept bietet in dem der gesamte Funktionsumfang über eine Applikation angeboten wird, wie in diesem Beitrag vorgestellt. In Abgrenzung zu den genannten Projekten werden hier zudem Bedürfnisse und Voraussetzungen einer dörflichen Gemeinschaft adressiert (und nicht z.B. einer Wohngemeinschaft oder Quartieres). Zudem wird hier das Thema Inklusion speziell im Kontext einer dörflichen Gemeinschaft thematisiert und in den größeren Kontext der Wertschöpfungskette integriert.

4 Forschungsmethode

Um zum einen die wissenschaftliche Wissensbasis als auch Kenntnisse aus der Anwendungsdomäne zu integrieren, folgt die Entwicklung des Versorgungskonzeptes dem Design Science Ansatz nach Hevner et al. (Hevner u. a. 2004). Im Rahmen eines iterativen Weiterentwicklungs- und Bewertungsprozesses (vgl. Abbildung 1) werden die Schritte Anforderungsanalyse, Konzeption, Implementierung und Evaluation in mehreren Runden durchgeführt.

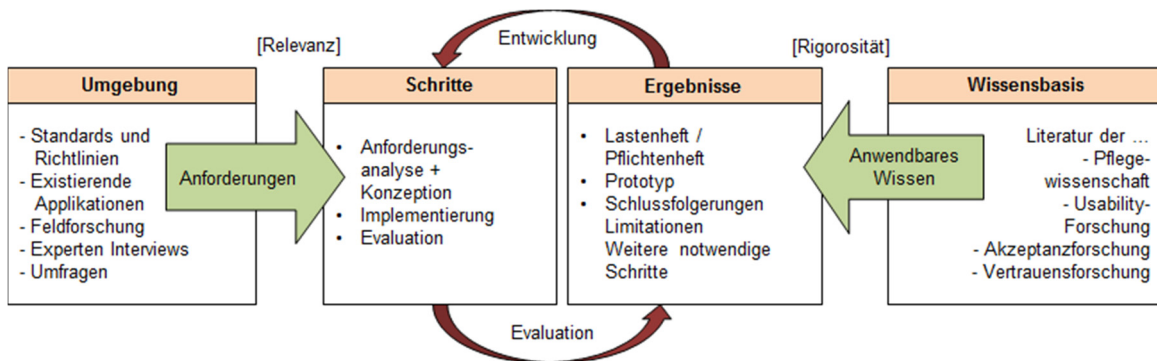


Abbildung 1: Design Science Ansatz (Hevner u. a. 2004)

#	Beschreibung	Umsetzung bei Entwicklung des Versorgungskonzeptes
1	Artefakt	Die Konzeptionierung und Implementierung der Plattform für die Umsetzung des Versorgungskonzeptes ist nach (March und Smith 1995) ein Artefakt.
2	Problem Relevanz	Die Problemrelevanz wurde bereits in Abschnitt 1 und 2 sowie teilweise in Abschnitt 3 erörtert und in Abschnitt 1 in Form einer Forschungsfrage formuliert.
3	Evaluation	Eine erste Evaluation wurde durch Aggregation, Konzeptualisierung und Schlussfolgerung (Otto und Österle 2010) erreicht. Diese wird kontinuierlich durch Experteninterviews (Liebold und Trinczek 2009; Myers 2009) ergänzt.
4	Status Quo	Der Status Quo wurde in Abschnitt 3 aufgearbeitet.
5	Rigorosität	Es wurden im Bereich der Forschung etablierte Methoden wie systematische Literaturreviews (Webster und Watson 2002), Workshops und Experteninterviews (Liebold und Trinczek 2009; Myers 2009) durchgeführt.
6	Design als Prozess	Diese Arbeit ist der Beginn eines 5-jährigen Projektes. Im Rahmen des Projektes werden die Weiterentwicklung und die Evaluierung erfolgen.
7	Dissemination der Ergebnisse	Die Ergebnisse des Projektes werden kontinuierlich veröffentlicht (z.B. durch diese Publikation). Zudem wird ein Geschäftsmodell und Transferkonzept erarbeitet, so dass die Ergebnisse auch nach der Projektzeit weiterverwendet werden.

Tabelle 1: Leitfaden zum Design Science Ansatz (Otto und Österle 2010)

Aktuell befindet sich das Projekt im Status der Anforderungsanalyse und Konzeption in der ersten Runde. Hierzu wurden die Methode des systematischen Literaturreviews (Fettke 2006), als auch die qualitativer Querschnittsanalyse in Form von Workshops (unstrukturierten Experteninterviews) in Anlehnung an (Liebold und Trinczek 2009; Myers 2009) angewendet. Hierbei wurden im Zeitraum von Mai 2014 bis April 2015 insgesamt 21 Treffen mit insgesamt über 100 Partnern aus dem Gesundheitswesen durchgeführt. Eine erste Evaluationsanalyse wurde durch Aggregation, Konzeptualisierung und Schlussfolgerung (Otto und Österle 2010) erreicht. Zur Wahrung des Design Science Prinzips wird der Leitfaden zur Durchführung des Design Science Ansatzes (Otto und Österle 2010), wie in Tabelle 1 dargestellt, im Rahmen der Entwicklung des Versorgungskonzeptes gewahrt.

5 Framework einer integrierten Gesundheitsversorgung

Die Ergebnisse der Workshops und der empirischen Anforderungserhebung haben verdeutlicht, dass eine integrierte Plattform zu konzipieren ist, welche unterschiedliche Aspekte der Versorgung betrachtet. Diese Ergebnisse sind im Rahmen weiterer Workshops in ein integriertes Versorgungskonzept eingeflossen, wie in Abbildung 2 skizziert.

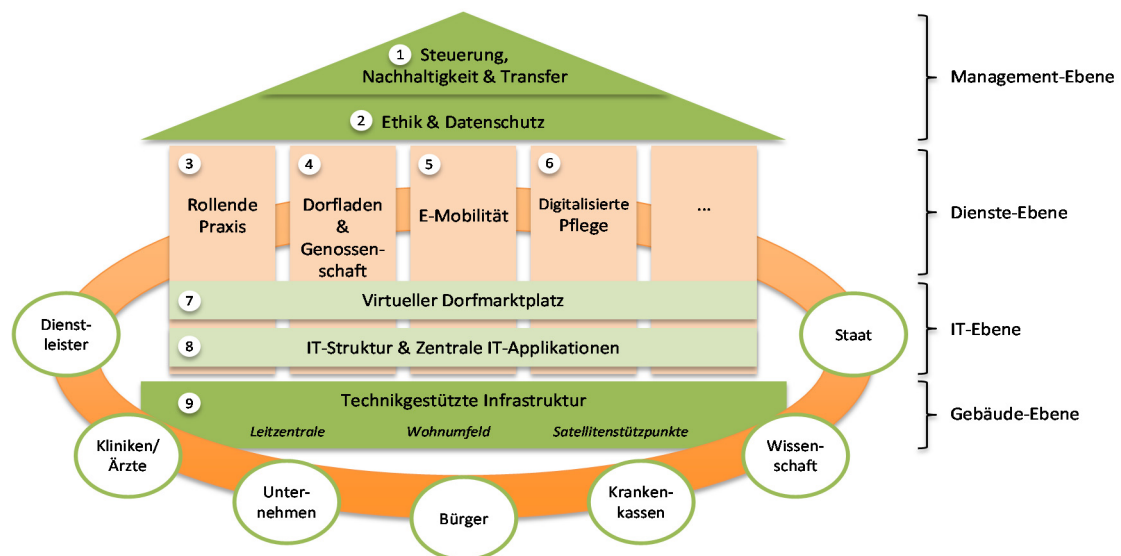


Abbildung 2: Struktur des Versorgungskonzeptes

Auf Grund der Abfrage, Verarbeitung und Bereitstellung sensibler Daten gilt es zunächst eine ethische Kontrollinstanz zu etablieren. In Abbildung 2 ist diese in der Management-Ebene als „Ethik & Datenschutz“ dargestellt. Es werden Gremienstrukturen für den bürgernahen Ethikdiskurs und Datenschutzrichtlinien im Zusammenhang mit dem intensivierten Technologieeinsatz etabliert. Der Bereich „Steuerung, Nachhaltigkeit und Transfer“ der Management Ebene ist auf innovative Organisations- und Finanzierungsformen, die sich am Leitbild einer Sharing Community und Crowdfunding-Konzepten orientieren sowie Anreize zur Technologienutzung setzen und die Inklusion fördern, fokussiert. Eng verbunden hiermit ist die Aufgabe des Transfers und der nachhaltigen Projektverwertung. Die eigentlichen zu entwickelnden technologiegestützten Dienste sind in Abbildung 2 als Säulen dargestellt.

Diese Dienste adressieren die grundlegenden Bedürfnisse der 50+-Bevölkerung nach aufsuchender medizinischer Versorgung (Rollende Praxis), Versorgungsleistungen des täglichen Bedarfs (Dorfladen & Genossenschaft), Mobilität (E-Mobilität) und pflegerischer Unterstützung (Digitalisierte Pflege). Im Sinne eines Open Innovation Prozesses wird von Beginn an externen Akteuren die Möglichkeit eingeräumt, sich mit zusätzlichen Diensten, dargestellt durch eine weitere Säule, in das Versorgungskonzept einzubringen. Alle Erweiterungen müssen den Standards für Ethik & Datenschutz genügen.

Die Ansteuerung, Koordination und Kopplung der Dienste erfolgt über eine integrierte IT-Struktur (IT-Ebene), die alle Dienste zu einer zusammenhängenden Wertschöpfungskette verbindet. Die IT-Ebene stellt die technologische Basis bereit, der Virtuelle Dorfmarktplatz dient als Koordinationsplattform im Sinne eines „DG 2.0 Apps Marketplace“ und kann durch Erweiterungen um neue Services bzw. Apps von Drittanbietern erweitert werden. Über die zentrale IT-Struktur können

verschiedene Anwendungen miteinander kommunizieren. Hierbei wird die von der gematik entwickelte Telematikinfrastruktur integriert, so dass eine Nutzung der elektronischen Gesundheitskarte zur Abbildung einer elektronischen Fallakte genutzt werden kann. Neben der Literaturanalyse haben verschiedene Experteninterviews und die Workshops mit mehr als 100 Teilnehmern zudem gezeigt, dass eine Cloud basierte Plattform zur digitalen Vernetzung der Systeme/Sensoren/Datenbanken/Dienste, welche offen und flexibel ist und organisch wachsen kann und bei der im Sinne von Crowdsourcing und Sharing Economy jeder mitmachen kann, die Anforderungen am besten erfüllt. Die Daten von AAL-Sensoren, SmartHome-Systemen, Fallakten usw. werden in einer einheitlichen Datenstruktur unter den Aspekten von Datenschutz und Datensicherheit fokussiert. Somit wird eine sichere und interoperable Informations- und Kommunikationsinfrastruktur geschaffen, so dass Dritte (Dienstanbieter) gesundheitsbezogene Daten an berechnigte Personen sicher übertragen bzw. einsehen können. Das Fundament des Hauses stellt die nötige Infrastruktur für das Versorgungskonzept bereit. Das Zentrum dient als Koordinationsstelle, in weiteren Ortschaften/Dörfern/etc. werden so genannte Satellitenstützpunkte installiert, um örtliche Dienste, wie z.B. den Dorfladen und den Pflegestützpunkt zu integrieren. In dem direkten Wohnumfeld der Menschen werden zudem bedarfsgerechte Installationen für AAL- und SmartHome-Technik vorgenommen und in das Versorgungskonzept integriert.

Der Virtuelle Dorfmarktplatz ist in dem Konzept die zentrale Anlaufstelle für Nachfrager und Anbieter diverser Services und sowohl Kommunikations- als auch Koordinationsplattform. Der Zugang zum Virtuellen Dorfmarktplatz ist den persönlichen (eingeschränkten) kognitiven und motorischen Fähigkeiten angepasst und ermöglicht für jeden die Benutzung unter Berücksichtigung der eigenen Fähigkeiten (multimodale, barrierefreie Zugriffsmöglichkeiten, z. B. durch Sprachsteuerung, Anpassung der grafischen Benutzeroberfläche (GUI) bzgl. Größe, Form und Kontrast, etc.) wodurch das kognitive Potenzial gefördert, die Mobilität gesteigert sowie ein selbstbestimmtes Leben in den eigenen vier Wänden bis ins hohe Alter ermöglicht wird. Gerade die vitalen Menschen unter den Älteren (50+) möchten ihr Potential in die Gesellschaft einbringen, jedoch mangelt es ihnen dabei oftmals an sozialen Kontakten zu den Hilfesuchenden, so Ergebnisse unserer Studie (n = 4350 Teilnehmer) in der Modellregion. Der Virtuelle Dorfmarktplatz bringt die Interessen hilfesuchender und hilfe anbietender Menschen zusammen.

Neben den in der Basis des Virtuellen Dorfmarktplatzes umgesetzten Funktionalitäten sollen Drittanbieter, ähnlich wie bei einem App Store, den Funktionsumfang durch von der Ethik-Kommission freigegebene Dienste (vor allem Prüfung auf Datenschutz/-sicherheit) erweitern können. Die Benutzer können entscheiden, welche Dienste sie nutzen und welche persönlichen Daten sie freigeben.

Durch den Virtuellen Dorfmarktplatz wird ein attraktives System geschaffen, welches auf der IT-Struktur aufbaut und somit die Interoperabilität verschiedener Domänen und die Einbindung neuer Geräte und Dienste im Sinne von Plug & Play-Lösungen sicherstellt. Zudem wird der Virtuelle Dorfmarktplatz als eine Art Online Innovation Intermediär im Bereich der Open Innovation gesehen, wodurch Konsumenten als Partner in den Entwicklungsprozess eingebunden werden, so dass innovative Gesundheitsprodukte und -dienstleistungen durch regionale Wertschöpfungsketten entstehen (Kuenne und Agarwal 2015) und für die nachhaltige Sicherung von Arbeitsplätzen genutzt werden. Sowohl im Rahmen der Literaturanalyse, als auch durch Gespräche mit Ärzten und Krankenkassen wurde festgestellt, dass Informationen über Patienten nur fragmentiert bei den einzelnen Gesundheitsakteuren vorliegen und nicht an einer zentralen Stelle gesammelt werden. Das Zusammenführen aller gesundheitsrelevanten Informationen ist eine große Innovation, welche

als ein Hauptziel der IT-Struktur gesehen werden kann. Hierzu wird die Telematikinfrastruktur der gematik und die eGK genutzt. Zudem werden Daten der AAL-Systeme und Daten von allen Gesundheitsakteuren eingebunden und eine Interoperabilität der verschiedenen Systeme gewährleistet, welche aktuell nicht gegeben ist (Thun 2015). Hierdurch wird eine sichere und interoperable Informations- und Kommunikationsinfrastruktur geschaffen, so dass Dritte (Dienstanbieter) gesundheitsbezogene Daten an berechnigte Personen (Anbieter) sicher übertragen bzw. einsehen können (vgl. Abbildung 3). Die Sicherheit wird auf Basis der Empfehlungen zur ärztlichen Schweigepflicht, Datenschutz und Datenverarbeitung in der Arztpraxis und aktuellen Empfehlungen des BSI (TR-03116-115) im Bereich der Verschlüsselungstechniken beachtet (Tatiana Ermakova und Zarnekow 2013). Im Rahmen der Umsetzung gibt es keinen Zwang zur Datenfreigabe. Die elektronische Fallakte bleibt stets im Besitz des Kunden bzw. Patienten, welcher entscheidet, wer welche Daten einsehen darf. Zudem sind auch die Ärzte nicht gezwungen die Daten freizugeben. Des Weiteren werden Daten nur für einzelne Prozesse freigegeben. Der Zugriff wird spätestens mit Ende der Session gesperrt. Durch die geschilderten Sicherheitskriterien wird jederzeit gewährleistet, dass Anwendungen und Daten zwar zwischen den Akteuren ausgetauscht werden können (vgl. Abbildung 3), diese vor dem Zugriff Unbefugter aber geschützt sind.

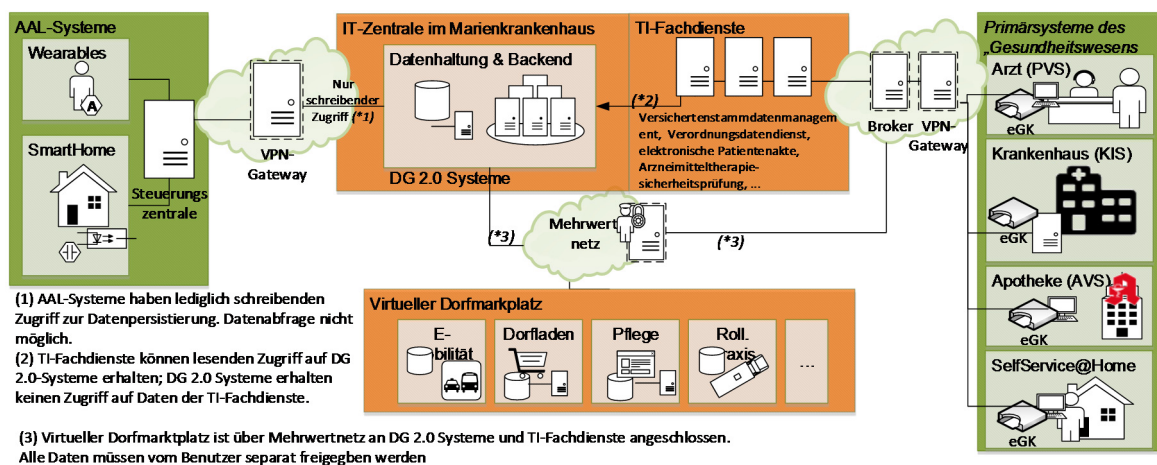


Abbildung 3: IT-Architektur, Kommunikation und Datenhaltung

Ein wichtiger Aspekt der Entwicklung, so zeigen die Ergebnisse der Workshops, wird zudem sein, den Benutzern aufzuzeigen, welche Vorteile sie von der Nutzung einer derartigen Struktur haben, da dies als ein Haupttreiber für die Akzeptanz einer Lösung gesehen wird (Ermakova u. a. 2014).

6 Herausforderungen und Forschungsagenda

Herausforderungen für das Projekt, so ein weiteres Ergebnis unserer Studie, stellen die sehr unterschiedlichen Gesundheitslagen, Teilhabepotenziale, finanziellen Ausgangssituationen, digitalen Bildungsgrade und Inklusionsformen der heterogenen Altersgruppe 50+ sowie der Menschen mit kognitiven/physischen Beeinträchtigungen dar.

Der gesamte Projektverlauf (vgl. Abbildung 4) wird fortlaufend evaluiert (formativ, summativ). Aktuell (Dezember 2015) befindet sich das Projekt in der Phase der Teambildung, der konkrete Start der Arbeitspakete ist für Januar 2016 geplant.

Dabei sind vor allem die Bedarfe, Erwünschtheit und Akzeptanz verschiedener Maßnahmen ebenso wie sozio-ökonomische Ressourcen differenziert zu analysieren. Auf dieser Grundlage lassen sich Implementierungs- und Realisierungschancen z.B. soziotechnischer Arrangements beurteilen. Theoretisch orientieren sich die Aufbauarbeiten der DG 2.0 am Belief-Action-Outcome (BAO)-Modell (Melville 2010). Das Hauptaugenmerk richtet sich dabei auf Einstellungen und Erwartungen (Beliefs) insbesondere bezüglich der Mensch-Technik-Interaktion. Modellhaft dient es zur Entwicklung, Umsetzung und Evaluation von Maßnahmen (Actions) sowie Anreizsystemen für die Verbesserung der Versorgung im ländlichen Raum. Ferner dient das BAO-Rahmenwerk der nutzerspezifischen Entwicklung und Anwendung von Methoden zur Messung von Auswirkungen (Outcomes) eingeleiteter Transformationsprozesse. Grundlage bildet eine Analyse der Rahmenbedingungen (Status Quo und Versorgungstrends) mittels standardisierter sowie teilstandardisierter Erhebungen in Kombination mit verfügbaren Statistiken und Registern der Ämter. Die Umsetzung stützt sich ferner auf Ergebnisse von Anforderungsanalysen (Anwender und Endnutzer) in Form qualitativer Erhebungen, die in die Erarbeitung von Geschäftsmodellen und in die Konstruktion technischer Systemarchitektur einfließen. Dadurch kann eine nutzerbasierte Anwendung ermöglicht werden.

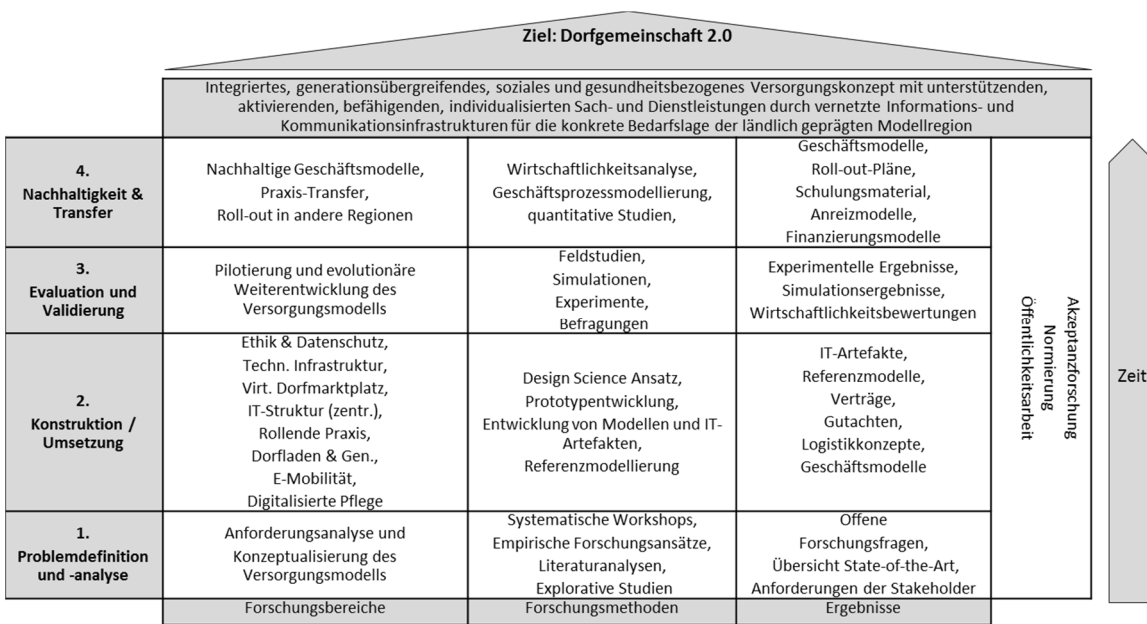


Abbildung 4: Herausforderungen und Problemaspekte (Forschungsagenda)

Bei den technischen Entwicklungen wird eine iterative Vorgehensweise gemäß Design Science Ansatz (Hevner u. a. 2004) präferiert (vgl. Abbildung 1). Für die Evaluation verschiedener Entwicklungsstufen von Prototypen bieten sich Feldstudien und/oder Umfragen/Interviews an. Für die Entwicklung der Modelle und Konzepte der DG 2.0 wird ein zweifach integrierter Ansatz gewählt: einerseits die Verzahnung der beteiligten Forschungseinrichtung mit den Praxisprojektpartnern, andererseits soll gleichzeitig zur Gewährleistung der Normierbarkeit das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) im Rahmen einer entwicklungsbegleitenden Normung (EBN) in den Entwicklungsprozess einbezogen werden. Eine solche EBN ermöglicht es, das Standardisierungspotenzial von strategischen, innovativen Produkten und Dienstleistungen, wie sie im Innovationsverbund entwickelt werden, frühzeitig zu identifizieren, Normierungs- und Standardisierungsprozesse einzuleiten sowie die Ergebnisse von Standardisierungsprozessen der Öffentlichkeit

zugänglich zu machen. Durch den Kontakt zu zahlreichen Unternehmen des Verbundes können Marktanforderungen jeder Zeit bei der Entwicklung der Produkte und Dienstleistungen Berücksichtigung finden und in die Standardisierungsprozesse eingehen. Durch die Zusammenarbeit mit Standardisierungszentren (DIN, gematik) als auch Fachgesellschaften (AWMF, GMDS) soll zudem sichergestellt werden, dass sowohl aktuelle Standards eingehalten, als auch Grundlagen für fehlende Standards gelegt werden. Das Ziel ist auf etablierte Standards aufzusetzen und Vorreiter für die Entwicklung und den Einsatz neuer Standards zu sein.

7 Literatur

- Arnhold M, Quade M, Kirch W (2014) Mobile applications for diabetics: A systematic review and expert-based usability evaluation considering the special requirements of diabetes patients age 50 years or older. *Journal of Medical Internet Research* 16:1–18.
- Beil J, Kruse A, Cihlar V, Stein M, Meurer J (2014) Zur Bewertung und Akzeptanz von neuen Technologien im Alter: Empirische Befunde des Projekts “S-Mobil 100”. In: 7. Deutscher AAL-Kongress. Berlin.
- Benz A, Kutscheid S, Osl P, Österle H (2011) Service-Wohnen am Beispiel Fürstenhof in Wittlich – ein Geschäftsmodell mit Zukunft? In: 4. Deutscher AAL-Kongress: Berlin.
- Bundesärztekammer (2014) Telemedizin: In fast allen Fachgebieten auf dem Vormarsch. <http://www.bundesaerztekammer.de/aerzte/aus-weiter-fortbildung/fortbildung/baek-veranstaltungen/interdisziplinaeres-forum/38-interdisziplinaeres-forum/pressemitteilungen/telemedizin/>. Abgerufen am 01.09.2015
- Ermakova T, Fabian B, Zarnekow R (2014) Acceptance of Health Clouds - A Privacy Calculus Perspective. In: ECIS 2014 Proceedings
- Ermakova T, Fabian B, Zarnekow R (2013) Security and Privacy System Requirements for Adopting Cloud Computing in Healthcare Data Sharing Scenarios. In: AMCIS 2013 Proceedings
- Fettke P (2006) State-of-the-Art des State-of-the-Art Eine Untersuchung der Forschungsmethode “Review” innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 48:257–266
- Hashizume A, Suzuki N, Nishiuchi N (2014) Investigation into Design Requirements for Easy to Use Shopping Websites among the Elderly
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28:75-105
- KIT-OJ (2013) Die “eGK-Tage” des Krankenhaus-IT Journals. In: Krankenhaus-IT Online Journal
- Kuene C, Agarwal R (2015) Online Innovation Intermediaries as a Critical Bridge between Patients and Healthcare Organizations. In: *Wirtschaftsinformatik 2015*. Osnabrück
- Kuo H-M, Chen C-W, Hsu C-H (2012) A study of a B2C supporting interface design system for the elderly. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service* 22:528–540
- Lay K (2000) MORPHA: Intelligente anthropomorphe Assistenzsysteme - Die Interaktion zwischen Mensch und mobilen Assistenzsystemen als grundlegende Variante der Mensch-Technik-Interaktion. *Informationstechnik und Technische Informatik* 42:38–43.

- Liebold R, Trinczek R (2009) Experteninterview. In: Kühl S, Strodtholz P, Taffertshofer A (eds) *Handbuch Methoden der Organisationsforschung*. VS Verlag, Wiesbaden, S. 33-56
- March ST, Smith GF (1995) Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems* 15:251-266
- Melville N (2010) Information Systems Innovation for Environmental Sustainability. *Management Information Systems Quarterly* 34:1-21
- Metelmann C, Metelmann B, von der Heyden M, et al (2014) Potenziale der Telemedizin bei Patienten in der Häuslichkeit. In: VDE-Kongress 2014. Frankfurt am Main
- Myers MD (2009) *Qualitative Research in Business & Management*. Sage, London
- Neuhaus J, Deiters W, Wiedeler M (2006) Mehrwertdienste im Umfeld der elektronischen Gesundheitskarte. *Informatik-Spektrum* 29:332–340
- Osl P, Benz A, Österle H (2010) Dienstleistungen für Independent Living: Kundenanforderungen und Optionen für die Angebotsgestaltung. In: 3. Deutscher AAL-Kongress. Berlin
- Osl P, Benz A, Österle H (2011) Beacon Hill Village in Boston: Ein erfolgreiches Beispiel einer Mitgliederorganisation auf Quartiersebene. In: 4. Deutscher AAL-Kongress. Berlin
- Osl P, Sassen E, Österle H, Fischer A (2009) Erfolgreiche Telemedizinlösungen und Kundenakzeptanz zukünftiger Weiterentwicklungen: Das Geschäftsmodell des Schweizer Zentrums für Telemedizin MEDGATE, Tagungsband. In: 2. Deutscher AAL-Kongress. Berlin
- Otto B, Österle H (2010) Relevance through Consortium Research? Findings from an Expert Interview Study. *Global Perspectives on Design Science Research* 16–30
- Reithinger N, Blocher A (2003) SmartKom – Multimodale Mensch-Technik-Interaktion. *i-com* 2:4–10.
- Schmücker P, Hayna S (2009) Der Einsatz der Elektronischen Gesundheitskarte im Krankenhaus – praxisnahe Betrachtungen und kritische Hinweise aus Sicht der Leistungserbringer. In: Jäckel (ed) *Telemedizinführer Deutschland*. Bad Nauheim, S. 290–296
- Sunyaev A, Leimeister JM, Schweiger A, Krcmar H (2007) Die Elektronische Gesundheitskarte und Sicherheitsaspekte: Ein Vorschlag zur Entwicklungsbegleitenden Sicherheitsevaluation aus Anwendersicht. In: *INFORMATIK 2007: Informatik trifft Logistik*. 37. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI). Bremen
- SVR (2014) *Gutachten 2014: Bedarfsgerechte Versorgung – Perspektiven für ländliche Regionen und ausgewählte Leistungsbereiche*. Bonn, Berlin
- SVR (2009) *Sondergutachten 2009: Koordination und Integration - Gesundheitsversorgung in einer Gesellschaft des längeren Lebens*
- Thun S (2015) Digitalisierte Medizin. *Informatik Spektrum* 18:22–27

Von der Analyse zum Design: Entwicklung eines mHealth-Systems als individualisierte Behandlungsform zur Rückfallprophylaxe bei Drogenabhängigkeit

Ulf Gerhardt¹, Volker Hindermann² und Andreas Kiesow³

¹ Paracelsus-Wiehengebirgsklinik, Bad Essen, dr.ulf.gerhardt@paracelsus-kliniken.de

² PICTURE GmbH, Münster, volkerhindermann@web.de

³ Universität Osnabrück, Institut für Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik (IMWI), andreas.kiesow@uni-osnabrueck.de

Abstract

Ziel ist eine mHealth-Konzeptionierung zur individualisierten Rückfallprophylaxe bei Drogenabhängigkeit. Die Applikation soll das ambulante Versorgungsdefizit dieses jungen, schwerkranken Klientels kompensieren und die Volkswirtschaft entlasten. Akzeptanz und Nachfrage der Stakeholder sind extrem hoch. Ein Action Research (AR)-Ansatz produzierte richtungsweisende Anregungen für die Designphase. Auf Grundlage dieser Resultate wurde ein Konzept für ein Mobiles Assistenzsystem entwickelt, das einerseits eine patientenindividuelle Justierung der bereits angesprochenen Funktionen als auch ein proaktives Monitoring durch begleitende Suchttherapeuten ermöglicht. Zur Evaluation dieses Konzepts wurden Metriken entwickelt, die in Form von leitfadenbasierten Interviews durch Experten bewertet wurden. Außerdem werden auch die Ergebnisse der expertenbasierten Evaluation sowie weitere Implikationen für zukünftige Design-Iterationen gezeigt und diskutiert. Die erfolgreiche Anwendung der mHealth-Applikation könnte einen deutlichen Mehrwert für die Patienten durch Ausweitung einer flächendeckenden Rückfallprophylaxe bedeuten.

1 Einleitung

Gegenstand dieser Arbeit ist die Konzeptionierung einer mHealth-Anwendung als qualitativ hochwertige, ortsunabhängig verfügbare, individualisierte Behandlungsform zur Rückfallprophylaxe bei Drogenabhängigkeit. Suchterkrankungen stellen Medizin und Volkswirtschaft vor gravierende Herausforderungen: 77 Millionen aller europäischen Erwachsenen hatten in ihrem Leben bereits Kontakt zu illegalen Suchtmitteln (Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht EMCDDA). In Deutschland unterziehen sich jährlich rund 25.000 Menschen einer Behandlung ihrer Cannabisabhängigkeit, rund 30.000 wegen Opiatabhängigkeit und 10.000 wegen Stimulanzienabhängigkeit (Dyckmans 2012). Der volkswirtschaftliche Gesamtschaden durch illegale Drogen wird auf rund 6 Milliarden € geschätzt (Mostard et al. 2010). Die Drogenabhängigkeit nimmt eine Sonderrolle innerhalb der Abhängigkeitserkrankungen ein, da

insbesondere junge Menschen von ihr betroffen sind (Gerhardt 2014). Für diese Altersgruppe sind die medizinischen [z.B. Abnahme des Hippocampusvolumens (Yücel 2008), kognitives Defizit mit Abnahme des IQ um 8 Punkte (Meier 2012), stigmatisierende generalisierte Zahnschädigung durch Crystal Meth („Meth Mouth“), sexuell übertragbare Krankheiten] und sozioökonomischen [45,4% ohne Berufsausbildung (Gerhardt 2014)] Folgeschäden besonders gravierend.

Die hohe Rückfallquote Drogenabhängiger von ca. 80% (Stephens und Roffman 2006) auch nach Abschluss einer leitliniengerechten stationären Therapie resultiert auch aus einem eklatanten rückfallprophylaktischen Versorgungsdefizit, da die medizinisch gebotene dauerhafte Suchtselbsthilfegruppen(SHG)-Teilnahme (Emrick 1993) nur von 2,5% der Drogenabhängigen in Anspruch genommen werden kann (7.500 Alkohol-SHG vs. 250 wöchentlichen Treffen der drogenspezifischen „Narcotic Anonymous“-SHG), so dass die Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V. Drogenabhängige zu Recht als „nicht erreichte Zielgruppe“ (Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen 2006) bezeichnet. Die Kompensation dieses Versorgungsdefizits steht aufgrund der ökonomischen Rahmenbedingungen unter erheblichem Effizienzdruck.

Gerade durch IS sind bezahlbare, qualitative hochwertige, sichere und effiziente Gesundheitslösungen realisierbar (Breitschwerdt 2012). Die Nutzbarmachung von mHealth könnte aufgrund der psychiatrischen mHealth-Erfahrungen (Kasckow 2013, Yellowlees 2008, Barak 2008), der hohen Smartphone-Durchdringung (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2013) und bestehenden Akzeptanz (Alagöz et al. 2011, Wälivaara et al. 2009, Rothschild et al. 2006, Wälivaara et al. 2011, Wälivaara et al. 2009) erheblich dazu beitragen, das Versorgungsdefizit der schwerkranken, bislang jedoch nicht adäquat erreichten Zielgruppe der Drogenabhängigen zu kompensieren.

2 Stand der Forschung und Machbarkeitsstudie

Bislang stehen keine für die Rückfallprophylaxe bei Drogenabhängigkeit geeigneten mHealth-Lösungen zur Verfügung. Allerdings konnten durch systematische Literaturanalyse (Gerhardt et al. 2015) verschiedene für das erfolgreiche Design nachhaltiger mHealth-Lösungen essentielle Aspekte nachgewiesen werden. Neben eher technischen Details (benutzerfreundliche grafische Schnittstellen für die Patienten, unkomplizierte Datenübermittlung an die Gesundheitsdienstleister, minimierte Zahl von Bedienungsschritten, patientenzentrierte serviceorientierte Closed Loop Architektur) zeigte sich, dass eine erfolgreiche und nachhaltige mHealth-Implementierung nur durch frühe Evaluation der Machbarkeit unter Einbeziehung der potentiellen Stakeholder möglich ist. Aus diesem Grund hat die Arbeitsgruppe bereits im Vorfeld eine Machbarkeitsstudie auf der Grundlage eines AR Ansatzes durchgeführt und dabei sowohl Suchttherapeuten als auch drogenabhängige Patienten mit einbezogen (Gerhardt et al. 2015). Als integraler Bestandteil des zyklischen Prozessmodells von AR wurden die Umfrageergebnisse im Rahmen der Machbarkeitsstudie umfassend reflektiert:

- Extrem hohe Nachfrage nach einer mHealth-Anwendung für die Rückfallprophylaxe
- Möglichkeiten der Unterstützung der zur Rückfallprophylaxe essentiellen Nachreifungsprozesse der Persönlichkeitsstruktur durch ein mHealth-System
- Makroökonomische Implikationen, insbesondere im Hinblick auf die abnehmenden stationären Behandlungsdauern trotz bekanntem ROI der drogenspezifischen Therapie von 200% (Gossop

et al. 2001) und nachgewiesener hoher Korrelation zwischen Behandlungsdauer und Outcome (Sonntag und Künzel 2000, Bleiberg et al. 1994).

- Möglichkeiten der Integration von “skills” im Sinne von LINEHAN (Linehan 1996) in die Rückfallprophylaxe im Rahmen einer mHealth-Anwendung
- Nach Modifikation der ursprünglich eher psychotherapeutisch und technologisch ausgerichteten Literaturrecherche aufgrund der AR-Resultate fanden sich wertvolle Hinweise für die differenzierte mHealth-Förderung sportlicher Rückfallprophylaxe (Wichstrøm und Wichstrøm 2009, Arvers und Choquet 2003, Peretti-Watel et al. 2002).
- Möglichkeit, mit Gleichgesinnten über GPS-Lokalisation soziale Netzwerke zu knüpfen und auch persönliche Treffen im Sinne einer spontanen Selbsthilfegruppe zu ermöglichen.

3 Forschungsansatz

3.1 Action Research

Action Research ist eine von Kurt Lewin (Lewin 1948) begründete, speziell für unübersichtliche Forschungsaufgaben entwickelte interventionsorientierte Forschungsmethode, die kontinuierlich weiterentwickelt worden ist und mittlerweile einen erheblichen Anteil im Bereich der eHealth-Forschung einnimmt. Die wesentlichen Forschungsschritte und -prinzipien lassen sich anhand der vorhandenen Literatur (Lewin 1948, Checkland und Holwell 2007, Kohli et al. 2007, Meyer 2000, Robertson 1995, Kohli und Kettinger 2004, Davison et al. 2004) wie folgt beschreiben:

- Situation: Prädestiniert für AR-Ansätze sind wirklich relevante, unübersichtliche Probleme innerhalb von Organisationen (z.B. Kliniken).
- Principle of Researcher-Client-Agreement: Von Anfang an entwickeln Forscher und Mitarbeiter der betroffenen Organisation das Forschungsprojekt kooperativ.
- Establishing roles: Rollenverteilung zwischen Forschern und Mitgliedern der Organisation wird unter Berücksichtigung der Reziprozität zwischen Theorie und Praxis festgelegt
- Action: Eine zielgerichtete Intervention erfolgt. Dabei sind die Forscher an dem von der Intervention betroffenen Prozess angemessen beteiligt.
- Principle of Change through Action: Die Auswirkungen jeder Intervention werden sorgfältig analysiert und in die Planung der nächsten Interaktion einbezogen.
- Reflection on Reality: Die Perspektiven aller Stakeholder werden einbezogen. Die realen Beobachtungen werden mit den theoretischen Erwartungen verglichen.
- Principle of Learning through Reflection: Durch die Reflektion der Realität kommt es zu neuen Erkenntnissen, die die bisherige theoretische Grundlage bestätigen, ändern oder widerlegen können.
- Principle of the cyclical process model: Der Forschungsprozess gleicht einem hermeneutischen Zirkel, er ist also zyklisch und nähert sich iterativ dem Ziel an.
- Exit: when „the chosen methodology (M) and its framework of ideas (F) have yielded significant learning in interaction with the area of application (A)” (Checkland und Holwell 2007).

3.2 Design Science

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Informationssystems zur Reduktion von Rückfallquoten von Drogenabhängigen. Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, wird dazu ein AR-Ansatz als zweckmäßig erachtet, da final die Verbesserung dieses realen Problems angestrebt wird und das notwendige Artefakt nur als Mittel zum Zweck fungiert. Der AR-Ansatz schließt zwar die inhärente Evaluation von Artefakten ein, setzt aber den Schwerpunkt auf die finale Evaluation durch die tatsächliche Verbesserung in der Praxis. In diesem Papier wird ein technisches Konzept vorgeschlagen, auf dessen Grundlage das weitere Vorgehen des Vorhabens beruht. Daher muss im Rahmen der vorliegenden Arbeit der AR-Ansatz im Sinne eines Multimethodenansatzes erweitert werden. Die Entwicklung von IT-basierten Artefakten, d.h. Konstrukten, Modellen, Methoden und Instanziierungen, zum Zwecke des Menschen fällt in die Definition des Design Science nach MARCH und SMITH (1995). Analog zum AR-Ansatz ist DS als ein iterativer Prozess zu begreifen, bei dem nach jeder Konstruktionsphase (engl. build) eine erneute Evaluation stattfindet, deren Ergebnisse in der nächsten Iteration Berücksichtigung finden (Hevner et al. 2004). Im Gegensatz zum AR wird beim DS jedoch ein stärkerer Fokus auf die Evaluation gelegt (Papas et al. 2012). Die Evaluation erfolgt anhand im Vorfeld definierter Metriken, d.h. Maße zur Bewertung des Zielerreichungsgrads des angestrebten Artefakts. Gemäß ÖSTERLE et al. kann die Evaluation unter anderem durch die Reflexion des IT-Artefakts durch expertenbasierte Evaluation (engl. expert reviews) erfolgen (Österle et al. 2011). Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Konzept für ein mobiles Assistenzsystem zur Unterstützung der Rückfallprophylaxe von Drogenabhängigen entwickelt und dazu die folgenden Metriken definiert:

Nr.	Kriterium	Ausprägung	Beschreibung
1	Funktionalität	qualitativ	Umsetzbarkeit der Funktionen des mobilen Assistenzsystems
2	Nutzen für Zielgruppe	qualitativ	Erwarteter Mehrwert für die Zielgruppe, d.h. für Drogenabhängige
3	Entwurfsqualität	qualitativ	Qualität des Entwurfs insb. Konsistenz, Widerspruchsfreiheit, Richtigkeit und Vollständigkeit des Entwurfs
4	Stabilität	qualitativ	Zuverlässigkeit des konzeptionellen Ansatzes, technische Stabilität vorhandener Techniken für die Umsetzung
5	Daten-sicherheit	qualitativ	Integrität, Authentizität der Daten
6	Wartbarkeit	qualitativ	Wartbarkeit und Anpassungsfähigkeit des Konzepts bei nachträglichen Änderungen
7	Compliance	qualitativ	Einhaltung gesetzlicher Vorgaben (z.B. Datenschutz)
8	Entwicklungszeit	quantitativ	Approximative Bewertung der Dauer des Vorhabens
9	Kosten der Entwicklung	quantitativ	Approximative Bewertung der Kosten des Vorhabens
10	Risiken	qualitativ	Risiken der bisherigen Konzeption

Tabelle 1: Maße der Zielerreichung des angestrebten Artefakts (Hevner 2004)

Entsprechend dem derzeitigen Stand des Forschungsvorhabens konnten in erster Linie qualitative Metriken definiert werden. Diese Metriken wurden in einen Interviewleitfaden überführt. Anschließend wurde das Konzept einer Auswahl von Experten vorgestellt und deren Bewertung über den Erfüllungsgrad der einzelnen Metriken erhoben, was der Evaluation des Artefakts dient.

Zu diesem Zweck war es notwendig, Experten zu finden, die befähigt sind, eine verlässliche Bewertung über das Konzept abzugeben. Somit erfolgte die Auswahl der Experten gemäß eines heterogenen bewussten Auswahlverfahrens in Anlehnung an Ritchie et al. (2013). Dazu wurden an Experten die folgenden Kriterien gestellt: Mindestens ein Experte musste ein Softwareentwickler mit schwerpunktmäßiger Erfahrung im Bereich der Entwicklung von mobilen Assistenzsystemen sein. Ein Experte musste Erfahrung in der psychiatrischen und psychotherapeutischen Behandlung von suchtkranken Patienten haben. Darüber hinaus musste ein Projektmanager mit Erfahrung in der Umsetzung von IT-Projekten im Kontext der Gesundheitswirtschaft herangezogen werden. Als adäquates Maß für die Expertise wurde ein Zusammenhang mit der Berufserfahrung in Jahren unterstellt. Eine Berufserfahrung von mindestens fünf Jahren in den einzelnen Gebieten wurde als hinreichend beurteilt. Nach GLÄSER und LAUDEL ergibt sich die Anzahl der zu befragenden Experten aus der „Verteilung von Informationen unter den Akteuren und der empirischen Absicherung“ (Gläser und Laudel 2010). Den Autoren dieses Papiers sind sich über die Grenzen dieses Auswahlverfahrens bewusst. Diese liegen insbesondere an der Frage nach dem notwendigen Grad an empirischer Absicherung, d.h. in der mangelnden statistischen Verlässlichkeit der Aussagen in Bezug auf die Grundgesamtheit. Aus Sicht der Autoren ist eine frühzeitige Einbindung von Experten jedoch unerlässlich, um die definierten Metriken frühzeitig zu adressieren und eine kontinuierliche Verbesserung des Konzepts im Sinne des iterativen Prozesses umzusetzen. Die Kriterien wurden von drei Experten erfüllt, die im Netzwerk des Forschungsumfelds im Bereich des eHealth in der Region Osnabrück und Münster identifiziert wurden. Die Ansprache der Experten erfolgte telefonisch. Die Details zu den Rollen und Erfahrung der Experten sind in Tabelle 2 abgebildet. Dabei referenziert die Bezeichnung „Experte“ nicht auf das Geschlecht der befragten Person.

Kriterium	Experte 1 (E1)	Experte 2 (E2)	Experte 3 (E3)
Rolle im Vorhaben	Software-Entwickler	Dipl.-Psych. mit Schwerpunkt Suchttherapie	Projektmanagement
Berufserfahrung > fünf Jahre	Ja	Ja	Ja
Interviewzeit	07:17	13:24	18:15
Datum	29.07.2014	22.07.2014	29.07.2014

Tabelle 2 : Informationen über Experten und Interviews

Bei der expertenbasierten Evaluation ist es erforderlich, dass den Experten die Möglichkeit gegeben wird, detaillierter auf das Thema einzugehen und gegebenenfalls auch Punkte anzusprechen, die aus ihrer Perspektive wichtig sind (Oates 2005). Daher wurden die Befragungen in Form von semistrukturierten Interviews durchgeführt. Nach BURGESS und KVALE folgen semistrukturierte Interviews einem im Vorfeld definierten Leitfaden, der das Thema des Forschungsgegenstands einerseits eingrenzt, aber andererseits ausreichend Spielraum für eine offene Konversation lässt (Skinner 2012). Somit wurden die Metriken in einen Leitfaden eingearbeitet, der die grundlegende Struktur der Befragungen vorgab. Die Interviews wurden an zwei verschiedenen Tagen per Telefon durchgeführt, aufgezeichnet und transkribiert. Anschließend erfolgte eine qualitative Auswertung der Transkriptionen, bei der anhand von Schlüsselwörtern die Bewertung der Experten zum Erfüllungsgrad der einzelnen Metriken erhoben wurde. Die Ergebnisse werden in Kapitel 5 dieser Arbeit diskutiert.

4 Konzeption

Die Anforderungen an das System wurden im Vorfeld Rahmen eines AR-Ansatzes (Machbarkeitsstudie - Gerhardt et al. 2015) definiert. Über eine Mobile Anwendung stehen dem Suchtpatienten individualisierte Funktionen (Abb.1) zur Verfügung: Eine Suchfunktion ermöglicht es dem Patienten, andere Patienten in der gleichen Situation zu orten und mit ihnen Kontakt aufzunehmen (Suche Kontakt). Diese Funktion erscheint unter neurobiologischen sowie entwicklungspsychologischen Gesichtspunkten (Grawe 2004) suchtmedizinisch zielführend. Voraussetzung ist das Einverständnis der Patienten, den aktuellen Aufenthaltsort in dem System anzeigen zu lassen. Über eine Kontaktfunktion kann der Suchtpatient sowohl zu vorher definierten Bezugspersonen und als auch örtlichen Beratungsstellen ein Telefonat aufbauen (Initiiere Anruf). Zudem ist über ein abgestuftes Verfahren das Senden von Nachrichten an den Therapeuten aus der Suchtklinik möglich, der sich anschließend nach eigenem Ermessen bei dem Patienten zurückmelden kann (Sende Nachricht).

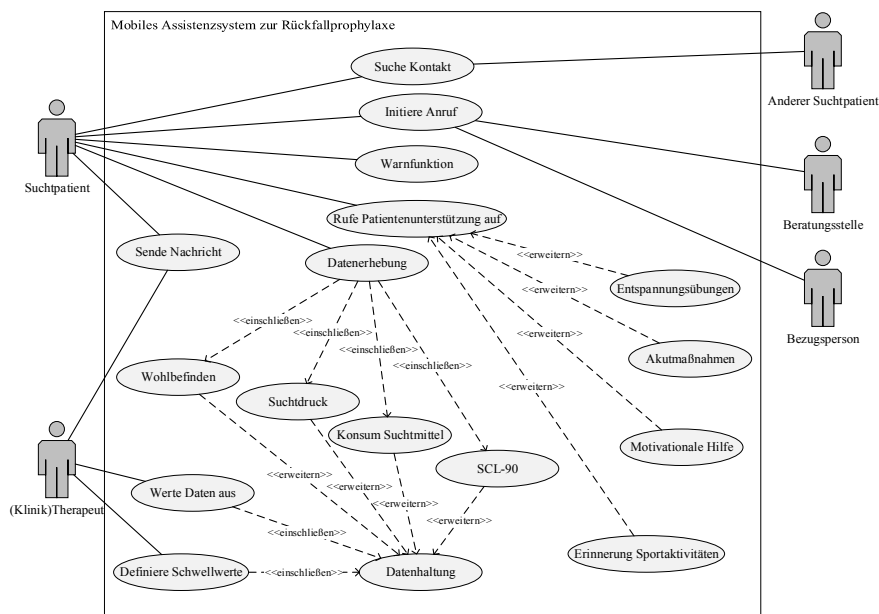


Abbildung 1: Anwendungsfalldiagramm des Mobilens Assistentensystems

Obwohl die standortbezogene Warnfunktion bei räumlicher Nähe zu potenziellen Drogenumschlagsplätzen von den potenziellen Anwendern mehrheitlich abgelehnt wird, ist die prototypische Konzeption dieser Funktion grundsätzlich vorgesehen. Wird über die GPS-Lokalisierung die Nähe zu kritischen Orten erkannt, wird dem Patienten eine individualisierte Nachricht gesendet, die auf bspw. auf bereits erzielte Behandlungserfolge referenziert. Diese Funktion ist ausdrücklich nur durch aktive Zustimmung des Patienten aktiv; eine Aufzeichnung von Bewegungsmustern ist nicht Bestandteil konzeptioneller Überlegungen. Die Funktion Patientenunterstützung bietet die Möglichkeit einzelne, für den Patienten individuell konzipierte Unterstützungsmaßnahmen abzurufen. Diese Unterstützungsmaßnahmen sind die Anzeige von erlernten Fähigkeiten wie Entspannungsübungen, Akutmaßnahmen, motivationale Hilfen und auch die Erinnerung an Sportaktivitäten. Durch die Funktion Datenerhebung werden in definierten Intervallen Fragebögen für den Suchtpatienten erzeugt. Die Fragebögen zielen auf die Erhebung von suchterlaufsspezifischen Messgrößen wie Suchtdruck, Wohlbefinden und konsumierten Suchtmitteln ab. Darüber hinaus werden über den Standardfragebogen SCL-90 wesentliche

psychologische Parameter wie Aggressivität, paranoides Denken, Angst, Psychotizismus, Unsicherheit im Sozialkontakt sowie Depressivität erfasst. Die Ergebnisse der Befragungen werden in einen zentralen Datenspeicherserver transferiert (Datenhaltung). Der für die Nachbetreuung zuständige (Klinik)Therapeut kann über die Definition von Schwellwerten für einzelne Patienten die Anwendung individualisieren (Definiere Schwellwerte). Die Schwellwerte bilden die Grundlage für die Auswertung der Ergebnisse aus den einzelnen Fragebögen (Werte Daten aus). Beispielsweise wird der Suchtdruck des Patienten kontinuierlich über ein verhältnisskaliertes Maß erhoben und durch den Therapeuten überwacht. Da der Suchtdruck des Patienten durch seine subjektive Wahrnehmung bestimmt wird, muss bezugstherapeutisch ein patientenindividueller Wert festgelegt werden, ab dem der Therapeut aktiv werden kann.

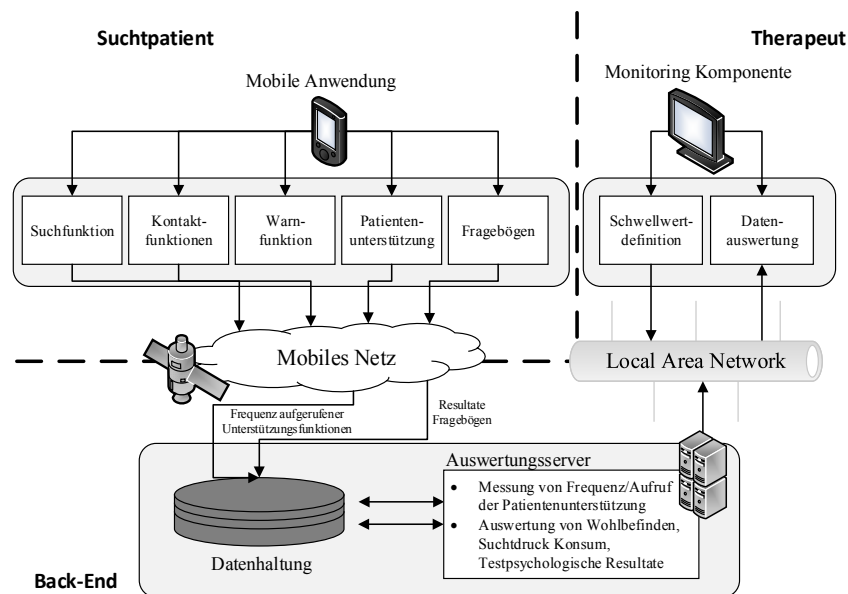


Abbildung 2: Anwendungsfalldiagramm des Mobilten Assistenzsystems

Wie bereits beschrieben, besteht die Kernfunktionalität des Systems in der kontinuierlichen Erhebung von patientenspezifischen Daten über die Mobile Anwendung (Abb.2). Diese Daten werden einerseits durch den Patienten proaktiv über die Beantwortung von personalisierten Fragebögen zu empfundenem Suchtdruck, Wohlempfinden, konsumierten Suchtmitteln und über die Symptomcheckliste für psychische Erkrankungen (SCL-90) eingeben. Andererseits werden Frequenz und Ergebnisse der auferufenen Unterstützungsfunktionen gemessen. Diese Daten werden in Echtzeit über das mobile Netz an das Back-End in eine zentrale Datenbank transferiert. Die Warnfunktion wird schließlich über eine GPS-Lokalisierung unterstützt. Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgt auf einem Auswertungsserver, auf dem die Daten patientenindividualisiert gebündelt und in einer Monitoring Komponente angezeigt werden. Durch die bereits beschriebene Festlegung von Schwellwerten und die Auswertung der Daten auf Basis dieser Werte wird der Therapeut befähigt, den Verlauf des Patienten zu überwachen und gegebenenfalls in die individuelle Bedarfslage des Patienten einzugreifen. Die Technik zur Auswertung soll in den Räumen der Suchtklinik implementiert werden und ist nur durch ein gesichertes lokales Netzwerk zur erreichen, um der Anforderung nach Schutz und Vertraulichkeit der Daten sicherzustellen.

5 Expertenbasierte Evaluation

An jeden Experten (E1, E2, E3) wurden über spezifische Interviewleitfäden speziell die Metriken (s.Kap.3) adressiert, die er aus seiner Expertise am besten beantworten kann.

Funktionalität Die Umsetzbarkeit des Vorhabens wurde von allen drei Experten bestätigt. E1 bewertet die technische Umsetzung als problemlos; E2 geht ebenfalls von der Machbarkeit des Vorhabens aus. E2 setzt jedoch sowohl eine planvolle Vorbereitung von Patienten und Kliniken als auch die Berücksichtigung von zeitlichen Ressourcen für diese Aufgabe voraus. E3 hält das Vorhaben für technisch gut umsetzbar, betont jedoch die Notwendigkeit einer sehr guten Zusammenarbeit der verschiedenen beteiligten Gruppen und Disziplinen als Voraussetzung.

Der **Nutzen für die Zielgruppe** wurde durch E2 als Mehrwert speziell im Rahmen der Nachreifung durch Förderung des guten persönlichen Patienten-Therapeut-Kontaktes gesehen. E2 bekräftigte ferner, dass bereits geringfügige Interventionsmaßnahmen, wie sie über das vorgeschlagene System möglich wären, positive Effekte auf die Rückfallprophylaxe der Patienten haben.

Die **Entwurfsqualität**, speziell mit Blick auf Konsistenz, Widerspruchsfreiheit, Richtigkeit und Vollständigkeit wurde zum jetzigen Zeitpunkt von E1 als plausibel und widerspruchsfrei beurteilt.

Technische **Stabilität** und Zuverlässigkeit des konzeptionellen Entwurfs konnte in dieser frühen Phase von E1 nicht beurteilt werden. Bei Vertiefung in die einzelnen Entwicklungsschritte und Module können hierüber fundierte Aussagen getroffen werden. E3 führte aus, dass die technische Stabilität und Zuverlässigkeit unter Einbeziehung der verfügbaren Technik und vorhandener verwandter Systeme kein Problem darstellen wird.

Das Thema **Datensicherheit**, also die Integrität und Authentizität der Daten stellte sich für E1 bei Berücksichtigung der relevanten Rechtsvorschriften als unproblematisch dar.

Die **Wartbarkeit** und Anpassungsfähigkeit ist gewünscht und wurde daher mit der Notwendigkeit der Flexibilität, der Verwendung einer agilen Methode, bspw. SCRUM beantwortet bzw. empfohlen und stellt sich aus der Sicht von E1 unproblematisch dar.

Bezüglich der Einhaltung rechtlicher Vorgaben (**Compliance**) betonten E1 sowie E2 die Notwendigkeit rechtliche Aspekte (z.B. bei der Nutzung von GPS-Daten sowie der Patienteninformation) zu berücksichtigen. E3 sprach sich für eine Analyse aller möglichen Rechtsräume und die Einbindung der Datenschutzbeauftragten aus.

Die **Entwicklungszeit** wurde durch E1 und E3, aufgrund des frühen Projektstands, als nicht quantifizierbar beantwortet. E3 schätzte in Abhängigkeit von technischen und rechtlichen Betrachtungen die Entwicklungszeit auf ein bis drei Jahre.

Ähnlich wurden die **Kosten der Entwicklung** beurteilt. E1 konnte den zeitlichen Bedarf und somit auch die Kosten nicht abschätzen. E3 hielt diese zum aktuellen Sachstand ebenfalls für schwer kalkulierbar und schätzte ein Intervall von einem „sechsstelligen bis siebenstelligen Betrag“.

Die **Risiken** des Vorhabens wurden von den drei Experten differenziert betrachtet. E1 fand keine Anhaltspunkte für Risiken im technischen Bereich und verwies jedoch auf Risikopotenzial hinsichtlich der Akzeptanz durch die Benutzer. E2 sah im Kern das Risiko einer zu hohen Komplexität für die spezifische Zielgruppe der Suchtpatienten. E2 verwies auf die niedrige Frustrationstoleranz der Patienten und erachtet motivationale Maßnahmen für notwendig. E3 äußerte, neben Risiken bei der Produktentwicklung (z.B. Marktrisiko) von rechtlichen Bedenken hinsichtlich einer vertraglichen Ausgestaltung, da der endgültige Anbieter des Systems noch

unbekannt sei. Darüber hinaus riet E3 zu einem frühzeitigen Kontroll- und Risikomanagement, insbesondere in Anbetracht der Interdisziplinarität des Vorhabens. Abschließend bewertete E2 das Vorhaben als positiv, da E2 ein vergleichbares System nicht aus der Praxis kennt. Schließlich sei ein Mehrwert für die Suchtpatienten zu erwarten, da der Zielgruppe der Umgang mit mobilen Endgeräten umfassend vertraut sei. E3 unterstrich das große Potenzial des Vorhabens bei der Reduzierung von Rückfallquoten. Notwendige Voraussetzungen seien jedoch die Kollaboration zwischen den betroffenen Gruppen (Patienten, Entwickler, Klinik) sowie die Verwendung einer „gemeinsamen Sprache“ innerhalb des Projektes. In diesem Zusammenhang dürfte vor dem Hintergrund der unterdurchschnittlichen Schuldbildung der Patienten auch der Aspekt „Lesbarkeit und Verständnis der Texte“ wesentlich sein.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Inhalt der vorliegenden Arbeit ist eine mHealth-Konzeptionierung zu Kompensation des ambulanten Versorgungsdefizits in der Rückfallprophylaxe Drogenabhängiger. Aufgrund dieser multidimensionalen Aufgabenstellung in einem komplex regulierten Subsystem des Gesundheitswesens beruht die analytische Phase der Arbeit auf einem AR-Ansatz, dessen Resultate in die Designphase einfließen. Anhand einer Machbarkeitsstudie unter Einbeziehung der potentiellen Stakeholder eine extrem hohe Akzeptanz und Nachfrage für diese mHealth-Anwendung gezeigt und richtungsweisende Anregungen für die Designphase dargestellt werden. Im Rahmen einer expertenbasierten Evaluation wurden drei Experten aus den Bereichen Softwareentwicklung, Suchtmedizin und Projektmanagement befragt. Alle Experten bewerteten das Vorhaben als umsetzbar und das System hinsichtlich der Reduktion von Rückfällen als nützlich. Der technische Entwurf wurde als stabil und konsistent angesehen. Abschließend ist festzuhalten, dass aus suchtmmedizinischer Sicht die erfolgreiche Anwendung der mHealth-Applikation, deren Grundlagen und Design in der vorliegenden Arbeit vorgestellt werden, einen deutlichen Mehrwert für die Patienten und eine hohe praktische Relevanz für die Ausweitung einer flächendeckenden Rückfallprophylaxe bedeutet.

7 Literatur

- Akter S, D’Ambra J, Ray P (2010) Service quality of mHealth platforms: development and validation of a hierarchical model using PLS. *Electronic Markets* 20(3-4): 209 -227
- Alagöz F, Ziefle M, Wilkowska W, Valdez AC (2011) Openness to Accept Medical Technology - A Cultural View. In: Holzinger A, Simonic KM (Hrsg) 7th Conference of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society. LNCS vol. 7058, 151 -170
- Arvers P, Choquet M (2003) Sporting activities and psychoactive substance use. Data abstracted from the French part of the European School Survey on alcohol and other drugs (ESPAD 99). *Annales de medecine interne* 154(6): 25 -34
- Barak A, Hen L, Boniel-Nissim M, Shapira N (2008) A Comprehensive Review and a Meta-Analysis of the Effectiveness of Internet-Based Psychotherapeutic Interventions. *Journal of Technology in Human Services* 26(2-4): 109 -160
- Bleiberg JL, Devlin P, Croan J, Briscoe R (1994) Relationship between treatment length and outcome in a therapeutic community. *The International journal of the addictions* 29(6): 729 -40

- Breitschwerdt R, Reinke P, Sextro MK, Thomas O (2012) Process-oriented Application Systems for Mobile Services: Empirical Analysis of Healthcare Professionals' Intention. *ACM SIGHIT Record* 2(2): 22–30
- Callen J, Hordern A, Gibson K, Li L, Hains IM, Westbrook JI (2013) Can technology change the work of nurses? Evaluation of a drug monitoring system for ambulatory chronic disease patients. *International Journal of Medical Informatics* 82(3): 159 -167
- Chatterjee S, Chakraborty S, Sarker S, Sarker S, Lau FY (2009) Examining the success factors for mobile work in healthcare: A deductive study. *Decision Support Systems* 46(3): 620 -633
- Checkland P, Holwell S (2007) Action Research. In: Kock N (Hrsg) *Information Systems Action Research Vol.13*, Springer, Boston, 3 -17
- Chiasson M, Henfridsson O (2011) Researching the Future: The Information Systems Discipline's Futures Infrastructure. In: Chiasson M, Henfridsson O, Karsten H, DeGross JI (Hrsg) *Working Conference, Turku, Finland, June 6-8, 2011. IFIP Advances in Information and Communication Technology Proceedings 356*, 1 -7
- Cocosila M, Archer N (2010) Adoption of mobile ICT for health promotion: an empirical investigation. *Electronic Markets* 20(3-4): 241 -250
- Davison R, Martinsons MG, Kock N (2004) Principles of canonical action research. *Information Systems Journal* 14(1): 65 -86
- Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen (2006) Sucht-Selbsthilfe: Beratung und Begleitung von suchtkranken Menschen und ihren Angehörigen im Internet. http://www.dhs.de/fileadmin/user_upload/pdf/Arbeitsfeld_Selbsthilfe/Sucht_Selbsthilfe_Manual_2006.pdf. Abgerufen am 09.07.2015
- Dünnebeil S, Sunyaev A, Leimeister JM, Krcmar H (2013) Modular Architecture of Value-Added Applications for German Healthcare Telematics. *Business Information Systems Engineering* 5(1): 3 -16
- Dyckmans M (2012) Drogen- und Suchtbericht der Drogenbeauftragten der Bundesregierung. Berlin
- Emrick CD, Tonigan JS, Montgomery H, Little L (1993) Alcoholics Anonymous: What is currently known? In: McCrady BS, Miller WR (Hrsg) *Research on Alcoholics Anonymous: Opportunities and Alternatives*. Rutgers Center for Alcohol Studies, Piscataway, 41 -76
- Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht EMCDDA (2013) *Europäischer Drogenbericht*. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, 1-74
- Gerhardt U (2014) Cannabis, Kokain und synthetische Drogen. Vortrag beim 10. Bundesweiten Betriebsärztetag am 18.Mai, Kassel
- Gerhardt U, Breitschwerdt R, Thomas O (2015) Relapse prevention in drug addiction: addressing a messy problem by IS Action Research. *AI & Soc* 30(1): 31-43
- Gläser J, Laudel G (2010) *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. Springer, Wiesbaden
- Gossop M, Marsden J, Stewart D (2001) Changes in substance use, health and criminal behaviour during the five years after intake. *National Addiction Centre, London*, 1-24
- Grawe K (2004) *Neuropsychotherapie*. Hogrefe, Göttingen

- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28: 75 -105
- Kasckow J, Felmet K, Appelt C, Thompson R, Rotondi A, Haas G (2013) Telepsychiatry in the Assessment and Treatment of Schizophrenia. *Clinical schizophrenia related psychoses* 21: 1 -22
- Kohli R, Kettinger WJ (2004) Informating the clan: controlling physicians' costs and outcomes. *MIS Quarterly* 28(3): 363 -394
- Kohli R, Hoadley ED (2007) Healthcare: Fertile Ground for Action Research. In: Kock N (Hrsg) *Information Systems Action Research Vol. 13*. Springer science and Business Media, Boston, 241 -254
- Kraus L, Pfeiffer-Gerschel T, Papst A (2008) Cannabis und andere illegale Drogen: Prävalenz, Konsummuster und Trends. *Ergebnisse des Epidemiologischen Suchtsurveys 2006*. *Journal of Addiction Research and Practice* 54(7): 16 -25
- Lewin K (1948) Action Research and Minority Problems. In: Lewin GW (Hrg) *Resolving social conflicts*. New York, Harper, 34 -36
- Lineberry TW, Bostwick JM (2006) Methamphetamine abuse: a perfect storm of complications. *Mayo Clin Proc* 81(1): 77-84
- Linehan M (1996) *Trainingsmanual zur dialektisch behavioralen Therapie*. CIP-Medien, München
- Maass W, Varshney U (2012) Design and evaluation of Ubiquitous Information Systems and use in healthcare. *Decision Support Systems* 54(1): 597 -609
- March ST, Smith GF (1995) Design and natural science research on information technology. *Decis. Support Syst.* 15: 251 -266
- McTavish FM, Chih MY, Shah D, Gustafson DH (2012) How Patients Recovering From Alcoholism Use a Smartphone Intervention. *Journal of dual diagnosis* 8(4): 294 -304
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2013) *JIM 2013 -Jugend, Information, (Multi-) Media. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland*. JIM-Studie, Stuttgart
- Meier MH, Caspia A, Ambler A, Harrington H, Houts R, Keefe RSD, McDonald K, Ward A, Poulton R, Moffitt TE (2012) Persistent Cannabis Users Show Neuropsychological Decline from Childhood to Midlife. *PNAS* 109(40): E2657-64
- Meyer J (2000) Qualitative research in health care. Using qualitative methods in health related action research. *BMJ (Clinical research ed.)*, 320(7228): 178 -81
- Mostardt S, Flöter S, Neumann A, Wasem J, Pfeiffer-Gerschel T (2010) Public Expenditure Caused by the Consumption of Illicit Drugs in Germany. *Gesundheitswesen* 72(12): 886 -894
- Mouttham A, Kuziemy C, Langayan D, Peyton L, Pereira J (2012) Interoperable support for collaborative, mobile, and accessible health care. *Information Systems Frontiers* 14(1): 73 -85
- Oates BJ (2005) *Researching information systems and computing*. Sage
- Österle H, Becker J, Frank U, Hess T, Karagiannis D, Krcmar H, Loos P, Mertens P, Oberweis A, Sinz EJ (2011) Memorandum on design-oriented information systems research. *Eur. J. Inf. Syst.* 20: 7 -10

- Papas N, O'Keefe RM, Seltsikas P (2012) The action research vs design science debate: reflections from an intervention in eGovernment. *Eur. J. Inf. Syst.* 21: 147 -159
- Peretti-Watel P, Beck F, Legleye S (2002) Beyond the U-curve: the relationship between sport and alcohol, cigarette and cannabis use in adolescents. *Addiction* 97(6): 707 -16
- Ritchie J, Lewis J, Nicholls CM, Ormston R (2013) *Qualitative research practice: A guide for social science students and researchers.* Sage
- Robertson JM (1995) *Principals' Partnerships: an action research study on the professional development of New Zealand school leaders.* Ph.D. Thesis, University of Waikato, Hamilton
- Rothschild JM, Fang E, Liu V, Litvak I, Yoon C, Bates DW (2006) Use and perceived benefits of handheld computer-based clinical references. *Journal of the American Medical Informatics Association* 13(6): 619 -26
- Skinner J (2012) *The Interview: An Ethnographic Approach.* Bloomsbury Publishing, London,
- Sonntag D, Künzel J (2000) Hat die Therapiedauer bei alkohol- und drogenabhängigen Patienten einen positiven Einfluss auf den Therapieerfolg? *Sucht* 46(2): 89 -176
- Stephens R, Roffman R (2006) *The Nature, Consequences and Treatment of Cannabis Dependence: Implications for Future Research and Policy.* In: Roffman R, Stephens R (Hrsg) *Cannabis Dependence; Its Nature, Consequences and Treatment.* University Press, Cambridge
- Sultan S, Mohan P (2013) Transforming usage data into a sustainable mobile health solution. *Electronic Markets* 23(1): 63 -72
- Vannieuwenborg F, Kirtava Z, Lambrinos L, Van Ooteghem J, Verbrugge S (2012) Implications of mHealth Service Deployments: A Comparison between Dissimilar European Countries. In: Hadjiantonis A, Stiller B (Hrsg) *Telecommunication Economics. Selected Results of the COST Action ISO605 Econ@Tel. project.* LNCS vol. 7216, Springer, Berlin/Heidelberg, 56 -66
- Wälivaara BM, Andersson S, Axelsson K (2009) Views on technology among people in need of health care at home. *International Journal of Circumpolar Health* 68(2): 158 -169
- Wälivaara BM, Andersson S, Axelsson K (2011) General practitioners' reasoning about using mobile distance-spanning technology in home care and in nursing home care. *Scandinavian journal of caring sciences* 25(1): 117 -25
- Wichstrøm T, Wichstrøm L (2009) Does sports participation during adolescence prevent later alcohol, tobacco and cannabis use? *Addiction* 104(1): 138 -149
- Wienberg G (2002) Versorgungsstrukturen von Menschen mit Alkoholproblemen in Deutschland - eine Analyse aus Public Health-Perspektive. In: Mann K (Hrsg) *Neue Therapieansätze bei Alkoholproblemen.* Pabst, Lengerich, 17 -45
- Yellowlees P, Burke MM, Marks SL, Hilty DM, Shore JH (2008) Emergency telepsychiatry. *Journal of telemedicine and telecare* 14(6): 277 - 81
- Yücel M, Solowij N, Respondek C, Whittle S, Fornito A, Pantelis C, Lubman DI (2008) Regional Brain Abnormalities Associated With Long-term Heavy Cannabis Use, *Arch Gen Psychiatry* 65(6): 694-701

Empirische Analyse des Einsatzes von Critical Incident Reporting Systemen (CIRS) an deutschen Universitätskliniken

Thomas Lux¹ und Holger Raphael²

¹ Hochschule Niederrhein, Professur für Prozessmanagement im Gesundheitswesen, thomas.lux@hs-niederrhein.de

² Helios Klinikum Duisburg, Duisburg, holger.raaphael@helios-kliniken.de

Abstract

Die Verbesserung der Patientensicherheit in deutschen Krankenhäusern rückt zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit und auch Politik, wie auch die Verpflichtung zur Einführung von Fehlermeldesystemen für nach § 108 SGB V zugelassene Krankenhäuser dokumentiert. Critical Incident Reporting Systeme (CIRS) ermöglichen die anonyme Erfassung/Dokumentation von Beinahe-Schäden und kritischen Zwischenfällen bei der Patientenbehandlung. Sie dienen damit der Identifikation von Behandlungsrisiken. Dies erfordert die Expertenanalyse der Meldung, die Verarbeitung von Verbesserungsvorschlägen sowie die Umsetzung von Maßnahmen. Das Ziel einer Studie war es, die Entwicklung des CIRS-Einsatzes an deutschen Universitätskliniken zu analysieren. Die Ergebnisse signalisieren deutlich eine veränderte Fehlerkultur. Während in 2010 Fehler nur dokumentiert und die Einführung von Verbesserungen kaum genutzt wurde, setzen derzeit über 85% auf einen CIRS-Prozess, welcher auch die Umsetzung geeigneter Maßnahmen reflektiert. Auch hat sich die Durchdringung des CIRS-Einsatzes innerhalb der Einrichtungen enorm verbessert, da mehr als 60% der Abteilungen/Funktionsbereiche/Kliniken das CIRS nutzen (in 2010: 35,7%).

1 Einleitung

Seit rund 15 Jahren wird das Thema Patientensicherheit weltweit von Fachleuten und Laien intensiv diskutiert. Anlass zur Diskussion gibt das Institute of Medicine (IOM) in den Vereinigten Staaten von Amerika durch die Veröffentlichung des Berichts „To Err is Human. Building a Safer Health Care System“ (Rohe, et al., 2010). Aus diesem Bericht geht hervor, dass zwischen 2,9% und 3,7% aller stationären Patienten im Krankenhaus eine Schädigung im Rahmen des Behandlungsprozesses erleiden (Kohn, et al., 2000). Hierbei handelt es sich um Schäden, die nicht ursächlich durch die Erkrankung hervorgerufen werden, sondern aufgrund des Behandlungsprozesses an sich entstehen. Das ist eine Zahl, die nicht nur die Patienten und Ärzte, sondern den gesamten Gesundheitssektor belastet. Daher ist zu fragen, wie es erreicht werden kann, dass die Anzahl behandlungsbedingter

Schäden am Patienten verringert wird, und welche Voraussetzungen überhaupt gegeben sein müssen, um Schäden am Patienten zu vermeiden.

Um die Patientensicherheit zu erhöhen, werden diverse Maßnahmen entwickelt. Eine dieser Maßnahmen ist das **Critical Incident Reporting System (CIRS)** als Instrument des Risikomanagements. Das System dient der Erfassung besonderer Vorkommnisse (Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V., 2006) mit dem Ziel, diese zu analysieren. Aus den Analyseerkenntnissen werden anschließend Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet, um vermeidbare behandlungsbedingte Schäden am Patienten in Zukunft zu reduzieren und die Patientensicherheit nachhaltig zu verbessern. (Rall & Oberfrank, 2013) Zu klären ist jedoch, was dies in der bzw. für die Praxis bedeutet und wie der Ablauf eines CIRS Prozesses in der Praxis gestaltet werden muss, damit eingehende Meldungen zugunsten der Patientensicherheit verwendet werden können. Ausgehend von zahlreichen Diskussionen um das Thema Patientensicherheit wurden im Jahr 2006 vom Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V. (APS) Handlungsempfehlungen für die erfolgreiche Implementierung von krankenhausinternen CIRS veröffentlicht. In den Empfehlungen werden unter anderem Grundsätze für die erfolgreiche Etablierung eines CIRS im Rahmen des Risikomanagements definiert (Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V., 2006). Hierdurch stieg die Zahl der Krankenhäuser an, die ein lokales CIRS nutzen. (Schrappe, 2007)

Für die Sicherheit von Patienten, Personal und Dritten ist die Implementierung eines CIRS überaus bedeutsam. Sowohl das Management als auch die Mitarbeiter mit direktem Patientenkontakt müssen jedoch die Relevanz eines solchen Systems erkennen, damit es nutzbringend eingesetzt werden kann. Fehlt diese Einsicht, wird das Potenzial, welches im Zusammenhang mit CIRS generiert werden kann, nicht ausgeschöpft. Es ist daher außerordentlich wichtig, den aktuellen Stand des Implementierungsgrades von CIRS sowie das derzeitige Meldeverhalten zu analysieren, um gegebenenfalls auf Schwachstellen aufmerksam machen zu können.

Die Implementierung eines CIRS allein reicht nicht aus, um einen produktiven Beitrag zur Patientensicherheit zu leisten. Vielmehr bedarf es qualitativer und quantitativer Meldungen, die erfasst, analysiert und mit der Absicht zur Verbesserung bearbeitet werden müssen. Das System geht in der Praxis jedoch oft mit einer mangelnden Meldebereitschaft der Mitarbeiter einher. Gründe dafür sind unter anderem Scham der Mitarbeiter über negative Ereignisse zu sprechen, Furcht vor eventuellen Sanktionen und der mangelhafte Umgang mit eingegangenen Meldungen. Um dem entgegenzuwirken, ist eine aufgeschlossene Fehlerkultur unerlässlich. Hierdurch soll das Meldeverhalten verbessert und das Ziel eines CIRS, aus Fehlern zu lernen, erreicht werden (Roeder & Franz, 2014). Für den Erfolg von CIRS sind außerdem adäquate Berichtszahlen und ein professioneller Umgang mit den Berichten gemäß den für den CIRS-Ablauf geltenden Grundsätzen maßgeblich. Letzteres erweist sich jedoch besonders bei den deutschen Universitätskliniken als defizitär (Lauterberg, et al., 2012). Vor diesem Hintergrund ist die Betrachtung des aktuellen Implementierungsstandes von CIRS und des Meldeverhaltens insbesondere in deutschen Universitätskliniken von großer Bedeutung.

2 Behandlungsfehler

Um unerwünschte Ereignisse zu vermeiden und damit die Patientensicherheit zu steigern, wird im Gesundheitssystem unter anderem das CIRS eingesetzt. Es wird in der medizinischen Fachliteratur als Frühwarnsystem beschrieben (Gunkel, et al., 2013). Um den präventiven Nutzen des Systems

nachvollziehen und verstehen zu können, ist es unumgänglich, sich vorab mit den theoretischen Grundlagen der Entstehung von unerwünschten Ereignissen auseinanderzusetzen.

Wird eine Behandlung nicht sorgfältig bzw. nicht nach den anerkannten medizinischen Standards durchgeführt, handelt es sich um einen Behandlungsfehler. Diese Definition beinhaltet sowohl ärztliche Tätigkeiten als auch Tätigkeiten anderer Professionen im Gesundheitswesen, wie z. B. der Pflegekräfte. Mängel in der Patientenaufklärung und Dokumentation werden ebenfalls durch den Begriff „Behandlungsfehler“ abgedeckt (Bundesministerium für Gesundheit, 2014). Ein Behandlungsfehler liegt auch dann vor, wenn ein nicht indizierter Eingriff durchgeführt bzw. ein indizierter Eingriff unterlassen wird. (Laum, 2000)

Fehler / error: Als Fehler (error) wird entweder eine Handlung oder aber ein Unterlassen definiert, bei dem eine Abweichung vom Plan bzw. die Verwendung eines falschen Plans bei Erreichung eines richtigen Vorhabens vorliegt (Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin, 2005). Dabei lassen sich Fehler in aktive und latente Fehler unterteilen. (Hofinger, 2009) *Kritisches Ereignis / critical incident: Als kritisches Ereignis (critical incident)* wird ein Vorfall bezeichnet, der mit einem Schädigungspotenzial einhergeht. Dabei ist es nicht von Bedeutung, ob dem kritischen Ereignis ein Fehler oder ein Zufall zugrunde liegt. (Zink, 2010) *Beinahe-Schaden / near-miss: Als Beinahe-Schaden (near-miss)* wird ein Fehler charakterisiert, der angesichts eines rechtzeitigen korrigierenden Eingreifens keinen Schaden für den Patienten impliziert hat. Im Gegensatz zum kritischen Ereignis beruht ein Beinahe-Schaden immer auf einem zuvor begangenen Fehler. Daher ist die in der medizinischen Fachliteratur oftmals verwendete Übersetzung „Beinahe-Fehler“ für den Begriff „near miss“ falsch. Es handelt sich laut Definition immer um einen verursachten Fehler, der durch ein rechtzeitiges korrigierendes Eingreifen jedoch nicht zu einem Schaden beim Patienten führt. *Unerwünschtes Ereignis / adverse event: Als unerwünschtes Ereignis (adverse event)* wird ein Vorkommnis definiert, welches möglicherweise, aber nicht zwangsläufig zu einem konsekutiven Schaden führen könnte. Dieser beruht eher auf der Behandlung als auf der Erkrankung. Unerwünschte Ereignisse können sowohl vermeidbar als auch unvermeidbar sein. Als vermeidbar sind unerwünschte Ereignisse dann einzustufen, wenn sie durch die Einhaltung der Sorgfaltsregeln nicht aufgetreten wären. Somit stellt der juristische Behandlungsfehlerbegriff einen Teil des Unerwünschten Ereignisses dar. (Zink, 2010)

3 Critical Incident Reporting System (CIRS)

Ein Critical Incident Report[ing] System (CIRS) ist ein Erfassungssystem für Schäden, Fehler und Beinahe-Schäden, das auf die Analyse von Fehlerketten und die Prävention zukünftiger Fehler ausgerichtet ist.“ (Schrappe, 2005, S. 4). CIRS kann sinngemäß mit Fehlerlern-, Fehlerberichts- oder Berichtssystem über kritische Ereignisse übersetzt werden. Oftmals wird auch von einem Fehlermeldesystem gesprochen. Die Bezeichnung „CIRS“ hat sich im Gegensatz zu „Incident Reporting“ und „Incident Monitoring“ durchgesetzt (Thüß, 2012). Ärzte, Pflegepersonal und andere Akteure in Einrichtungen des Gesundheitswesens haben die Möglichkeit, anonym und sanktionsfrei über eigene bzw. beobachtete Fehler, kritische Ereignisse, Beinahe-Schäden, aber auch risikovermindernde Ereignisse zu berichten (Zink, 2010). In der medizinischen Fachliteratur herrscht weitgehend Uneinigkeit über das Berichten von Schäden. Während in dem Artikel „Critical incident reporting systems. Erhöhung der Patientensicherheit“ (Rall & Oberfrank, 2013) CIRS als Berichtssystem auch für Schäden beschrieben wird, heißt es in der Publikation „Medizinische Fehlermeldesysteme: Einführungspflicht, haftungsrechtliche Konsequenzen und Vorschläge zur

gesetzlichen Regelung“ (Zink, 2010, S. 33), dass das System unerwünschte Ereignisse mit Schäden am Patienten ausblendet. Im Artikel „Das Critical Incident Reporting System (CIRS) als Mittel zur Qualitätsverbesserung in der Medizin“ (Köbberling, 2005, S. 143) wird erläutert, dass sich wichtige Vermeidungsstrategien aus Beinahe-Schäden ableiten lassen. Der Schadenseintritt spielt dabei eine untergeordnete Rolle. Gemäß den Handlungsempfehlungen des APS liegt es im Ermessen der jeweiligen Klinik, ob unerwünschte Ereignisse mit Schäden am Patienten gemeldet werden oder nicht. Das ÄZQ empfiehlt, Berichte mit Patientenschäden nur in institutionsübergreifenden Systemen zu veröffentlichen. Eine Ausnahme betrifft Schäden, deren haftungs- und versicherungsrechtliche Bearbeitung bereits abgeschlossen ist (Rohe, et al., 2014). Laut den Ergebnissen der „Befragung zum Einführungsstand von klinischem Risikomanagement (kRM) in deutschen Krankenhäusern“ aus dem Jahr 2010 werden in 39% aller teilnehmenden Krankenhäuser in Deutschland Schadensfälle mit einbezogen (Lauterberg, et al., 2012). Für ein CIRS ist unabhängig davon, ob Schadensfälle mit einbezogen werden oder nicht, die Berichterstattung der am Behandlungsprozess beteiligten Mitarbeiter kennzeichnend. Ziel ist es, diese Meldungen anschließend zu bewerten und zu analysieren. (Thüß, 2012)

3.1 Grundsätze für die erfolgreiche Implementierung eine CIRS

Im Gegensatz zu Unfallberichten werden in einem CIRS i.d.R. Ereignisse erfasst, die für Außenstehende nicht erkennbar sind. Aufgrund dieser Tatsache ist das System auf die Ehrlichkeit und das Engagement der Mitarbeiter, die im direkten Patientenkontakt stehen, angewiesen. In der internationalen Literatur herrscht weitgehend Einigkeit über den Ablauf und die Gestaltung von CIRS (Hofinger, 2009). Damit das System erfolgreich in die Strukturen eines Krankenhauses implementiert und etabliert werden kann, müssen bestimmte Bedingungen eingehalten werden. Das APS definiert in ihrer Handlungsempfehlung zur Einführung von lokalen CIRS in Krankenhäusern Grundsätze für die erfolgreiche Einführung und Etablierung dieses Systems. Insbesondere zählen dazu die **Sanktionsfreiheit** und die **Freiwilligkeit**. Nachfolgende Abbildung 1 Visualisierung den CIRS-Ablauf in Form eines Prozessmodells.

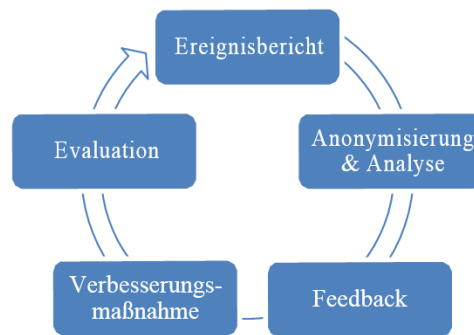


Abbildung 1: Critical Incident Reporting als Prozessmodell -Prozess

4 Empirische Erhebung über den CIRS-Einsatz in deutschen Universitätskliniken

Das Institut für Patientensicherheit (IfPS) führte im Jahr 2010 eine Befragung zum Einführungsstand des klinischen Risikomanagements in deutschen Krankenhäusern durch. Das Ziel dieses Projekts war die erstmalige detaillierte Vollerhebung hinsichtlich des klinischen Risikomanagements sowie die Unterstützung der teilnehmenden Krankenhäuser auf diesem Gebiet durch

die Übermittlung eines individuellen Reports. Hierdurch können die Kliniken ihren eigenen Stand bezüglich des klinischen Risikomanagements im Vergleich zu den anderen Teilnehmern ermitteln und weiterentwickeln. (Lauterberg, et al., 2012) In der im Jahr 2010 durchgeführten Befragung wurden unter anderem der Implementierungsstand und das Meldeverhalten im Rahmen von CIRS in deutschen Universitätskliniken erhoben. Um einen positiven Fortschritt bzw. aktuell bestehende Schwachstellen bei der Anwendung des Systems feststellen zu können, erfolgt im Rahmen dieser Arbeit im September 2014 eine erneute Befragung über den Einsatz von CIRS in deutschen Universitätskliniken. Ziel der empirischen Erhebung und Auswertung ist die Beantwortung folgender vier Fragen:

1. Ist der Anteil an deutschen Universitätskliniken, die ein lokales CIRS implementiert haben, von 2010 bis 2014 *gestiegen*?
2. Hat sich in den deutschen Universitätskliniken der durchschnittliche Anteil an Abteilungen / Kliniken / Funktionsbereichen, die sich *aktiv an CIRS beteiligen*, von 2010 bis 2014 erhöht?
3. Ist in deutschen Universitätskliniken die durchschnittliche Anzahl der *CIRS-Meldungen* pro Universitätsklinik im Jahr 2013 im Vergleich zum Jahr 2009 angestiegen?
4. Werden im Jahr 2014 in mehr deutschen Universitätskliniken die Grundsätze/Bestandteile der einzelnen *Prozessschritte im CIRS-Ablauf* öfter beachtet als im Jahr 2010?

5 Methodik und Ergebnisse

Gemäß der Zielsetzung erfolgte in 09/2014 eine quantitative Befragung aller deutschen Universitätskliniken durchgeführt. Mithilfe der Online-Umfrage-Applikation „LimeSurvey“ wurde eine standardisierte Online- Befragung erstellt und per E-Mail an alle deutschen Universitätskliniken verschickt. Neben der schriftlichen Beantwortung der Fragen bestand zudem die Möglichkeit, die gestellten Fragen auch telefonisch anonym zu beantworten. Eine Woche vor Ende der Ablauffrist für die Umfrage wurden per E-Mail Erinnerungsschreiben an diejenigen Universitätskliniken verschickt, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht an der Befragung teilgenommen hatten.

Insgesamt nahmen 23 deutsche Universitätskliniken an der Befragung im September 2014 teil. Bezogen auf die Grundgesamtheit von 34 Universitätskliniken entspricht dies einer Rücklaufquote von 67,6%. Von den 23 teilnehmenden Universitätskliniken nahmen 22 Universitätskliniken an der Online-Befragung teil. Eine Universitätsklinik bevorzugte die telefonische Teilnahme. In der 2010 durchgeführten Befragung nahmen 15 Universitätskliniken teil. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 44,1% (Lauterberg, et al., 2012). Hierbei lässt sich nicht nachvollziehen, welche von den Universitätskliniken, die 2010 an der Befragung teilgenommen hatten, auf die Fragen im Jahr 2014 geantwortet haben. Somit sind die Daten aus den unterschiedlichen Jahren als unabhängig zu betrachten. Da in der aktuell durchgeführten Befragung nach dem Implementierungsstand von CIRS im Jahr 2010 gefragt wurde, bildet die erste Frage in Bezug auf die Unabhängigkeit beider Studien eine Ausnahme.

5.1 Einsatz von CIRS in den Universitätskliniken

Die erste zu beantwortende Forschungsfrage lautet: „*Ist der Anteil an deutschen Universitätskliniken, die ein lokales CIRS implementiert haben, von 2010 bis 2014 gestiegen?*“ Da für die Beantwortung dieser Frage primär unerheblich ist, ob die Nutzung eines lokalen CIRS systematisch

oder unsystematisch erfolgt, kann diese Frage zunächst mit der aktuell durchgeführten Befragung beantwortet werden. Die Ergebnisse der Befragung aus dem Jahr 2014 geben damit einen Überblick über die damalige und jetzige Implementierung eines lokalen CIRS. Hierbei sind die Ergebnisse aus den beiden Jahren miteinander verbunden.

Aus der Befragung 2014 geht hervor, dass von den 23 teilnehmenden Universitätskliniken bereits 17 Universitätskliniken (73,9%) im Jahr 2010 ein lokales CIRS implementiert hatten. Zwei Universitätskliniken (8,7%) hatten im Jahr 2010 die Implementierung dieses Systems in Planung und vier Universitätskliniken (17,4%) hatten zu dieser Zeit weder ein lokales CIRS implementiert noch war die Implementierung eines lokalen CIRS in Planung. Des Weiteren zeigen die Ergebnisse der Befragung, dass von den 23 teilnehmenden Universitätskliniken heute 21 Universitätskliniken (91,3%) ein lokales CIRS systematisch oder unsystematisch umsetzen. Somit nutzen, ausgehend von den teilnehmenden Universitätskliniken im Jahr 2014 im Gegensatz zum Jahr 2010, vier weitere Universitätskliniken ein lokales CIRS. Die Steigerung um 17,4 Prozentpunkte bedeutet auf Basis der Werte aus dem Jahr 2010 eine Erhöhung um 23,5%. Die zwei Universitätskliniken (8,7%), die heute noch kein lokales CIRS einsetzen, planen eine Implementierung in den nächsten zwölf Monaten.

Da von einer Rückentwicklung eines bereits implementierten Systems aufgrund der gesetzlichen Einführungspflicht von Fehlermeldesystemen für nach § 108 SGB V zugelassene Krankenhäuser nicht auszugehen ist, lässt das Ergebnis eine signifikant positive Entwicklung ($p=0,013$ Chi-Quadrat nach Pearson) für die Grundgesamtheit, also aller 34 befragten Universitätskliniken in Deutschland, vermuten. Betrachtet man darüber hinaus die unterschiedlichen Umsetzungsarten des CIRS (systematische bzw. unsystematische Umsetzung), ist ein Vergleich der Antworten aus den beiden Befragungen der Jahre 2010 und 2014 erforderlich. Anhand der Anteilswerte (siehe Tabelle 1) ist erkennbar, dass die systematische Umsetzung eines CIRS in Universitätskliniken von ursprünglich 61,5% im Jahr 2010 auf 85,7% im Jahr 2014 angestiegen ist. Somit stieg der Anteil der Universitätskliniken, die ein lokales CIRS systematisch umsetzen, um 24,2 Prozentpunkte an. Der deutlich gestiegenen Anzahl von Universitätskliniken mit systematischer Umsetzung eines CIRS entsprechend, fiel der Anteil der Universitätskliniken, die ein lokales CIRS unsystematisch umsetzen, von 38,5% im Jahr 2010 auf 14,3% im Jahr 2014. Dies entspricht einem Rückgang der jeweiligen Anteilswerte von 24,2 Prozentpunkten.

Umsetzung von CIRS		Jahr	
		2010	2014
unsystematisch umgesetzt	Anzahl	5	3
	%	38,5	14,3
systematisch umgesetzt	Anzahl	8	18
	%	61,5	85,7
Gesamt		Anzahl	13
			21

Tabelle 1: Entwicklung der Umsetzung von lokalen CIRS in Universitätskliniken

5.2 Akzeptanz von CIRS in den Fachbereichen

Die zweite Forschungsfrage: „*Hat sich in den deutschen Universitätskliniken der durchschnittliche Anteil an Abteilungen / Kliniken / Funktionsbereichen, die sich aktiv an CIRS beteiligen, von 2010 bis 2014 erhöht?*“ konkretisiert die erste Frage. Die Antworten geben Auskunft darüber, inwieweit die durchschnittliche Ausweitung der aktiven Nutzung innerhalb der an den Befragungen teilnehmenden Universitätskliniken vorangeschritten ist. Der im Jahr 2010 durchgeführten

Befragung ist zu entnehmen, dass der durchschnittliche Anteil an Abteilungen / Kliniken / Funktionsbereichen, die sich aktiv an CIRS beteiligen, bei 35,7% lag. Im Jahr 2014 liegt dieser bei 62,9%. Diese Steigerung um 27,2 Prozentpunkte stellt sich als signifikant ($p < 0,001$ nach Mann-Whitney) in Bezug auf die Grundgesamtheit dar.

5.3 Entwicklung der CIRS-Meldungen

Die dritte Forschungsfrage: „Ist in deutschen Universitätskliniken die durchschnittliche Anzahl der CIRS-Meldungen pro Universitätsklinik im Jahr 2013 im Vergleich zum Jahr 2009 angestiegen?“ soll einen Rückschluss auf die Meldebereitschaft der Mitarbeiter zulassen. Eine erhöhte Anzahl eingegangener CIRS-Meldungen spricht für eine höhere Akzeptanz des Systems bei den Mitarbeitern (Thomeczek & Ollenschläger, 2006). Hierbei ist ein geringer Anstieg der durchschnittlichen eingegangenen Meldungen von 3% zu beobachten. Von durchschnittlich 215,6 Meldungen pro Universitätsklinik im Jahr 2009 (Lauterberg, et al., 2012) steigt die Anzahl der Meldungen nur minimal auf durchschnittlich 222,1 Meldungen im Jahr 2013 an.

5.4 Etablierung des CIRS-Prozessmodells

Im Folgenden werden die Ergebnisse der vierten Frage: „Werden im Jahr 2014 in mehr deutschen Universitätskliniken die Grundsätze/Bestandteile der einzelnen Prozessschritte im CIRS-Ablauf öfter beachtet als im Jahr 2010?“ dargestellt. Sie geben Auskunft über den aktuellen Stand der Etablierung von CIRS in Universitätskliniken im Rahmen des CIRS-Ablaufs. Anhand der Gegenüberstellung der Ergebnisse aus dem Jahr 2014 mit den Ergebnissen aus dem Jahr 2010 lässt sich die Entwicklung der Etablierung von CIRS in den Universitätskliniken ableiten. Hierbei werden die relativen und absoluten Ergebnisse zu den jeweiligen Prozessschritten dargestellt. Dabei werden die relativen Verhältnisse innerhalb der jeweiligen Stichprobe anhand der einzelnen Merkmalsausprägungen bezüglich der Veränderungen zwischen den Jahren 2010 und 2014 näher beschrieben. Aufgrund der geringen und unterschiedlichen Gesamtzahl der beiden Stichproben zeigen die relativen Zahlen an einigen Stellen ein überzogenes Bild an. Hierbei werden zusätzlich die absoluten Zahlen erläutert. Nachfolgend werden die jeweiligen Ergebnisse der einzelnen Prozessschritte entlang des CIRS-Ablaufs dargestellt. Ausnahme bildet der zweite Prozessschritt, der getrennt nach Anonymisierung und Analyse betrachtet wird.

5.4.1 Ereignisbericht

Die Durchführung einer Meldung stellt den ersten Prozessschritt im CIRS-Ablauf dar. Von großer Bedeutung ist der Zugang zum System. Gemäß den Befragungsergebnissen (siehe Tabelle 2) ist der Anteil an Universitätskliniken, die ihr CIRS ausschließlich auf EDV-Basis nutzen, von 30,8% auf 59,1%, d. h. um 28,3 Prozentpunkte gestiegen. Diesem Anstieg entsprechend ist der Anteil an Universitätskliniken, die Meldungen ausschließlich auf Papierbasis vorsehen, von 30,8% auf 9,1%, d. h. um 21,7 Prozentpunkte zurückgegangen. Im Gegensatz zum Jahr 2010 geben in der Befragung vom September 2014 zwei Universitätskliniken mehr an, beide Meldewege vorzusehen. Aufgrund der unterschiedlichen Gesamtzahlen der beiden Stichproben, im Jahr 2010 ($n=13$) und im Jahr 2014 ($n=22$), entspricht dies dennoch einer Reduzierung relativer Anteile von 38,5% im Jahr 2010 auf 31,8% im Jahr 2014. Es zeigt sich kein signifikanter Unterschied in den Verteilungen der drei Ausprägungen dieser Variable über die Jahre 2010 und 2014.

Das Meldesystem...	Jahr	
	2010	2014
arbeitet mit Anzahl elektronischen Meldungen %	4 30,8	13 59,1
arbeitet mit Anzahl Papierbögen %	4 30,8	2 9,1
sieht beide Anzahl Meldewege vor %	5 38,5	7 31,8
Gesamt Anzahl	13	22

Tabelle 2: Entwicklung des Zugangs zum lokalen CIRS in Universitätskliniken

5.4.2 Anonymisierung

Nach Eingang einer CIRS-Meldung erfolgt im weiteren CIRS-Ablauf der Anonymisierungsprozess. Bereits im Jahr 2010 gestatteten 92,3% der teilnehmenden Universitätskliniken dem Berichtersteller, anonyme Meldungen durchzuführen. In absoluten Zahlen bedeutet das, dass im Jahr 2010 von 13 teilnehmenden Universitätskliniken eine Universitätsklinik anonyme Meldungen nicht gestattet hat. In diesem Bereich ist eine positive Entwicklung zu beobachten. Im Jahr 2014 gestatten alle 23 teilnehmenden Universitätskliniken anonyme Meldungen.

Der Anteil an Universitätskliniken, die dem Berichtersteller eine mögliche Personifizierung erlauben, um bei einem lückenhaften Bericht Nachfragen zu ermöglichen (siehe Tabelle 3), ist von 58,3% im Jahr 2010 auf 76,2% im Jahr 2014 angestiegen. Der Anteil an Universitätskliniken, die keine Identifikation des Meldenden gestatten, ist gemäß der Betrachtung der absoluten Zahlen mit fünf Universitätskliniken gleich geblieben. Aufgrund der unterschiedlichen Gesamtzahlen der beiden Stichproben im Jahr 2010 (n=12) und im Jahr 2014 (n=21) entspricht das einem Rückgang von 17,9 Prozentpunkten. Von 41,7% im Jahr 2010 auf 23,8% im Jahr 2014. Dabei zeigen sich keine signifikanten Rangunterschiede zwischen den Jahren 2010 und 2014.

Identifikation möglich...	Jahr	
	2010	2014
Anzahl Ja	7	16
%	58,3	76,2
Anzahl Nein	5	5
%	41,7	23,8
Gesamt Anzahl	12	21

Tabelle 3: Entwicklung der Identifikationsmöglichkeit bei lokalen CIRS in Universitätskliniken

5.4.3 Analyse

Den Befragungsergebnissen aus den Jahren 2010 und 2014 (vgl. Tabelle 4) lässt sich entnehmen, dass sich der relative Anteil der Universitätskliniken, die eingehende Meldungen immer nach einem festgelegten Schema analysieren, fast verdoppelt hat. Von ursprünglich 30,8% im Jahr 2010 steigt der entsprechende Anteil auf rund 60% im Jahr 2014. Der relative Anteil der Universitätskliniken, die eingehende Meldungen häufig nach einem festgelegten Schema analysieren, hat sich um mehr als die Hälfte reduziert, und zwar von ursprünglich 30,8% im Jahr 2010 auf rund 15% im Jahr 2014. Der Anteil an Universitätskliniken, die eingehende Meldungen gelegentlich nach einem festgelegten Schema analysieren, ist von 23,1% im Jahr 2010 auf rund 20% im Jahr 2014 geringfügig gesunken, absolut ist die Zahl um eine Universitätsklinik angestiegen. Der Anteil an Universitätskliniken, die eingehende Meldungen sehr selten bzw. nie nach einem festgelegten Schema

analysieren, ist von 7,7% im Jahr 2010 auf 5% (sehr selten) bzw. 0% (nie) im Jahr 2014 gesunken. Dabei ist zu erwähnen, dass es sich bei der Ausprägung „sehr selten“ um eine Universitätsklinik handelt. In absoluten Zahlen ist hier kein Rückgang zu verzeichnen. Bei der Ausprägung „nie“ handelt es sich im Jahr 2010 ebenfalls um lediglich eine Universitätsklinik. Hierbei werden keine signifikanten Rangunterschiede zwischen den Jahren 2010 und 2014 festgestellt.

Analyse nach einem fest- gelegtem Schema	Jahr	
	2010	2014
Anzahl immer	4	12
%	30,8	60
Anzahl häufig	4	3
%	30,8	15
Anzahl gelegentlich	3	4
%	23,1	20
Anzahl sehr selten	1	1
%	7,7	5
Anzahl nie	1	0
%	7,7	0
Gesamt Anzahl	13	20

Tabelle 4: Entwicklung der Häufigkeit von Analysen eingegangener Meldungen

5.4.4 Feedback

Ein zeitnahes Feedback erhöht die Meldebereitschaft der Mitarbeiter (Rall & Oberfrank, 2013). Im Rahmen der Befragung wurde ausschließlich nach dem Feedback zum Eingang des Berichts gefragt. Hierbei lässt sich beobachten (vgl. Tabelle 5), dass sich der Anteil an Universitätskliniken, die innerhalb von 14 Tagen immer ein Feedback zum abgegebenen Bericht geben, von 7,7% im Jahr 2010 auf 10% im Jahr 2014 geringfügig erhöht hat. Im Gegenzug dazu ist der Anteil an Universitätskliniken, die häufig ein zeitnahes Feedback zum Bericht geben, von 38,5% im Jahr 2010 auf 35% im Jahr 2014 geringfügig gefallen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in absoluten Zahlen ausgedrückt im Jahr 2014 allerdings zwei Universitätskliniken mehr häufig ein zeitnahes Feedback zum Bericht gaben als im Jahr 2010. Der Rückgang um 3,5 Prozentpunkte basiert auf der höheren Gesamtzahl von sieben teilnehmenden Universitätskliniken im Jahr 2014. Ein Anstieg um 16,5 Prozentpunkte ist bei dem Anteil an Universitätskliniken zu beobachten, die gelegentlich ein zeitnahes Feedback zu Berichten geben. Hier hat sich der Anteil von 38,5% im Jahr 2010 auf 55% im Jahr 2014 erhöht. Der Anteil an Universitätskliniken, die sehr selten bzw. nie ein Feedback geben, ist jeweils von 7,7% im Jahr 2010 auf 0% im Jahr 2014 gesunken. Hierbei muss ebenfalls auf die absoluten Zahlen verwiesen werden. Bei den Ausprägungen „sehr selten“ und „nie“ kam es jeweils zu einem Rückgang von einer Nennung. Dabei zeigen sich keine signifikanten Rangunterschiede zwischen den Jahren 2010 und 2014.

Zeitnahes Feedback zum Bericht	Jahr	
	2010	2014
Anzahl immer	1	2
%	7,7	10
Anzahl häufig	5	7
%	38,5	35
Anzahl gelegentlich	5	11
%	38,5	55
Anzahl sehr selten	1	0
%	7,7	0
Anzahl nie	1	0
%	7,7	0
Gesamt Anzahl	13	20

Tabelle 5: Entwicklung der Häufigkeit zur Feedback-Gabe eingegangener Berichte

5.4.5 Verbesserungsmaßnahmen

Der Anteil an Universitätskliniken, die immer Verbesserungsmaßnahmen aus den Erkenntnissen einer CIRS-Analyse ableiten, ist von 7,7% im Jahr 2010 auf 23,8% im Jahr 2014 gestiegen (vgl. Tabelle 6). Der Anteil an Universitätskliniken, die häufig Verbesserungsmaßnahmen aus den Erkenntnissen einer CIRS-Analyse ableiten, hat sich von 53,8% im Jahr 2010 auf 61,9% im Jahr 2014 erhöht, womit die Ausprägungen „immer“ und „häufig“ aufgrund des Anstieges von 24,2 Prozentpunkten klar dominieren. Der Anteil an Universitätskliniken, die gelegentlich Verbesserungsmaßnahmen aus den Erkenntnissen einer CIRS Analyse ableiten, ist von 38,5% auf 14,3% gefallen. Die Ausprägungen „sehr selten“ und „nie“ wurden hierbei weder im Jahr 2010 noch im Jahr 2014 als Antwort gegeben. Dieses Ergebnis verfehlt nur knapp die Signifikanz ($p=0,056$).

Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen nach Analyse	Jahr	
	2010	2014
Anzahl immer	1	5
%	7,7	23,8
Anzahl häufig	7	13
%	53,8	61,9
Anzahl gelegentlich	5	3
%	38,5	14,3
Gesamt Anzahl	13	21

Tabelle 6: Entwicklung der Häufigkeit der Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen nach Analysen

5.4.6 Evaluation

Der Anteil an Universitätskliniken, die abgeleitete Verbesserungsmaßnahmen immer evaluieren, ist von 33,3% im Jahr 2010 auf 14,3% im Jahr 2014 gesunken (vgl. Tabelle 7). Betrachtet man hierbei jedoch die absoluten Zahlen, ist zu erkennen, dass dieser Rückgang um 19 Prozentpunkte bei einer gestiegenen Gesamtmenge um neun Universitätskliniken durch eine Universitätsklinik verursacht wird. Der Anteil an Universitätskliniken, die häufig abgeleitete Maßnahmen evaluieren, ist um 9,6 Prozentpunkte gestiegen. Ebenfalls gestiegen ist der Anteil an Universitätskliniken, die gelegentlich (13,1 Prozentpunkte) und sehr selten (4,8 Prozentpunkte) evaluieren. Bei dem Anstieg der Ausprägung „sehr selten“ und der Reduzierung der Ausprägung „nie“ handelt es sich jeweils um eine Universitätsklinik. Insgesamt stellt sich die Entwicklung der Evaluation von abgeleiteten Verbesserungsmaßnahmen als negativ dar. Dabei zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren 2010 und 2014.

Evaluation abgeleiteter Maßnahmen	Jahr	
	2010	2014
Anzahl immer	4	3
%	33,3	14,3
Anzahl häufig	4	9
%	33,3	42,9
Anzahl gelegentlich	3	8
%	25	38,1
Anzahl sehr selten	0	1
%	0	4,8
Anzahl nie	1	0
%	8,3	0
Gesamt Anzahl	12	21

Tabelle 7: Entwicklung der Häufigkeit von Evaluationen von abgeleiteten Maßnahmen in Universitätskliniken

6 Zusammenfassung

Der Vergleich der Befragungsergebnisse aus dem Jahr 2010 mit denen aus dem Jahr 2014 zeigt, dass sich Implementierungsgrad und das Meldeverhalten in deutschen Universitätskliniken durchaus positiv entwickelt haben. Der Anteil an Universitätskliniken, die ein lokales CIRS im Rahmen ihres Risikomanagement nutzen, ist weiter angestiegen. Weiterhin hat sich der durchschnittliche Anteil an aktiv mitwirkenden Abteilungen / Klinken / Funktionsbereichen in den Universitätskliniken deutlich erhöht. Trotz des daraus resultierten Zuwachses der Nutzer kam es nur zu einem geringen Anstieg an durchschnittlichen CIRS-Meldungen pro Universitätsklinik. Dies liegt vermutlich zum einen an einer geringen Meldebereitschaft in den Abteilungen / Kliniken / Funktionsbereichen, die sich erst seit kurzem aktiv an CIRS beteiligen, und zum anderen an einer verbesserten Meldequalität, gekennzeichnet durch beispielsweise die Vermeidung von mehrfachen Meldungen mit inhaltlich ähnlich thematischen Ereignissen, in den Abteilungen / Kliniken / Funktionsbereichen, die sich schon länger aktiv an CIRS beteiligen. Besonders für die weitere Förderung des Wandels hin zu einer konstruktiven Fehlerkultur ist es vorteilhaft, dass entsprechend der gesetzlichen Regelung gegenwärtig in allen befragten Universitätskliniken die Anonymität der Meldenden gewährleistet wird. Darüber hinaus ist der Anteil an Universitätskliniken, die eine Identifikation des Meldenden gestatten, im Verhältnis zum Jahr 2010 gestiegen. Mit der Zunahme personalisierter Meldungen zeichnet sich ein Wandel hin zu einer konstruktiven Fehlerkultur ab.

Weiterhin ist die Zunahme der Analyse eingegangener Meldungen im CIRS-Prozess positiv, da aus den Erkenntnissen der Analyse deutlich mehr Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden können. Die Grundsätze des CIRS in diesen Prozessschritten werden damit öfter beachtet als noch im Jahr 2010, anders als in den Prozessschritten des Feedbacks und der Evaluation. Im Bereich des Feedbacks zum Eingang des Berichts hat sich nur die Ausprägung „gelegentlich“ stark erhöht. In Bezug auf die sonst positive Entwicklung des Implementierungsgrades sowie der Grundsatzbeachtung der Anonymisierung und Analyse sowie der Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen, stellt sich die Entwicklung der Feedback-Gabe als dürftig dar. Verbesserungspotenzial zeigt besonders die Entwicklung der Evaluation von abgeleiteten Verbesserungsmaßnahmen. In 2014 werden weniger abgeleitete Verbesserungsmaßnahmen evaluiert als im Jahr 2010. Um sogenannte „Verschlimmverbesserungen“, die unter Umständen weitere Gefahrenquellen für den Patienten beinhalten und „Schnellschüsse“, die Scheinverbesserungen darstellen, zu vermeiden, nimmt die Evaluation von abgeleiteten Verbesserungsmaßnahmen eine zentrale und wichtige Rolle im CIRS-Prozess ein (Rall & Oberfrank, 2013). Damit ist die Evaluation von abgeleiteten

Verbesserungsmaßnahmen in Zukunft in allen Universitätskliniken von hoher Bedeutung. Die Folgen des Rückgangs der Evaluation von abgeleiteten Verbesserungsmaßnahmen sowie der stagnierenden Entwicklung der Feedback-Gabe zum eingegangenen Bericht vermindern den Nutzen, den CIRS generieren könnte. Die Stagnation der Feedback-Gabe zum eingegangenen Bericht im Rahmen des CIRS wirkt sich ernüchternd auf die Wertschätzung der Mitarbeiter aus, woraus ein Rückgang der Meldebereitschaft abzuleiten ist. Hier sollten die Universitätskliniken demnach handeln und möglichst zu jedem eingegangenen Bericht entweder dem jeweiligen Mitarbeiter, falls dieser bekannt ist, oder bei Anonymität durch Veröffentlichung eines Fallkommentars ein Feedback geben. In diesem Bereich besteht daher Verbesserungspotenzial. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit im Verlauf des weiteren Prozesses Statusberichte als Feedback abzugeben. Hierzu zählen der aktuelle Analysestand sowie die Planung zur Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen.

7 Literatur

- Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V., 2007. Agenda Patientensicherheit 2007, http://www.aps-ev.de/fileadmin/fuerRedakteur/PDFs/Agenda_Patientensicherheit/Agenda_2007_mit_Titelblatt.pdf
- Bundesministerium für Gesundheit, 2014, <http://www.bmg.bund.de/praevention/patientenrechte/behandlungsfehler.html>
- Gunkel, C. et al., 2013. CIRS - Gemeinsames Lernen durch Berichts- und Lernsysteme. Berlin: Herausgabe: Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin (ÄZQ).
- Hofinger, G., 2009. Lernen aus Fehlern im Krankenhaus. Unfallchirurg, 4 Juni, pp. 604-609
- Köbberling, J., 2005. Das Critical Incident Reporting System (CIRS) als Mittel zur Qualitätsverbesserung. Medizinische Klinik, 10 Januar, pp. 143-148.
- Kohn, L. T., Corrigan, J. M. & Donaldson, M. S., 2000. To err is human: building a safer health system, Washington, D.C.: National Academy Press.
- Laum, H. D., 2000. Statut der Gutachterkommission für ärztliche Behandlungsfehler bei der Ärztekammer Nordrhein. Köln: Dr. Otto Schmidt.
- Lauterberg, J., Blum, K., Briner, M. & Lessing, C., 2012. Abschlussbericht: Befragung zum Einführungsstand von klinischem Risiko-Management (kRM) in deutschen Krankenhäusern, Bonn: (Hrsg) Institut für Patientensicherheit der Universität Bonn.
- Rall, M. & Oberfrank, S., 2013. "Critical incident reporting systems" Erhöhung der Patientensicherheit. Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, 9 März, pp. 27:206- 212.
- Roeder, N. & Franz, D., 2014. Qualitätsmanagement im Krankenhaus – Aktueller Entwicklungsstand und Ausblick. Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement, Februar, pp. 16-21.
- Rohe, J. et al., 2010. 15 Jahre ÄZQ – 10 Jahre Patientensicherheit am ÄZQ. Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen, Issue 7, pp. 563-571.
- Schrappe, M., 2007. Wenn Ärzte zu viel Schweigen. Süddeutsche Zeitung, Issue 162, p. 16.
- Thomeczek, C. & Ollenschläger, G., 2006. Fehlermeldesysteme – aus jedem Fehler auch ein Nutzen? Bedeutung von Fehler- und „Incident-Reporting-Systems“ in Industrie und Medizin. Rechtsmedizin, 16 November, pp. 355-360
- Thüß, J., 2012. Rechtsfragen des Critical Incident Reportings in der Medizin - Unter besonderer Berücksichtigung krankenhauser Fehlermeldesysteme. 1. Hrsg. Köln: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Zink, N., 2010. Medizinische Fehlermeldesysteme : Einführungspflicht, haftungsrechtliche Konsequenzen und Vorschläge zur gesetzlichen Regelung. 1. Hrsg. Baden-Baden: Nomos.

Analyzing mHealth Projects in Developing Countries

Christina Niemöller¹, Dirk Metzger¹, Lisa Berkemeier¹, and Oliver Thomas¹

¹ Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, 49074 Osnabrück, {chniemoeller|dmetzger|lberkeme|othomas}@uni-osnabrueck.de

Abstract

The effective use of mobile IS offer great opportunities to overcome current challenges in developing countries. Despite the efforts of the WHO to implement a central database with mHealth applications, there is none which offers an overview over the respective applications. This is why we conducted a systematic literature study to give an overview of discussed mHealth projects in developing countries. Afterwards a classification of mHealth applications in types of service and types of technology as well as their project status is carried out. The high number of applications that have been applied in pilot projects or in practice is an indication of the broad support of mHealth applications in developing nations. However, most of the projects remain pilot projects or visions. Our contribution is, on the one hand, an overview of existing mHealth projects in developing countries and, on the other hand, the identification of key success factors for mHealth applications based on the literature to further guide health service researcher and practitioner to design and implement sustainable used applications in developing countries.

1 Introduction

The effective use of information systems (IS) is a crucial component for the delivery of effective services in health care (Chiasson et al. 2007). Medical services for stationary as well as outpatient treatment supported or provided by mobile IS on several devices are summarized under the term mobile health (mHealth) (Breitschwerdt and Heß 2014). Especially considering developing countries, mobile IS offer great opportunities to overcome current challenges, such as skilled worker shortage. The main goals of mHealth applications in developing countries are to improve the efficiency and sustainability of the healthcare system and to facilitate access to medical care for the entire population. Due to the high growth rates in the use of mobile devices in developing countries, mHealth projects have a distinct advantage over eHealth projects. The pervasion of mobile phones in these countries was at 90% in the end of 2014. A reason for this evolution of communication are the low implementation costs of mobile networks compared to landlines (Mechael 2009). This is partly due to the growing demand in the mobile market in developing countries, and the associated price reductions, but mainly due to lower supply costs. For a cover with landline telephones extensive cable network is required; in comparison, cell towers reach a longer range, at a lower cost and less effort (Kaplan 2006). Mobile phones are running on battery power and are thus better to

implement as opposed to landlines in regions that are not fully supplied with electricity; mobile phones can be jointly loaded at the next power source (Kaplan 2006). Therefore the functional and structural properties of mobile devices make mHealth applications particularly attractive in developing countries (Mechael 2009).

Despite the efforts of the WHO to implement a central database with mHealth applications (World Health Organization 2013) there is none which offers an overview over the respective applications. Addressing this research gap, in this paper a systematic literature research of mHealth applications of any kind in developing countries is realized. The identified sources are methodically examined and specific projects are identified. Afterwards a classification of mHealth applications in types of service and types of technology as well as the respective project status is carried out. Our contribution is an overview of existing mHealth projects in developing countries and based on that the identification of key success factors for mHealth applications to further guide health service researcher and practitioner to implement sustainable applications in developing countries.

Against this background, the questions that guide our research are: *What mHealth applications to address challenges in developing countries exist?* and closely connected to that *How can mHealth applications be classified?*. Based on the insights we tried to further identify *What are the critical success factors for mHealth application in developing countries?* and *What implications are given for further research and for the implementation of mHealth applications in developing countries?*

To address these research questions, we proceed as follows: In Section 2 we give an overview of our methodical approach that also reflects the further structure of this paper. In Section 3 an overview of existing mHealth projects in developing countries is given and afterwards classified in different service dimensions (Section 4). In Section 5 the extracted insights from the identified literature are used to provide success factors that are discussed afterwards (Section 6). Finally, in Section 7 we conclude our approach and point to further research.

2 Research Method

To address the research questions we followed the research model presented in Figure 1. First of all, we conducted a systematic literature review (Webster and Watson 2002; vom Brocke et al. 2009). Based on the identified literature, we analyzed possibilities for classification and defined a classification framework based on the work of (Motamarri et al. 2014). Using the framework, we classified the derived mHealth projects. Furthermore, we elicited the critical success factors for the implementation of mHealth applications in developing countries from the analyzed literature. *As developing countries* we imply countries located in the regions Africa, South-East Asia, West-Asia, Latin America and the Caribbean (UN/DESA et al. 2015). A detailed explanation about the individual research steps and the resultant findings is described in the thematically assigned Sections 3-5.

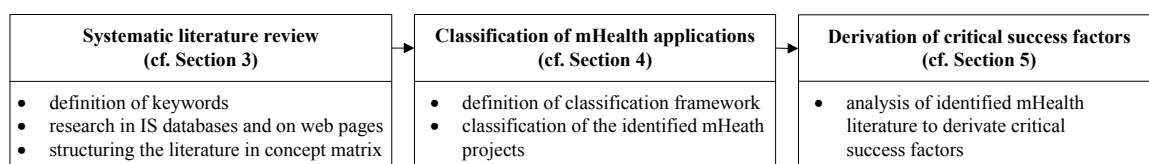


Figure 1. Research Method

3 Overview of mHealth Applications in Developing Countries

3.1 Systematic Literature Review Approach

The underlying methodological literature research is oriented on a three phase model (Webster and Watson 2002). Initially, relevant search keywords in English as well as German were defined to cover a wide range of sources. Central keywords were „mHealth” and „Developing Countries” and synonyms either in English and German. The second stage comprises the explicit research of primary sources. Articles of scientific journals were researched in main databases like Business Source Complete (BSC), Jstor, Springer Link, EconBiz, EconLit, eLibrary und Wiley InterScience (Webster and Watson 2002). Due to multiple results of the WHO and UN as a source, the search for explicit mHealth projects has been extended to the corresponding web pages. For the identified sources a relevant time frame from 2007 until 2014 has been established. This decision is based on data on the spread of mobile phones in developing countries that experience a significant growth since the year 2008 (ITU 2014). The relevance of individual sources for the topic of this article has been finally determined by cross-reading the synopses and summaries. In the third phase, the relevant literature were structured in a concept matrix using various analytical approaches in the field of mHealth (Webster and Watson 2002). The results are shown in Table 1.

3.2 Findings

Conducting the systematic literature review, 64 projects stated in 27 publications were found. Most of the identified literature obtain a project study, meaning an analysis about other projects, or a project approach, meaning reports about the own project. Just two papers followed a literature study. This implies that most of the identified papers are application-related and practice-oriented. Regarding the content, most of the papers obtain a use-of-potential analysis and just few paper give implications about the infrastructure, semantical classification and success factors. Analyzing the references we elicited 64 mHealth projects. A list of the projects can be found in Table 2.

Reference \ Category	(mHealth Alliance 2013a)	(mHealth Alliance 2013b)	(mHealth Alliance 2013c)	(mHealth Alliance 2013d)	(mHealth Alliance 2013e)	(Kaplan 2006)	(Mechael 2009)	(Vital Wave Consulting 2009)	(Bisong and Asonganyi 2013)	(Box et al. 2013)	(Chib 2010)	(Friederici et al. 2012)	(Ganguli et al. 2009)	(Granot et al. 2008)	(Harvard Business Review 2012)	(L.abrique et al. 2013)	(de Lepper et al. 2013)	(Lund et al. 2012)	(Lund et al. 2014)	(Mishra and Pratap Singh 2008)	(Motamarr et al. 2014)	(Sandhu 2011)	(Munro et al. 2014)	(Speciale and Freytsis 2013)	(Velez 2011)	(Vélez et al. 2014)	
Literature study						X										X											
Project study							X	X	X			X	X	X		X	X	X	X		X	X				X	X
Project report	X	X	X	X	X						X						X			X			X	X		X	
Use-of-potential analysis						X	X	X		X	X							X			X	X			X		
Infrastructure												X								X							
Semantical classification into mHealth							X		X		X				X												
Success factors								X		X		X	X														

Table 1. Classification of the Identified Literature in a Concept Matrix

#	Name	Country	Description and References
1	Novartis's SMS for Life	Tanzania, Kenya, Ghana, Cameroon	Supply-Chain-Management Tool to Enhance Visibility of Anti-malaria Stock-levels at Remote Health Facilities (mHealth Alliance 2013a)
2	Cell-Life's MAMA SMS	South-Africa	SMS-Service Against HIV (mHealth Alliance 2013f)
3	IRD's Interactive Alerts	Pakistan	Vaccines SMS Reminder combined with Lottery (mHealth Alliance 2013e)
4	CHAI's SMART	Nigeria	SMS Printer for fast Test-diagnosis (mHealth Alliance 2013d)
5	Dimagi's CommCare	India	Mobile Job Aid, for Low-skilled Health Worker (mHealth Alliance 2013c)
6	D-tree International's eNUT	Zanzibar	Nutrition Software, based on Government's Program (mHealth Alliance 2013b)
7	6001-Service	Uganda	Automatic Interactive SMS-Service (Box et al. 2013)
8	ICT4H	Indonesia	Information Sharing and Collection system (Chib 2010)
9	Wired Mothers	Zanzibar	SMS Health Education and Appointment Reminders (Lund et al. 2014)
10	I-ROPE	Liberia	Data-collection Service and Learning Model (Munro et al. 2014)
11	mClinic	Ghana	Exchange of Health Information (Vélez et al. 2014)
12	TMQ (Text-Message-Quiz)	Uganda	Interactive SMS Education Program (de Lepper et al. 2013)
13	MEDAfrica	Kenya	Self-management of Patient's Health (Friederici et al. 2012)
14	RapidSMS	Ethiopia	Simple Supply-Chain-Management Tool (Friederici et al. 2012)
15	Freedom HIV/AIDS Project	India	Educational Games (Vital Wave Consulting 2009)
16	Learning about Living	Nigeria	Interactive e-Learning Tool (Vital Wave Consulting 2009)
17	HIV/AIDS Video Distribution	Georgia	Information videos about HIV/AIDS (Vital Wave Consulting 2009)
18	Project Masiluleke	South-Africa	SMS Advertising in "Please-Call-me-Back-SMS" (Vital Wave Consulting 2009)
19	Nokia Data Gathering System	Brazil	Central Fast and Effective Data Collection (Vital Wave Consulting 2009)
20	HIV Confidant	South-Africa	Provision of Medical Test Results (Vital Wave Consulting 2009)
21	Cell-PREVEN	Peru	Sophisticated Public Health Surveillance System (Vital Wave Consulting 2009)
22	Ca:sh	India	Community Accessible and Sustainable Health System (Vital Wave Consulting 2009)
23	CHITS	Philippines	Community Health Tracking System (Vital Wave Consulting 2009)
24	Dokoza System	South-Africa	Remote Data Integration in Hospital Information System (Vital Wave Consulting 2009)
25	EpiHandy	Zambia, Uganda, Burkina Faso	Low Cost and Efficient Data Collection (Vital Wave Consulting 2009)
26	EpiSurveyor	Sub-Saharan Africa	Fully Self-sufficient Programming, Designing, and Deploying Health Surveys (Vital Wave Consulting 2009)
27	IHISM	Botswana	Integrated Healthcare Info Service through Mobile Telephony (Vital Wave Consulting 2009)
28	Media Lab Asia	India	Shared Resource for Rural Health Management and Information Structure (Vital Wave Consulting 2009)
29	Mobile Primary Healthcare	India	Links Patient to National Health System (Vital Wave Consulting 2009)
30	Map of Medicine	Kenya	Critical Information in Flow-Charts and Care Pathways (Vital Wave Consulting 2009)
31	PDAs for Malaria Monitoring	Mozambique	Health Data Tracking System (Vital Wave Consulting 2009)
32	TRACnet	Rwanda	Application to Collect and Enter Health Data (Vital Wave Consulting 2009)
33	Cell-Life HIV/AIDS Project	South-Africa	Home-based Aftercare Program (Vital Wave Consulting 2009)
34	CADA	China	Diabetics Assistant (Vital Wave Consulting 2009)
35	Mashavu	Tanzania	Medical Professionals worldwide "Adopt" Pediatric Patients (Vital Wave Consulting 2009)
36	Colecta-PALM	Peru	Spread Surveys via Audio on PDA (Vital Wave Consulting 2009)
37	MediNet	Trinidad & Tobago	Healthcare Management System (Vital Wave Consulting 2009)
38	MCST	India	Mobile Care, Support and Treatment Manager (Vital Wave Consulting 2009)
39	Mobile Health Monitoring	India & UK	Remote Monitoring with Diagnostic Devices (Vital Wave Consulting 2009)
40	Phoned Pill Reminders for TB	Thailand	Daily Reminder to Take Medication (Vital Wave Consulting 2009)
41	SIMpill for Tuberculosis	South-Africa	Pill Bottle Equipped with SIM Card (Vital Wave Consulting 2009)
42	Virtual Health Pet	Brazil	Virtual Health Pet to Interact with Patient (Vital Wave Consulting 2009)
43	ENACQKT	The Caribbean	Care Quality Improvement and Knowledge through Technology (Vital Wave Consulting 2009)
44	HealthLine	Pakistan	Speech Recognition-based Information System (Vital Wave Consulting 2009)
45	Mobile HIV/AIDS Support	Uganda	Training the Trainers (Vital Wave Consulting 2009)
46	Handhelds for Health	India	Disease Surveillance System (Vital Wave Consulting 2009)
47	RICE	Vietnam	Remote Interaction, Consultation and Epidemiology (Vital Wave Consulting 2009)
48	Primary Healthcare Nursing Promotion Programm	Guatemala	Virtual Nursing Course (Vital Wave Consulting 2009)
49	UHN	Uganda	Uganda Health Information Network (Vital Wave Consulting 2009)
50	AESSIMS	India	Acute Encephalitis Syndrome Surveillance Information System (Vital Wave Consulting 2009)
51	Alerta DISAMAR	Peru	Disease Surveillance System (Vital Wave Consulting 2009)
52	Frontline SMS	Worldwide	Program for Bulk SMS (Vital Wave Consulting 2009)
53	GATHER	Uganda	Achieving Data and Device Interoperability (Vital Wave Consulting 2009)
54	Tamil Nadu Health Watch	India	Phone- and Web-based Data Collection and Disease Surveillance System (Vital Wave Consulting 2009)
55	App for Healthcare Workers	Mozambique	Decision Support for Health Worker (Vital Wave Consulting 2009)
56	DIKHAE	Argentina	Digital Inclusion Kit in Health and Higher Education (Vital Wave Consulting 2009)
57	Ericsson and Apollo Hospitals	India	Healthcare for Anyone, Anywhere, Anytime (Vital Wave Consulting 2009)
58	HIV Mobile DSS	South-Africa	mobile Decision Support System (Vital Wave Consulting 2009)
59	M-DOK	Philippines	Mobile Telehealth and Information Resource System for Community Health Workers (Vital Wave Consulting 2009)
60	E-IMCI	Tanzania	Implementation of Health Protocols (Vital Wave Consulting 2009)
61	Mobile Telemedicine System	Indonesia	Mobile Telemedicine System (Vital Wave Consulting 2009)
62	Nacer	Peru	All-in-One Solution for Remote Diagnosis and Treatment (Vital Wave Consulting 2009)
63	Teledoc	India	Remote Diagnosis and Treatment, Combined with Pharmacies and Delivery Personnel (Vital Wave Consulting 2009)
64	Medical Data Storage System	Cameroon	Medical Patient Record System (Bisong and Asonganyi 2013)

Table 2. mHealth Projects in Developing Countries

4 Classification of Existing mHealth Applications

4.1 Derivation of a Classification Framework

In literature, there are various aspects for differentiating projects under the general term mHealth. So, projects can be distinguished by means of specific functional characteristics or used device functions, for example, through the application of sensors (Labrique et al. 2013). Furthermore, project goals can act as categories such as the improvement of management and decision making by medical professionals (Friederici et al. 2012). A further classification focuses on communication partners and distinguishes several projects on the basis of the communication flow and the targets (Mishra and Pratap Singh 2008). An overview of categorizations of mHealth applications is given in Table 3.

References	(Vital Wave Consulting 2009)	(Labrique et al. 2013)	(Friederici et al. 2012)	(Motamarri et al. 2014)	(Mishra and Pratap Singh 2008)	(Mishra and Pratap Singh 2008)
Classification Criteria	Health Needs	Common Applications	mHealth Major Categories	Types of mHealth Services	Patient to Medical Supervisor	Target Groups
	Education & Awareness	Client Education & Behaviour Change Communication	Improving Management & Decision-making by Healthcare Professionals	Diagnostic & Treatment Support Service	Destination of the Medical Information Flow	Hospital Patients
	Remote Monitoring	Registries & Vital Events Tracking	Real-Time Location based Data Gathering	Health Education & Awareness Service	Patient to Physician	Healthy People
	Disease & Epidemic Outbreak Tracking	Provider Work Planning & Scheduling	Provision of Health Care to Remote & difficult-to-serve Locations	Data Collection & Disease Surveillance System	Physician to Physician	Chronically Ill or Vulnerable People
	Communication & Training for Healthcare Workers	Provider-to-Provider Communication	Fostering Learning & Knowledge Exchange among Health Professionals	Health Information System & Point of Care Service	Physician to Expert System	
	Diagnostic & Treatment Support	Electronic Decisions Support	Promoting Public Health	Emergency Medical Service	Patient to Medical CRM System	
	Remote Data Collection	Electronic Health Records	Improving Accountability			
		Data Collection & Reporting	Self-Management of Patient Health			
	Provider Training & Education					
	HR-Management					
	Supply Chain Management					

Table 3. Overview of Categorization Types and Classification Criteria for mHealth Applications

By comparing the different approaches, the service-oriented approach has established itself as it was most appropriate for the following classification. This is due to the reason that the overview should function as a database for e.g. health service researchers and practitioners of several service fields, to look up projects that support the service in their special field. On this basis, the projects will be distinguished into five different types of mHealth services in the following: *Diagnostic and Treatment Support Service*, *Health Education and Awareness Service*, *Data Collection and Disease Surveillance Service*, *Health Information System and Point of Care Service*, and *Emergency Medical Service* (Motamarri et al. 2014).

To categorize the projects more specific, the classification is extended to include the dimensions *technology* and *project status*. Object of the technological classification are mobile devices: *PDA*, *tablets*, *smartphones*, *basic phones* and *smart glasses*. Based on the results of the literature review, intermediate categories for applications, which allow the use of various types of devices, have been identified. The focus is on the user device. Many applications require stationary IT in the backend such as a central database which will be neglected in the following classification. To give an overview of the current coverage of mHealth applications, the projects are distinguished according to whether they are *already in usage*, *a pilot project*, *a study* or *a vision*.

4.2 Classification of the Identified Applications

Based on a general overview of the projects given in Table 2, a non-judgmental, consecutively numeration took place. In Figure 2 the mHealth applications are classified into the dimensions *mHealth service type* on the abscissa and *technology* on the ordinate. The differentiation of the *project status* is made through color-coding.

Mobile Devices \ Types of mHealth Services	Tablet	PDA	PDA & Smartphone	Smartphone	Mobile phone & Smartphone	Mobile phone	Smart Glasses	Σ	
Diagnostic and Treatment Support Service		60 35		13 55 56	6 42 58	5 41 63	57 44 40 59	16	
Health Education and Awareness Service		45	20	17 15 43	2 27 47	16 18 12 10	9 7	14	
Data Collection and Disease Surveillance Service		22	25	19 21 35	47 50 28 38	37 34 36	62 46 54 23 24 4	8	20
Health Information System and Point of Care Service		49	32 31	26 11	3 30	29 64	53 14 1	12	
Emergency Medical Service					51	52		2	
Σ	0	5	4	22	15	18	0	64	

Project Status
 Σ 64 in usage: Σ 20 pilot project: Σ 23 study: Σ 8 theory: Σ 13

Figure 2. Classification of mHealth Applications

4.2.1 Findings in the Dimension “Types of mHealth Services”

With a total of 20 projects the most applications are assigned to the dimension *Data Collection and Disease Surveillance Service*. Almost half of the projects are *pilot projects* and four are projects which are *in usage* while six are a *vision*. Especially notable is the concentration of applications being *in usage* on basic phones while the majority of *pilot projects* are designed for *smartphones*.

Considering the dimension *Diagnostic and Treatment Support Service*, there are a total of 16 applications being assigned to this service category. More than half of the projects are *pilot projects*, with an equitable distribution between *basic phones* and *smartphones*, respectively a compatibility of both devices. *In usage* are three of the applications, concentrating on *smartphones*. This observation can be traced back to the complexity of diagnosis and treatment processes. Modern imaging and illustration facilities on smartphones represent a big advantage towards the less

complex basic phone technology. However, *pilot projects* are implemented on this basis; a main reason is the higher distribution.

Analyzing the dimension Health Education and Awareness Service, the 14 differentiated applications divide into five *studies*, four *in usage*, three *pilot projects* and two *visions*. Half of the services are designed for usage on basic phones. All applications being already *in usage* are tailored towards *basic phones* in form of SMS-based services and towards *smartphones* and *basic phones* by use of Java-based applications such as games.

In the dimension *Health Information System and Point of Care Service*, more than half of 12 existing applications are actually *in usage*. Besides an orientation towards usage on a *smartphone* or *basic phone*, in this service type there is also the only identified application designed for the use on a *PDA*. However, almost half of the services focus on the technology *smartphone*. Because this service mainly is a matter of internal communication in hospitals or between medical stations, the barrier of acquisition plays a minor role compared to applications that are geared to the general public.

The dimension *Emergency Medical Service* includes, with two applications, the least number of applications. However, the project status of these applications is to emphasize. Because both applications are in usage, a 1:1 allocation to project status *in usage* is found. In addition, both applications are already executable with simple mobile phone technology. This can be attributed to the central importance of these applications for early detection of epidemics.

4.2.2 Findings in the Dimension “Mobile Devices”

A majority of total 64 applications is designed to use with a *smartphone* (n=22), closely followed by focusing on *basic phones* (n=18) and a mixed design for both device types (n=15). The amount of applications which are in regular use is similar in all three classes of technology with each one third. The focus on an in developed countries obsolete technology in form of non-internet-enabled mobile phones is due to the current spread of mobile devices in developing countries. While in developing countries the access to non-internet-enabled basic phones is less restricted, through lower costs and high availability, acquiring of currently irregularly spread smartphones is difficult (Bisong and Asonganyi 2013). Thus, applications based on SMS and voice messages offer more potential for an extensive distribution. Pilot projects and visions are based on future-oriented smartphone applications.

The remaining applications are designed for a use with a *PDA* and/or *smartphone*. The only application that was put into permanent operation is designed for *PDA* and *smartphone*. Projects which orient themselves to use a *PDA* (n=5) do not reach beyond the year 2005. With the strong growth in mobile phone market since 2004 the attractiveness of *PDA*-based applications has decreased, as the corresponding devices, contrary to mobile phones, must be made available as part of the project. Some applications are also smartphone compatible (n=4), especially those, using GPS data (Vital Wave Consulting 2009). For devices of the type *tablet* (n=0) or *smart glasses* (n=0) no specific applications could be identified. This could be due to a reduced distribution of these technologies in developing countries and high costs. Additionally, it might be a factor that the implementation and evaluation of projects with these emerging technologies might still be in progress and have not been published yet.

4.2.3 General Findings

Most of the identified applications can be associated with *pilot project* status (n=23). Close behind is the number of applications that are *in usage* (n=20). The remaining 21 of the applications are divided in *visions* and *studies*. A target in the expansion of mHealth solutions has to be an increasing number of projects implemented sustainably.

The operators of the various mHealth applications in developing countries mainly consist of NGOs, Governments and companies of the private sector. Currently, the majority of the initiatives come from companies and NGOs, who reside in industrialized countries. Multinationals such as Nokia, Ericsson, Microsoft or Google actively support the advancement of mHealth technology through partnerships in various projects in developing countries. Nevertheless, there are also examples of national companies, e.g. ZMQ Software Systems, who were able to establish at the national level in the mHealth sector.

Furthermore, a differentiation according to geographical aspects can be made. In Figure 3, every country is marked where at least one project has been listed in the context of this research. A clear concentration on Sub-Saharan African countries can be identified; however, multiple answers for India are worth highlighting. Overall, a focus on mHealth applications on the service types *Data Collection and Disease Surveillance Service*, *Diagnostic and Treatment Support Service*, as well as *Health Education and Awareness Service*, involving the use of smartphones and basic phones can be recognized. A positive example worth mentioning is Nigeria that has successfully deployed a mHealth application in the field of *Emergency Medical Service* to curb an epidemic (Daily Post 2014). Though, only two applications of this service type could be identified in the context of this literature review.



Figure 3. Geographical Classification of the Projects (build with www.maps.google.com)

5 Derivation of Critical Success Factors for mHealth Applications

During the investigation of mHealth applications, which are currently deployed in developing nations or have been deployed in pilot projects, we found that most of the projects remain prototypical or visions. Hence, we investigated factors that appear critical for the project success in the current studies and theories.

SF 1: Technology choice – build on convening technology and user knowledge

A crucial contribution to the successful implementation is made through the choice of appropriate mobile devices. Complex applications, that require PDA or smartphones, are attractive for a smaller proportion of the population than applications for simple mobile phones. A service that works on this base, does not require any acquisition of new devices, but can use available technology (Mechael 2009). Hence, to successfully implement a mHealth project, a study about existing technologies and the familiarity of the inhabitants with the devices have to be conducted. In addition to that, if new devices should be used and be imported from industrial nations, environmental conditions in the country of assignment have to be taken into account. This includes for example high temperature and strong temperature gradients resistance, a simple usage to brief untrained persons on the application (Ganguli et al. 2009) and awareness of non-stable internet connections or access to power.

SF 2: User-oriented design – take special background into account

Next to the right choice of the device, the technological design of the application is decisive. As a result, the user should be the focus in the development (Vélez et al. 2014). A key element is the user's educational background, another one is the language. The choice of languages for an application should be adapted to the target group and should not only include the official language, but also other region-based languages. The correct acquisition and usage of locally distributed languages and dialects is a big challenge (Box et al. 2013). Analphabetism is another barrier for every SMS based application (Lund et al. 2012). Advanced smartphone applications can remove language barriers by using icons. Furthermore, voice-controlled services that are provided via GSM, offer an access to mHealth applications for illiterate persons.

SF 3: Simplicity – focus on reachable goals instead of providing a holistic approach.

To ensure a comprehensive medical care for the population, diverse applications are demanded to meet the requirements of different user groups and devices. An application which covers everything has the disadvantage of a high complexity and sets goals which are difficult to achieve (Vital Wave Consulting 2009). No approach of this kind ever reached a status beyond vision or study, such as *NACER* (Vital Wave Consulting 2009). Hence, a comprehensive approach should be avoided (Friederici et al. 2012).

SF 4: Exploitation of synergies – provide interoperability between applications

Synergies between different applications can be useful in transregional projects (Friederici et al. 2012). For example the combination of a medical emergency service with a health education and awareness service, could bring a possible epidemic to the population's and the medical staff's attention and might take preventive action. Hence, it might be interesting to also take projects from different dimensions (cf. Figure 2) into account. An interoperability between applications would maximize the benefit of mHealth and push the penetration forward (Friederici et al. 2012).

SF 5: Strong partnerships for sustainability – integrate partners to the mHealth project

Active mHealth applications have supporters in different fields; promising cooperation including local medical authorities, telecommunications companies, network operators and NGOs (mHealth Alliance 2013a). These versatile partnerships give the chance to bring miscellaneous strengths to the project (Vital Wave Consulting 2009), for example reduced user fees, promotion of the project, courses for users or connection to an existing database.

6 Discussion of the Results

The high number of applications that have been applied in pilot projects or in practice is an indication for the broad support of mHealth applications in developing nations. However, only almost one third of the identified applications are in use. It is, therefore, doubtful, if successful approaches from studies can be launched to stay comprehensive and sustainable (Friederici et al. 2012). Possible reasons for the lack of development after finishing the pilot stage, might be found in the design of the applications, but also in the lack of statistical evidence for the benefits of mHealth applications (Friederici et al. 2012). Nevertheless, qualitative analysis discovered, that mHealth applications are an innovative approach to increase efficiency and effectiveness of medical care in developing nations (Vélez et al. 2014). The success of innovative mHealth applications in developing nations has aroused the interest in solutions for the mService market in industrial nations (Sandhu 2011). The identified theories and studies display a trend towards the integration of mobile medical devices, such as wearables or other mobile data acquisition devices, to improve diagnostics (Granot et al. 2008). Furthermore, there are theories that develop the vision of a virtual hospital, which allows the comprehensive care from diagnosis, treatment and operation as well as the following observation, without the necessity of having a doctor around.

Besides the improvement of medical care, mHealth applications offer an open market with low entry barriers and require only a small initial funding. Consequently, the mHealth sector offers a chance for local providers to establish a business field (Friederici et al. 2012). The development of these applications has, therefore, the potential to reinforce the economy of developing nations. The technological progress in the field of mobile devices in terms of tablets or smart glasses establishes new design possibilities, for example by offering sophisticated visual instructions and trainings of medical staff or the visual preparation of data, to make these data accessible to people with a low level of education or to illiterate persons.

To develop mHealth services and face outbreaks effectively, like Nigeria with Ebola in 2014, it is necessary not only to execute pilot projects and studies but also to implement permanent applications. An efficient instrument to increase the number of implemented products might be the reinforcement of local providers of mHealth applications. Current barriers to success, like the correct implementation of different languages and the concentration on convenient technology, can be reduced in this way to reach a comprehensive providing of mHealth applications. The integration of mHealth applications does not only include technological aspects but also can be captured as a socio-technological process (Velez 2011). For this purpose the support of governments is needed, to integrate mHealth applications successfully into national health care systems. This will contribute to the efficiency and the sustainability of these systems and the required infrastructure in the form of electricity and mobile connections, as well as the awareness of the possibilities of mobile health services can be promoted.

7 Conclusion and Outlook

Within this paper, we conducted and presented a structured literature review of existing mHealth projects in developing countries. The purpose of the research was, on the one hand, to investigate what kind of projects currently exist as well as to give an overview and structure them for further health service researcher and practitioner. In doing so, we found 64 recent projects that are conducted all over the world. One surprising finding was that almost 2/3 of the projects have not reached their usage phase yet with about half of them being only a vision. Although, mHealth

applications are proved to have positive effect on the countries healthcare and the market entry barriers are barely low, it seems that there are some challenges to overcome to make a mHealth application successful. Hence, on the other hand, we derived key success factors from the identified literature. So, our contribution is to provide research and practice with key success factors for sustainable implementations.

When it comes to limitations, the derivation of a project overview based on a structured literature review always includes the risk to miss projects that are not attached to a scientific organization and, hence, might not be included in publications. We considered this fact by extending the research to the internet using the official websites of projects. The risk of missing projects, especially from rural and not well-educated areas, was increased by using only German and English search terms (selected due to researchers' location and language skills). One additional limitation is given through the derivation of success factors from literature rather than directly from the project teams. As literature might give a valuable foundation, there might be more circumstances and challenges that are not analyzed by literature yet, for example specific socio-cultural aspects. For implementing sustainable mHealth applications, we suggest to work in a cross-cultural team with researchers from the considered countries to further specify socio-cultural aspects and extend the research to the specific languages.

Overall, our contribution deal as strong foundation for further research and gives a detailed overview of existing projects and success factors. With this contribution in mind, future research can focus on specifying the success factors. Hence, in our current research project, we are currently instantiating the success factors with a survey asking the future user of a planned mHealth application that should be implemented in the developing country Papua New Guinea.

8 References

- Bisong B, Asonganyi E (2013) A Mobile Healthcare System for Sub-saharan Africa. LNICST 61:69–78.
- Box PO, Haven N, Jamison J, et al (2013) Mixed Method Evaluation of a Passive mHealth Sexual Information Texting Service in Uganda. New Haven.
- Breitschwerdt R, Heß M (2014) Konzeption eines Bezugsrahmens zur Analyse und Entwicklung von Geschäftsmodellen mobiler Gesundheitsdienstleistungen: Langfassung.
- Chiasson M, Reddy M, Kaplan B, Davidson E (2007) Expanding multi-disciplinary approaches to healthcare information technologies: What does information systems offer medical informatics? *Int J Med Inform* 76:89–97.
- Chib A (2010) The Aceh Besar midwives with mobile phones project: Design and evaluation perspectives using the information and communication technologies for healthcare development model. *J Comput Commun* 15:500–525.
- Daily Post (2014) ICTs instrumental to Ebola virus containment in Nigeria - Dr Omobola Johnson - DailyPost Nigeria. Dly. Post online.
- de Lepper AM, Eijkemans MJC, van Beijma H, et al (2013) Response patterns to interactive SMS health education quizzes at two sites in Uganda: a cohort study. *Trop Med Int Health* 18:516–21.
- Friederici N, Hullin C, Yamamichi M (2012) mHealth. In: *Information and Communication for Development: Maximizing Mobile*. The World Bank, pp 45–58.
- Ganguli I, Bassett I V., Dong KL, Walensky RP (2009) Home testing for HIV infection in resource-limited settings. *Curr HIV/AIDS Rep* 6:217–223.

- Granot Y, Ivorra A, Rubinsky B (2008) A new concept for medical imaging centered on cellular phone technology. *PLoS One* 3:e2075.
- Harvard Business Review (2012) Wie mobile Lösungen die Welt verändern.
- ITU (2014) ICT Facts & Figures. Geneva.
- Kaplan WA (2006) Can the ubiquitous power of mobile phones be used to improve health outcomes in developing countries? *Global Health* 2 (9):9.
- Labrique AB, Vasudevan L, Kochi E, et al (2013) mHealth innovations as health system strengthening tools: 12 common applications and a visual framework. *Glob Heal Sci Pract* 1:160–171.
- Lund S, Hemed M, Nielsen BB, et al (2012) Mobile phones as a health communication tool to improve skilled attendance at delivery in Zanzibar: a cluster-randomised controlled trial. *BJOG* 119:1256–64.
- Lund S, Nielsen BB, Hemed M, et al (2014) Mobile phones improve antenatal care attendance in Zanzibar: a cluster randomized controlled trial. *BMC Pregnancy Childbirth* 14:29.
- Michael PN (2009) The Case for mHealth in Developing Countries. *Innov Technol Governance, Glob* 4:103–118.
- mHealth Alliance (2013a) Preventing stock-outs of antimalarial drugs in sub-Saharan Africa.
- mHealth Alliance (2013b) Supporting treatment of childhood malnutrition in Zanzibar.
- mHealth Alliance (2013c) Assisting community health workers in India.
- mHealth Alliance (2013d) SMS printers aid early infant diagnosis of HIV/AIDS in Nigeria.
- mHealth Alliance (2013e) Small incentives improve vaccine coverage in Pakistan.
- mHealth Alliance (2013f) Supporting pregnant women and new mothers in South Africa.
- Mishra S, Pratap Singh I (2008) mHealth : A Developing Country Perspective. Bellagio, Italy
- Motamarri S, Akter S, Ray P, Chung-Li T (2014) Distinguishing “ mHealth ” from Other Healthcare Services in a Developing Country : A Study from the Service Quality Perspective. *Commun Assoc Inf Syst* 34:669–692.
- Munro ML, Lori JR, Boyd CJ, Andreatta P (2014) Knowledge and skill retention of a mobile phone data collection protocol in rural Liberia. *J Midwifery Womens Health* 59:176–83.
- Sandhu J (2011) Opportunities in mobile health. *Stanford Soc. Innov. Rev.* 14–18.
- Speciale AM, Freytsis M (2013) mHealth for midwives: a call to action. *J Midwifery Womens Health* 58:76–82.
- UN/DESA, UNC-TAD, ECA, et al (2015) World Economic Situation and Prospects 2015. New York.
- Velez O (2011) Design and usability testing of an mHealth application for midwives in rural Ghana. New York.
- Vélez O, Okyere PB, Kanter AS, Bakken S (2014) A usability study of a mobile health application for rural Ghanaian midwives. *J Midwifery Womens Health* 59:184–91.
- Vital Wave Consulting (2009) mHealth for Development: The Opportunity of Mobile Technology for Healthcare in the Developing World. Washington D.C. and Berkshire, UK.
- vom Brocke J, Simons A, Niehaves B, et al (2009) Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. 17th Eur Conf Inf Syst 2206–2217.
- Webster J, Watson RT (2002) Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. 26:13–23.
- World Health Organization (2013) WHO | Request for Proposals.

Entwicklung eines Leitlinienmanagementsystems – Anforderungen und konzeptuelle Vorarbeiten

Peggy Richter¹, Markus Frank² und Hannes Schlieter¹

¹ TU Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung,
{peggy.richter2, hannes.schlieter}@tu-dresden.de

² TU Chemnitz, Lehrstuhl Softwaretechnik, markus.frank@informatik.tu-chemnitz.de

Abstract

Medizinische Leitlinien sind ein gängiges Werkzeug zur Wissensspeicherung und -bereitstellung im Rahmen evidenzbasierter Medizin. Die Beteiligung verschiedener Fachrichtungen und hohe Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Empfehlungen machen Leitlinien zu komplexen Artefakten. Dabei sind neben ihrer Erstellung auch die kontinuierliche Pflege, Implementierung und Evaluation zentrale Herausforderungen. Verbesserungspotential verspricht die informationssystem-gestützte Strukturierung und Modularisierung von Leitlinieninhalten. Der Beitrag thematisiert den Übergang von der dokumentenzentrierten Leitlinienpflege zu einem Leitlinienmanagementsystem (LLMS), in dem Leitlinieninformationen strukturiert gespeichert und gepflegt werden. Auf Basis des Literaturstudiums sowie der Ergebnisse aus Experteninterviews wurden funktionale Anforderungen an ein LLMS spezifiziert. Der Stand der Forschung und Praxis zur toolbasierten Leitlinienerstellung und -verwaltung zeigt, dass bisher nur punktuelle Lösungen existieren. Daher wird ein Fachbegriffsmodell medizinischer Leitlinien vorgestellt, das zur Erstellung eines LLMS und als Referenzmodell für die Leitlinienentwicklung genutzt werden kann.

1 Einleitung

Mit dem Begriff der evidenzbasierten Medizin wird eine patientenbezogene und bedarfsgerechte medizinische Versorgung assoziiert, die zugleich die individuelle ärztliche Expertise sowie wissenschaftliche Evidenz einbezieht (Sackett et al. 1996; Haynes et al. 2002). Eng damit verbunden ist das Instrument der medizinischen Leitlinie. Als wissenschaftlich begründete und systematisch entwickelte Entscheidungshilfe für Ärzte und Patienten dient sie der Unterstützung einer angemessenen Versorgung bei speziellen gesundheitlichen Problemen (AWMF und ÄZQ 2007). Medizinische Leitlinien sind inzwischen als Standard zur Aggregation der Studienlage und zur Konsensbildung bzgl. medizinischer Empfehlungen etabliert. Insbesondere onkologische Leitlinien haben in Deutschland aufgrund ihrer hohen methodischen Qualität und Multidisziplinarität bei ihrer Erstellung Referenzcharakter. Doch besonders methodisch hochwertige Leitlinien weisen aufgrund der Anforderungen an ihre Erstellung in der Regel einen so hohen Umfang auf, dass eine zeitnahe und bedarfsgerechte Anwendung in der täglichen Praxis behindert

werden kann. So konstatieren die deutschen Fachgesellschaften, dass Leitlinien „im medizinischen Alltag [...] noch nicht so angekommen sind, wie die Herausgeber es sich wünschten“ (Muche-Borowski und Kopp 2011, 217). Hierfür werden unter anderem der fehlende Praxisbezug und Implementierungsschwierigkeiten (Perleth et al. 2000) sowie die schlechte Verfügbarkeit als Hemmnisse angeführt. Ebenso wird im Ziel 6 des Nationalen Krebsplans darauf hingewiesen, dass sich die „alleinige Bereitstellung von Leitlinien im Internet oder in Zeitschriften [...] als nicht ausreichend erwiesen [hat]“ (BMG 2012, 37).

Neben methodisch prozeduralen Gründen, wie z. B. der Konsensfindung und systematischen Literaturrecherche und -bewertung, hat auch die nicht adäquate informationstechnische Unterstützung einen ungünstigen Einfluss auf eine zügige Leitlinienverbreitung und damit auf die Umsetzung der Empfehlungen medizinischer Leitlinien in die Praxis. Die bis dato verwendeten Office-Lösungen sind zur Beherrschung eines solch komplexen Systems, bestehend aus Begründungen, abgeleiteten Empfehlungen, Literaturbelegen und Beziehungen innerhalb und zu anderen Leitlinien, nicht geeignet. Im Nationalen Krebsplan wird daher konstatiert, dass „zur zeitnahen Weiterentwicklung der Leitlinien [...] die Erarbeitung eines Systems zur kontinuierlichen Pflege und Aktualisierung der verschiedenen Leitlinienversionen notwendig [ist]“ (BMG 2012, 38).

Vor diesem Hintergrund erschließt sich der Bedarf einer integrierten Lösung zur Leitlinienerstellung und -verwaltung, welche die bestehende Office-Landschaft ergänzt und die Aufgaben entlang des Lebenszyklus medizinischer Leitlinien, d. h. die Planung und Organisation, Entwicklung, Redaktion und Verbreitung, Implementierung, das Monitoring sowie die Evaluierung und Aktualisierung (Europarat 2001; Muche-Borowski und Kopp 2011) unterstützt. Die intendierte Lösung ist Betrachtungsgegenstand des vorliegenden Beitrags und wird im Folgenden als Leitlinienmanagementsystem (LLMS) bezeichnet. Der Beitrag ordnet sich in einen entwurfsorientierten Forschungsprozess ein, in dessen Zentrum die Gestaltung des LLMS als Artefakt steht. Für den Beitrag ergeben sich die folgenden drei Forschungsfragen: (1) Welche Anforderungen muss ein LLMS erfüllen? (2) Was ist der Stand der Forschung und Praxis zur Verwaltung und Strukturierung von Leitlinien? (3) Welche Elemente medizinischer Leitlinien sind zur Erarbeitung eines LLMS notwendig?

Nach der Darlegung der Forschungsmethode in Abschnitt 2 werden Anforderungen an ein LLMS spezifiziert (Abschnitt 3). Der Stand der Forschung im Bereich der IT-unterstützten Leitlinienerstellung und -verwaltung sowie der semantischen Strukturierung medizinischer Leitlinien und ihre Limitationen im Kontext der LLMS-Konzeption werden in Abschnitt 4 dargelegt. Im Anschluss werden die Elemente und Struktur medizinischer Leitlinien in Form eines Fachbegriffsmodells dargestellt (Abschnitt 5). Der Beitrag schließt mit einer kritischen Würdigung der Ergebnisse und einem Ausblick auf nächste Forschungsschritte in Abschnitt 6.

2 Forschungsmethode

Die Arbeit ordnet sich in die gestaltungsorientierte Forschung der Wirtschaftsinformatik ein. Zur Beantwortung der Forschungsfragen wird die Design Science Methode, die das ingenieurmäßige Vorgehen bei der Problemlösung im Bereich der Informationssystemgestaltung intendiert (Hevner et al. 2004), genutzt. Sie ist definiert durch die Explikation des Gestaltungsziels inklusive der Formulierung von Anforderungen, der Analyse des Stands der Forschung, der Lösungskonzeption sowie der Evaluierung und Publikation des Ergebnisses.

Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse aus den ersten drei Phasen des Design Science Vorgehens präsentiert. Die Anforderungen an ein LLMS wurden basierend auf Literatur und den Ergebnissen mehrerer Experteninterviews mit drei erfahrenen Leitlinienmethodikern der Deutschen Krebsgesellschaft e.V. (DKG) aus den Bereichen Zertifizierung, Leitlinienentwicklung und -anwendung erarbeitet. Der entworfene Anforderungskatalog wurde zudem in einem weiteren Interview validiert. Die Ergebnisse des Interviews wurden zur inkrementellen Verbesserung des Anforderungskatalogs genutzt. Die Evaluation und Validierung sowie das Verwerfen von Artefakten, stellt einen festen Bestandteil der Design Science Forschung dar und trägt zur Verbesserung von entwickelten Artefakten bei (Hevner et al. 2004). Der Stand der Praxis und Forschung wurde durch eine Literaturrecherche erhoben. Entsprechend der Klassifikation nach Cooper (1988) lag der Fokus der Suche auf Forschungsergebnissen und Theorien mit dem Ziel der Identifikation zentraler Ansätze. Als Ergebnisse der Recherche wurden für artverwandte Ansätze repräsentative Beiträge ausgewählt und präsentiert. Als erstes Ergebnis zur Lösungskonzeption wird in diesem Artikel ein Fachbegriffsmodell medizinischer Leitlinien erarbeitet. Es dient als Grundlage für die Entwicklung eines LLMS und wurde auf Basis der Ergebnisse aus Anforderungs- und Literaturanalyse erstellt. Das Modell wurde ebenfalls im Rahmen des Experteninterviews validiert.

3 Anforderungsanalyse

3.1 Problemdefinition

Durch ein LLMS soll die semantisch strukturierte Erfassung und Bearbeitung von medizinischen Leitlinien ermöglicht werden, wie sie bisher durch die ausschließliche Nutzung von Standard-Office Lösungen wie bspw. Microsoft Word nicht verfügbar waren. Dies wirkt sich, laut Aussagen federführender Methodiker aus dem Leitlinienprogramm Onkologie, unmittelbar auf die Entwicklungs- und Überarbeitungszeit von medizinischen Leitlinien aus. Aktuell können ohne manuell durchzuführende Such- und Kopiervorgänge keine unterschiedlichen Sichten auf Leitlinien generiert werden. Ebenso wenig ist die Angabe von Abhängigkeiten zwischen einzelnen Leitlinienempfehlungen möglich, sodass es auch hier einer nachträglichen Überprüfung bedarf. Die Verbreitung von Leitlinien findet bisher passiv durch ihre Veröffentlichung in Dokumentenform über die Publikationsorgane der Fachgesellschaften und deren Datenbanken statt. Dies wirkt sich, genauso wie das Fehlen von Prozessvorlagen oder Adaptionshinweisen für die Anwender der Leitlinien, negativ auf den proklamierten Anspruch einer zügigen Durchdringung der täglichen ärztlichen Praxis aus (Lenfant 2003). In den durchgeführten Experteninterviews wurde mehrfach die Dringlichkeit einer Toolunterstützung für den Erstellungs-, Pflege- und Überarbeitungsprozess von Leitlinien betont, ebenso wie der Wunsch nach einer Strukturierung von Leitlinien und deren formalen und inhaltlichen Bestandteilen. Obwohl hierfür bereits einzelne Ansätze und Werkzeuge vorgeschlagen wurden (s. Abschnitt 4), sollte eine nationale Problemlösung angestrebt werden, da die Entwicklung, Gestaltung und insbesondere die Implementierung medizinischer Leitlinien stark von den Gegebenheiten und Anforderungen des nationalen Gesundheitssystems abhängig sind (Lelgemann 2004).

3.2 Funktionale Anforderungen an ein LLMS

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Anforderungsanalyse dargestellt. Es werden Funktionsbereiche beschrieben, die durch ein LLMS umgesetzt sein sollten. Bis auf eine Anforderung

(Bereitstellen von Leitlinien-Vorlagen) wurden im Interview mit den Fachexperten alle bestätigt. Während der Anforderungvalidierung wurden vier zusätzliche Anforderungen von den Experten benannt und zum Anforderungskatalog hinzugefügt: die Möglichkeit verschiedener Sichten auf eine Leitlinie (A1.11, d. h. das bedarfsgerechte Anzeigen von Details und Inhalten je nach Nutzerprofil), das Hinzufügen von Dateianhängen (A1.10), das Kommentieren von Inhalten (A6.2) sowie das Hinzufügen von Nutzern zu Gruppen (A7.4). Mögliche Rollen eines LLMS sind nicht registrierte Nutzer (Leser, z. B. Patienten), registrierte Nutzer (zu denen an der Leitlinie beteiligte Autoren, Leitlinien-Koordinatoren, Fachgruppenleiter sowie unbeteiligte registrierte Nutzer zählen) und technische Administratoren. Die Rollen sind im aktuellen Stand generisch gefasst und können jedoch als Vorlage für eine projektspezifische Verfeinerung adaptiert werden.

Für die konsistente Leitlinienentwicklung und -verwaltung (s. Anforderungen A1) müssen Leitlinien und Leitlinienfragmente im Sinne eines Content Management Systems angelegt (A1.1), versioniert (A.1.5) und typisiert (A1.2: Kategorisierung von Leitlinien z.B. hinsichtlich Fassung, Entwicklungsstufe oder von Fragmenten in Anlehnung an die im Guideline Elements Model (GEM) erfassten Leitlinienbestandteile (Shiffman et al. 2000)) werden können. Leitlinien-fragmente sind als kleinste, aber in sich geschlossene Bestandteile einer Leitlinie definiert (Schlieter 2012). Sie können z. B. Text, Algorithmen, Bilder oder Tabellen enthalten. Die Zerlegung einer Leitlinie in Fragmente und die Verknüpfung solcher vereinfacht die Erstellung und Aktualisierung von Leitlinieninhalten. Mit semantisch dokumentierten Leitlinien könnte schon bei der Überarbeitung einer Empfehlung aufgezeigt werden, wo sie verwendet werden kann oder wo Abhängigkeiten zu anderen Empfehlungen aus derselben oder aus anderen Leitlinien bestehen (Zusammenhang zu Anforderungen A4). Eine redundante Erstellung von Fragmenten wird durch Wiederverwendung (A1.7) und Referenzierung (A1.3) vermieden. Gleichzeitig könnten verschiedenen Leitlinienfassungen wie Kurzfassungen, zusammenfassende Praxisversionen, computergestützte Versionen, Informationsmaterial zu Leitlinien oder Patientenversionen (AWMF und ÄZQ 2007) zügig, auf Basis von definierten Konfigurationen, aus dem System heraus erzeugt werden. Dazu sind entsprechende Im- und Export Funktionalitäten notwendig (s. Anforderungen A5). Die Fragmentierung unterstützt auch die Verbreitung von Leitlinien als mobile Applikationen (Apps), die zunehmend neben den klassischen Weg der Verbreitung als PDF mit zur Verfügung gestellt werden. Daher ist die Formalisierung von Leitlinien und Fragmenten erstrebenswert (A1.4). Dies bietet die Möglichkeit, Inhalte und Abschnitte einer Leitlinie automatisiert erkennen und die Struktur von Leitlinien analysieren zu können. Neben der Abbildung von Inhalten, muss ein LLMS auch das Hinzufügen von Metainformationen (A1.6), wie der verwendeten Methodik, den Zielen, Quellen, Autoren, Erstelldatum, Gültigkeitsdauer oder Aktualisierungsperioden (Jacobs 2006; AWMF und ÄZQ 2007), erlauben. Ebenso sollten verwendete Literaturquellen nicht nur zu Fragmenten hinzuzufügen, sondern auch in einer leitlinienübergreifenden Literaturdatenbank zu verwalten sein (A1.8). Die interviewten Fachexperten wünschten sich zudem die Anbindung an die Fachdatenbank PubMed. So ließen sich zugrundeliegende Literaturdatenbanken und spezifische Abfragen für den Abruf dieser Datenbank verwalten, was eine kontinuierliche Überwachung der relevanten Literatur zulässt und damit den Aktualisierungsprozess deutlich unterstützt.

Neben der semantischen Strukturierung ergeben sich noch weitere Potentiale eines LLMS im Bereich der Unterstützung des redaktionellen Prozesses (s. Anforderungen A2). Über eine transparente Versionskontrolle können Arbeitsstände verfolgt und ggf. notwendige Zwischenstände protokolliert werden. Weiterhin kann über integrierte Bearbeitungszustände der aktuelle Fortschritt und Fristen in den Phasen des Leitlinienlebenszyklus vermerkt und überwacht werden. Nicht zuletzt würde ein fein abgestimmtes Nutzer- und Rechtekonzept (s. auch Anforderungen A7) die

Verantwortlichkeiten für einzelne Leitlinienteile definieren (AWMF 2012) und technisch gewährleisten. Notwendige Abnahme- und Prüfverfahren könnten direkt in einem vom System gesteuerten und dokumentierten Arbeitsablauf, der eine manuelle Überwachung unterstützt und dem Auslassen von notwendigen Prozeduren vorbeugt, münden. Kommentar-, Notiz- und Abonnierfunktionen unterstützen dabei die Zusammenarbeit und den Austausch zwischen den Nutzern (s. Anforderungen A6).

Anforderungskategorie	Funktionale Anforderungen (M – Muss, K – Kann Anforderung)
A1 - Leitlinienentwicklung und -verwaltung	A1.1 (M) Anlegen von Leitlinien/ Leitlinienfragmenten
	A1.2 (M) Typisieren von Leitlinien/ Leitlinienfragmenten
	A1.3 (M) Verknüpfen von Leitlinien/ Leitlinienfragmenten
	A1.4 (M) Formalisieren von Leitlinien/ Leitlinienfragmenten
	A1.5 (M) Versionieren von Leitlinien/ Leitlinienfragmenten
	A1.6 (M) Hinzufügen von Metainformationen
	A1.7 (M) Wiederverwenden von Leitlinienfragmenten
	A1.8 (K) Verwalten von Quellen
	A1.9 (K) Mehrsprachigkeit
	A1.10 (K) Hinzufügen von Dateianhängen
	A1.11 (K) Unterstützen verschiedener Sichten (Filter auf Teilaspekte)
A2 - Redaktionelle Unterstützung	A2.1 (K) Unterstützen des Leitlinien-Lebenszyklus
	A2.2 (K) Unterstützen des redaktionellen Prozesses
A3 - Pfadunterstützung	A3.1 (K) Kennzeichnen pfadbeschreibender Elemente
	A3.2 (K) Hinterlegen von Qualitätsindikatoren für Leitlinienfragmente
A4 - Suche und Analyse	A4.1 (M) Suchen
	A4.2 (K) Darstellen der Leitlinientopologie i. S. der Beziehungen zwischen verschiedenen Leitlinien und ihren Fragmenten
A5 - Import und Export	A5.1 (M) Darstellen in HTML
	A5.2 (K) Exportieren in verschiedene Dateiformate
	A5.3 (K) Importieren von Leitlinien
A6 - Kollaboration	A6.1 (K) Notizfunktion
	A6.2 (K) Kommentarfunktion
	A6.3 (K) Abonnieren von Neuigkeiten zu Leitlinien
A7 - Nutzerverwaltung	A7.1 (M) Unterstützen des Mehrnutzerbetriebes
	A7.2 (M) Verwalten von Rechten
	A7.3 (K) Verwalten von Rollen
	A7.4 (K) Hinzufügen von Nutzern zu Gruppen
	A7.5 (K) Registrieren von neuen Nutzern

Tabelle 1: Funktionale Anforderungen an ein LLMS nach der Evaluation durch die Fachexperten

Weiterhin sollte ein LLMS die bisher zähe Implementierung von Leitlinienempfehlungen in die Praxis, d. h. die Überführung in klinische Behandlungspfade vereinfachen (s. Anforderungen A3). Hierzu sollten bereits während der Leitlinienentwicklung pfadbeschreibende Fragmente markiert werden, um den Implementierungsaufwand, der allein durch die Identifikation solcher Bestandteile einer Leitlinie entsteht, zu reduzieren. Weiterhin sollten Fragmenten Qualitätsindikatoren (QI)

zugeordnet werden können, um die praktische Anwendung von Leitlinienempfehlungen evaluieren zu können (A3.2). Diesen Ansatz praktiziert die DKG bereits im Rahmen eines einheitlichen Zertifizierungsverfahrens onkologischer Zentren (Wesselmann und Dieng 2013). Das Leitlinienprogramm Onkologie entwickelte einen Prozess zur Identifizierung und Implementierung von QI in Leitlinien (Follmann et al. 2012; Follmann et al. 2013). Würde dieser in den Leitlinienentwicklungsprozess integriert und durch ein LLMS unterstützt, könnte eine integrierte, leitlinienbasierte Qualitätssicherung flächendeckend auch in Fachbereichen außerhalb der Onkologie stattfinden.

4 Stand der Praxis und Forschung

Im Folgenden werden beispielhafte Werkzeuge zur IT-unterstützten Leitlinienerstellung und -verwaltung sowie zentrale Ansätze zur semantischen Strukturierung medizinischer Leitlinien und ihre Limitationen im Kontext der LLMS-Konzeption diskutiert.

4.1 Werkzeuge zur Leitlinienerstellung und -verwaltung

Bisher haben sich speziell im Bereich der Qualitätssicherung während der Leitlinienerstellung zahlreiche Instrumente seitens der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) etabliert. Das AWMF-Regelwerk (AWMF 2012) stellt ein standardisiertes und qualitätsgesichertes Verfahren zur Leitlinienerstellung bereit und legt die Nutzung des Leitlinienregisters fest. Mit dem Deutschen Leitlinien-Bewertungsinstrument (DELBI) (AWMF 2008) steht ein Kriterienkatalog zur Einschätzung der Leitlinienqualität zur Verfügung. In Leitlinienfragen dient die Leitlinien-Datenbank der AWMF (AWMF 2015) als zentrale Anlaufstelle für die Ärzteschaft und andere Interessensgruppen.

Die Problemstellung des Leitlinienmanagements wird mit der Durchführung thematisch angrenzender Projektvorhaben im europäischen und US-amerikanischen Raum unterstrichen. Wesentlicher Akteur ist die Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation, kurz GRADE-Arbeitsgruppe. Sie entwickelte die nunmehr etablierte Methode zur Bewertung der Qualität von Forschungsergebnissen und medizinischer Evidenz sowie zur Erarbeitung von vertrauenswürdigen Empfehlungen. Im MAGIC Projekt (Making GRADE the Irresistible Choice) wurde eine Plattform zur Leitlinienerstellung und -publikation entwickelt. Weiterhin trägt das Zentrum für Medizinische Informatik der Yale Universität zum Fortschritt im Bereich des Leitlinienmanagements bei. Im Projekt GLIDES (Guidelines into Decision Support) wurden Möglichkeiten zur Formalisierung medizinischer Leitlinien mit dem Ziel der klinischen Entscheidungsunterstützung untersucht und das Software-Tool BRIDGE-WIZ entwickelt.

Mit Blick auf das angestrebte LLMS bilden die untersuchten Ansätze zur IT-Unterstützung leitlinienbezogener Aktivitäten derzeit nur punktuelle Lösungen ab (s. Tabelle 2). Ebenso können Standard Content Management Systeme den spezialisierten Anforderungen an ein LLMS aktuell nicht gerecht werden, da sie nicht den notwendigen Ziel- und Domänenbezug herstellen. Insbesondere der Forderung nach semantischer Strukturierung durch die Typisierung von Leitlinienfragmenten, der Integration der Pfadunterstützung und der Abbildung von Rollen-, Rechte- und Sicherheitsaspekten werden sie kaum gerecht. Einzelne Elemente und Funktionen existierender Lösungen können daher nur als Ausgangspunkt für ein ganzheitliches LLMS über sämtliche Phasen des Leitlinien-Lebenszyklus hinweg und unter Berücksichtigung der DELBI-Anforderungen an deutsche Leitliniendokumente dienen.

Werkzeug	Anwendungsbereich und Funktionalitäten	Limitationen
Leitlinien-Entwicklungsportal (User Group Clinical Guideline Services 2015)	Unterstützung der Kollaboration zwischen den an der Leitlinienerstellung Beteiligten (z. B. Bereitstellung von Zeitleisten, Diskussionsforen, zentraler Datenverwaltung, Werkzeugen für Konsensusverfahren und Literaturverwaltung)	Keine strukturelle oder semantische Unterstützung bei der Pflege und Kenntlichmachung von Leitlinieninhalten
MagicApp (Vandvik et al. 2013)	Begleitung des Erstellungs- und Überarbeitungsprozesses entsprechend der GRADE Methode; semantische Vorstrukturierung von Empfehlungen; XML-Exportmöglichkeit zur Einbindung der Leitlinie in Patientenakten, Webportale oder Apps für mobile Endgeräte	Abweichung von vorgegebener Struktur bzw. vorgegebenen Inhalten nicht möglich, keine Implementierungsunterstützung
BIDGE-WIZ (Shiffman et al. 2012)	Unterstützung bei der Erstellung von Leitlinienempfehlungen durch Abfrage entscheidungsrelevanter Eigenschaften entlang typischer W-Fragen (strukturierte, standardisierte Entwicklung von Empfehlungen); zielt auf Übersetzung in computerinterpretierbare Sprachen ab	Keine Verknüpfung von Empfehlungen; keine übergeordnete Struktur; keine Unterst. des Leitlinien-Lebenszyklus; keine Kollaborationsunterst.
Cancer Guidelines Wiki (Cancer Council Australia 2015)	Web-basierte Präsentation von Leitlinieninhalten in einem Wiki; ermöglicht schnelle Überarbeitung und Bereitstellung; einfache Verknüpfung zwischen Leitlinieninhalten	Keine Implementierungsunterstützung; keine Unterstützung des Entwicklungsprozesses

Tabelle 2: Ausgewählte Werkzeuge der IT-gestützten Leitlinienerstellung/ -verwaltung

4.2 Semantische Strukturierung von medizinischen Leitlinien

Im Folgenden werden beispielhafte Ansätze, die direkt oder indirekt die semantische Strukturierung von Leitlinien thematisieren, dargestellt. Hierbei haben sich zwei Kategorien hervorgetan: (1) Ansätze zur Ableitung klinischer Behandlungspfade aus medizinischen Leitlinien, welche die Leitlinienformalisierung während des Transformationsprozesses thematisieren und (2) Ansätze zur vollständig computerinterpretierbare Formalisierung von Leitlinieninhalten mit dem Ziel der Anwendungsunterstützung.

Allen untersuchten Ansätzen der ersten Kategorie (s. Tabelle 3) ist gemein, dass sie als ersten Vorgehensschritt die Überführung der papierbasierten Inhalte in ein konzeptuelles Modell vorsehen. Dieser Schritt wird bisher jedoch kaum unterstützt, sondern stellt eine individuelle, manuelle Leistung der beteiligten Fachexperten dar. Zudem bilden konkrete Leitlinienmodelle stets die Spezifika einer einzelnen Leitlinie (Instanz) ab. Sie nehmen nur indirekt Bezug zum zugrundeliegenden Systematisierungsansatz inklusive dessen Meta-Klassen im Sinne von semantisch definierten Leitlinienelementen. Die untersuchten Ansätze der zweiten Kategorie (s. Tabelle 4) umfassen die Arbeiten von Seyfang et al. (2005), Kaiser und Miksch (2007) und Sedlmayr und Rose (2009), die auf die Übersetzung und computergestützte Ausführung von Leitlinieninhalten abzielen, jedoch keine umfassende Aufarbeitung von Leitlinieninhalten bereitstellen. Alle drei Ansätze adressieren die Frage der semantischen Strukturierung von medizinischen Leitlinien daher nur am Rande. Im HELEN-Projekt hingegen wurde eine Leitlinien-Ontologie entwickelt, die konkrete Klassen und Attribute definiert (Skonetzki et al. 2004). Sie wurde jedoch nicht zur Unterstützung der Leitlinienentwicklung und -verwaltung entwickelt und fokussiert eher für die lokale Leitlinienadaption relevante, prozessbezogene Elemente. Weiterhin existieren mit dem GEM, einem internationalen Standard zur Repräsentation von Leitlinien im XML Format, und dem Guideline Interchange Format (GLIF) Leitlinienmodelle, welche sich direkt

mit der Frage der definierten Leitlinienstrukturierung auseinandersetzen. Zusammenfassend kann daher festgehalten werden, dass existierende Ansätze bereits eine Vielzahl strukturgebender Leitlinienelemente bereitstellen, diese jedoch nicht als konsolidiertes Metamodell präsentieren.

Autor	Bezugspunkte zur Leitlinienmodellierung	Limitationen
(Böckmann und Heiden 2013)	Leitlinienspezifisches Metamodell, Elemente unterteilt in 5 Kategorien (Leitlinieninformationen, strukturbezogene Elemente, Kontrollflusselemente, Aktivitätselemente, Verantwortlichkeitsbereiche)	Kein generisches Leitlinienmodell, Metamodell fokussiert Behandlungspfad-relevante Komponenten
(Jacobs 2006)	Referenzmodell auf Grundlage der als grafischer Algorithmus dargestellten Leitlinieninstanz	Kein generisches Leitlinienmodell
(Schlieter 2012)	Strukturierte, inhaltlich abgeschlossene Leitlinienfragmente, in Leitlinienbibliothek verwaltet, leitlinienübergreifend nutzbar	Konzept eines Leitlinienfragments semantisch nicht weiter detailliert

Tabelle 3: Leitlinienmodelle unterschiedlicher Ansätze zur Ableitung klinischer Behandlungspfade aus medizinischen Leitlinien

Autor	Bezugspunkte zur Leitlinienmodellierung	Limitationen
(Seyfang et al. 2005)	Many-Headed Bridge Ansatz: Inhaltliche Muster zur Beschreibung verschiedener Dimensionen innerhalb einer Leitlinie (z.B. Kontrollfluss, Datenfluss, Evidenz, Ressourcen, zeitliche Aspekte, Hintergrundinformationen)	Zwischenpräsentation als Brücke zwischen der informellen, textbasierten und formalen Leitlinienrepräsentationen wie ASBRU, GLIF oder PROforma
(Kaiser und Miksch 2007)	LASSIE Ansatz: semi-automatisches Vorgehen zur Transformation von textbasierten Leitlinieninhalten in computerinterpretierbare Form mittels Informationsextraktionstechniken	Zwischenpräsentation von Leitlinieninhalten, kein generisches Leitlinienmodell
(Sedlmayr und Rose 2009)	Abstrakte Zusammenfassung und Beschreibung von fachlichen Leitlinienelementen unter Einbeziehung der Ziele und Systemaktionen in einem konzeptuellen Leitlinienmodell	Keine domänenspezifischen Metakonzepte, Fokus auf der Integration von Zielen in formalisierte Leitlinien,
(Skonetzki et al. 2004)	HELEN-Projekt: Leitlinien Ontologie mit 5 Hauptzweigen, 83 Klassen und 200 Attributen	Entwickelt mit Fokus auf Implementierung und Adaption medizinischer Leitlinien
(Ohno-Machado et al. 1998)	GLIF: beschreibt hierarchisch angeordnete Leitlinieninhalte mittels Klassen und Attributen	Fokus auf Behandlungspfad relevanten Elementen
(Shiffman et al. 2000)	GEM: identifiziert über 100 Bestandteile, angeordnet in einer Hierarchie mit 10 Hauptzweigen (z.B. Entwickler, Zielgruppe, Entwicklungsmethode, Implementierungsplan, Wissenskomponenten, Überarbeitungsplan)	Hierarchische Aufteilung unterschlägt Beziehungen zwischen Leitlinienelementen

Tabelle 4: Leitlinienmodelle in unterschiedlichen Ansätzen zur computerinterpretierbaren Formalisierung medizinischer Leitlinien

5 Fachbegriffsmodell medizinischer Leitlinien

Basierend auf den Anforderungen an ein LLMS (insb. A1 Anforderungen) ist die Modularisierung von Leitlinien in Leitlinienfragmente ein elementarer Schritt. Relevante Leitlinienfragmente sowie Elemente des Fachbegriffsmodells wurden auf Basis der in Abschnitt 4 beschriebenen Ansätze

identifiziert und aus den Ergebnissen der Anforderungsanalyse in Abschnitt 3.2 abgeleitet. Das Fachbegriffsmodell ist in Abbildung 1 als Entity-Relationship-Modell dargestellt. Zum Zweck der Übersichtlichkeit und Lesbarkeit wurden nur relevante Attribute aufgenommen.

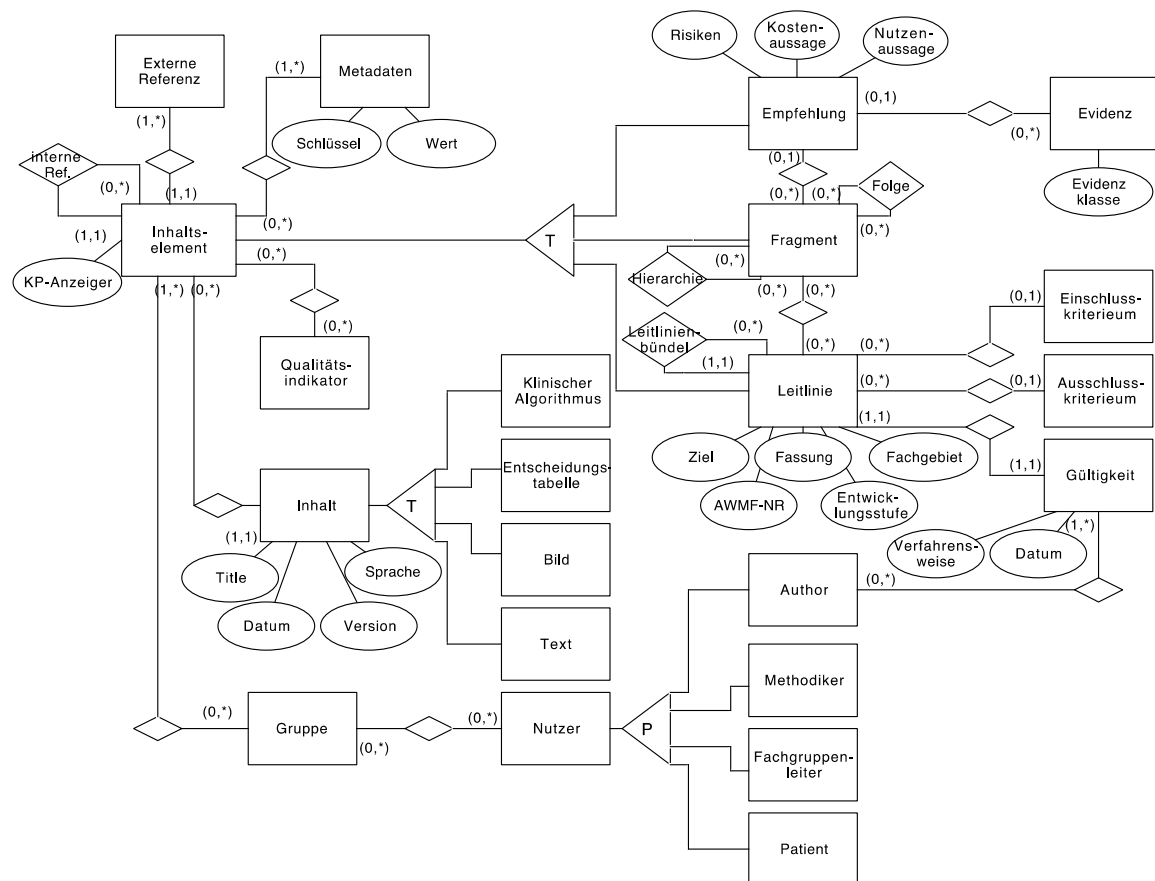


Abbildung 1: Fachbegriffsmodell medizinischer Leitlinien

Das Fachbegriffsmodell kann sowohl für die Erstellung eines LLMS als auch als Referenzmodell für die Leitlinienentwicklung genutzt werden. Wie gefordert besteht eine Leitlinie aus einer Menge von Fragmenten und besitzt verschiedene Metainformationen. Eine Anforderung ist das Referenzieren von anderen Leitlinien, sodass verschiedene Fassungen oder Sprachversionen zugeordnet werden können. Jede Leitlinie kann zudem eine Menge von Ein- und Ausschlusskriterien besitzen, mit denen festgelegt wird, wann eine Leitlinie zum Einsatz kommt. Um dem AWMF-Regelwerk gerecht zu werden, wurde ein Überarbeitungstermin hinzugefügt, für dessen Einhaltung immer mindestens ein Autor verantwortlich ist. Um ein Fragment eindeutig innerhalb einer Leitlinie zu positionieren, kennt jedes Fragment seinen Nachfolger und untergeordnete Fragmente. Der eigentliche Inhalt wird mithilfe des gleichnamigen Elements, das sich in 4 Typen unterscheiden lässt, realisiert. Jeder Inhalt besitzt eine Versionsnummer. Die einzelnen Versionen werden mithilfe des Inhaltselements vereint. Dieses besitzt weiter einen KP-Anzeiger (Klinischer-Pfad-Anzeiger), mit dem das Element als relevant für die Umsetzung im klinischen Pfad markiert werden kann und einen Qualitätsindikator, der eine Kennzahl für die Einhaltung im klinischen Pfad bereitstellt. Die Vernetzung der Inhaltselemente wird durch die Eigenbeziehung (systeminterne Referenzen auf andere Inhaltselemente) und das Element für externe Referenzen beschrieben. Neben Leitlinien und Fragmenten bilden die Empfehlungen die

dritte Ausprägung von Inhaltselementen. Empfehlungen sind bestimmten Fragmenten zugeordnet und enthalten Handlungsempfehlungen. Mithilfe der Evidenz ist es möglich die Stärke einer Empfehlung anzugeben.

6 Fazit

Medizinische Leitlinien haben sich zu einem akzeptierten Instrument entwickelt, Expertise zu aggregieren und medizinische Empfehlungen zu formulieren. Besonders methodisch hochwertige Leitlinien weisen aufgrund der begründet hohen Qualitätsanforderungen in der Regel einen so hohen Umfang auf, dass sie ihre Verbreitung in die tägliche Praxis behindern kann. Dem gegenüber werden redaktionelle Prozesse anwendungssystemseitig wenig unterstützt und die bestehende Tool-Landschaft stellt sich aktuell als heterogen dar. Der vorliegende Beitrag adressiert die unzureichende Unterstützung bei der Erstellung und Überarbeitung von medizinischen Leitlinien. Der Beitrag widmet sich der Erarbeitung eines Anforderungskatalogs für ein System zur Leitlinienverwaltung, der Analyse des Stands der Forschung und der Entwicklung eines konsolidierten Fachbegriffsmodells medizinischer Leitlinien. Dieses beschreibt die Domänenobjekte und deren Beziehung und kann als datentechnische Grundlage für die Entwicklung eines LLMS genutzt werden.

Der Forschungsbeitrag trägt dazu bei, die Entwicklung von Leitlinien anwendungsseitig zu unterstützen. Durch die strukturierte Datenspeicherung werden neben der eigentlichen Arbeitserleichterung ebenso innovative Formen der Aufbereitung von Leitlinien für verschiedene Zielgruppen (z. B. Handy-App, Patienteninformationsportal) ermöglicht. Der auf Basis von Experteninterviews erstellte Anforderungskatalog bietet zudem eine Übersicht der funktionalen Anforderungen an die Unterstützung und kann für die Erstellung von Lastenheften für vergleichbare Projekte, die beispielsweise ihren Funktionsumfang erweitern wollen, herangezogen werden. Zudem kann die Integration in den Leitlinien-Lebenszyklus verbessert werden. So können bereits wichtige Informationen für spätere Phase des Lebenszyklus (z. B. die Implementierung in klinische Pfade) mit in den Gestaltungsprozess aufgenommen werden. Zu untersuchen bleibt, inwieweit der übliche Prozess der Leitlinienerstellung vom Einsatz eines LLMS und den dafür definierten Anforderungen beeinflusst wird und möglicherweise Anpassungen bedarf. Weiterhin steht eine Analyse der Anforderungen aller nicht direkt am Leitlinienerstellungsprozess beteiligten Nutzergruppen des LLMS aus (z. B. Patienten, Ärzte, Verbände), wodurch sich weitere Anforderungen ergeben könnten.

Der Schwerpunkt weiterer Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten ist die prototypische Entwicklung des LLMS sowie dessen praktischer Einsatz und Funktionstests. Damit soll die Unterstützung evidenzbasierter Behandlungsprozesse gestärkt und die Versorgungsqualität verbessert werden.

7 Literatur

AWMF (2008) Deutsches Instrument zur methodischen Leitlinien-Bewertung (DELBI). Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin (ÄZQ): Düsseldorf/Berlin 52.

AWMF (2012) "Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) - Ständige Kommission Leitlinien": AWMF-Regelwerk „Leitlinien“. 1. Auflage <http://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk.html>. Abgerufen am 06.08.2015

- AWMF (2015) AWMF: Aktuelle Leitlinien. <http://www.awmf.org/leitlinien/aktuelle-leitlinien.html>. Abgerufen am 25.09.2015
- AWMF, ÄZQ (2007) Leitlinien-Glossar. In: Das Leitlinienglossar. http://www.awmf.org/fileadmin/user_upload/Leitlinien/Werkzeuge/ll-glossar.pdf. Abgerufen am 06.08.2015
- AWMF, ÄZQ (2001) Das Leitlinien-Manual von AWMF und ÄZQ. Entwicklung und Implementierung von Leitlinien in der Medizin. Zeitschrift für Ärztliche Fortbildung und Qualitätssicherung 95 (Supplement I):4-84
- BMG (2012) Nationaler Krebsplan. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/dateien/Publikationen/Praevention/Broschueren/Broschuere_Nationaler_Krebsplan_-_Handlungsfelder__Ziele_und_Umsetzungsempfehlungen.pdf. Abgerufen am 24.09.2013
- Böckmann B, Heiden K (2013) Extracting and transforming clinical guidelines into pathway models for different hospital information systems. Health Information Science and Systems 1:13
- Cancer Council Australia (2015) Cancer Guidelines Wiki. <http://wiki.cancer.org.au>. Abgerufen am 16.09.2015
- Cooper HM (1988) Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. Knowledge in Society 1:104–126
- Europarat (2001) Empfehlung Rec(2001)13 des Europarates und Erläuterndes Memorandum. Entwicklung einer Methodik für die Ausarbeitung von Leitlinien für optimale medizinische Praxis.
- Follmann M, Kopp I, Pottkämper K, et al (2012) Updating Guideline based Quality Indicators. The Methodology of the German Breast Cancer Guideline Development Group. German Medical Science GMS Publishing House, Berlin, p DocO16
- Follmann M, Wesselmann S, Nothacker M, et al (2013) Entwicklung von Leitlinien basierten Qualitätsindikatoren – Methodenpapier für das Leitlinienprogramm Onkologie
- Haynes RB, Devereaux PJ, Guyatt GH (2002) Physicians' and patients' choices in evidence based practice: Evidence does not make decisions, people do. British Medical Journal 324:1350
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. Management Information Systems Quarterly 28:75–105
- Jacobs B (2006) Ableitung von Klinischen Pfaden aus evidenzbasierten Leitlinien am Beispiel der Behandlung des Mammakarzinoms der Frau. Dissertation, Universität Duisburg-Essen
- Kaiser K, Miksch S (2007) Formalizing “Living Guidelines” Using LASSIE: A Multi-step Information Extraction Method. In: Bellazzi R, Abu-Hanna A, Hunter J (Hrsg) Artificial Intelligence in Medicine. Springer, Berlin, Heidelberg, 401–410
- Leigemann M (2004) Leitlinienentwicklung: Verbesserte internationale Kooperation. Deutsches Ärzteblatt 101(6):A326
- Lenfant C (2003) Clinical Research to Clinical Practice - Lost in Translation? New England Journal of Medicine 349:868–874
- Muche-Borowski DC, Kopp I (2011) Wie eine Leitlinie entsteht. Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie 25:217–223

- Ohno-Machado L, Gennari JH, Murphy SN, et al (1998) The GuideLine Interchange Format: A Model for Representing Guidelines. *Journal of the American Medical Informatics Association* 5(4):357–372
- Perleth M, Jakubowski E, Busse R (2000) “Best Practice” im Gesundheitswesen - oder warum wir evidenzbasierte Medizin, Leitlinien und Health Technology Assessment brauchen. *Zeitschrift für Ärztliche Fortbildung und Qualitätssicherung* 94:741–744
- Sackett DL, Rosenberg WMC, Gray JAM, et al (1996) Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *British Medical Journal* 312:71–72
- Schlieter H (2012) Ableitung von Klinischen Pfaden aus Medizinischen Leitlinien – Ein Modellbasierter Ansatz. Kummulative Dissertation, Technische Universität Dresden
- Sedlmayr M, Rose T (2009) Unterstützung medizinischer Leitlinien - Von der zielorientierten Modellierung zur proaktiven Assistenz. In: Tagungsband der 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik: Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen:739–748
- Seyfang A, Miksch S, Polo-Conde C, et al (2005) MHB–A Many-Headed Bridge Between Informal and Formal Guideline Representations. *Artificial Intelligence in Medicine*: 146–150
- Shiffman RN, Karras BT, Agrawal A, et al (2000) GEM: a proposal for a more comprehensive guideline document model using XML. *Journal of the American Medical Informatics Association* 7:488–498
- Shiffman RN, Michel G, Rosenfeld RM, Davidson C (2012) Building better guidelines with BRIDGE-Wiz: development and evaluation of a software assistant to promote clarity, transparency, and implementability. *Journal of the American Medical Informatics Association* 19:94–101
- Skonetzki S, Gausepohl H-J, van der Haak M, et al (2004) HELEN, a modular framework for representing and implementing clinical practice guidelines. *Methods of Information in Medicine* 43(4):413–426
- User Group Clinical Guideline Services (2015) Leitlinienportal. <https://www.guideline-service.de> Abgerufen am 16.09.2015
- Vandvik PO, Brandt L, Alonso-Coello P, et al (2013) Creating clinical practice guidelines we can trust, use, and share: a new era is imminent. *CHEST Journal* 144(2):381–389
- Wesselmann S, Dieng S (2013) Das Zertifizierungssystem der Deutschen Krebsgesellschaft. *Forum der Medizin-Dokumentation und Medizin-Informatik*:38–43

Akzeptanz von Smartwatches bei mobilen Ersthelfern

Oliver Sticht¹, Christoph Buck¹, Andreas Völkl¹, Torsten Eymann¹ und Ralf Stroop²

¹ Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, wi@uni-bayreuth.de

² Mobile Retter e.V., info@mobile-retter.de

Abstract

Durch den Einsatz und die Integration von Smart Watches in den Rettungsdienst lassen sich Prozessoptimierungen von Rettungseinsätzen erzielen. Der vorliegende Beitrag stellt den Dienst Mobile Retter vor und zeigt eine mögliche Anwendung von Smartwatches auf. Das Technology Acceptance Model 2 von Venkatesh und Davis wird zur Messung der Akzeptanz von mobilen Ersthelfern gegenüber einer mobilen Applikation für Smartwatches herangezogen und erweitert. Ein Strukturgleichungsmodell zur Messung der Akzeptanz wird vorgestellt und Daten einer empirischen Studie mit 74 mobilen Ersthelfern werden ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass die generierten Hypothesen abgelehnt werden müssen.

1 Einleitung

Wearables wie bspw. Smartwatches in Kombination mit Smart Mobile Devices (SMDs) stellen eine neue Dimension des »ubiquitous computing« und einer damit verbundenen Integration von Informationssystemen in den Alltag von Nutzern dar (Weiser 1991; Yoo 2010). Besondere Aufmerksamkeit erlangen hierbei im aktuellen Diskurs Smartwatches, welchen enorme Absätze in der nahen Zukunft prognostiziert werden (IDC 2015; PWC 2014).

Wie bereits bei SMDs wird die besondere Herausforderung der Eingliederung von Smartwatches in bestehende mobile digitale Ökosysteme die Vielfalt von mobilen Anwendungen (Apps) und die damit verbundene aktive Integration in das Alltagsleben der Nutzer sein. Demnach ist besonders für die Betreiber und Anbieter von Apps die neue Technologie ein gewichtiger Grund, sich mit den Einsatzmöglichkeiten von Smartwatches auseinanderzusetzen.

Ein solcher Betreiber ist auch der gemeinnützige Verein Mobile Retter e.V. Dieser nutzt eine App-basierte Plattform zur Alarmierung und Koordination registrierter Ersthelfer, um bei Notfällen schon vor dem Eintreffen des Rettungsdienstes durch sogenannte Mobile Retter erste Hilfe leisten zu können. Der Verein Mobile Retter e.V. hat es sich zur Aufgabe gemacht, im Kreis Gütersloh in Deutschland, ein Netzwerk von medizinisch qualifizierten Ersthelfern zu organisieren, um bei medizinischen Notfällen, wie plötzlichem Herz-Kreislauf-Stillstand oder Bewusstlosigkeit, so schnell wie möglich am Einsatzort zu sein und Ersthilfe zu leisten. Diese Ersthelfer (im Weiteren durch MR für Mobile Retter abgekürzt) sind bspw. Krankenschwestern, Pfleger, Sanitäter, Rettungsassistenten, Feuerwehrkräfte, DLRG-Schwimmer oder Ärzte, die bis zum Eintreffen des

Rettungsdienstes unmittelbare qualifizierte Wiederbelebensmaßnahmen einleiten können. Koordiniert werden die MR über ein Smartphone-App-gestütztes Alarmierungssystem der Einsatzleitstelle (ELS) Gütersloh, bei welcher sich qualifizierte Freiwillige kostenfrei registrieren können. Die somit erreichte 5- bis 10-fach schnellere Patientenversorgung steigert die Überlebenschancen der in Not geratenen Menschen. Folgeschwere Hirnschäden durch Sauerstoffmangel können häufiger vermieden werden und dadurch entfallende Folgebehandlungen entlasten das Gesundheitssystem. (Mobile Retter e.V. 2015). Um die Reaktionsgeschwindigkeit in Notfallsituationen weiter zu verbessern, ist der Mobile Retter e.V. an einer Optimierung des bestehenden Alarmierungs- und Versorgungsprozesses (vgl. Bild 1) interessiert.

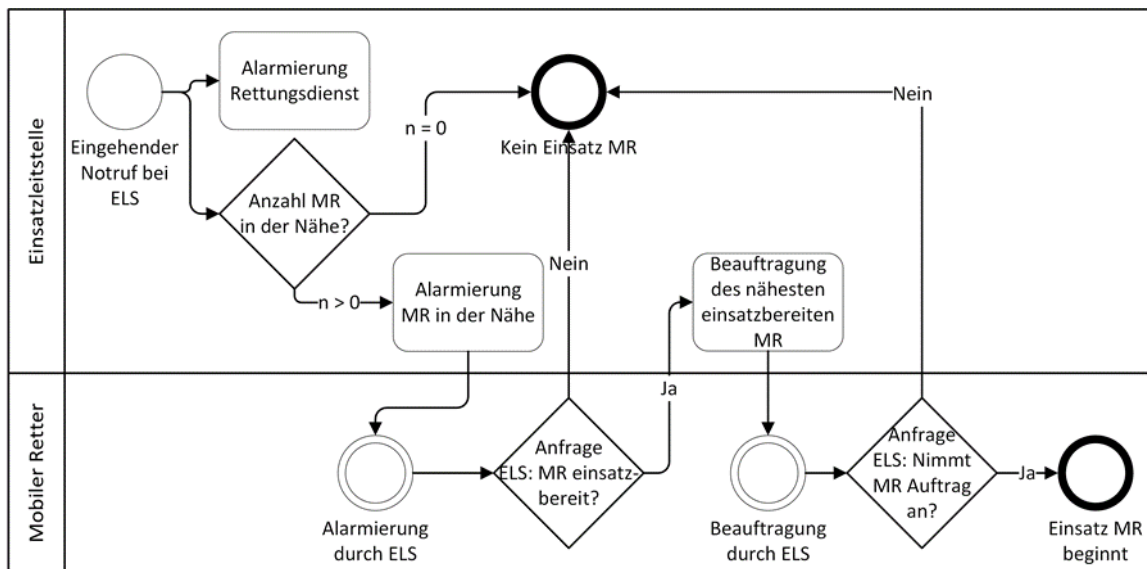


Bild 1: Flussdiagramm Alarmierung Mobiler Retter (Quelle: eigene Darstellung)

Eine mögliche Verbesserung i. S. e. früheren Erstversorgung der Patienten könnte durch den Einsatz von Smartwatches mit der Mobile-Retter-App anstelle der oder in Kombination mit den bisher üblichen Smartphones erreicht werden. Derzeit sind 476 Ersthelfer als MR registriert. Seit dem Jahr 2013 wurden bereits 609 Alarmierungen ausgelöst und 356 Einsätze erfolgreich absolviert (Stand 17.12.2015). Um diese Zahlen zu steigern, bestehen Überlegungen, die Smartwatch-Technologie verbunden mit einer entsprechenden Variante der bestehenden App einzusetzen. Hierdurch kann nach Auffassung des Vereins die Reaktionszeit der MR weiter verkürzt werden. Ebenfalls wird angenommen, dass die Zahl verpasster Alarmierungen aufgrund stummgeschalteter Smartphones durch den Vibrationsalarm einer Smartwatch am Handgelenk reduziert würde. Zentraler Bestandteil des Erfolgs der Smartwatch-App ist die tatsächliche Adoption der MR im Einsatz. Um diese bereits vor der Implementierung abschätzen zu können, wird im vorliegenden Beitrag die hypothetische Akzeptanz durch eine empirische Studie untersucht (Renaud und van Biljon 2008; Rogers 2010).

Der vorliegende Beitrag gliedert sich wie folgt. Im zweiten Kapitel wird ein Modell auf Grundlage des Technology Acceptance Model 2 (TAM2) von Venkatesh und Davis (2000) aufgestellt. Im dritten Kapitel werden die zu Grunde liegenden Hypothesen entwickelt. Im vierten Kapitel wird die empirische Studie vorgestellt und deren Ergebnisse präsentiert. Der Beitrag schließt mit einem Fazit, Limitationen der Untersuchung und einer Schlussbetrachtung.

2 Messung der Technologieakzeptanz

Um die Fragestellung nach der zu erwartenden Akzeptanz einer Smartwatch-App beantworten zu können, wird das TAM2 von Venkatesh und Davis (2000) herangezogen. Die grundsätzliche Eignung des Technology Acceptance Model (TAM) im eHealth-Bereich wurde von Wilson und Lankton (2004) nachgewiesen. Bei Untersuchungen der Technologieakzeptanz von mobilen Apps für Diabetiker im mHealth-Bereich (Scheibe et al. 2015) ist das TAM bspw. das prominenteste Forschungsmodell. Wirtz et al. (2011) nutzen das TAM, um die Akzeptanz einer Technologie bereits vor der Einführung abzuschätzen. Ebenso haben Park und Chen (2007) das TAM eingesetzt, um die Adoption und Akzeptanz von Smartphones bei Medizinerinnen und Krankenpflegern zu untersuchen. Im folgenden Abschnitt werden zunächst die Grundlagen und eine Erweiterung des TAM sowie die Hypothesen für das weitere Vorgehen beschrieben.

Bild 2 zeigt das Technology Acceptance Model 2 von Venkatesh und Davis (2000) als Erweiterung des ursprünglichen TAM von Davis (1985). Um das Konstrukt Perceived Usefulness (PU) bzw. Intention to Use (ITU) besser erklären zu können, wurden diese weiter untergliedert. Dabei beschreibt

- Experience (EXP) die bisherige Erfahrung mit der Technologie
- Voluntariness (VOL) den gefühlten Grad der selbstbestimmten Nutzung
- Subjective Norm (SN) den Einfluss des persönlichen Umfelds hinsichtlich der Nutzung
- Image (IMG) die veränderte Außenwahrnehmung durch das soziale Umfeld
- Job Relevance (JR) die Notwendigkeit der Technologie, um die eigene berufliche Tätigkeit auszuüben
- Output Quality (OQ) die Qualität der Arbeit durch die Technologienutzung
- Sowie Result Demonstrability (RD) die Befähigung, die Ergebnisse anderen gegenüber zu präsentieren.

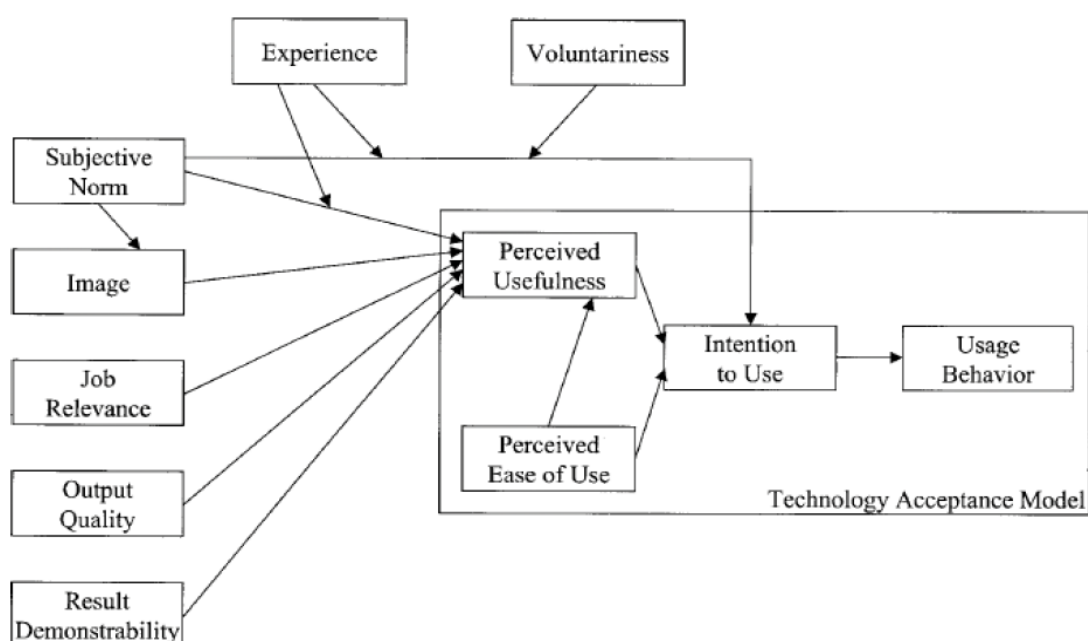


Bild 2: Technology Acceptance Model 2 (Venkatesh und Davis 1989)

3 Hypothesenentwicklung

Im konkreten Anwendungsfall werden die Konstrukte Experience und Voluntariness als gegeben angesehen. Da die Technologie noch nicht implementiert wurde, konnten die Nutzer noch keine Erfahrungswerte für eine Smartwatch-App generieren. Die Experience wird daher als nicht vorhanden angesehen. Ebenfalls wird Voluntariness als bekannt angenommen, da davon ausgegangen werden kann, dass sowohl die Registrierung als MR sowie auch die Nutzung der App unabhängig der Technologie freiwillig und ohne äußeren Zwang erfolgt. In Anlehnung an Venkatesh und Davis (2000) werden folgende Hypothesen übernommen:

- H1a: Subjective Norm hat keinen signifikanten positiven Effekt auf Intention to Use, wenn die Nutzung als freiwillig empfunden wird.
- H1b: Subjective Norm hat einen positiven Effekt auf Perceived Usefulness.
- H1c: Subjective Norm hat einen positiven Effekt auf Image.
- H2: Image hat einen positiven Effekt auf Perceived Usefulness.
- H3: Job Relevance hat einen positiven Effekt auf Perceived Usefulness.
- H4: Output Quality hat einen positiven Effekt auf Perceived Usefulness.
- H5: Result Demonstrability hat einen positiven Effekt auf Perceived Usefulness.
- H6a: Perceived Ease of Use hat einen positiven Effekt auf Perceived Usefulness.
- H6b: Perceived Ease of Use hat einen positiven Effekt auf Intention to Use.
- H7: Perceived Usefulness hat einen positiven Effekt auf Intention to Use.

4 Empirische Studie

4.1 Methodik und Messung

Um Ergebnisse mit hoher Generalisierbarkeit zu erzielen, eignet sich besonders die Anwendung quantitativ-empirischer Methoden (Johnson und Duberley 2000). In der aktuellen Forschung kommt vermehrt die Partial Least Square (PLS-)Methode zum Einsatz, um Wirkungsbeziehungen innerhalb eines Strukturmodells und der jeweiligen Konstrukte zu untersuchen (Esposito et al. 2010). Ein besonderer Vorteil besteht darin, dass auch bei kleinen Stichprobengrößen bereits belastbare Aussagen getroffen werden können (Hoyle 1999). Entsprechend wurde eine Online-Umfrage über den Dienstleister Qualtrics erstellt, um das Forschungsmodell zu validieren und die hypothetische Akzeptanz abzuschätzen.

Zur Messung der Konstrukte wurden die ursprünglichen Items von Davis (1985) sowie Venkatesh und Davis (2000) ins Deutsche übersetzt und in einigen Fällen an die bestehende Fragestellung angepasst bzw. um weitere selbst kreierte Items ergänzt. Die Tabelle im Anhang 6.1 gibt eine Übersicht aller Items. Die Messung erfolgte jeweils in Form einer 5-Punkte-Likert-Skala, wobei 1 für „trifft zu“ und 5 für „trifft nicht zu“ stand. Neben der Untersuchung der Technologieakzeptanz wurden weitere Fragenblöcke zu allgemeinen personenbezogenen Daten, dem Engagement und der Erfahrungen als MR, dem Besitz von, der Kenntnis über und der Erfahrung mit Smartwatches sowie der Einschätzung der Smartphone-Variante ergänzt. Die Fragestellungen wurden auf Grundlage sach-logischer Überlegungen und in Absprache mit dem Mobile Retter e.V. konstruiert. Vor der

Veröffentlichung wurde der Fragebogen von Universitätsmitarbeitern, Masterstudierenden sowie den Projektverantwortlichen des Mobile Retter e.V. getestet und für valide befunden.

4.2 Datenerhebung und Probanden

Die Zielgruppe der Befragung bestand zum Zeitpunkt der Studie aus 448 registrierten Mitgliedern des Mobile Retter e.V., welche die Smartphone-App auf ihrem Endgerät installiert hatten und nutzten. Da diese nicht selektiert angesprochen werden konnten, wurde eine Einladung zur Umfrage per Mail an alle aktiven alarmierbereiten MR, passiven Vereinsmitglieder und -förderer sowie interessierten Newsletter-Abonnenten versendet. Um die relevante Personengruppe zu selektieren, wurden entsprechende Fragen als Filterfunktion aufgenommen. Per E-Mail wurde der Fragebogen an 1.182 Personen verschickt. 555 Empfänger haben die Mail geöffnet, 122 sind dem Link zur Umfrage gefolgt. Insgesamt haben 114 Personen an der Befragung teilgenommen. Davon gaben 89 an, als MR registriert zu sein. Nach Bereinigung nicht abgeschlossener Sitzungen blieben 74 (16,52% der Population) verwertbare Datensätze übrig. 29 (39,19%) der Teilnehmer geben ein Alter zwischen 26 bis 35 Jahre an. 65 (87,84%) der befragten MR sind männlich. Zu Beginn der Umfrage wurde erhoben, ob der MR eine Smartwatch besitzt bzw. sich mit der Funktionsweise einer solchen auskennt. Wurde beides verneint, vermittelten informative Hinweise in der Umfrage die wichtigsten Eigenschaften und Funktionen. Dazu kamen die Wikipedia-Definition zum Stichwort Smartwatch (Wikipedia 2015) und eine Beispielgrafik einer Apple Watch® zum Einsatz. Auf diese Weise wurde versucht, irrtümliche Vorstellungen der Befragten von Smartwatches zu verringern (Schlohmann 2012).

4.3 Ergebnisse und Analyse

Zur Auswertung der Daten und Überprüfung der Hypothesen wurde die Software SmartPLS 3 eingesetzt. Es folgen die Analyse des Messmodells sowie des Strukturmodells und die Beschreibung der weiteren erhobenen Daten. Zur Beurteilung des reflektiven Messmodells wurden vier Gütemaße nach Schloderer et al. (2009) betrachtet. Bei der Indikatorreliabilität wird ein Mindestwert von 0,7 angenommen, um zu prüfen, ob sich der Indikator zur Messung der latenten Variablen eignet (Krafft et al. 2005). Anhang 6.2 gibt eine Übersicht der Indikatoren und ihrer jeweiligen Ladungen. Die fünf Indikatoren SN1, SN4, IMG5, IMG6 und IMG7 weisen einen zu niedrigen Wert auf. Eine Elimination der Indikatoren wurde nicht vorgenommen, da diese an das ursprüngliche TAM2 angelehnt sind und erst noch zu prüfen wäre, ob diese auch bei deutlich größeren Stichproben eine zu niedrige Zuverlässigkeit aufweisen. Alle anderen Indikatoren liegen über dem Mindestwert und wurden als geeignet bewertet. Tabelle 1 führt die latenten Variablen auf und ordnet diesen ihre Werte der Konstruktrelativität, der durchschnittlich erfassten Varianz (DEV) und die Bewertung der Diskriminanzvalidität zu. Die Gütebeurteilung auf Konstruktebene erfolgte per Konstruktrelativität. Alle Werte liegen über 0,6 und wurden somit als geeignet eingestuft. Dies bestätigt auch die Betrachtung der DEV, welche jeweils größer als 0,5 ist (Ringle und Spreen 2007). Die Diskriminanzvalidität wurde anhand des Fornell-Larcker-Kriteriums (Fornell und Larcker 1981) sowie durch die Betrachtung der Kreuzladungen bestätigt (Chin 1998b). Unter Einschränkung der fünf Indikatoren, deren Ladungen einen zu geringen Wert aufweisen, wurde das Messmodell als zuverlässig und valide befunden.

Latente Variable	Konstruktreliabilität	DEV	Diskriminanzvalidität
Subjective Norm (SN)	0,876	0,544	valide
Image (IMG)	0,903	0,599	valide
Job Relevance (JR)	0,957	0,818	valide
Output Quality (OQ)	0,908	0,711	valide
Result Demonstrability (RD)	0,930	0,769	valide
Perceived Usefulness (PU)	0,940	0,796	valide
Perceived Ease of Use (PEOU)	0,911	0,721	valide
Intention to Use (ITU)	0,948	0,819	valide

Tabelle 1: Ergebnisse Messmodell-Analyse

Die Überprüfung des Strukturmodells und damit der Hypothesen erfolgte anhand des Partial Least Square Algorithmus. Ein Bootstrapping-Verfahren wurde bei Standardeinstellungen mit 5.000 Stichproben, 5.000 Wiederholungen und Mean Replacement der fehlenden Daten durchgeführt. Als Gütekriterien wurden das Bestimmtheitsmaß, die Pfadkoeffizienten sowie die Pseudo-t-Werte herangezogen. Bild 4 zeigt das Strukturmodell mit den Wirkungszusammenhängen, den Pfadkoeffizienten, der Signifikanz sowie dem Bestimmtheitsmaß R^2 der endogenen Variablen. Die Analyse zeigt, dass Image und Intention to Use mittelgut und Perceived Usefulness substantziell durch die ihnen zugeordneten latenten Variablen erklärt werden (Chin 1998b).

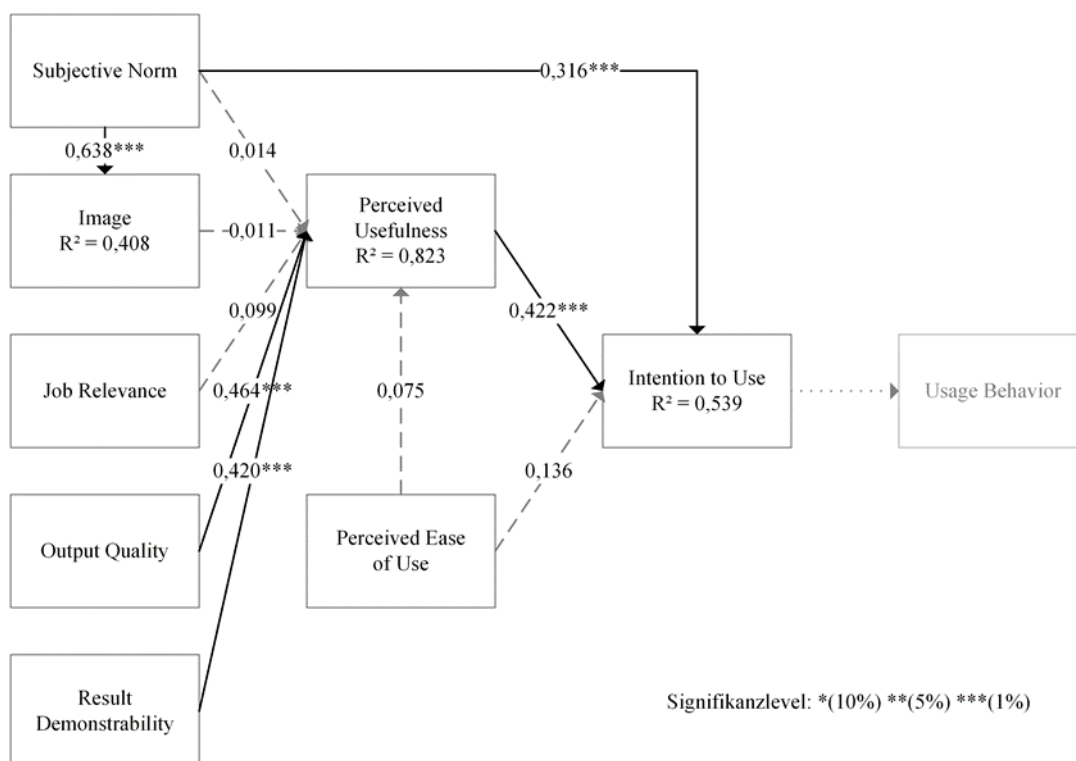


Bild 3: Strukturmodell-Analyse

Tabelle 2 gibt eine Übersicht der Hypothesen, der Pfadkoeffizienten, der Signifikanzen sowie der Hypothesen-Unterstützung durch die Daten. Alle Pfadkoeffizienten sind positiv. Fünf von zehn Pfaden können als bedeutsam angesehen werden (Chin 1998a). Anhand der Pseudo-t-Werte wurde

die Signifikanz der Pfade eingestuft. Die Analyse des Strukturmodells unterstützt vier von zehn Hypothesen. H1c, H4, H5 und H7 sind entsprechend der Vorüberlegungen hoch signifikant und werden somit unterstützt. Entgegen der Annahme von Venkatesh und Davis (2000), dass Subjective Norm bei freiwilliger Nutzung keinen direkten Einfluss auf Intention to Use hat, wurde eine solche Beziehung aufgezeigt.

Hypothesen		Pfadkoeffizienten	Signifikanz	Unterstützung
H1a	SN → ITU	0,316	***	Nein
H1b	SN → PU	0,014		Nein
H1c	SN → IMG	0,638	***	Ja
H2	IMG → PU	0,011		Nein
H3	JR → PU	0,099		Nein
H4	OQ → PU	0,464	***	Ja
H5	RD → PU	0,420	***	Ja
H6a	PEOU → PU	0,075		Nein
H6b	PEOU → ITU	0,136		Nein
H7	PU → ITU	0,422	***	Ja

Signifikanzlevel: * (10%), ** (5%), *** (1%)

Tabelle 2: Ergebnisse Strukturmodell-Analyse

Wie beschrieben wurden weitere Daten zum Engagement und der Erfahrungen als MR sowie dem Besitz von, der Kenntnis über und der Erfahrung mit Smartwatches erhoben. Einige der Ergebnisse werden im Folgenden genauer dargestellt. Von den 74 MR sind 23 (31,08%) auch Mitglieder im Mobile Retter e.V. 35 (47,30%) wurden schon einmal über ihre Smartphone-App alarmiert, 27 (36,49%) haben bereits an einem Einsatz teilgenommen. 24 (32,43%) gaben an, schon einmal eine Alarmierung auf ihrem Smartphone verpasst zu haben. Von den 74 Personen geben 70 (94,59%) an zu wissen, was eine Smartwatch ist. 6 (8,11%) besitzen eine Smartwatch. 45 (60,81%) glauben, mit den Funktionen einer Smartwatch vertraut zu sein, während 24 (32,43%) dies verneinen und 5 (6,76%) sich nicht sicher sind. Auf die Frage, ob der Besitz einer Smartwatch sinnvoll sei, antworten 24 (32,43%) mit Ja, 31 (41,89%) mit Nein und 19 (25,68%) sind sich bei der Antwort unsicher.

Zu Beginn der Umfrage geben von den 68 MR, welche keine Smartwatch besitzen, 32 (47,06% von 68) Personen an, sie hätten bereits über den Kauf einer Smartwatch nachgedacht während die anderen 36 (52,94% von 68) dies noch nicht getan haben. Um einen Priming-Effekt zu untersuchen, wird diesen 36 Personen am Ende der Umfrage eine ähnlich formulierte Frage zu Kaufgedanken gestellt. Dabei gibt 1 (2,78% von 36) MR an, im Nachgang der Umfrage über einen Kauf einer Smartwatch nachdenken zu wollen. 31 (86,11% von 36) wollen sich auch weiterhin nicht mit einem möglichen Kauf beschäftigen, während 4 (11,11% von 36) sich diesbezüglich nicht sicher sind. Für 7 (10,29%) der MR wäre die Smartwatch-App ein Kaufgrund für eine Smartwatch. Für 51 (75,00%) ist dies kein Kaufgrund und 10 (14,70%) sind sich darüber unsicher.

Bei der Aussage „Unter der Voraussetzung, dass ich eine Smartwatch besitze, werde ich die App mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit darauf nutzen.“ liegt der Mittelwert der Antworten bei 1,41 auf der 5-Punkte-Likert-Skala. Der Mittelwert der Aussage „Unter der Voraussetzung, dass ich eine Smartwatch besitze, würde ich die App darauf installieren.“ liegt bei 1,30.

5 Fazit, Limitationen und Ausblick

Ziel der durchgeführten quantitativen Studie war es, dem Mobile Retter e.V. eine Handlungsempfehlung für bzw. gegen die Programmierung einer Smartwatch-Version der Smartphone-basierten Mobile-Retter-App zu geben. Dazu wurde die Technologieakzeptanz mithilfe des TAM 2 erfasst. Da ein funktionsfähiger Prototyp zum Zeitpunkt der Studie nicht vorlag wurde diese letztlich hypothetisch erfasst. Mit den Indikatoren des Konstrukts Intention to Use wurde eine deutlich positive Tendenz zur Absicht, eine entsprechende App zu nutzen, gemessen. Bzgl. der Einflussfaktoren der Intention to Use und damit des Usage Behavior kann das Forschungsmodell kein umfassendes Bild geben. Zwar wird bestätigt, dass die Subjective Norm und die Perceived Usefulness signifikanten Einfluss auf die Intention to Use haben und die Perceived Usefulness wiederum signifikant durch die Output Quality und die Result Demonstrability beeinflusst werden. Die Tatsache, dass fünf von zehn erwarteten Wirkungsbeziehungen nicht nachgewiesen konnten, legt verschiedene Limitationen der vorliegenden Studie nahe.

Für die Untersuchung wurde das TAM 2 als grundlegendes Forschungsmodell herangezogen. Die in der ursprünglichen Version von Venkatesh und Davis (2000) verwendeten Konstrukte größtenteils übernommen und kontextspezifische Anpassungen ausschließlich auf Item-Ebene vorgenommen. Der Kontext der (freiwilligen) Ersthilfe in Notfallsituationen unterscheidet sich z. T. deutlich vom originären Anwendungsbereich des TAM 2, bspw. durch die hohe intrinsische Motivation der Nutzer (Befragungsteilnehmer) und dem Auseinanderfallen von Anwender (MR) und Profiteur (Notfall-Patient) der Technologie. Einflüsse dieser Besonderheiten auf die Bewertung insbesondere der Job Relevance, der Output Quality und somit der Perceived Usefulness sind nicht auszuschließen. So könnte der nicht nachweisbare positive Zusammenhang von Job Relevance und Perceived Usefulness (H3) als Artefakt gewertet werden, dass die Relevanz der Technologie in der Ermöglichung einer schnellstmöglichen Ersthilfe gesehen wird, die zum Großteil bereits durch die Smartphone-App adressiert wird. Demgegenüber kann eine Smartwatch-Version nur noch marginale Verbesserungen ermöglichen. Auch rücken dadurch ggf. die Rollen des Images des Perceived Ease of Use in den Hintergrund (Ablehnung der H2 und H6). Gleichzeitig verschiebt sich damit das Kosten-Nutzen Verhältnis zu Ungunsten der Smartwatch, da die Kosten für die Anschaffung in der vorliegenden Studie dem einzelnen MR angelastet werden. Im Ergebnis kann eine deutliche erkennbare Bereitschaft, die Smartwatch-App zu nutzen (wenn sie denn verfügbar wäre) die Teilnehmer nicht zum Kauf bewegen. Ungeachtet dessen erschwert die Stichprobengröße (74 Datensätze) den Nachweis von Signifikanz. Es muss darüber hinaus die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass das TAM2 im betrachteten Kontext nicht ausreichend geeignet ist, um die Messung einer hypothetischen Technologieakzeptanz vorzunehmen. Einen besseren Ansatz könnte hier das Modell UTAUT (unified theory of acceptance and use of technology, Venkatesh et al. 2003) bieten.

Die vorliegende Studie basierte auf der grundlegenden Annahme, dass die Smartwatch-App sämtliche Funktionen der Smartphone-App beinhaltet. Die Analyse der von den Befragungsteilnehmern in Freitextform genannten Funktionen, die unbedingt vorhanden sein sollten, deutet an, dass eine Vollversion womöglich gar nicht anzustreben ist. So überragt die Bedeutung der Alarmierung, gefolgt von der Adressangabe des Einsatzortes und der Möglichkeit, die eigene Einsatzbereitschaft direkt rückmelden zu können. Insofern bedingt die verfügbare Technologie die (sinnvollen) Funktionen dieser Applikation entlang deren Funktionalität i. S. e. Task-Technology Fit (Goodhue und Thomson 1995). In der Konsequenz ist die Smartwatch (auch) im vorliegenden Kontext als Komplement zur bestehenden Gesamtlösung, bestehend aus App und Smartphone, zu

interpretieren. Die reine Alarmierung kann ggf. völlig ohne App durch die Kopplung von Smartphone und Smartwatch erreicht werden. Da die Untersuchung ohne einen funktionierenden Prototypen erfolgte sind unterschiedliche Vorstellungen bzgl. der Funktionalität einer Smartwatch zwischen den Teilnehmern im vorliegenden Kontext wahrscheinlich. Unberücksichtigt blieb auch, dass Smartwatches z. T. über keine eigenständige GPS-Ortungsmöglichkeit verfügen und daher immer auf ein komplementäres Smartphone zurückgreifen müssen sowie die Tatsache dass eine solche die Akkulaufzeit deutlich reduzieren würde.

Diese Studie erlaubt eine erste Annäherung hinsichtlich der Akzeptanz der befragten Teilnehmer gegenüber einer Smartwatch-Version der bekannten Mobile-Retter-App. Eine finale Entscheidung, ob der Verein Mobile Retter e.V. in eine entsprechende Technologie investieren sollte, kann auf Basis der vorliegenden Daten nicht erfolgen. Gleichzeitig bietet die hypothetische Vorab-einschätzung angedachter Software-Applikationen die Möglichkeit, die Anforderungen der Anwender an diese frühzeitig einzubinden. Einen Ansatz hierzu bietet bspw. Use Case 2.0 (Jacobson 1992). Eine gehaltvolle Ergänzung zur quantitativen Befragung kann hier eine qualitative Befragung darstellen.

Künftige, ähnlich gelagerte Fragestellungen müssen den Anwendungskontext stärker berücksichtigen. Mittlerweile existieren bspw. spezifische Modelle für Mobile Technologien (vgl. Renaud und van Biljon 2008 sowie die dort angeführte Literatur) oder das genannte UTAUT.

6 Anhang

6.1 Übersicht der Items

Konstrukt	Item	Fragestellung
OQ	<i>Durch die Nutzung der App „Mobile Retter“ auf meiner Smartwatch ...</i>	
	OQ1	... kann ich Menschen noch besser helfen.
	OQ2	... kann ich noch schneller am Einsatzort sein.
	OQ3	... verpasse ich weniger Alarmierungen.
	OQ4	... kann ich mich noch schneller über den Einsatz informieren.
SN	<i>Wenn Sie eine Smartwatch besitzen, welche Personen würden von Ihnen erwarten, dass Sie die App "Mobile Retter" über diese nutzen?</i>	
	SN1	Menschen in Not
	SN2	Familienmitglieder
	SN3	Andere Mobile Retter
	SN4	Die Projektverantwortlichen vom Verein Mobile Retter e.V.
	<i>Stellungnahme</i>	
	SN5	Personen, welche mein Verhalten beeinflussen, denken, dass ich die App per Smartwatch nutzen sollte.
	SN6	Personen, welche mir wichtig sind, denken, dass ich die App per Smartwatch nutzen sollte.

IMG	<i>Die Verwendung der App „Mobile Retter“ per Smartwatch ...</i>	
	IMG1	... lässt mich professioneller erscheinen.
	IMG2	... zeigt anderen, dass ich wichtige Arbeit leiste.
	IMG3	... wirft ein positives Licht auf mich.
	IMG4	... zeigt anderen, dass ich Menschen helfe.
	IMG5	... gilt als Statussymbol.
	<i>Mobile Retter, welche die App per Smartwatch nutzen, ...</i>	
	IMG6	... haben ein höheres Ansehen als solche, welche die App nur per Smartphone nutzen.
IMG7	... sind bekannter.	
JR	<i>Die App „Mobile Retter“ per Smartwatch zu nutzen ...</i>	
	JR1	... ist wichtig, um Mobiler Retter zu sein.
	JR2	... ist wichtig, um einen Beitrag bei den Mobilten Rettern zu leisten.
	JR3	... ist wichtig für die Aufgaben der Mobilten Retter.
	JR4	... ist wichtig für meinen persönlichen Einsatz bei den Mobilten Rettern.
	JR5	... ist relevant, um Mobiler Retter zu sein.
RD	<i>Die Vorteile der App "Mobile Retter" auf der Smartwatch ...</i>	
	RD1	... kann ich anderen leicht erklären.
	RD2	... sind mir bewusst.
	RD3	... kann man in der Einsatzzentrale bspw. anhand der Reaktionszeiten messen.
	RD4	... werden sich in der Anzahl erfolgreicher Einsätze widerspiegeln.
PEOU	<i>Die App „Mobile Retter“ auf Smartwatches ...</i>	
	PEOU1	... stelle ich mir leicht verständlich vor.
	PEOU2	... ist für mich ohne hohen Aufwand zu bedienen.
	PEOU3	... ist intuitiv bedienbar.
	PEOU4	... ist für mich keine Herausforderung.
PU	<i>Die Verwendung der App „Mobile Retter“ per Smartwatch ...</i>	
	PU1	... schafft einen Mehrwert für die Mobilten Retter.
	PU2	... verbessert die Reaktionszeiten der Mobilten Retter.
	PU3	... ermöglicht es, noch mehr Menschen zu helfen.
	PU4	... ist nützlich.
ITU	<i>Stellungnahme</i>	
	ITU1	Unter der Voraussetzung, dass ich eine Smartwatch besitze, werde ich die App mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit darauf nutzen.
	ITU2	Wenn ich die Möglichkeit dazu erhalte, werde ich die App "Mobile Retter" per Smartwatch nutzen.
	ITU3	Unter der Voraussetzung, dass ich eine Smartwatch besitze, würde ich die App darauf installieren.
	ITU4	Ich werde anderen empfehlen, die App auf Ihrer Smartwatch zu installieren.

6.2 Analyse Messmodell

Latente Variable	Indikatoren	Ladungen	Konstrukt-reliabilität	DEV	Diskriminanz-validität
SN	SN1	0,616	0,876	0,544	valide
	SN2	0,750			
	SN3	0,857			
	SN4	0,657			
	SN5	0,728			
	SN6	0,792			

IMG	IMG1	0,888	0,903	0,599	valide
	IMG2	0,925			
	IMG3	0,932			
	IMG4	0,876			
	IMG5	0,162			
	IMG6	0,670			
	IMG7	0,663			
JR	JR1	0,891	0,957	0,818	valide
	JR2	0,922			
	JR3	0,940			
	JR4	0,860			
	JR5	0,908			
OQ	OQ1	0,821	0,908	0,711	valide
	OQ2	0,846			
	OQ3	0,830			
	OQ4	0,875			
RD	RD1	0,901	0,930	0,769	valide
	RD2	0,860			
	RD3	0,898			
	RD4	0,848			
PU	PU1	0,916	0,940	0,796	valide
	PU2	0,916			
	PU3	0,826			
	PU4	0,908			
PEOU	PEOU1	0,905	0,911	0,721	valide
	PEOU2	0,843			
	PEOU3	0,916			
	PEOU4	0,717			
ITU	ITU1	0,939	0,948	0,819	valide
	ITU2	0,921			
	ITU3	0,909			
	ITU4	0,849			

7 Literatur

- Chin WW (1998a) Commentary: Issues and Opinion on Structural Equation Modeling. *MIS Quarterly* 22(1):7-16
- Chin WW (1998b) The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. In: Marcoulides GA, ed. 1998. *Modern methods for business research*. Psychology Press, London
- Davis FD (1985) A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems. *Theory and Results*. Doctoral Dissertation, University of Cambridge
- Davis FD, Bagozzi RP, Warshaw PR (1989) User Acceptance of Computer Technology. A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science* 35(8):982–1003
- Esposito VV, Chin WW, Henseler J, Wang H (2010) *Handbook of Partial Least Squares. Concepts, Methods and Applications*. Springer, Berlin, New York
- Fornell C, Larcker DF (1981) Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research* 18(1):39–39

- Goodhue DL, Thompson, RL (1995) Task-Technology Fit and Individual Performance. *MIS Quarterly* 19 (2):213–236
- Hoyle RH (1999). *Statistical strategies for small sample research*. Thousand Oaks: SAGE Publications, Carlifornia
- IDC (2015) Prognose zum Absatz von Wearables weltweit von 2014 bis 2019 (in Millionen Stück). <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/417580/umfrage/prognose-zumabsatz-von-wearables>. Abgerufen am 23.06.2015
- Jacobson I (1992) *Object Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach*. Addison-Wesley Professional
- Johnson P, Duberley J (2000) *Understanding management research. An introduction to epistemology*. Thousand Oaks: SAGE Publications, London
- Krafft M, Götz Ö, Liehr-Gobbers K (2005) Die Validierung von Strukturgleichungsmodellen mit Hilfe des Partial-Least-Squares (PLS)-Ansatz. In: Bliemel F. ed. 2005. *Handbuch PLS-Pfadmodellierung: Methode, Anwendung, Praxisbeispiele*:71-86. Schäffer-Poeschel, Stuttgart
- Mobile Retter e.V. (2015) *Mobile Retter | Jede Sekunde zählt – Zeitgemäße Lebensrettung durch mobile Ersthelfer*. <http://www.mobile-retter.de/>. Abgerufen 21.06.2015
- Park Y, Chen JV (2007) Acceptance and adoption of the innovative use of smartphone. *Industrial Management & Data Systems* 107(9):1349–1365
- PWC (2014) *The wearable technology future*. <http://www.pwc.com/us/en/industry/entertainment-media/publications/pwc-cis-wearable-future-form.html>. Abgerufen 21.06.2015
- Renaud K, Biljon J (2008) Predicting technology acceptance and adoption by the elderly. In: Botha R, and Cilliers C, eds. 2008: *The 2008 annual research conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists*
- Ringle CM, Spreen F (2007) Beurteilung der Ergebnisse von PLSPfadanalysen. *Das Wirtschaftsstudium* 36(2):211–216
- Rogers EM (2010) *Diffusion of Innovations*. 4. Auflage . Simon & Schuster
- Scheibe M, Reichelt J, Bellmann M und Kirch W (2015) Acceptance factors of mobile apps for diabetes by patients aged 50 or older: a qualitative study. *Medicine* 2.0 4(1)
- Schloderer M, Ringle CM, Sarstedt M (2009) Einführung in varianzbasierte Strukturgleichungsmodellierung: Grundlagen, Modellevaluation und Interaktionseffekte am Beispiel von SmartPLS. In: Schwaiger M, ed. 2009: *Theorien und Methoden der Betriebswirtschaft. Handbuch für Wissenschaftler und Studierende*. Vahlen, München.
- Schlohmann K (2012) *Innovatorenorientierte Akzeptanzforschung bei innovativen Medientechnologien*. Gabler, Wiesbaden.
- Venkatesh V, Davis FD (2000) A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model. *Four Longitudinal Field Studies*. *Management Science* 46(2):186–204
- Venkatesh V, Morris MG, Davis GB, Davis FD (2003) User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 27(3):425–478
- Weiser M (1991) The Computer for the 21st Century. *Scientific American* 256(3):94–104
- Wikipedia (2015) Smartwatch. <https://de.wikipedia.org/wiki/Smartwatch>. Abgerufen am 11.06.2015
- Wilson EV, Lankton NK (2004) Modeling patients' acceptance of provider-delivered e-health. *Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA* 11(4):241–248
- Wirtz BW, Ullrich, S, Mory L (2011) Die Akzeptanz der elektronischen Gesundheitskarte in Deutschland. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 81(5):495–518
- Yoo Y (2010) Computing in Everyday Life: A Call for Research on Experiential Computing. *MIS Quarterly* 34 (2):213–231

Kann man digitale Innovationen zerreden? Eine Diskursanalyse zur elektronischen Gesundheitskarte in Deutschland

Lauri Wessel¹, Erik Harloff und Martin Gersch

¹ Freie Universität Berlin, Department Wirtschaftsinformatik, lauri.wessel@fu-berlin.de

Abstract

Schon 2005 erwarteten Hornung et al. (2005) in einem Artikel in der *Wirtschaftsinformatik*, dass die Einführung der Telematik-Infrastruktur (TI) und der elektronischen Gesundheitskarte (eGK) zu großen Kontroversen führen würde. Vorliegend werden diese Kontroversen, die tatsächlich eingetreten sind, mittels einer qualitativen Diskursanalyse systematisch aufgearbeitet. Anschließend werden die Implikationen dieser eher behavioristischen Perspektive für die gestaltungsorientierte Forschung herausgestellt.

1 Einleitung

Die Einführung der Telematik-Infrastruktur (TI) und der elektronischen Gesundheitskarte (eGK) werden seit Anbeginn von der deutschen Wirtschaftsinformatik begleitet (s. bspw. Dünnebeil et al. 2013; Thun 2015; Hornung et al. 2005; Krcmar et al. 2006; Schwarze et al. 2005). Hierbei wurde auch der Charakter der TI als „Grand Challenge“ für die Wirtschaftsinformatik erkannt (Mertens 2012, 2009; Mertens und Barbian 2013). Ein wichtiger Grund dafür, dass die Einführung der TI/der eGK zur „Grand Challenge“ wurde, sind die Kontroversen, die sie begleiten. Bemerkenswerterweise wurden diese Kontroversen schon 2005 von Hornung et al. (2005: 178) erwartet: „However, it remains to be seen how the currently ongoing dispute about the technical implementation [...] might delay the realization of this ambitious project“. Zehn Jahre später sind diese Kontroversen tatsächlich eingetreten.

Vorliegend wird zunächst eine behavioristische Perspektive eingenommen, um die zuvor genannten Diskussionen systematisch aufzuarbeiten. Genauer werden diskurstheoretische Ansätze genutzt, weil sie sich in der internationalen *Information-Systems-Forschung* bei der Analyse vergleichbarer Kontroversen bewährt haben (Barrett et al. 2013; Constantinides und Barrett 2015; Cukier et al. 2009; Currie und Guah 2007). Auf dieser Basis werden kurz die Ergebnisse zweier empirischer Analysen vorgestellt: eine *Inhaltsorientierte Diskursanalyse*, die die Inhalte des Diskurses um die TI beschreibt, sowie eine *Kritische Diskursanalyse*, die untersucht, ob die getätigten Aussagen Sachverhalte sowie die zentralen Artefakte objektiv und normativ richtig beschreiben. Der Beitrag schließt mit einer Reflexion der Implikationen dieser Studie für die gestaltungsorientierte

Forschung und die Untersuchung von „Grand Challenges“ (Becker et al. 2015; Mertens 2009, 2012; Mertens und Barbian 2013) in der Wirtschaftsinformatik.

Insgesamt ergänzt der Fokus auf Diskurse jüngere Arbeiten der Wirtschaftsinformatik zur eGK wie folgt: Im Gegensatz zu Varianzanalysen des Widerstands von Ärzten gegen die eGK (Klöcker et al. 2014) ermöglichen Diskursanalysen eine longitudinale Abbildung der Aussagen, die mehrere Stakeholder zur eGK im Zeitverlauf getätigt haben. In Erweiterung einer wichtigen Fallstudie zu Governance-Herausforderungen, die bei der Implementierung der eGK bestehen (Klöcker et al. 2015), geht die vorliegende Studie dezidiert auf den Inhalt und die Struktur von Diskursen ein und zeigt, dass öffentliche Debatten eine Kernherausforderung für die Governance solcher Projekte sein können.

2 Theoretischer Hintergrund: Diffusions- und Diskurstheorien

Deutschland wird im Vergleich zu anderen Industrienationen eine relativ niedrige Diffusionsrate bei der Nutzung von E-Health-Infrastrukturen wie der TI zugesprochen (Stroetmann et al. 2011; Gersch und Wessel 2015; Lluch und Abadie 2013). Ökonomen definieren „Diffusion“ meist nach Rogers (2003) als die Ausbreitung einer Innovation in einem sozialen System. Die klassische Diffusionstheorie geht davon aus, dass Nutzer beginnen, ein Anwendungssystem zu nutzen, wenn ihnen der Mehrwert des Systems schlüssig ist (Rogers 2003). Infolgedessen spielt die eindeutige Kommunikation des Mehrwerts eine zentrale Rolle für die Diffusion von Innovationen.

Eher soziologische Arbeiten zur Diffusion innovativer Technologien fokussieren typischerweise auf Kommunikation. Beispielsweise argumentieren Barrett et al. (2013), dass die Wahrnehmung des Nutzens eines Anwendungssystems überhaupt erst durch Kommunikation zwischen Individuen bzw. zwischen Individuen und den Medien entsteht. So haben Arbeiten zu Telematik-Infrastrukturen auf Kreta (Constantinides und Barrett 2015) und in England (Currie und Guah 2007) auch die kommunikativen Probleme herausgearbeitet, die bei solchen IT-Großprojekten im Gesundheitswesen entstehen können (siehe auch Greenhalgh et al. 2012).

Vorgenannte Arbeiten konzeptualisieren die Diffusion von Anwendungssystemen als sogenannten „Diskurs“. Diskurse sind zunächst Texte, die zueinander in Bezug stehen und über ein Betrachtungsobjekt (hier: Telematik-Infrastruktur und darauf basierende Anwendungssysteme, Services und Artefakte wie die eGK) berichten (Phillips und Hardy 2002, S. 3). Diskursanalytiker beziehen aber auch den Kontext der Entstehung, Verbreitung, Aufnahme sowie der Beeinflussung der Texte mit ein (Wodak und Meyer 2009; Parker 1992). Diese zwei Aspekte sind auch der Kernunterschied zwischen den zwei Klassen der Diskursanalyse, die vorliegend genutzt wurden (vgl. zum Folgenden Phillips und Hardy 2002): Die *Inhaltsorientierte Diskursanalyse* schafft einen Überblick über den medialen Diskurs, indem sie Teilnehmer (im Folgenden als Akteure bezeichnet) und Themen systematisch beschreibt (siehe auch Mayring und Fenzl 2014). In der folgenden Analyse ist bspw. das Deutsche Ärzteblatt ein Akteur, dessen Artikel gewisse Themen zum Diskurs beitragen. Die *Kritische Diskursanalyse* geht einen Schritt weiter, indem sie den Kontext der Entstehung der Inhalte mit einbezieht (siehe auch Cukier et al. 2009; Ngwenyama und Lee 1997). Im zuvor genannten Beispiel ist es demnach bedeutsam, Aussagen des Ärzteblattes vor dem Hintergrund einzuordnen, dass dies eine Publikation einer bestimmten medizinischen Profession ist.

Ein wichtiger Ansatz ist hierbei die Identifikation sogenannter „Verzerrungen“ (Cukier et al. 2009) der Kommunikation. Sie treten auf, wenn die Summe der Aussagen der Teilnehmer dazu führt, dass das Anwendungssystem anders dargestellt wird als es technisch gestaltet wurde, oder tendenziös dargestellt wird. Vorliegend werden einige solcher Verzerrungen systematisch herausgearbeitet und vorgestellt.

3 Methodik

3.1 Analysezeitraum

Der Datensatz, der für dieses Papier genutzt wird, ist einem Forschungsprojekt zur Diffusion der eGK und der TI in Deutschland entnommen. So werden hier nur Daten analysiert, die zwischen dem 1. Januar 2007 und dem 31. Dezember 2011 publiziert wurden. Der Analysezeitraum setzt damit kurz vor der Ablehnung der eGK durch den 110. Deutschen Ärztetag im Mai 2007 ein und endet mit dem Jahr, in dem der „Online-Rollout Stufe 1“ beschlossen wurde (Elmer 2014, S. 23). Eine erste, grobe Analyse zeigte, dass der Diskurs in diesem Zeitraum besonders heterogen war. Deswegen eignen sich diese Daten besonders gut, um die Relevanz von Diskursen für die Diffusion der eGK/der TI in Deutschland herauszuarbeiten.

3.2 Datenmaterial

Die Daten sind Artikel aus deutschen Fachzeitschriften, Publikumszeitschriften/-magazinen sowie Tages- und Wochen-Zeitungen. Alle Materialien wurden mittels der WISO- und LexisNexis-Datenbanken recherchiert und systematisch in einer Datenbank gespeichert. Insgesamt wurden 761 Artikel analysiert. Tabelle 1 fasst die Datenquellen zusammen.

Publikationsform	Wichtigste Vertreter (anhand der Anzahl relevanter Artikel nach Detailanalyse)	Anzahl Artikel (im Laufe des Auswahlverfahrens, v.l.n.r.)			
		Initialer Suche	Dubletten- bereinigung	Relevanz- prüfung	Detail- analyse
Fachzeitschriften	ÄrzteZeitung, Deutsches Ärzteblatt, Computer Zeitung, VDI Nachrichten, eGovernment Computing, WirtschaftsWoche	1.600	1.600	1.600	573
Zeitungen und Magazine	DIE WELT, taz.die tageszeitung, Handelsblatt, Der Tagesspiegel, DIE ZEIT	4.359	2.824	424	188
Summen		5.959	4.424	2.024	761

Tabelle 1: Übersicht Datenquellen

3.3 Datenanalyse

Den 761 Artikeln wurde das Potenzial zugesprochen, die Diffusion der eGK und TI mitbeeinflusst zu haben. So wurden diese Artikel mit der Software ATLAS.ti analysiert. Hierfür wurden erst grundlegende Kategorien (wie Akteure, Themen, Haltungen, Metadaten) zur Klassifikation von Textstellen festgelegt. Die Kategorien wurden dann mittels *regelgeleiteter induktiver Kategoriengenerierung* nach Mayring und Fenzl (2014, S. 544–547) zu Codes verfeinert, die einer oder mehreren Textstellen manuell zugewiesen werden konnten (insgesamt wurden 3.494 Codes generiert). Für die *Inhaltsorientierte Analyse* war dies ausreichend. Für die *Kritische Diskursanalyse* wurden sowohl übergreifende Haltungen im Zeitverlauf analysiert, als auch ausgewählte Akteure und Haltungen einer Einzelprüfung auf kommunikative Verzerrungen unterzogen. Hierzu wurden einheitliche, möglichst objektive Prüffragen herangezogen, das Auftreten bestimmter sprachlicher Textelemente systematisch hinterfragt sowie eine fachspezifische, wenngleich subjektive, Einzelprüfung auf Sachverstand, Logik und Konsistenz vorgenommen.

4 Empirische Ergebnisse

4.1 Analyse 1: Inhaltsorientierte Diskursanalyse

Ziel der Inhaltsorientierten Diskursanalyse war es, die wichtigsten thematischen Strömungen im Diskurs über die eGK zu systematisieren. Gemessen an der Gesamtzahl der kodierten Themenzuordnungen sind die Bereiche „Praktische Implikationen und Mehrwerte der eGK“ sowie „Konzeption und Technologie der eGK“ die dominantesten Themen. Ein zentrales Ergebnis der Inhaltsorientierten Diskursanalyse ist, dass die potenziell negativen Implikationen der eGK für Arztpraxen, Kliniken und Patienten den vermeintlich wichtigsten Hinderungsgrund für eine reibungslose Diffusion der eGK darstellen könnten, selbst wenn es in zahlreichen Fällen objektiv *nicht* vorhersagbar ist, ob negative Implikationen in der Praxis tatsächlich eintreten. Knapp hierauf folgen die wahrgenommenen Unzulänglichkeiten bei der Konzeption und Technologie der eGK, was die Themen „Datenschutz“ und „Datenmissbrauch“ einschließt. Über alle Themen hinweg fiel auf, dass der Ausgangspunkt der Berichterstattung oftmals in potenziellen Nachteilen und Hinderungsgründen lag. Potenzielle Vorteile der eGK waren selten ein alleiniges Thema eines Artikels.

4.2 Analyse 2: Kritische Diskursanalyse

4.2.1 Überblick der Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Kritischen Diskursanalyse dargestellt. Hervorgehobene Textstellen und Zitate sind dabei als ausgewählte Problembereiche zu verstehen, die *symbolhaft* für die Argumentation ganzer Akteursgruppen oder Organisationen stehen. Zunächst fassen Tabelle 2 und Tabelle 3 die Berichterstattung der o. g. Medien aggregiert und stark abstrahierend zusammen.

Publikation	Positiv ¹	Negativ ²	Tendenz ³
Überregionale Publikumszeitungen			↕ + 6%
DIE WELT	177	107	↗ + 25%
taz.die tageszeitung	119	127	↕ - 3%
Handelsblatt	125	40	↗ + 52%
Der Tagesspiegel	76	54	↗ + 17%
DIE ZEIT (inkl. ZEIT online)	92	85	↕ + 4%

Tabelle 2: Aggregierte Darstellung der Berichterstattung 1

Publikation	Positiv ¹	Negativ ²	Tendenz ³
Fachzeitschriften			↗ + 10%
ÄrzteZeitung (ÄZ)	643	674	↕ - 2%
Deutsches Ärzteblatt (DÄ)	460	330	↗ + 16%
Computer Zeitung	57	39	↗ + 19%
VDI Nachrichten	53	45	↕ + 8%
cid Computer-Informations-Dienst	7	30	↘ - 62%
eGovernment Computing	15	62	↘ - 61%
WirtschaftsWoche	56	10	↗ + 70%

Tabelle 3: Aggregierte Darstellung der Berichterstattung 2

Ein zentrales Ergebnis der Kritischen Diskursanalyse ist, dass im gesamten Betrachtungszeitraum keine bedeutsame Veränderung in der grundlegenden Einstellung von Akteuren (Befürwortung bzw. Kritik an der eGK) eingetreten ist. Dies ist wichtig, weil zur selben Zeit einige technische Weiterentwicklungen, zahlreiche Teststufen und politische Interventionen stattfanden. So wird deutlich, dass Akteure, die die eGK scharf kritisieren, dies weitestgehend konstant tun.

Die Beharrlichkeit der Argumentationen ist in Abbildung 1 schematisch verdeutlicht. Jeweils als gestapelte Fläche⁴ sind oben die prozentualen Anteile neutraler bzw. positiver und unten jene kritischer bzw. fordernder Themenzuordnungen abgebildet (geordnet nach Oberkategorien thematischer Strömungen). Gleichbleibend starke Bänder bedeuten einen über alle Quartale des Betrachtungszeitraums vergleichbaren Anteil der entsprechenden Berichterstattung. Schmalere werdende Bänder weisen auf die Abnahme des Anteils hin, breitere werdende auf dessen Zunahme. Für den Fall der steigenden Akzeptanz und konstruktiven Weiterentwicklung von eGK und TI

¹ Themenzuordnungen unter Einbeziehung neutraler oder positiver Berichterstattung.

² Themenzuordnungen unter Einbeziehung negativer, kritischer und fordernder Berichterstattung.

³ Tendenz der vertretenen Haltung: Der vergebene Prozentwert ist normiert auf das abgeschlossene Intervall [-1;1] bzw. [-100%;100%]. Bei positiven Werten wurde vorwiegend positiv oder neutral, bei negativen Werten vorwiegend negativ, kritisch und fordernd berichtet. Bei den Extrema +/- 100% wurde *ausschließlich* in eine der Richtungen berichtet. Perfekt *ausgeglichene* Berichterstattung liegt bei 0% vor. Die Prozentwerte können wie folgt interpretiert werden: Bei der Berichterstattung werden auf die Gesamtzahl der vergebenen Codes gerechnet x % mehr positiv bzw. negativ berichtet, als es bei perfekt ausgeglichener Berichterstattung der Fall sein würde. Zur Verdeutlichung: Ein Verhältnis von 2:1 zugunsten positiver Berichterstattung würde mit dem Wert 33% ausgedrückt, da 33% (1 von 3 Codes) mehr zugunsten der Befürworter berichtet worden ist; das Verhältnis 3:5 entspräche $2/8 = 1/4$ mehr negativer Berichterstattung, also -25%. Zur symbolischen Verdeutlichung: Ausgeglichene Berichterstattung im Intervall (-10%;+10%) = ↕; eher positive Berichterstattung im Intervall [+10%;+100%] = ↗; eher negative Berichterstattung im Intervall [-100%;-10%] = ↘.

⁴ Der Einfluss generell abnehmender Artikelzahlen und somit Themenzuordnungen wurde bereinigt. Die y-Achsen bilden Indexwerte ab, die aufgrund der Normierung der Daten nicht mehr direkt interpretierbar sind, allerdings die Vergleichbarkeit der beiden Diagramme weiterhin erlauben. Die Indizes ergeben sich aus dem Quotienten von [Prozentualer Anteil des Themas im Quartal bzgl. des gesamten Betrachtungszeitraums] / [Prozentualer Anteil der Themenzuordnungen im Quartal bzgl. der Gesamtanzahl aller Themenzuordnungen].

stünden breiter werdende Bänder (= stärkere Befürwortung) im oberen bzw. schmaler werdende Bänder (= schwächer werdende Kritik) im unteren Diagramm.

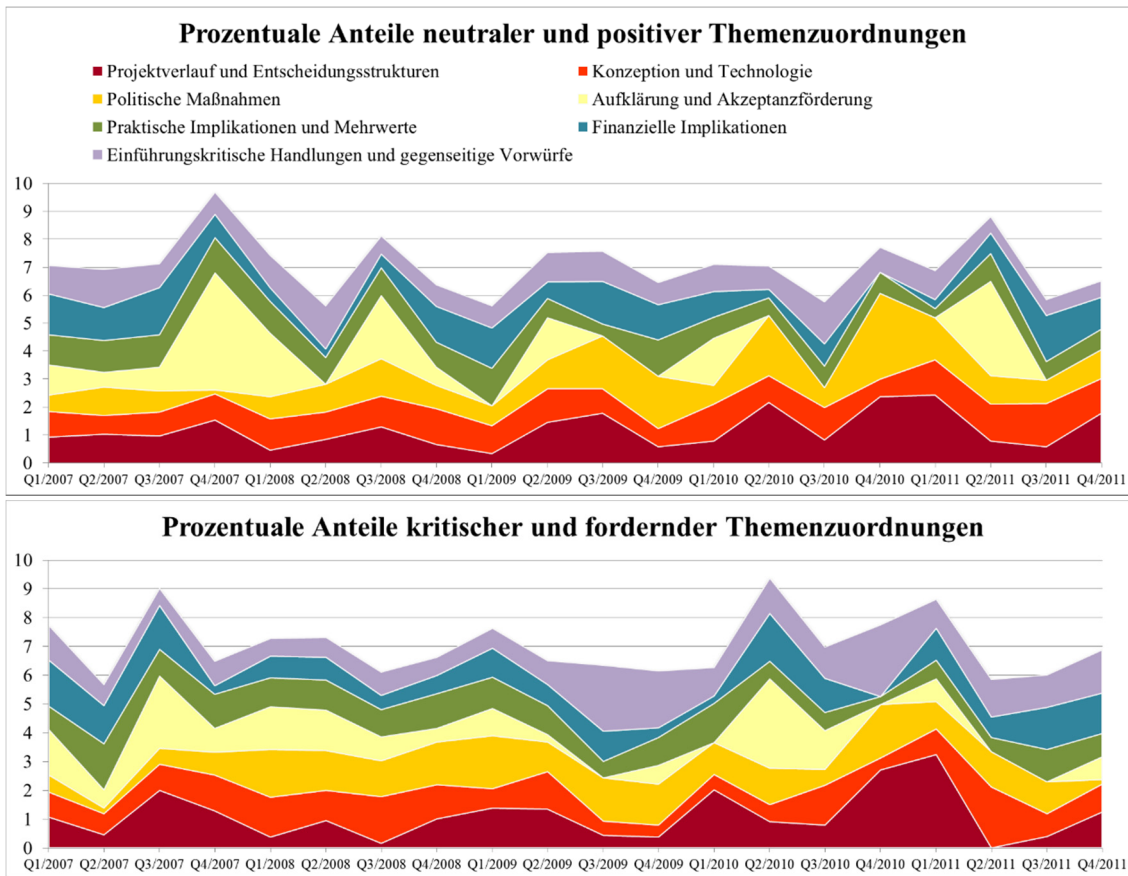


Abbildung 1: Diagramme zur Verdeutlichung der Verteilung befürwortender und kritischer Haltungen im Betrachtungszeitraum

Dies ist jedoch keineswegs der Fall, d. h. weder Befürworter noch Gegner können ihre Standpunkte breit durchsetzen. Konkret ist zu sehen, dass die Kritik (unteres Diagramm) im letzten Quartal bei allen übergeordneten Themengebieten etwa gleich intensiv bleibt wie zu Beginn des Betrachtungszeitraums. Es ist zusätzlich in den Diagrammen sowie bei der Analyse zu erkennen gewesen, dass sich die beiden Formen gegenseitig bedingen: Neue technische Entwicklungen entzünden neue Kritik und neu formulierte Kritik wird von Befürwortern im besten Falle aufgegriffen oder aber abgetan. Diese Schwierigkeiten gegenseitiger Annäherungen exemplifiziert dieses Zitat:

„,80 Prozent aller Wortmeldungen kommen von entschlossenen Kartengegnern‘ [...]. Dass es bereits viele Ärzte gebe, die die Vorteile der Karte sowie der mit ihr verbundenen Technik längst nutzen, werde vergessen. [...] Würde man eine anonyme Befragung nicht gerade auf einem Ärztetag [...] durchführen, käme man [...] auf mehr Zuspruch.“ (Vertreter der BÄK, in ÄrzteZeitung vom 09.03.2009)

Die gezeigten Umstände führen zu und sind Ergebnis der Bildung von Fronten im Diskurs. Problematisch für deren Entstehung sind u. a. die Unsachlichkeit von Argumenten und konkrete inhaltliche Ausprägungen wie Übertreibungen, Auslassungen, Polemik, Paranoia und Kompromissunwilligkeit. Beispielfhaft hierfür stehen Aussagen wie etwa, dass „gesellschaftlicher

Überwachungswahn“ herrsche (Bündnis Stoppt die eCard, in *DIE WELT* vom 26.01.2008) und dass „die Karte [...] unnötig wie ein Kropf“ sei (Hausarzt, in *taz.die tageszeitung* vom 28.09.2011).

4.2.2 Verzerrung im Kontext der Bestrebungen zu Aufklärung und Akzeptanz

Eine erste relevante Verzerrung kann in Bezug auf die Aufklärung und Akzeptanzförderung ausgemacht werden. Ärztinnen und Ärzte sehen ihre Hauptaufgabe typischerweise in der Behandlung und nicht in administrativen Tätigkeiten. Um Akzeptanz zu sichern, sollte folglich bei der eGK auch im Diskurs entsprechend kommunikativer Aufwand betrieben werden, um Leistungserbringer von den medizinischen Vorteilen zu überzeugen und gleichzeitig Unsicherheiten sachlich begründet auszuräumen.

Solche Bemühungen finden sich im analysierten Datenmaterial aber bemerkenswert selten. Sowohl die Häufigkeit als auch die Art und Weise spezifischer Aufklärung genügen eher nicht, um Vorurteilen und Kritiken nachhaltig zu begegnen. Damit ist gemeint, dass Kritik so begegnet wird, dass Projektfortschritte, Rahmenbedingungen und technische Konzepte offen dokumentiert werden. Nach dem Auftreten von Kritik sollte diese umfassend verarbeitet und mit konkretem Bezug auf diese Kritik im Diskurs mit aufklärenden Stellungnahmen geantwortet werden. Außerdem sollten nicht nur kurze Statements von Experten, sondern möglichst umfassende Informationen, die allerdings fachbereichsübergreifend Verständnis finden, bereitgestellt werden. Im Rahmen der Analyse fanden sich lediglich fünf Experten, die eine ausführliche technologische Aufklärung realisierten: Zu Verschlüsselungsverfahren der eGK Adrian Spalka (IT-Experte, Uni Bonn und CompuGroup Medical Deutschland, in *WirtschaftsWoche* vom 26.11.2007), Lukas Gundermann (Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein, in *Deutsches Ärzteblatt* vom 08.02.2008), Martin Gödecke (T-Systems, in *ÄrzteZeitung* vom 08.03.2010); zur Funktionsweise und Sicherheit des Datenerhaltungsmodells die gematik (in *c't* vom 18.08.2008) sowie zur Funktionalität und Sicherheit des elektronischen Patientenfachs Jürgen H. Müller (Mitarbeiter beim Bundesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit, in *Deutsches Ärzteblatt* vom 14.03.2008).

Das eindrücklichste Beispiel für die Verzerrung im Bereich „Aufklärung“ betrifft das Thema „Speicherort“: Bezüglich der Planung eines „zentralen Servers“ als Kern der deutschen TI wurden nur vier kurze Gegendarstellungen von drei Personen im Diskurs gefunden, die jeweils auf keine offiziellen Dokumentationen hinweisen. Bei zwei Personen handelt es sich um Journalisten. Hingegen wurde die zentrale Datenspeicherung, die von den meisten Kritikern als geplant angenommen wurde, über 70-mal von zahlreichen Fachleuten, Journalistinnen und Journalisten kritisiert. Gerade weil keine zentrale Datenspeicherung geplant war, zeigt dies, wie wichtig eine fundiert-rationale Aufklärung gewesen wäre.

4.2.3 Verzerrungen der Darstellung von Datensicherheit und anderer technologischer Fragestellungen seitens eGK-kritischer Akteure

Eine zweite wichtige Verzerrung kann im Bereich der attribuierten, unzureichenden Datensicherheit und technischer Mängel gesehen werden. In diesem Kontext ist es ein Ergebnis der Analyse, dass sich die Teilnehmer des Diskurses bei Aussagen bezüglich des Datenschutzes und technischer Fragestellungen gegenseitig delegitimieren und so eine objektive Darstellung dieser Themen zumindest gefährden:

„*BITKOM, der Verband also, der eigentlich die Interessen der deutschen IT-Unternehmen vertritt, macht sich derzeit für die Rechte chronisch Kranker stark. [...] Die Ärzteschaft, bislang wenig*

hervorgetreten als Datenschutzbehörde, schwingt sich derweil auf zum Hüter der Patientendaten.“ (ZEIT online, am 22.10.2009)

„Die Karte belaste weder das Verhältnis zwischen Arzt und Patient [...].“ (Vertreter von BITKOM, in Handelsblatt vom 16.05.2007)

Des Weiteren beziehen sich eGK-kritische Aussagen an nahezu keiner Stelle im untersuchten Diskurs direkt auf unabhängige Technologie-Expertenmeinungen, Spezifikations- oder Anforderungsdokumente. Eine seltene Ausnahme dazu bildet der Forderungskatalog des 110. Deutschen Ärztetages. Dies ist bedeutsam für die Diffusion der eGK, weil Datenschutzbedenken ein wichtiger Grund dafür sind, dass insbesondere niedergelassene Ärzte die eGK ablehnen, während bestehende und eingesetzte Verfahren wie Telefonie oder Fax weitestgehend genutzt werden:

„Wo ist der Vorteil gegenüber den etablierten Verfahren Telefon und Fax? Arztbriefe und Befunde lassen sich direkt aus der EDV per Fax versenden und empfangen, die Speicherung erfolgt digital. Labordaten kommen verschlüsselt über ISDN in den Praxisrechner. Mehr brauche ich nicht.“ (Leserbrief eines niedergelassenen Arztes, in Deutsches Ärzteblatt vom 22.06.2007).

Technologische Bedenken werden mitunter auch durch Vergleiche mit Datenübertragungskanälen, die durch Vorschriften zur Vorratsdatenspeicherung in Einzelfällen übergangen werden können, gerechtfertigt.

„[B]ei der zentralen Speicherung von Patientendaten gebe es erhebliche Sicherheitsrisiken, begründete der Ärztetag seine Ablehnung unter Hinweis auf den [...] Datenklau bei der Tiroler Gebietskrankenkasse. Aufgrund der deutschen Vorschriften zur Vorratsdatenspeicherung, die jeden Internetprovider zur Einrichtung einer Schnittstelle verpflichtet, die einen Datenabgriff und das Knacken der Verschlüsselung gestattet, sei so etwas auch in Deutschland möglich.“ (Dokumentation des 70. Bayerischen Ärztetages, in ÄrzteZeitung vom 25.10.2011).

In einem weiteren Beispiel wird der Verlust einer CD, also eines externen Speichermediums, als Begründung für die Ablehnung der TI und Befürwortung eines anderen, externen Speichermediums, nämlich eines USB-Sicks, herangezogen:

„[A]uf einer CD gespeicherte Datensätze des staatlichen Gesundheitsdienstes [von Großbritannien] [...] sind durch Schlampereien spurlos verschwunden. Bittmann [...] hat aus dem Skandal [...] den Schluss gezogen, dass sensible Patientendaten in ein verlässliches und sorgsam gepflegtes System gehören. Eine zentrale Speicherung in einer Datenbank [...] sei [...] nicht der richtige Ansatz. [...] Eine echte Alternative sei die vom NAV-Virchow-Bund favorisierte USB-Lösung.“ (Vertreter des NAV, in Computerwoche vom 01.02.2008)

„Die USB-Lösung ist zudem sicherer als die Gesundheitskarte. Sie kann auch den Rechner des Leistungserbringers vor Viren schützen. Das gesamte Sicherheitssystem befindet sich auf der USB-Karte selbst.“ (Vertreter des NAV, in Deutsches Ärzteblatt vom 16.05.2008)

Weitere Kritik an der Datensicherheit der eGK wird mitunter polemisch begründet oder widerspricht zahlreichen, technischen Entwicklungsfortschritten wie dem 2-Schlüssel-Prinzip oder der geplanten Speicher- und Zugriffsarchitektur:

„Binnentäter der Internetwelt finden immer einen Weg, vertrauliche Daten zu missbrauchen.“ (Leserbrief eines niedergelassenen Arztes, in DIE WELT vom 19.12.2008)

„Werden auf die Karte Gesundheitsdaten übertragen, wären sie jedem an der Versorgung Beteiligten zugänglich, nur nicht den Patienten, es sei denn, sie haben ein Lesegerät oder nehmen in Kauf, dass die Öffentlichkeit an ihren Daten teilhat [...].“ (Vertreterin des Diakonischen Werks Hessen und Nassau, in *ÄrzteZeitung* vom 29.03.2007)

Diese und andere Kritik an potenziell unzulänglichem Datenschutz ist vielfältig und im Diskurs prominent vertreten. Sie entspricht aber in vielen Fällen nicht immer der geplanten bzw. umgesetzten technischen Gestaltung der eGK und der TI. Dies gilt besonders auch in 42 weiteren Fällen, bei denen von Kritikern teils unspezifische Risikoeinschätzungen oder Bedenken geäußert wurden, ohne weitere fachliche Begründungen vorzutragen. Auf die fehlende Unsachlichkeit und Unbegründetheit weisen zahlreiche Akteure aus Selbstverwaltung, Datenschutz, Industrie und Politik sowie Journalistinnen und Journalisten im Diskurs hin. Hierzu gehören Franz-Joseph Bartmann (Bundesärztekammer, u. a. in *ÄrzteZeitung* vom 01.02.2010 sowie *DIE WELT* vom 29.03.2011), Thilo Weichert (Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein, u. a. in *ÄrzteZeitung* vom 16.11.2007), Dietmar Hopp (InterComponentWare, in *ÄrzteZeitung* vom 27.07.2010), Jürgen H. Müller (Mitarbeiter beim Bundesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit, in *DSB Datenschutz-Berater*, Ausgabe 6-7/2008) und Hauke Gerlof (Ressortleitung Wirtschaft der *ÄrzteZeitung*, u. a. in *ÄrzteZeitung* vom 01.02.2010).

4.3 Zusammenfassung der Diskursanalysen

Vorliegend wurden Auszüge einer *Inhaltsorientierten* und einer *Kritischen Diskursanalyse* zur eGK/TI in Deutschland präsentiert. Neben der Darstellung zentraler Themen des Diskurses konnten drei Dinge herausgearbeitet werden: (i) eine Verhärtung der Fronten im Diskurs, die trotz technologischer Entwicklungen und politischer Interventionen weitestgehend bestehen blieben; (ii) eine potenzielle Verzerrung der Kommunikation in Bezug auf (fehlende) Aufklärungsbemühungen und (iii) eine potenzielle Verzerrung der Kommunikation in Bezug auf die Datensicherheit und technologische Mängel.

5 Diskussion

Die vorliegenden Analysen leisten drei Beiträge zur wirtschaftsinformatischen Forschung. Erstens ergänzen sie die wichtigen, meist gestaltungsorientierten Arbeiten zu den Themen E-Health/Health-IT um eine eher behavioristische Perspektive (s. auch Klöcker et al. 2014, 2015). Wie eingangs beschrieben, sind die von Hornung et al. (2005) vermuteten Kontroversen tatsächlich eingetreten. Sie wurden in der Wirtschaftsinformatik bisher vergleichsweise wenig aufgegriffen und reflektiert. Der vorliegende Beitrag arbeitet diese Kontroversen mittels diskurstheoretischer Überlegungen und Methoden systematisch und grundlegend auf (Barrett et al. 2013; Constantinides und Barrett 2015; Phillips und Hardy 2002). Er stellt heraus, dass Kontroversen dazu führen können, dass die öffentliche Diskussion von Artefakten unter Umständen nicht der technischen Gestaltung der Artefakte entspricht. Die Entwicklung einzelner Artefakte in den Bereichen E-Health/Health-IT kann folglich von einer Reflexion davon profitieren, wie diese Artefakte in der öffentlichen Diskussion dargestellt und im Zeitverlauf diskutiert werden. Dies erscheint, neben inhaltlichen Aspekten, wie zum Beispiel einer nach wie vor mangelnden Interoperabilität (Thun 2015), als zentral für die Erklärung des bisherigen Diffusionsverlaufes der eGK und der TI. Interoperabilität an sich ist ein technisches Problem, das durch rationale Analyse, Argumentation und kontinuierliche Weiterentwicklung in einem Standardisierungsprozess gelöst werden könnte. Unsere Analyse weist auf eine ergänzende Problemebene hin, nämlich, dass diese „Rationalität“

extrem schwierig werden kann, wenn sich die Fronten im Diskurs verhärtet haben. Die zukünftige Forschung könnte also deutlich davon profitieren, die Entwicklung technischer Artefakte mit derart theoriegeleiteten Analysen zu parallelisieren (siehe auch Picot und Baumann 2009).

Zweitens können Diskurse systematisch in die Entwicklung von „Design Theories“ (Gregor und Jones 2007; Mandviwalla 2015) einbezogen werden. Im Rahmen von „Design Theories“ werden behavioristische Überlegungen als „Kernel Theories“ genutzt, um Hypothesen darüber zu bilden, wie ein konkretes Artefakt gestaltet und implementiert werden kann (Gregor 2006; Gregor und Jones 2007). Die Artefakte werden dann iterativ in der Praxis getestet und die Tests genutzt, um die Hypothesen zu modifizieren (Mandviwalla 2015; Mandviwalla et al. 2008). In dieser Perspektive haben sich verschiedene Ansätze gebildet, die ökonomische und/oder sozialwissenschaftliche Theorien mit der Wirtschaftsinformatik verbinden (bspw. Han et al. (2015: 296)). Somit wird die Stärke deutlich, die die Wirtschaftsinformatik darin hat, generische Theorien in die Anwendung zu bringen und hierbei diese auch zu prüfen sowie ggf. zu ihrer Weiterentwicklung beizutragen. So zeigt die vorliegende Analyse, dass eine große Menge relevanter Stakeholder dazu führen kann, dass Artefakte anders dargestellt und diskutiert werden, als sie technisch-rational gestaltet wurden. Es wird deutlich, dass es neben den technisch-rationalen Erwägungen auch darauf ankommt abzuschätzen, *wie* kontrovers ein Artefakt wahrgenommen werden könnte. Hieraus können Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, z. B. die Entwicklung eines stärker ausgeprägten Informationsangebotes, welches auch sensitiv gegenüber Diskursströmungen, Phasen und Stakeholdergruppen im Verlaufe eines Diffusionsprozesses ausgestaltet wird.

Drittens zeigt die Perspektive eines möglichen „Zerredens“ digitaler Innovationen eine wichtige Facette wirtschaftsinformatischer „Grand Challenges“ (Mertens 2009, 2012; Mertens und Barbian 2013) auf. Insofern folgt dieser Beitrag jüngsten Anregungen, gesamtgesellschaftliche Erwägungen in der wirtschaftsinformatischen Forschung stärker zu berücksichtigen (Becker et al. 2015). Der distinkte Beitrag, den diese Studie zu diesen Erwägungen leistet, besteht darin, aufzuzeigen, dass „das Zerreden“ ein weiterer, wichtiger Grund sein kann, warum aus ambitionierten Projekten überhaupt „Grand Challenges“ werden können. Neben wichtigen technischen Erwägungen zeigt die Studie, dass zum Beispiel technische Features der TI kritisiert wurden, die gar nicht existierten. Es wird deutlich, dass „Grand Challenges“ nicht nur aus technischen Gründen große Herausforderungen sind. Die zukünftige Forschung könnte hier noch stärker herausarbeiten, welche Faktoren die Wahrscheinlichkeit beeinflussen, dass solche Kontroversen wie jene zur eGK/TI in Deutschland entstehen. Dies wäre von unmittelbarem Nutzen für die gestaltungsorientierte Forschung, da sich so besser abschätzen ließe, ob und welcher Aufwand für die Entwicklung begleitender Maßnahmen notwendig erscheint, um eine erfolgreiche Realisierung zu befördern.

6 Literaturverzeichnis

- Barrett M, Heracleous L, Walsham G (2013) A Rhetorical Approach to IT Diffusion: Reconceptualizing the Ideology-Framing Relationship in Computerization Movements. *MIS Quarterly* 37 (1):201-220
- Becker J, vom Brocke J, Hedder M, Seidel S (2015) In Search of Information Systems (Grand) Challenges. *Bus Inf Syst Eng*:1-14. doi:10.1007/s12599-015-0394-0
- Constantinides P, Barrett M (2015) Information Infrastructure Development and Governance as Collective Action. *Information Systems Research* 26 (1):40-56. doi:doi:10.1287/isre.2014.0542

- Cukier W, Ngwenyama O, Bauer R, Middleton C (2009) A critical analysis of media discourse on information technology: preliminary results of a proposed method for critical discourse analysis. *Information Systems Journal* 19 (2):175-196. doi:10.1111/j.1365-2575.2008.00296.x
- Currie WL, Guah MW (2007) Conflicting institutional logics: a national programme for IT in the organisational field of healthcare. *Journal of Information Technology* 22 (3):235-247
- Dünnebeil S, Sunyaev A, Leimeister J, Krcmar H (2013) Modular Architecture of Value-Added Applications for German Healthcare Telematics. *Bus Inf Syst Eng* 5 (1):3-16. doi:10.1007/s12599-012-0243-3
- Elmer A (2014) Großprojekt Elektronische Gesundheitskarte. Der Turnaround ist geschafft. *IM+io* 3:20-27
- Gersch M, Wessel L (2015) E-Health und Health-IT. In: Gronau N, Kurbel K, Becker J, Sinz EJ, Suhl L (eds) *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/informationssysteme/Sektorspezifische-Anwendungssysteme/Gesundheitswesen--Anwendungssysteme-im/e-health-und-health-it>,
- Greenhalgh T, Procter R, Wherton J, Sugarhood P, Shaw S (2012) The organising vision for telehealth and telecare: discourse analysis. *BMJ Open* 2 (4). doi:10.1136/bmjopen-2012-001574
- Gregor S (2006) The Nature of Theory in Information Systems. *MIS Quarterly* 30 (3):611-642. doi:10.2307/25148742
- Gregor S, Jones D (2007) The Anatomy of a Design Theory. *Journal of the Association for Information Systems* 8 (5):313-335
- Han K, Kundisch D, Weinhardt C, Zimmermann S (2015) Economics and Value of IS. *Bus Inf Syst Eng* 57 (5):295-297. doi:10.1007/s12599-015-0397-x
- Hornung G, Goetz CJ, Goldschmidt AW (2005) Die künftige Telematik-Rahmenarchitektur im Gesundheitswesen. *Wirtschaftsinf* 47 (3):171-179. doi:10.1007/BF03254897
- Klöcker P, Bernnat R, Veit D Implementation through Force or Measure? How Institutional Pressures shape National eHealth Implementation Programs. In: *Twenty Second European Conference on Information Systems*, Tel Aviv, 9-11 June 2014 2014.
- Klöcker P, Bernnat R, Veit D (2015) Stakeholder behavior in national eHealth implementation programs. *Health Policy and Technology* 4 (2):113-120. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.hlpt.2015.02.010
- Krcmar H, Klapdor S, Leimeister J-M (2006) Die eGK und die Telematikinfrastruktur für das deutsche Gesundheitswesen Teil 1 und 2, in: , 2006, Heft 1, . *Krankenhaus IT-Journal* (1 & 2):32-34 bzw. 48-49
- Lluch M, Abadie F (2013) Exploring the role of ICT in the provision of integrated care—Evidence from eight countries. *Health Policy* 111 (1):1-13. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.healthpol.2013.03.005
- Mandviwalla M (2015) Generating and Justifying Design Theory. *Journal of the Association for Information Systems* 16 (5):314-344
- Mandviwalla M, Patnayakuni R, Schuff D (2008) Improving the peer review process with information technology. *Decision Support Systems* 46 (1):29-40. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2008.04.005

- Mayring P, Fenzl T (2014) Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur N, Blasius J (eds) Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, Teil 3: Forschungsparadigmen in der qualitativen Sozialforschung. Springer, Wiesbaden, pp 543-556
- Mertens P (2009) Schwierigkeiten mit IT-Projekten der öffentlichen Verwaltung. Informatik Spektrum 32 (1):42-49. doi:10.1007/s00287-008-0310-9
- Mertens P (2012) Schwierigkeiten mit IT-Projekten in der öffentlichen Verwaltung: Neuere Entwicklungen. Informatik Spektrum 35 (6):433-446
- Mertens P, Barbian D (2013) Forschung über „Grand Challenges“ – Eine „Grand Challenge“. Arbeitspapier Nr. 1/2013, Universität Erlangen-Nürnberg, Wirtschaftsinformatik I
- Ngwenyama OK, Lee AS (1997) Communication richness in electronic mail: Critical social theory and the contextuality of meaning. Mis Quarterly 21 (2):145-167. doi:Doi 10.2307/249417
- Parker I (1992) Discourse dynamics. Critical analysis for social and individual psychology. Routledge, London, New York:
- Phillips N, Hardy C (2002) Discourse Analysis: Investigating Processes of Social Construction, vol 50. Qualitative Research Methods Series. Sage, Thousand Oaks, London, New Delhi
- Picot A, Baumann O (2009) The Relevance of Organization Theory to the Field of Business and Information Systems Engineering. Business and Information Systems Engineering 1 (1):62-69. doi:10.1007/s12599-008-0027-y
- Rogers EM (2003) Diffusion of Innovations. 5th edn. Free Press,
- Schwarze J-C, Tessmann S, Sassenberg C, Müller M, Prokosch H-U, Ückert F (2005) Eine modulare gesundheitsakte als antwort auf kommunikationsprobleme im gesundheitswesen. Wirtschaftsinf 47 (3):187-195. doi:10.1007/BF03254899
- Stroetmann KA, Artmann J, Stroetmann VN (2011) European countries on their journey towards national eHealth infrastructures. eHealth Strategies.
- Thun S (2015) Digitalisierte Medizin. Informatik Spektrum 38 (1):22-27. doi:10.1007/s00287-014-0859-4
- Wodak R, Meyer M (2009) Critical Discourse Analysis: History, Agenda, Theory, and Methodology. In: Wodak R, Meyer M (eds) Introducing qualitative Methods. Sage, Los Angeles, London, pp 1-33

Verwendete Zeitungs- und Zeitschriftenartikel (in der Reihenfolge ihrer Erwähnung im Text):

- Trippel A (29.03.2007) Pflegedienst sieht Datenschutzproblem. ÄrzteZeitung 59:15.
Handelsblatt (16.05.2007) Neuer Streit um Gesundheitskarte. Handelsblatt 94:5.
- Unger T (22.06.2007) Gesundheitstelematik: Begehrlichkeiten. Deutsches Ärzteblatt 25/104:1814.
DIE WELT (26.01.2008) Widerstand gegen geplante Gesundheitskarte. DIE WELT 22:4.
Computerwoche (01.02.2008) Ärzte wollen andere Gesundheitskarte. Computerwoche 5:23.
- Bittmann K, Müller C (16.05.2008) Gesundheitstelematik: USB-Karte versus Speicherung auf zentralen Servern. Deutsches Ärzteblatt 20/105:1048.
- Sies E (19.12.2008) Leserbrief. DIE WELT 298:9.
ÄrzteZeitung (09.03.2009) Das Problem der E-Card: die lautstarken Gegner. ÄrzteZeitung 44:4.
- Klopp T (22.10.2009) Elektronische Gesundheitskarte vor dem Aus. ZEIT online 44.
- Rotenberger J (28.09.2011) Potenzial zum Missbrauch. taz.die tageszeitung/taz Nord:24.
ÄrzteZeitung (25.10.2011) Bayerns Ärzte gegen E-Card plus. ÄrzteZeitung 191:5.

Teilkonferenz

Einsatz von Unternehmenssoftware in der Lehre

Unternehmenssoftware wie z. B. Enterprise Resource Planning (ERP) Systeme sind heutzutage in einem Großteil der Unternehmen im Einsatz. Aus diesem Grund ist es wichtig, bereits frühzeitig sowohl Fachwissen als auch Kompetenzen im Umgang mit derartigen Lösungen zu vermitteln. Neben der Vermittlung von konzeptuellem Wissen steht dabei auch die praxisnahe Ausbildung an realen Systemen im Vordergrund. Aus diesem Grund bieten Hochschulen ihren Studierenden und späteren Absolventen die Möglichkeit, das geforderte Fachwissen bereits während der Studienzeit zu erlangen. Dabei kommen den verwendeten Lehrkonzepten und –methoden sowie den Curricula eine besondere Bedeutung zu. Das Hauptziel der Teilkonferenz „Einsatz von Unternehmenssoftware in der Lehre“ ist es, Forschern und Praktikern ein Forum zu bieten, sich über Innovationen, Erfahrungen und zukunftsweisenden Nutzungskonzepten im Kontext von betrieblichen Anwendungs- und Informationssystemen im Lehreinsatz austauschen zu können. Der inhaltliche Fokus liegt dabei auf Lösungen wie z. B. Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM), Supply Chain Management (SCM) und Supplier Relationship Management (SRM) Systemen. Ein weiterer Fokus der Teilkonferenz liegt auf dem Einsatz von In-Memory-Datenbanken, Big-Data- und Industrie 4.0-Szenarien sowie deren Umsetzung in innovativen Lehrkonzepten mit praktischen Anwendungsbeispielen. Darüber hinaus ermöglicht sie dem Austausch von Curricula-Entwicklern, um neue Lehrunterlagen vorstellen und diskutieren zu können.

Helmut Krcmar, Klaus Turowski, Harald Kienegger

(Teilkonferenzleitung)

Teaching Big Data Analytics to IS Students: Development of a Learning Framework

Galina Baader¹, Marlene Knigge¹, Sonja Hecht¹, and Helmut Krcmar¹

¹ Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,
{galina.baader|marlene.knigge|sonja.hecht|helmut.krcmar}@in.tum.de

Abstract

Big data is an emerging topic. Managers, however, lament the lack of big data specialists in industry. We aim to identify key skills needed by information system professionals to design and develop big data analytical solutions. Therefore, we conducted a literature review to identify papers containing skill requirements for information systems professionals or even frameworks for teaching students about big data. As this topic is closely linked to practice and related literature is sparse, we also conducted expert interviews with big data specialists to ascertain from their standpoint what content should be included in a learning framework.

The learning framework containing key skills for big data analytics we developed was evaluated in a focus group discussion. The identified skills range from well-established concepts of data warehousing and relational databases to emerging topics such as handling in-memory databases, real-time analytics and new business models. As the field of big data is diversified, the focus group suggested focusing the learning framework on business models, analytics and emerging databases.

1 Motivation

Big data is an emerging topic in both academia and business with the potential to transform business practices and information technology (IT). Thanks to big data, managers are able to gather more information about their business processes and translate that knowledge directly into improved decision making and performance (McAfee et al. 2012). Big data deals with datasets that exceed the ability of commonly used software tools to capture, manage and process data within a tolerable elapsed time (Snijders et al. 2012). In addition to the huge amount of data (Volume), the data processing speed (Velocity) and the various forms of data resources to collect structured and unstructured data of all types (Variety) are important (Russom 2011). Despite the opportunities presented by big data, it also presents numerous challenges one of which is to prepare information systems (IS) professionals to adequately deal with the many dimensions of big data.

The need for IT specialists with analytical capabilities is increasing. According to Davenport and Patil (2012), “[n]o university programs have yet been designed to churn out data scientists [...]” (Davenport and Patil 2012). A report from the McKinsey Global Institute predicts that US industries will lack about 140,000 to 190,000 people with analytic skills by the year 2018 (Manyika et al.

2011). “The variety of challenges, fields of applications and importance [of big data] in nearly every industry calls for data experts on the one hand, but even more for well-founded and multidisciplinary knowledge of future talents and leaders on the other hand.” (Buhl et al. 2013). The appropriate education is a major prerequisite for the effective use of big data in research and practice (Schermann et al. 2014; Debortoli et al. 2014). The emerging omnipresence of big data coupled with the increasing demand for big data specialists led us to focus on identifying the required knowledge and skills needed by IS students to become big data specialists and to develop a learning framework incorporating this knowledge.

Big data education differs from traditional analytical education with its strong focus on data warehouses. One difference is the sheer amount of data involved which requires new manipulation tools and complex models (Russom 2011). New emerging technologies, such as in-memory databases, offer new possibilities for data analysis (Chen et al. 2012). Improvements in time-consuming reports and business processes, but also the option to perform real-time analyses provide the possibility to identify new business models (Piller and Hagedorn 2012). The research question underpinning our study is:

Which key skills do IS professionals need to design and develop analytic solutions for big data?

To answer this question, we systematically analyzed the literature on big data. We then conducted several interviews with big data experts to identify use cases and challenges from practice. Based on the literature and the empirical findings, we developed a learning framework to teach big data analytics. The framework was subsequently evaluated in a focus group comprising lecturers and professors. The results of the focus group discussion provided the identification of the most important skills for IS students.

2 Methodology

We conducted a literature review in line with the guidelines proposed by Webster and Watson (2002). In order to cover material from a vast number of scientific journals and conference proceedings, we utilized the databases EBSCOhost, ScienceDirect, IEEE Explore and Google Scholar. To identify relevant articles dealing with big data analytics in education and the skills required to perform analytics, we used the search terms “business intelligence” or “analytics” in conjunction with “big data” and “teaching” or “education” or “skill”. Afterwards, all references found were reviewed in case they, by chance, did not match any of the search terms used. The exclusion of all articles that do not address big data in teaching/education yielded seven key scholarly contributions with a focus on big data in education.

As academic literature regarding big data for education is very sparse and big data is a very practice-oriented topic, we conducted interviews to identify application areas from practice. We conducted the interviews based on the guidelines of Gläser and Laudel (2010) and Mayring and Brunner (2009). Our interview guideline included questions regarding: information about the expert and the company, questions covering big data and corresponding in-memory projects currently in progress, and topics considered by the expert to be of importance. All interviews were conducted in German and were subsequently translated into English.

We chose to interview experts from all relevant perspectives: database developers, big data start-up founders, IT-operators dealing with big data and a big data customer. In total we conducted five expert interviews. As we anonymized the data, we will refer to these sources as “Database I” “Database II”, “Startup”, “IT-Operator” and “Big Data Customer”.

Based on the outcomes of the literature review and the expert interviews, we developed a framework for big data education referring to the design science guidelines of Hevner et al. (2004). The framework reflects the skills identified from literature and practice that should be taught to enable IS students to become big data specialists. The framework was evaluated in a focus group discussion following the guidelines for this type of evaluation proposed by Stahl et al. (2011) and Powell and Single (1996).

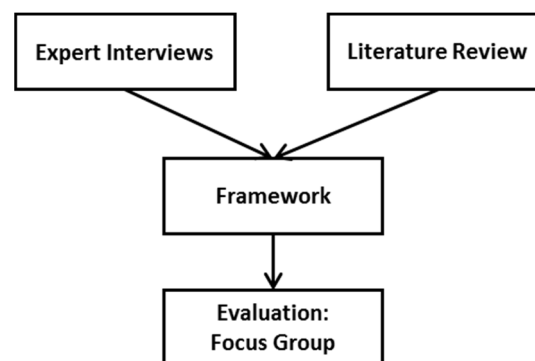


Figure 1: Methodology for developing a learning framework to teach big data analytics (Source: Authors' design)

The focus group comprised 14 professors and lecturers from different universities in Germany and was held in German. We recorded the discussions and translated them into English. The participants attended a SAP HANA training where the concepts of in-memory databases and big data analytics were discussed. The participants' backgrounds ranged from fields such as data warehousing, business intelligence and big data to more technical- or business-centered backgrounds. Participants were either involved in big data topics in academia or in practice. We posed questions regarding their experience with and concepts for teaching big data and asked which skills they consider to be essential for big data analytics experts. During the discussion, we presented our learning framework derived from the literature and the expert interviews and asked the participants to evaluate the comprehensiveness of the content.

3 Developing a Learning Framework for Big Data Analytics

Based on the definition of Stahlknecht and Hasenkamp (2005), IS students deal with information and communication systems in industry and management. As graduates, they should provide optimal information and communication skills meeting business requirements. Big data offers new possibilities of providing the information needed.

For purposes of our study, we refer to the following definition of big data analytics: “...*data sets and analytical techniques in applications that are so large (from terabytes to exabytes) and complex (from sensor to social media data) that they require advanced and unique data storage, management, analysis, and visualization technologies.*” (Chen et al. 2012). The skills and knowledge to design and implement analytic solutions include analytic skills, IT skills,

communication skills and business knowledge (Chiang et al. 2012). Based on this structure, we will use the categories “IT skills”, “analytic skills” and the more general category of “management skills” to structure the identified skills in the following presentation. We assigned topics from the literature that should be considered for each of these categories in this specific area.

As analytic courses are often taught using a project approach and real-life examples, we collected possible application areas from the literature and the expert interviews to complement the learning framework.

3.1 Skills Identified through the Literature Review

From our review of the literature, we identified management, analytics and basic IT skills expected from information system graduates. Related to management skills, topics such as business models, potential analysis, project management and business performance management (BPM) are most often mentioned in the literature.

Table 1 provides a short description of these topics. Whereas project management is a well-established topic, there seems to be an increasing need for skills in areas such as business models and potential analysis.

Topic	Description	References
Business Models	Improving existing business models and creating new ones based on big data. This also includes analytics in the cloud or personalized websites (Amazon, ebay)	(Buhl et al. 2013; Chen et al. 2012)
Potential Analysis	Business development: identification of the potential of big data and extracting value from the analysis	(Debortoli et al. 2014; Meinel 2014)
Project Management	Initiation, planning, steering and controlling of projects, project management methods	(Debortoli et al. 2014)
Business Performance Management	Using scorecards and dashboards to analyze the performance of a company. Traditional metrics are enhanced with results of data mining algorithms	(Chen et al. 2012)

Table 1: Management skills for big data specialists derived from literature

Big data specialists should possess a range of analytic skills as listed in Table 2. Besides traditional topics such as descriptive analytics, big data specialists should have knowledge in various data mining approaches for the analysis of structured and unstructured data. Furthermore, vast amounts of data require more advanced skills in the area of data visualization.

Topic	Description	References
Data Visualization	Interactive visualization, dashboards, web-based reports, scorecards and sensor-based interfaces	(Davenport and Patil 2012; Sallam et al. 2011; Chen et al. 2012; Debortoli et al. 2014)
Prescriptive Analytics	Recommendation of one or more courses of action by showing the outcome of each action through, for example, simulation	(Debortoli et al. 2014)
Predictive Analytics I: Data Mining, Structured Data	Data mining algorithms on structured data (e.g. association analysis, clustering, classification, regression analysis, anomaly detection, predictive modelling.)	(Chen et al. 2012)
Predictive Analytics II: Text Mining, Unstructured Data	Data mining on unstructured data, web analytics, social media, text analysis (including opinion mining, question answering, web mining)	(Buhl et al. 2013; Chen et al. 2012; Sallam et al. 2011)
Descriptive Analytics	Reporting skills such as ad hoc query, search-based business intelligence (Google-like interface), OLAP	(Debortoli et al. 2014; Chen et al. 2012; Meinel 2014; Sallam et al. 2011)

Table 2: Analytic skills for big data specialists derived from literature

According to literature, big data analysts should possess a range of IT skills as shown in Table 3. These skills include not only well-established topics such as data quality management and data warehousing, but also emerging topics such as in-memory databases and distributed file systems.

Topic	Description	References
Software Engineering/ Programming	Methods for developing and implementing software systems including design, implementation, testing, and maintenance. An important aspect of programming is parallelization (e.g. MapReduce)	(Debortoli et al. 2014; Davenport and Patil 2012; Sallam et al. 2011)
Data Quality Management	Measures for ensuring high data quality as data from many sources is combined	(Meinel 2014; Buhl et al. 2013)
Distributed File Systems	Distribution of data over more than one node or network. This includes Hadoop and related open-source tools	(Davenport and Patil 2012; Chen et al. 2012)
Web/Cloud Computing	Program code running on external server with flexible data provisioning and data and resources distributed on different server (grid computing) web-programming	(Davenport and Patil 2012; Debortoli et al. 2014; Chen et al. 2012)
Databases	Classic database topics (administration, SQL, data modelling, as well as new concepts (NoSQL, in-memory databases, column-based DBMS, quantum computing)	(Debortoli et al. 2014; Chen et al. 2012; Buhl et al. 2013; Meinel 2014)
Data Warehousing/ ETL	Data retrieval, metadata cleansing, data warehouse administration, portal integration and data provision	(Chen et al. 2012; Sallam et al. 2011)
Data Security	Although data should be analyzed, possibilities of data privacy protection (e.g. anonymization) should be included.	(Meinel 2014; Buhl et al. 2013; Chen et al. 2012)
Algorithms, Mathematics	Development of new algorithms for big data analytics: e.g. text mining algorithm	(Chen et al. 2012)
Machine learning	Artificial intelligence, system learning from historic data	(Debortoli et al. 2014)
Stream Processing	High-speed data stream processing and analysis of data (e.g. from sensors)	(Chen et al. 2012; Chiang et al. 2012; Debortoli et al. 2014)

Table 3: IT skills for big data specialists derived from literature

Big data analysts need domain specific substantial industry knowledge in their area “[t]o make sense of statistical analyses and communicate effectively with business colleagues” (Debortoli et al. 2014); examples are listed in Table 4.

Application Area	Description	References
E-Commerce and Market Intelligence	E.g. Amazon, ebay	(Chen et al. 2012; Buhl et al. 2013)
E-Government and Politics 2.0	E.g. online campaigns, political participation	(Chen et al. 2012)
Healthcare	Personalized medical care, genomic-driven big data, payer-provided big data (e.g. insurance)	(Chen et al. 2012; Meinel 2014)
Security and Public Safety	E.g. fighting terrorism and cybercrime	(Chen et al. 2012; Meinel 2014)

Table 4: Prominent application areas for big data derived from literature

3.2 Empirical Study

We conducted expert interviews to get insights into possible application areas from practice (Table 5).

Application Area	Description
Real-Time, Decision Making	<i>“What is real-time decision making? That is when you have to intervene during a transaction in an event to clear new information or to prevent a transaction”</i> (Database I). As examples, the interviewees mentioned real-time processes for real-time decision making. <i>“I hold my ski pass to the reader at the ski lift and receive ad-hoc [...] an offer for an OEM Product, e.g. ski insurance.”</i> (Database I)
Industry 4.0	In Industry 4.0 the manufacturing process is improved mainly due to <i>“data driven supply chain management”</i> (Database II) and <i>“everything that takes place in machine-to-machine [interaction]”</i> (Database I). As machines communicate with each other, they optimize the process throughput. The main idea is <i>“parallel production, keyword batch size 1, a greater individualization of the offers for the customers”</i> (Database I)
Optimization of Logistic Processes	<i>“As soon as you combine position data and information (...), for example in the area of traffic, [...] it is big data”</i> (Database I). In the area of tour optimization there is a high potential. Not only the best way is selected regarding the chosen criteria for “best”, but also <i>“the possibility of minimization of traffic jams exists”</i> (Database I) due to an optimized data flow.
Predictive Maintenance	With predictive maintenance, the <i>“maintenance states of machines are analyzed in real-time during their operation”</i> (Database I). The main idea is to prevent unexpected failures beforehand. Usually sensors are attached to the machines and the sensor data are analyzed for specific patterns. <i>“A machine sends the following signal and thus will probably drop out during the next few days. You have to analyze the maintenance states of different machines, which are serially connected or in a cluster, immediately”</i> (Database I).
Cyber Security/ Fraud Detection	The idea of real-time security and fraud detection is to analyze attacks at a very early stage and therefore prevent greater damage and to analyze event streams as data storage is legally prohibited. <i>“If you do not have the permission, (e.g. due to legal regulations) to store data, then you have to pose the question: Which scenarios are possible to analyze data without data storing or long-term archiving? Real-time event processing and analysis is important. [...] One example is fraud detection [...] or cyber security [...]. You are forced by regulations not to store data, but you need knowledge about the data which is legally important or compliance relevant”</i> (Database I).
Customer Analysis	<i>“The idea is to personally address [the customer in a fashion web shop]. [...] Let’s see what information I have about the customer [...] entering the online shop. It starts with his location, which you get easily due to the IP address. Then you continue with the gender depending on where the customer clicks.”</i> (Big Data Customer). <i>“If you surf on a website, each click, each mouse movement will be tracked. The company uses this [...] important information [...] to optimize their website”</i> (Database II).
Product or Service Analysis	Opinions about a product or service can be extracted from the internet. <i>“We crawl whole websites with hotel ratings (“Expert”, “Trip Advisor”) and structure this information with our software and visualize the data. We prepare [...] reports and give hotel operators a good overview of their hotel”</i> (Startup).
Healthcare	<i>“We will get to prediction, prevention and personalized medicine. The University of Stanford, the Charité [hospital in Berlin, Germany] and many national and international cancer research institutes and the pharma industry</i>

Application Area	Description
	<i>work together. Now we have the possibility to sequence a genome much faster because we have the possibility to develop big cluster analysis. For patients with a similar blood group, a similar predisposition in the DNA structure [...] you know for sure, that in this case [...] a chemotherapy is ineffective, in this case you need this medicine at this dosage” (Database I).</i>

Table 5: Application areas for big data specialists derived from expert interviews

4 Framework Evaluation and Discussion

Based on the literature review and the expert interviews, we developed the learning framework shown in Figure 2. The framework includes all identified skills from literature as well as areas of application from the expert interviews.

Domain Knowledge	Examples:	e-Commerce	Customer Data Analysis
	Real-Time Decision Making	Healthcare	Predictive Maintenance
	Industry 4.0	Product/Service Data Analysis	
	e-Government	Cyber Security/Fraud Detection	
Management Skills	Business Models		
	Potential Analysis		
	Project Management		
	Business Performance Management		
Analytic Skills	Data Visualization		
	Prescriptive Analytics		
	Predictive Analytics I: Data Mining, Structured Data		
	Predictive Analytics II: Text Mining, Unstructured Data		
	Descriptive Analytics		
IT Skills	Software Engineering/Programming	Databases	
	Data Quality Management	Data Warehousing/ETL	
	Distributed File Systems	Data Security	
	Web/Cloud Computing	Stream Processing	

Figure 2: Framework for teaching big data (Source: Authors' design)

During the focus group discussion, we first asked questions about the participants' experiences with big data and opinions regarding big data skills for IS students without showing our framework content. One participant mentioned: *"I had to deal with big data in practice to analyze huge data amounts (...) and I benefitted from my basic SQL skills"*. Although modern databases promise high performance, performance optimization is still an issue. *"You can still program a query or a code favorable or unfavorable"* added a further participant. Basic database knowledge is very important. *"Once you start integrating data from different sources, you need database skills"* a member stated.

Of course the data mining algorithms should be known to the students: *“Students have to be fit in algorithms”*, explained a participant. In addition to the algorithms, data quality assurance is important. *“If there is lot of crap in your dataset, (...) what is the value of your analysis?”* a member asked. Also understanding the requirements from a practitioner’s perspective is very important. We have to teach the students, *“how to ask the right questions“*, an attendant stated. They have to *“understand the requirements from the customer”* and to *“understand [the] value contribution of the case and exploit it”* a further participant added. The last mentioned aspect is the *visualization* of the results, e. g. *“Which kind of chart do I need with three or four big color areas”* as one of the members pointed out.

After showing our preliminary results on the framework to the participants, they generally agreed on our identified skills but argued in favor of concentrating on skills relevant for IS students: *“The value contribution of an information system’s student is to take an economic problem and transform it into a big data problem which can be solved with data mining algorithms. Their profile should not be to know 1000 data mining algorithms.”* We agree with the focus group participants and deleted the development of new algorithms and machine learning from the framework.

The lecturers and professors use two approaches for teaching big data: big data as part of other lectures and big data lectures as its own topic: *“We do not teach a special big data course, but we have embedded it in two lectures [databases and Enterprise Resource Planning systems].”* The students first need to learn the basics in the respective course and are then able to understand the difference between *“basic IT/IS”* and big data. *“In our new Information Systems course of study [...], business intelligence has a big data focus. [...] In addition to the basics, we teach two extra analytical courses, one with structured and one with unstructured data,”* a member mentioned. There was consensus that analyzing case studies makes the topic of big data more interesting for students.

Lecturers can use the developed framework to concept their lectures. One possible way of doing so is to choose from the practical examples and to develop case studies. Solving these case studies, students can be taught the mentioned IT and management skills. They can further apply them on the example of the case study. Our framework further serves as discussion basis to develop new courses for IS students.

Our framework enhances approaches like the ESCO¹ catalogue, which classifies jobs, capabilities, competences and qualifications in Europe. The aim of ESCO is to bridge the gap between academia and industry in all Europe. Our teaching framework can be seen as a part of ESCO, as it concentrates on skills and jobs related to IS.

5 Recommendations and Conclusions

Our aim was to identify key skills needed by IS students to develop big data analytic solutions. Our results show that transforming big data analytics into a competitive advantage in a specific application area is an important skill required by IS graduates. Students need multi-disciplinary skills: (1) They should be aware of basic as well as emerging IT practices and analytic skills and (2) they should understand the industry’s needs to be able to identify situations, which can be transformed through big data to gain a competitive advantage.

¹ For more information please visit: <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=en&pubId=7676>.

Based on the results of our literature review, expert interviews and evaluation by the focus group, we recommend that IS students should be taught both fundamental and emerging skills in IT, analytics and management skills. A good strategy is to develop case studies and let the students identify the potential of applying big data analytics and develop respective solutions. In order to be able to identify the potential of big data analytics they need business skills, to extract, transfer and store the data they need database-related skills, and for the analysis of data they need analytical skills such as data or text mining.

This paper contributes to existing information on big data for education research as it analyses the topic from three different points of view: literature, industry experts and lecturers and professor teaching big data. As the topic of teaching content related to big data is still in its infancy, there was only little relevant theoretical literature available from which we could glean a theoretical basis. This paucity of theoretical background could be seen as a limitation of our paper.

Our work contributes to research, as it identifies three areas of skills (management skills, analytic skills and IT skills) which should be learned by students of IS to prepare them for big data analytics. The learning framework presented in this paper could serve as a guideline from which lecturers and professors could develop course content on big data analytics. In a next step, we plan to develop a big data educational course to illustrate how such skills can be taught in the classroom.

6 Literature

- Buhl HU, Röglinger M, Moser D-KF, Heidemann J (2013) Big Data. *Business & Information Systems Engineering* 5 (2):65-69
- Chen H, Chiang RH, Storey VC (2012) Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS quarterly* 36 (4):1165-1188
- Chiang RH, Goes P, Stohr EA (2012) Business Intelligence and Analytics Education, and Program Development: A Unique Opportunity for the Information Systems Discipline. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)* 3 (3):12
- Davenport TH, Patil D (2012) Data Scientist. *Harvard Business Review* 90:70-76
- Debortoli S, Müller O, vom Brocke J (2014) Comparing Business Intelligence and Big Data Skills: A Text Mining Study Using Job Advertisements. *Business & Information Systems Engineering*.
- Gläser J, Laudel G (2010) *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. Springer-Verlag,
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28 (1):75-105
- Manyika J, Chui M, Brown B, Bughin J, Dobbs R, Roxburgh C, Byers A (2011) Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity. McKinsey Global Institute. http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/big_data_the_next_frontier_for_innovation. Accessed 19 2015
- Mayring P, Brunner E (2009) *Qualitative Inhaltsanalyse*. Springer,
- McAfee A, Brynjolfsson E, Davenport TH, Patil D, Barton D (2012) Big data. *The Management Revolution Harvard Business Review* 90 (10):61-67
- Meinel C (2014) Big Data in Forschung und Lehre am HPI. *Informatik-Spektrum* 37 (2):92-96

- Piller G, Hagedorn J In-Memory Data Management im Einzelhandel: Einsatzbereiche und Nutzenpotentiale. In: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, 2012.
- Powell RA, Single HM (1996) Focus Groups. *International Journal for Quality in Health Care* 8 (5):499-504
- Russom P (2011) Big Data Analytics. TDWI Best Practices Report, Fourth Quarter
- Sallam RL, Richardson J, Hagerty J, Hostmann B (2011) Magic Quadrant for Business Intelligence Platforms. Gartner Group, Stamford, CT
- Schermann M, Hensen H, Buchmüller C, Bitter T, Krcmar H, Markl V, Hoeren T (2014) Big Data. Eine interdisziplinäre Chance für die Wirtschaftsinformatik. *Business & Information Systems Engineering* 6 (5):261-266
- Snijders C, Matzat U, Reips U-D (2012) Big Data: Big Gaps of Knowledge in the Field of Internet Science. *International Journal of Internet Science* 7 (1):1-5
- Stahl BC, Tremblay MC, LeRouge CM (2011) Focus Groups and Critical Social IS Research: How the Choice of Method can Promote Emancipation of Respondents and Researchers. *European Journal of Information Systems* 20 (4):378-394. doi:10.1057/ejis.2011.21
- Stahlknecht P, Hasenkamp U (2005) Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 11 edn. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- Webster J, Watson RT (2002) Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* 26 (2):xiii - xxiii

Teaching In-Memory Computing and Big Data Related Skills at University

Viktor Dmitriyev¹, Benjamin Wagner vom Berg¹, Daniel Stamer¹, Alexander Sandau¹, Nils Giesen¹, Jens Siewert¹, and Jorge Marx Gómez¹

¹ Universität Oldenburg, Wirtschaftsinformatik/VLBA, {viktor.dmitriyev, benjamin.wagnervomberg, daniel.stamer, alexander.sandau, jens.siewert, nils.giesen, jorge.marx.gomez}@uni-oldenburg.de

Abstract

Adapting particular novice topics for university's curricula is a challenging task. Especially, when domains to be adopted are evolving rapidly and there are not much available materials, which explicitly dedicated to teaching. Beside availability of materials, overall management and law eligibility can be a really big obstacle in establishing a novice curricula. However, it's very important to keep teaching programs close to appearing new topics in academia and industry in order to provide students with relevant knowledge and empowering them with advantage on labor market. Current work describes concrete ways how to address teaching to students such phenomena as big data and in-memory computing. Work shows how to build into teaching program novice trends, which are trending both in academia and industry, and at the same time to void hidden pitfalls and overcome obstacles. Work demonstrates in details gathered experiences in teaching aforementioned concepts with an example of particular university.

1 Introduction

Teaching newly appeared, not that well established and even actively evolving subjects such as big data or in-memory computing is always a challenging tasks for higher educational institutions like universities. It's challenging from many perspectives. For the university or other higher education institutions with similarly structure overall management and law eligibility can be a really big obstacle in building really good and up to date curricula, which will provide students' with knowledge relevant for both industry and academia. The other problem is availability of relevant content for teaching. Issues with content appears because taught areas are new and actively evolving, it means absence of robust and proved with time teaching materials such as textbooks, lectures, assessments and supported materials. The content for the course must be gathered and compiled by the teaching team on their own. Despite assembling own course for the particular university curriculum is a widely adapted practice, such practices got their own various drawbacks. One of such drawbacks is a students' motivation, their ability and desire to get into details of a scientific publications, which discuss particular innovation or breakthrough. Such approach can be

hard for non-prepared students and can significantly decrease motivation level, which at the end is going to influence overall understanding of a subject. Another challenge is to estimate students' acceptance rate in advance, because no previous feedback or experience in teaching some particular new skills exists. The only thing that can be done in such situation is to adopt own teaching experience, which teaching team has. However, teaching cutting edge and buzzing in all around techniques and technologies has its own advantages. For instance, a popularity of the offered courses among the students, which gives them additional motivation to be ahead of the whole world and study really advanced subjects being at the same time very deep in the topic.

This paper is organized as follows: section 2 describes general authors' understanding of the big data phenomena. Section 3 describes various works of students done in groups at university, whether section 4 describes students' individual works such as bachelor/master. Section 5 describes attempt to export university teaching experience out of university. Sections 6 provides a conclusion of the current paper work.

2 Big Data and In-Memory Computing Related Terminology

Informally, big data can be defined as a limitation of analytics and storage capabilities of standard database engines. Formally, big data can be defined as a conjunction of three "V"s: volume, velocity and variety. *Volume* states the fact of data processing limitations, which comes from huge size of generated and collected data. *Velocity* argues that data input speed is also crucial, because data is generated and inserted into data storages on a very high speed. *Variety* stays that data should come from different heterogeneous sources (social networks, sensors, transactional data etc.) and argues that besides coming from different sources, in parallel data is going to have different forms and formats. First time, term that involves volume, velocity and variety as a part of its big data definition was introduced by Laney in 2001 (Laney 2001) and reviewed later in 2012 in a form of following definition "Big Data are information assets with volumes, velocities and/or variety requiring innovative forms of information processing for enhanced insight discovery, decision-making and process automation" (Beyer and Laney 2012). Besides widely accepted 3Vs dimension of big data, there are additional "V"s appeared with time as part of the updated term. Two main additional dimensions that were added are "value" and "veracity" (Demchenko et al. 2013; Hitzler and Janowicz 2013; Assunção et al. 2015). There are other "big data" term definitions and interpretations existing. For example big data can be defined as follows: "Big data is a term describing the storage and analysis of large and or complex data sets using a series of techniques including, but not limited to: NoSQL, MapReduce and machine learning" (Ward and Barker 2013). Another possible definition of big data can be "Big Data starts with large-volume, heterogeneous, autonomous sources with distributed and decentralized control, and seeks to explore complex and evolving relationships among data" (Wu et al. 2014).

Despite big data is kind of buzzword there is no way for business to escape from it without losing competitiveness on the market. In 2013 Datameer Inc. in their report showed that the major goals for the companies to implement big data are: (1) increase revenue, (2) decrease costs, and (c) increase productivity (Groschupf et al. 2013). However, raw data, without knowledge extraction, are useless, and proper analytical methods must be applied on top. Mainly, there are two paradigms that are used to implement analytics over data: SQL and MapReduce (Dean and Ghemawat 2008). SQL proved it's applicability by the long and robust history (more than 40 years) of usage. While MapReduce appeared less than a decade ago, but it's already the most popular approach to support

complex analysis of huge volumes of textual and other types of data. Currently, there is a strong debate in the academia on the topic of selecting "silver bullet" for complex data analysis.

Multiple researches stays that SQL wasn't designed for current needs, and new paradigms, like MapReduce, should deal with analytical challenges addressed by the era of big data. Works of (Pavlo et al. 2009) and (Chen and Hsu 2013) showed that database management systems with SQL on board were significantly faster and required less code to implement information extraction and analytical tasks in comparison with once implemented with MapReduce. But the process of database tuning and data loading takes more time in compare to MapReduce one.

Beside big data phenomena that change field of data analysis there is also another phenomena contributing to evolution of data analysis field known as "in-memory computing". Despites concepts of main memory databases are not new (DeWitt et al. 1984), only nowadays of in-memory based databases and systems got a wider attention. It's mainly due to the lower price on DRAM storage in comparison to previous decades and physical limits reached in solid drives storages.

Storing all of the data directly inside main memory significantly boosts data speed of exchanges between CPU and DRAM. The core different in comparison with disk based database engines is that main-memory is treated as master data storage layer, whether disks are used to persist data for case of outage. Firstly, database vendors adopted an in-memory caching layer, but it's just made architecture of a database engine more complex and doesn't allow to overcome problems with fast on disk reads and writes. Later, the paradigm of DRAM usage shifted from being just a big caching layer to the master data later. Thus, it led to wider adoption of in-memory concepts in academia and in industry (Plattner 2009; Zaharia et al. 2012; Zhang et al. 2015).

3 Project Groups

This section describes the organization process of a project groups run together with students. Section provides operational details how exactly project groups are run and later on focused more on concrete selected project groups with discussion of archived results.

A project group (PG) is a specific project type in the university where students are working on one single particular problem during one year period. Whether total amount of time, which a single student supposed to work on the project, is approximately 16 to 20 hours per week (they time can vary because of the internal department regulations). The main advantage of such projects is an ability to incorporate industrial partner as a main stakeholder into a teaching process and provide students with real "close to reality" work experience at the same time focusing on research questions. In such groups, a structure of the small independent company is fully simulated. Project group support to obtain a real unsolved problem from external company and obliged to deliver by the end of the year proof of concept or working prototypical implementation, which solves addressed initial problem. Students are responsible for any activity performed within the project group, starting from establishing internal and external communications, writing documentation, developing and testing software, establishing infrastructure (e.g., servers, clusters, mailing lists, etc.), managing project, picking up tools to use and many other. The role of the supervisors from university in such projects is to guide group of students, which they are approaching their goals. Supervises have to ensure their way to solution and help students in form of consultancy, experience, critical reviews of their actions and other related topics. Next subsections describes selected project groups.

3.1 Maintenance of the Offshore Wind Turbines Based on Generated Data

Cuberunner: Smart Wind Farm Control

The Smart Wind Farm Control (Dmitriyev et al. 2015b) project focused support of offshore wind farms maintenance routines. The objective is to capture the whole data traffic coming from located within wind farms wind turbines, detect error chains by using data mining techniques and approach and later on use gathered knowledge for making decision about proactive maintenance. Currently existing data analysis are performed on pre-aggregated data from wind turbines. Thus, one of the main project's hypotheses is to look at data on more granular level and improve prediction accuracy, which will lead to accurate proactive maintenance. Modern wind turbines got around 400 sensors on board that are delivering data on second basis. If we can assume that each sensors is able to emit around 10 bytes of data per second, total estimation of data in one year per one single wind turbine results into approximately 117 GB (10 Bytes x 400 Sensors x 60 Seconds x 60 Minutes x 24 Hours x 365 Days ~ 117 GB). However, by utilization of in-memory database (e.g. SAP HANA), creation of pre-aggregates and creation of pre-defined OLAP cubes and data marks can be completely omitted. Instead, aggregations can be build "on demand" or in ad-hoc fashion. Hence, analysis procedure can be more flexible and can be performed directly on the real data taking on any level of granularity. Besides working with on-demand aggregations, there is a possibility to use SAP HANA's native integration with R (Große et al. 2011). Such integration is helped to run much comprehensive analysis on the data in order to get better results on predictions. The overall architecture of the Smart Wind Farm Control project is shown on the Fig. 1.



Figure 1. Cuberunner: Smart Wind Farm Control - Architecture Overview

According to the requirements, system should offer following capabilities: (a) Proactive Management System; (b) Precise Forecasts for Maintenance Periods; (c) On-Demand Statistic for Physical Investigations. The Proactive Management System is dedicated to evaluate relevant physical values generated by an offshore wind park. The proactive maintenance should be able to calculate an average remaining life expectancy of single wind turbine. Furthermore, it should provide an automated error detection and error classification mechanisms. Real-time monitoring

and reporting should be based on a data gathered with second frequency. The Precise Forecasts for Maintenance Periods focuses on the turbine maintenance with goal to forecast lifetime estimation and breakdowns. Forecast reports and pre-alerting for all turbine components should be created automatically. System should be able to generate reports and alerts based on data from various data sources: weather, wind turbine resource, operational/sensors, maintenance history. The On-Demand Statistic for Physical Investigations should be able to provide and execute more complex analyses on a larger datasets in the shorter period of time. Thus, faster responses create a possibility to improve an investigation operation that is needed for problem solving.

3.2 Improving Forecast in Energy Domain Based on Historical Data

OLiMP: In-Memory Planning with SAP HANA

While dealing with planning and optimization it's important not only to perform strategic decisions, but also to adequately react to environmental changes. On operational planning and optimization level, the feedback must be provided in real-time and with high certainty. And in order to achieve it in current situation of data boom, the in-memory solution should be used to accelerate the speed of the analysis and provide near real-time response. Thus, beside collecting and performing ETL, the project should be able to provide: (a) Posthumous Analysis; (b) Planning and Simulation; (c) Predictive Analytics.

The main questions that were addressed by the project group are:

- (a) How can the use of in-memory planning and forecasting tools provide a better simulation of future effects of today taking decisions in business questions?
- (b) How can responsible actors be supported to take transparent decisions rather than subjective or feeling decisions? Can the technological advancement generate economic/business added value?

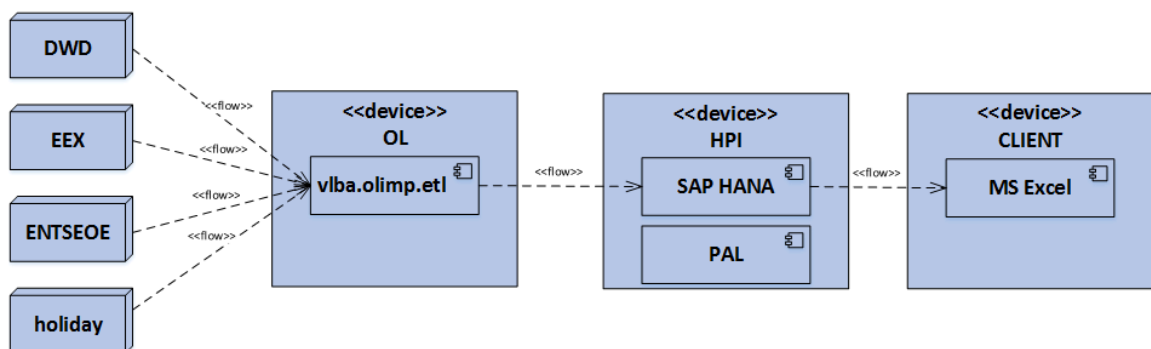


Figure 2. Component Diagram that describes data loading process of the OLiMP project

The main hypothesis is that aggregating more data and using it as an input should lead to better forecast results. The main hypothesis was divided into three sub-hypotheses in order to 'reject'/'remain' main hypothesis. The base hypothesis takes no factors into account and is based on historical data of energy consumption. All hypotheses are based on building a model using data between 2009 and 2013 to deliver a forecast for January 2014 on an hourly basis. In order to get data into SAP HANA, the special software routine that realizes concepts behind Extract, Load, Transform and Analyse (ELTA) (Marin-Ortega et al. 2014; Dmitriyev et al. 2015a) were implemented by project group team (see diagram on Fig.2).

The hypotheses from 1 to 3 considered additional factors (or features), which influenced the energy consumption (e.g. weather, energy prices). The first hypothesis has the least number of factors and the last hypothesis has the most number of factors. The first hypothesis considers calendar events next to the historical data of the energy consumption. Calendar events are thought to play a role regarding energy consumption. Official holidays and occasions could lead to more or less energy consumption. The second hypothesis adds the air temperature as a factor to the model. Weather conditions and air temperature in specific are also factors that probably affect the energy consumption. The third hypothesis adds the energy prices to the previous factors. Energy prices are thought to be a major factor that helps - when combined with the other factors- to build a model that has enough input to predict the future of the energy consumption.

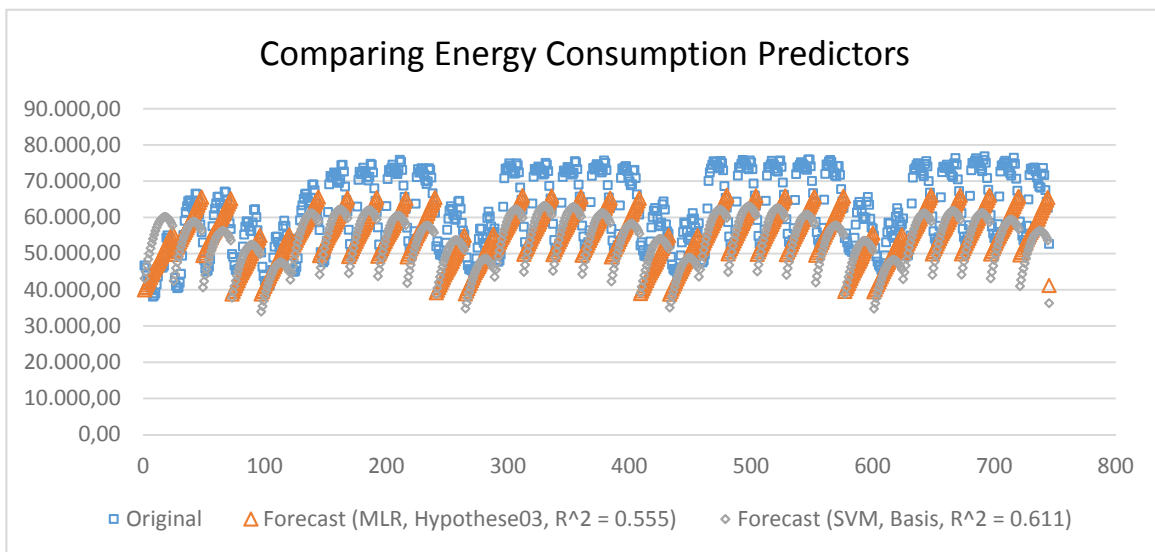


Figure 3. Comparison of various methods used for energy consumption predictions of the OliMP project

The best prediction result was with the base hypothesis based on historical data of the energy consumption as tested with the algorithm linear regression with damped trend and seasonality. Based on hypothesis 3 no significant predictions compared to the other hypotheses were achieved. The graphic depicted on the Fig. 3 shows the best run results with different algorithms using curves in different colors to show the actual and the predicted data.

3.3 Analysis and prediction of traffic density based on real time data

RAPID: Regional Analysis and Prediction Platform for In-Memory Data

In order to efficiently coordinate traffic flows in cities (e.g. by controlling switching profiles in traffic light systems) it is vital to rely on models that were trained from experience. These models are used to adjust traffic control systems based on historical information. However, these models still tend to fail in various situations that are mainly influenced by a set of variables that seem rather underestimated, such as major public events or unforeseeable, like weather or anything else that is not entirely based on a periodically reoccurring pattern.

The project group RAPID designed and prototyped an analysis platform, which tries to improve state-of-the-art traffic control mechanisms by introducing in-memory computation of real time traffic data. The idea was to feed real-time traffic data into an SAP HANA database system, where

rapid computations on the data can be performed. Together with historic data that has been collected over longer spans of time, it was possible to improve the efficiency of traffic control by introducing features like short and long term forecasting of traffic density, approximation of irregular traffic producing events and real-time weather consideration. The result was a SAP HANA-based traffic analysis platform that could simulate, predict, forecast and later analyze traffic density on a bigger set of sensor-equipped junctions. The computation of the platform could be used to improve existing switching models in traffic control systems in order to (re)route traffic more efficiently and to drive down stop times of vehicles. Furthermore, including real vehicle data made it possible to show emission and noise hot spots in the city.

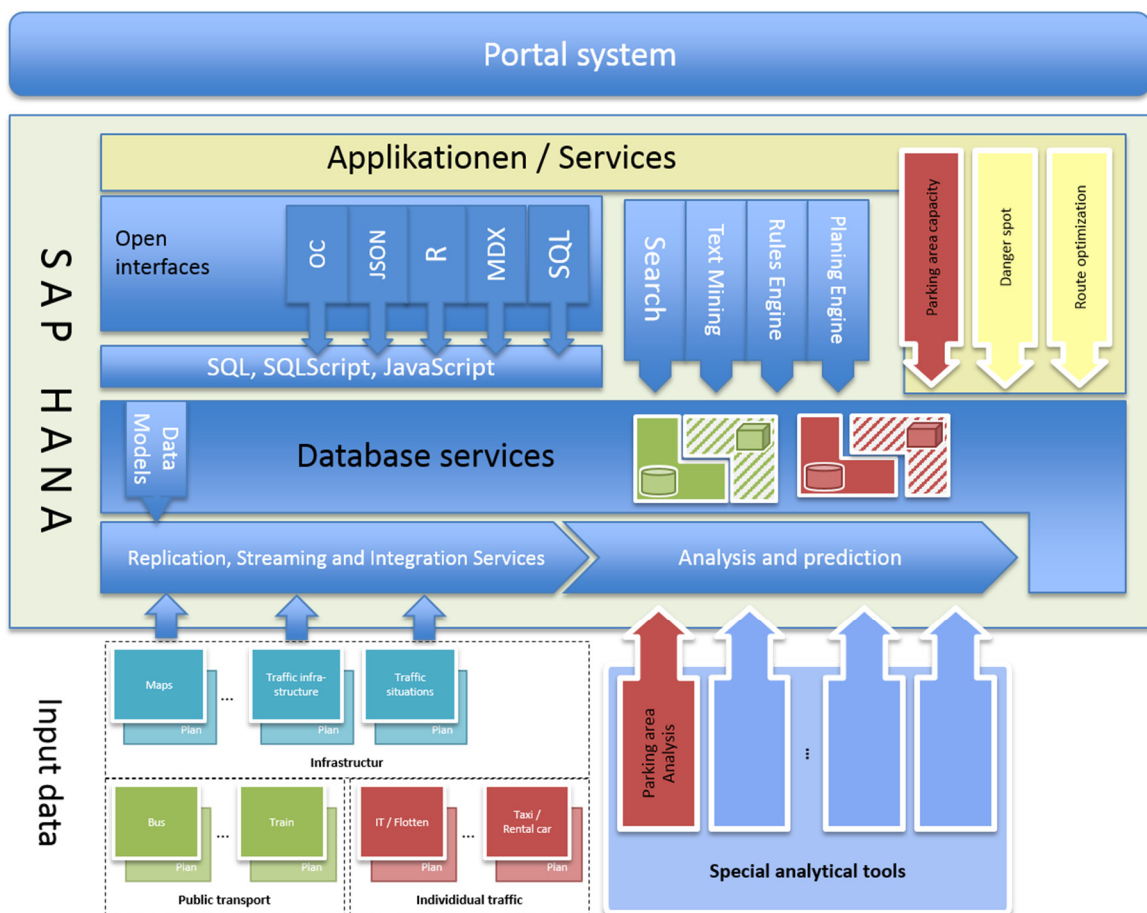


Figure 4. Architecture overview of analysis and prediction platform RAPID

An end user of such a system is typically a mobility manager or traffic planner, which tries to improve traffic flows in high density traffic spots in cities. The platform can be used to find causes and solutions to inefficiently managed traffic sections, such as high density junctions, inadequately switched crossings for pedestrians or inefficient control of preference-based traffic routing. It may also be used to analyze and investigate irregular events, that have led to disruptions in normal traffic flows in order to prevent reoccurrences of such situations in the future and thus to improve robustness of traffic control models.

In order to implement the analysis and forecasting algorithms, the SAP HANA architecture was used alongside an R language runtime to make use of already preexisting statistical algorithms. A custom-made graphical user interface has been designed and prototyped to enable users to

interactively adjust simulation variables and find optimized prediction values for traffic switching systems. The user interface itself is a web-based portal software, which integrates all implemented statistical features of the platform. Thanks to pre-aggregated historic data and the accelerated performance of the mostly column-based in-memory database, it is possible to display results with little to no delay. A brief overview of the RAPID architecture is shown on Fig 4.

The project was realized in the city of Oldenburg, Germany. Real-time and historic data from more than 170 sensor-equipped junctions, real-time weather data, simulated event data and real vehicle data were all combine to create more accurate analysis results and more precise predictions of upcoming traffic.

4 Individual Projects

The format of individual projects performed by students can be described as follows: (a) first of all student has to identify his own points of interests; (b) than he/she has to identify direction of future work; (c) the next step for student would be a discussion of upcoming work with supervisors; (d) after discussion process student should writing down all his/her ideas a make a formal proposal document; (e) than he/she has to communicate idea to wider audience in for of kick-off presentation. Performing a kick-off presentation on a very first steps of an individual project is a very import for getting early feedback on proposed ideas from people, as well as receiving a valuable input from people who have expertise in various domains. Usually, total amount of time dedicated to the work is around 6 months (exceptionally, due to different wrongly estimated workloads/other circumstances initial period can be extended up to 6 weeks on demands upon agreement between student and supervisor). During given time period, student should progress from very first ideas described in the proposal, which are usually assumptions about what he/she is going to do to a final results by following predefined plan (the plan is also approved firstly by student's supervisors an later on accepted by wider audience). Next subsections describes selected domain relevant individual projects of students.

4.1 Partial Decision Support System for Migrating to In-Memory Technology with SAP HANA as an Example

Couple of goals were addressed by the work "Partial Decision Support System for Migrating to In-Memory Technology with SAP HANA as an Example". The main intension was to look how exactly introduction of "in-memory" solutions within a company's infrastructure will impact various company's aspects. In order to accomplish addressed goal, a specially designed method to help company in conducting migration strategy was required. In order to ensure applicability of designed method proof of concept and further evaluation were conducted. At the end, finding were evaluate through SAP HANA based prototypical implementation.

The main focus of the work was in providing decision maker, who are willing to migrate from one technology to other, general overview of possible impacts on the company's landscape. In current particular case, driver technology was an SAP HANA as one of the representor of in-memory computing technologies. The general overview of the system design is shown on the Fig.5. Figure shows a final architecture (e.g. tables and schemas inside SAP HANA database), prototyped cockpit and sample of data model.

And usually for technologies is hard or impossible to find good mechanisms that can help in evaluating this technologies in particular company's case and show all possible impacts that this

technology brings. One of the possible ways is to conduct a proof of concept (PoC) and port selected business process onto new technologies. But PoC implementation can reveal impact only partially. Thus, having mechanisms that can help to understand particular technology deeper are crucial for companies in order to decide whether to move towards new technology or not. Thus, work first of all established bridge to the best practices in IT by adaptation of TOGAF criteria catalog (TOGAF 2009) via expert interviews. Later on, after the criteria catalog was established, the DEX (Bohanec and Rajkovic 1990) was used as method for multiple-criteria decision making based on catalog.

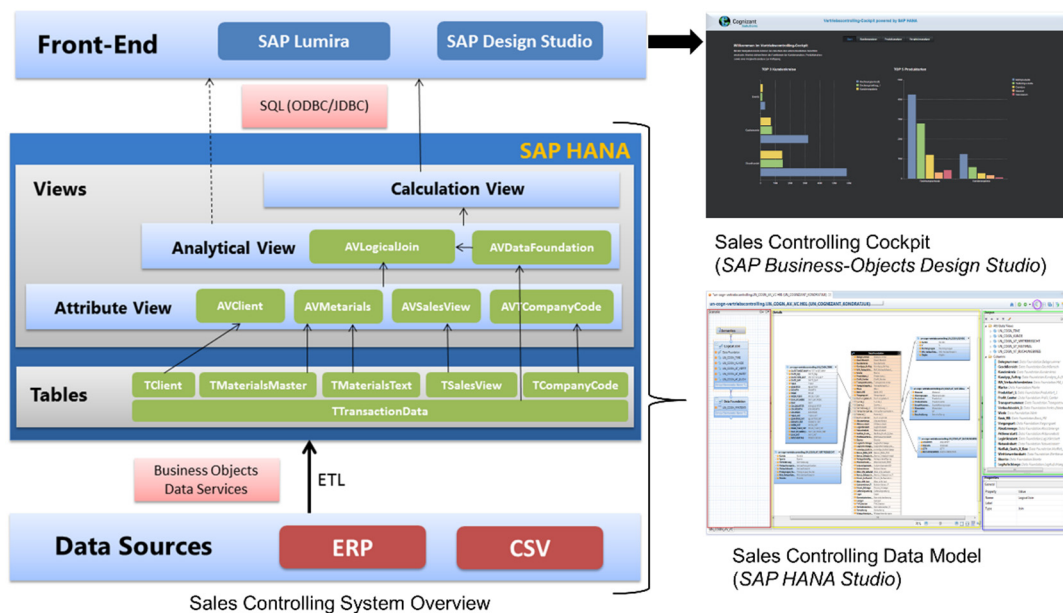


Figure 5. Architectural Overview of the Partial Decision Support System for Migrating to In-Memory Technology with SAP HANA as an Example

4.2 Analysis of Layered Scalable Architecture Inspired Data Warehouse Architectures in the Context of In-Memory Databases

The process of managing data warehouses (DWH) isn't a trivial task to do, due to this reason, a multiple ways of improving performance and reducing the complexity of DWH exist. One of the ways is to follow best practices and Layered Scalable Architecture (LSA) is one of such approaches, which also has advanced version under name LSA++, which is for a moment moving from conceptual phase into production phase (Winsemann et al. 2012). However, the new technologies such as "in-memory databases" emerging and former concepts, which for sure, were not designed for such improvements needs to be taken into consideration. Thus former and robust concepts require updates or deeper rethinking, in order to benefit from newly appeared enchantments. Focusing the work to single in-memory platform such as SAP HANA, to be used as an background database engine in SAP Business Warehouse (SAP BW) software and hardware stack, there are two different views or possible options with respect to the LSA-based BW-architecture: (1) rework the whole BW-architecture as introduced in the LSA++; (2) use in-memory database with existing (conventional) LSA-architecture. The current work is focused on existing (conventional) LSA implementations within DWH-architectures. The main purpose is to look at the effects that are brought by SAP HANA. Because the layered architecture is having different interaction with database, it's important for the work to look at the every single layer of LSA and analyze it taking

into account in-memory database as a main data storage and processing power. After analyzing every layer, the evaluation is done by applying finding to the existing customer-LSA implementation.

Table shown on the Fig. 6 represents the analysis results (finding) of LSA inspired data warehouse architecture with integrated in-memory database. First column represents layers proposed within LSA concept. The rest columns are showing factors that are impacting each particular layer of LSA, here they are (1) query performance, (2) reduction of tuning mechanisms, (3) reducing the data volume, (4) acceleration of loading processes, (5) virtualization and (6) information lifecycle management. Each influencing factor has its own strength of effect towards each particular layer.

There are also an alternatives like LSA++ to the conventional LSA that already taken into consideration in-memory databases. However, the student's work shows that significant changes in overall architecture are required in order to adapt new architectural such as LSA++, whether adapting in-memory database for existing conventional LSA deployment is much easier and brings almost same level advantages.

	QP ¹	RTM ²	RDV ³	ALP ⁴	VIRT ⁵	ILM ⁶
Data Acquisition	NO EFFECT	NO EFFECT	NO EFFECT	MEDIUM	NO EFFECT	NO EFFECT
Quality And Harmonization	NO EFFECT	NO EFFECT	LOW / NO EFFECT	LOW	NO EFFECT	NO EFFECT
Data Propagation	MEDIUM	NO EFFECT	MEDIUM	MEDIUM	NO EFFECT	MEDIUM
Corporate Memory	NO EFFECT	NO EFFECT	MEDIUM / NO EFFECT	NO EFFECT	NO EFFECT	HIGH
Business Transformation	MEDIUM	LOW / MEDIUM	LOW	LOW	LOW	NO EFFECT
Reporting	HIGH	HIGH	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	NO EFFECT
Virtualization	MEDIUM	MEDIUM	NO EFFECT	NO EFFECT	HIGH	NO EFFECT
Operational Data Store	LOW / MEDIUM	NO EFFECT	LOW / MEDIUM	LOW	MEDIUM	NO EFFECT

QP ¹	Query Performance	HIGH
RTM ²	Reduction of Tuning Mechanisms	MEDIUM
RDV ³	Reducing the Data Volume	LOW
ALP ⁴	Acceleration of Loading Processes	NO EFFECT
VIRT ⁵	Virtualization	
ILM ⁶	Information Lifecycle Management	

Figure 6. Analysis Results of Layered Scalable Architecture Inspired Data Warehouse Architectures in the Context of In-Memory Databases

In order to ensure correctness of stayed ideas and obtained after analysis results, the prototypical implementation was done with existing customized-LSA deployment. Conducted prototypical implementation demonstrated that previously defined impact factors, which are shown on the Fig. 6, are taking place in real case scenario and expected impact of in-memory was predicted by analysis findings in advance.

5 Exporting Teaching Programs

The main objective of the DASIK (<http://www.dasik.org/>) project was to develop and conduct intense training courses in current ICT-related research fields in order to generate a transfer of knowledge between the members of the participating partner institutions from academia and industry. The project was running over 3 years (2012-2015) and the academic partners have been University of Dar es Salaam (<https://www.udsm.ac.tz/>) from Tansania, Carl von Ossietzky University of Oldenburg from Germany and the Nelson Mandela Metropolitan University (NNMU) from South Africa. Core industry partners have been VW, SYSPRO, IBM, SAP and Microsoft. The project was funded by the German Academic Exchange Service (DAAD) and the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ). Within the projects concrete curricular in specific ICT fields (e.g. Business Process Management, Mobile Computing, Enterprise Resource Planning, and Business Intelligence) have been developed and taught in mixed courses for master and bachelor students as well people from industry. In a teach-the-teacher concept, the participating staff members of the involved partners were able to transfer their new knowledge to their colleagues in order to ensure a beneficial output for the companies.

The basis for the practical exercise for the BI course has been the SAP HANA case study. About 30 students worked hands-on in the lab of the NNMU for 4 days at a system that was provided by the UCC in Magdeburg. The students got deep practical knowledge in SAP HANA and one of the results was a very positive feedback from academia students and the participants from industry as well.

Overall the DASIK project is a very good example to spread innovative technical knowledge in African countries to make these countries competitive in a global world. So the newspaper "Eastern Cape today" (<http://ectoday.co.za/>) quoted on 11th February 2013: "The Training will not only graduates become more employable, but also give local companies the edge on the international stage, and potentially save them millions of rand in efficiency and compliance."

6 Conclusion

Current work discusses multiple approaches how to enhance awareness of a novice topics (e.g. big data, in-memory computing) among the students. It's important especially in case of universities and other high education institutions, which may have various obstacles and limitations (e.g. internal bureaucratic procedures, laws and rules, teaching materials, etc.) in adapting novice topics in their curricula. Work demonstrates how project groups and individual projects were adapted at the university in order to enable students with unique and cutting edge knowledge, which allowed them to be more successful on the labor market, and increase their motivation in study.

7 References

- Assunção MD, Calheiros RN, Bianchi S, et al (2015) Big Data computing and clouds: Trends and future directions. *Journal of Parallel and Distributed Computing* 79:3–15
- Beyer MA, Laney D (2012) The importance of "big data": a definition
- Bohanec M, Rajkovic V (1990) DEX: An expert system shell for decision support. *Sistemica* 1:145–157

- Chen F, Hsu M (2013) A performance comparison of parallel DBMSs and MapReduce on large-scale text analytics. In: Proceedings of the 16th International Conference on Extending Database Technology. ACM, pp 613–624
- Dean J, Ghemawat S (2008) MapReduce: simplified data processing on large clusters. *Commun ACM* 51:107–113. doi: 10.1145/1327452.1327492
- Demchenko Y, Grosso P, De Laat C, Membrey P (2013) Addressing big data issues in scientific data infrastructure. In: Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2013 International Conference on. IEEE, pp 48–55
- DeWitt DJ, Katz RH, Olken F, et al (1984) Implementation techniques for main memory database systems. ACM
- Dmitriyev V, Mahmoud T, Marin-Ortega PM (2015a) SOA enabled ELTA: approach in designing business intelligence solutions in Era of Big Data. *International Journal of Information Systems and Project Management* 3:49–63. doi: 10.12821/ijispm030303
- Dmitriyev V, Marx Gómez J, Osmers M (2015b) In-Memory Technology for Smart Wind Farm Control
- Groschupf S, Henze F, Voss V, et al (2013) The Guide To Big Data Analytics. Datameer Whitepaper
- Große P, Lehner W, Weichert T, et al (2011) Bridging Two Worlds with RICE Integrating R into the SAP In-Memory Computing Engine. *PVLDB* 4:1307–1317
- Hitzler P, Janowicz K (2013) Linked Data, Big Data, and the 4th Paradigm. *Semantic Web* 4:233–235
- Laney D (2001) 3-D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety
- Marin-Ortega PM, Dmitriyev V, Abilov M, Marx Gomez J (2014) ELTA: New Approach in Designing Business Intelligence Solutions in Era of Big Data. *Procedia Technology* 16:667–674. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2014.10.015>
- Pavlo A, Paulson E, Rasin A, et al (2009) A comparison of approaches to large-scale data analysis. In: Proceedings of the 2009 ACM SIGMOD International Conference on Management of data. ACM, Providence, Rhode Island, USA, pp 165–178
- Plattner H (2009) A Common Database Approach for OLTP and OLAP Using an In-memory Column Database. In: Proceedings of the 2009 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. ACM, Providence, Rhode Island, USA, pp 1–2
- TOGAF (2009) The Open Group Architecture Framework (TOGAF), Version 9
- Ward JS, Barker A (2013) Undefined by data: a survey of big data definitions
- Winsemann T, Köppen V, Saake G (2012) A layered architecture for enterprise data warehouse systems. In: Advanced Information Systems Engineering Workshops. Springer, pp 192–199
- Wu X, Zhu X, Wu G-Q, Ding W (2014) Data mining with big data. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on* 26:97–107
- Zaharia M, Chowdhury M, Das T, et al (2012) Resilient distributed datasets: A fault-tolerant abstraction for in-memory cluster computing. In: Proceedings of the 9th USENIX conference on Networked Systems Design and Implementation. USENIX Association, pp 2–2
- Zhang H, Chen G, Ooi BC, et al (2015) In-Memory Big Data Management and Processing: A Survey. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on* 27:1920–1948. doi: 10.1109/TKDE.2015.2427795

Neue Technologien als integraler Bestandteil eines Business Intelligence Curriculums am Beispiel von SAP BW on HANA

Tobias Hagen¹ und Klaus Freyburger²

¹ Hochschule Offenburg, Fakultät für Betriebswirtschaft und Wirtschaftsingenieurwesen, tobias.hagen@hs-offenburg.de

² Hochschule Ludwigshafen, Institut für Wirtschaftsinformatik, klaus.freyburger@hs-lu.de

Abstract

Die Vermittlung von analytischen Kompetenzen im Bereich Business Intelligence (BI) und Data Warehousing wird für Studierende immer wichtiger. Neue technologische Entwicklungen im Bereich In-Memory Data Management und Big Data erfordern jedoch eine grundlegende Überarbeitung bestehender Curricula. In diesem Beitrag wird ein integrierter Ansatz auf der Basis von durchgängigen Fallbeispielen vorgestellt, der klassische BI Inhalte auf In-Memory Technologien adaptiert und um neue Themen wie Big Data ergänzt. Als Plattform wird dabei das Release 7.4 von SAP BW on HANA der SAP SE verwendet. Studierende implementieren dabei ein komplettes End-to-End-Szenario aus dem Vertriebsreporting selbst am System. Durch eine flexible Modulstruktur können sowohl technische als auch anwendungsorientierte studentische Zielgruppen bedient werden. Der Beitrag stellt schwerpunktmäßig die Neuerungen im Curriculum vor, geht aber auch auf einige Aspekte der früheren Versionen des Curriculums ein.

1 Einführung

1.1 Business Intelligence in der Lehre

Konzepte von Business Intelligence (BI) und Data Warehousing kommen seit Jahren in Unternehmen zum Einsatz und sind damit auf Grund der hohen Praxisrelevanz auch Bestandteil vieler Curricula der Informatik/Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaftslehre (Kemper et al. 2010). Trends wie das „datenzentrierte Unternehmen“ und die umfassende Digitalisierung der Geschäftswelt erfordern vermehrt analytische Kompetenzen, damit aus Daten, dem “Öl des 21. Jahrhunderts”, ein Mehrwert für das Unternehmen geschaffen werden kann (Davenport und Patil 2012). Für die Lehrenden stellt sich dabei das Problem, eine angemessene Mischung aus eher langlebigen Konzepten wie beispielsweise OLAP oder Data Warehouse Architekturen und praktischen handlungsorientierten Kompetenzen im Umgang mit konkreten Tools und Systemen zu vermitteln (Freyburger und Lehmann 2008). Lehrveranstaltungen an der Hochschule sollen einerseits keine Produktschulungen sein, andererseits sind praktische Übungen und Fertigkeiten im

Umgang mit aktueller Software nicht nur für die „Employability“ wichtig, sondern auch für den Lernerfolg und die Problemlösungskompetenz der Studierenden essentiell.

Als didaktisches Konzept haben sich dabei Fallstudien bewährt, die an einem durchgehenden realistischen Beispiel den Nutzen und die Umsetzung von BI Konzepten an einem konkreten System vermitteln. Aus Sicht des Lehrenden sind zusätzlich die effiziente Vorbereitung, Administration und Durchführung einer solchen Veranstaltung mit vielen Studierenden wichtig.

Ein Curriculum, das diese Aspekte auf der Basis des SAP Business Warehouse (kurz: SAP BW) zu vereinen versucht, wurde von den Autoren dieses Beitrags entwickelt (Freyburger und Hagen 2013). Die zugehörige Systemumgebung von den SAP University Competence Centers (SAP SE o. J.c) für teilnehmende Hochschulen weltweit bereitgestellt..

1.2 Neue Entwicklungen: In Memory und Big Data

In den vergangenen Jahren haben sich im BI Umfeld vielfältige Weiterentwicklungen und auch ganz neue Themen ergeben, die auch in die Lehre eingehen müssen. Exemplarisch seien die beiden Themen „In-Memory-Computing“ (Plattner 2013) und „Big Data“ (Falkenberg und Weber 2014) genannt. Während das In-Memory-Computing Auswirkung auf Kernkonzepte des BI hat und somit Lehrinhalte überdacht oder geändert werden müssen, ist Big Data ein neues Thema mit vielen Berührungspunkten zu BI und Data Warehousing (Müller 2014). Aus Sicht der Lehre stellt sich dabei das Problem, ob man Aspekte von Big Data als Bestandteil einer Lehrveranstaltung zu BI integriert oder separat in einer eigenen Veranstaltung vermittelt. Integrierte Konzepte und Fallstudien zu Big Data sind dabei bisher nicht publiziert.

Im vorliegenden Beitrag werden Elemente eines BI Curriculums unter Nutzung des SAP BW on HANA (Release 7.4) vorgestellt, die einerseits konsequent auf die aktuellen Auswirkungen des In-Memory Computing eingehen und andererseits die BI Inhalte um Aspekte von Big Data erweitern. Die SAP SE setzt mit der Plattform SAP HANA als Basis in ihrer Produktstrategie konsequent auf die In-Memory Technologie. Als Resultat wurde das SAP BW in den vergangenen Jahren nahezu ausschließlich auf die In-Memory Datenbank SAP HANA hin optimiert und weiterentwickelt, worauf in Abschnitt 2.1 näher eingegangen wird.

1.3 Didaktische und inhaltliche Ziele

Mit dem hier vorgestellten Curriculum wurden die folgenden Ziele verfolgt:

1. Vermittlung von aktuellsten BI Konzepten mit hohem Praxisanteil: Jeder Studierende soll ein End-to-End-Szenario (von der Datenquelle zum interaktiven Dashboard) an Hand eines durchgängigen Fallbeispiels selbst implementieren, wobei eine integrierte Sicht auf die Themenfelder BI, DWH und Big Data vermitteln werden soll.
2. Es soll ein in der Praxis verbreitetes System verwendet werden (Stichwort „Employability“). Dabei sollen das Vermitteln „Features and Functions“ auf ein gerade noch sinnvolles Minimum reduziert werden. Wo immer möglich, soll die neu entwickelte Funktionalität im System genutzt werden.
3. Flexible Einsatzmöglichkeiten für Lehrende: Kombinierbare Module, die sowohl für Studierende der Informatik/Wirtschaftsinformatik als auch für Studierende der Betriebswirtschaftslehre einsetzbar sind (BI aus Anwendersicht und aus technischer Sicht). Dabei muss die Skalierbarkeit sichergestellt sein: Der Vorbereitungsaufwand im System soll möglichst

gering sein und einen möglichst hohen Automatisierungsgrad aufweisen. Da alle Studierenden in einem zentralen System arbeiten, müssen die Benutzer mit entsprechenden Rechten ausgestattet werden.

Im nächsten Abschnitt werden Elemente des Curriculums vorgestellt, wobei insbesondere auf die Änderungen gegenüber früheren Versionen eingegangen wird.

2 SAP BW on HANA in der Lehre

In diesem Kapitel sollen nun die verschiedenen Aspekte des Einsatzes von SAP BW on HANA in der Lehre näher beleuchtet werden. Dabei wird zunächst auf die neuen Modellierungsobjekte eingegangen, welche in Zukunft im In-Memory Kontext eine tragende Rolle spielen und daher in der Case Study berücksichtigt werden sollen. Nach einer kurzen Einführung in das Anwendungsszenario wird dann die konkrete Verwendung dieser Modellierungsobjekte erläutert.

In den Folgeabschnitten wird auf einige speziellen Aspekte im Rahmen des „klassischen“ Data Warehousing und der Datenpräsentation näher eingegangen, bevor dann eine Idee präsentiert wird, die einen Einstieg in die „Big Data“ Thematik greifbar machen kann. Ein kurzer Abriss zur Bereitstellung der Lehrumgebung rundet das Kapitel ab.

2.1 Neue Objekte und Werkzeuge in SAP BW 7.4 on HANA

Zum Release 7.4 wurden im SAP BW on HANA sowohl neue Metadaten-Objekte für das In-Memory Data Warehouse eingeführt als auch neue Modellierungswerkzeuge für diese Objekte entwickelt. Beide Tatsachen betreffen grundlegende Lehrinhalte jeder BI/DWH Lehrveranstaltung, die dieses System verwendet, so dass an dieser Stelle die wichtigsten Änderungen mit Auswirkungen auf ein Curriculum kurz zusammengefasst werden sollen. Ausführliche Darstellungen findet man beim Hersteller (Henkes 2014) oder in Klostermann et al. (2015).

An erster Stelle sei das neue Modellierungsobjekt *Advanced DataStore Object* (kurz: aDSO) genannt, das zur Persistierung von Bewegungsdaten verwendet wird. Über Konfigurationseinstellungen kann dieses neue Objekt sowohl die Rolle eines bisherigen Data Store Objekts als auch einer persistenten Eingangsschicht (PSA) oder aber eines klassischen Infocubes mit Starschema übernehmen (SAP SE o.J.a). Je nach Konfiguration sind mit einem aDSO Objekt mehrere Tabellen assoziiert, die zum Beispiel die aktiven Daten oder den Changelog enthalten.

Während mit dem aDSO Datenpersistenzen aufgebaut werden, ist der *Composite Provider* (kurz: CP) das Objekt, um verschiedenste Daten zu verknüpfen (per JOIN oder UNION). In einen CP können sowohl die Datencontainer des BW eingehen als auch Daten, die physisch nicht im BW liegen. Dazu dient dann ein *Open ODS View*, mit dem dann beispielweise Views aus der nativen SAP HANA Datenbank oder Daten aus Fremdsystemen in die Metadatenwelt des SAP BW exponiert werden können. Damit adressiert der Hersteller sogenannte *Mixed Szenarios* (siehe auch Abschnitt 2.6).

Als weitere wichtige Neuerung wird die feldbasierte Modellierung eingeführt. Dies bedeutet, dass der bisherige Grundsatz, dass alle Strukturen im BW nicht aus Feldern, sondern aus InfoObjects aufgebaut werden müssen, für die neuen Objekte nicht mehr gilt. Neben rein feldbasierten Modellen ist nun auch möglich, „gemischte“ aDSOs aufzubauen, in dem nur noch mit Stammdaten oder Texten verknüpfte Merkmale als InfoObjects und die restlichen Merkmale/Kennzahlen als Felder modelliert sind.

Neben neuen Metadatenobjekten für Persistenz und Analyse werden auch neue Modellierungswerkzeuge eingeführt. Am bedeutendsten ist hier sicher die Entscheidung, auf die Eclipse-Plattform als Modellierungsumgebung zu setzen, wie sie beispielsweise auch für die HANA Datenbank eingesetzt wird. Dabei gilt die Regel, dass die neuen Objekte (aDSO, CP, Open ODS View) ausschließlich über die neuen Werkzeuge zugänglich sind. Alle anderen Objekte werden (vorläufig) über die SAPGUI basierte Data Warehousing Workbench bearbeitet. Dies bedeutet, dass insbesondere für die Modellierung von InfoObjects und ETL Szenarien “alte” und “neue” Modellierungswerkzeuge genutzt werden müssen. Als weitere wichtige Neuerung wurde der BEx Query Designer ebenfalls abgelöst und als Teil der Eclipse-Modellierungstools neu implementiert.

Bei den Analyse-Tools/BI Clients wurde die Strategie der vergangenen Jahre fortgesetzt: Das Microsoft-Excel AddIn *SAP Business Objects Analysis for Office* wird vorwiegend für die Ad-hoc-Analyse sowie Planungsanwendungen eingesetzt, während mit dem *SAP Business Objects Design Studio* interaktive Webanwendungen und Dashboards auf der Basis von BW Daten erstellt werden können. Als jüngstes Mitglied der BI Frontend Familie der SAP wird *SAP Lumira* als Tool für Self Service BI und ausgefeilte Datenvisualisierungen positioniert. Hier ist das SAP BW nur eine von vielen möglichen Datenquellen.

Als Fazit kann festgehalten werden, dass das Release 7.4 die konsequente Weiterentwicklung des SAP BW in Richtung einer Optimierung auf die In-Memory Datenbank SAP HANA darstellt. Es handelt sich um ein “großes” Release in dem Sinn, dass neue Konzepte und Tools eingeführt wurden, die schon bei einfachen Szenarien zur Anwendung kommen müssen, wie sie in der Lehre eingesetzt werden, und die somit jeden Anwender des Systems betreffen.

2.2 Anwendungsszenario

Grundlage des Anwendungsszenarios ist das fiktive Unternehmen Global Bike Inc. der Fahrradbranche, das im Kontext der Entwicklung von Curricula für ERP Systeme mit SAP Software entstanden ist und durchgängig in vielen Cases genutzt wird (Magal und Word 2012, Nitsch 2015).

Im Kontext der Managementinformationssysteme hat sich als realitätsnahes betriebswirtschaftliches Szenario der Vertriebsprozess bewährt, weil dieser keine tiefen betriebswirtschaftlichen Spezialkenntnisse erfordert und somit universell in verschiedenen Veranstaltungen einsetzbar ist. Da in diesem Umfeld das Konzept der Mehrdimensionalität eine wesentliche Rolle spielt, wurde das Modell um zusätzliche Auswertungsebenen und weitere Stammdaten ergänzt, sowie einige Szenarien in den Daten implementiert, die dann von den Studierenden im Reporting untersucht werden können. Beispielfhaft seien an dieser Stelle genannt:

- Saisonalität: das Fahrradgeschäft unterliegt Schwankungen im Jahresverlauf
- Regionale Besonderheiten, z.B. aufgrund von Klima oder Topographie (in einer bergigen Region werden mehr Mountain Bikes verkauft)
- Spezielle Ereignisse, sei es in der Weltwirtschaft (Finanzkrise 2008) oder auch sportliche Events wie die Tour de France oder Olympische Spiele.

2.3 Architektur der Datenhaltung

Bisherige Data Warehouse Architekturen haben sich dadurch ausgezeichnet, dass die Daten sukzessive in mehrere Architekturebenen repliziert wurden (Kemper et al. 2010) und (Wolf und Yamada 2010), sei es, weil zwischen den verschiedenen Ebenen eine semantische Anreicherung

stattgefunden hat, oder weil die Daten auf aggregierter Ebene redundant gespeichert werden mussten, um eine gute Query-Performance zu garantieren.

In der bisherigen Fallstudie (Freyburger und Hagen 2013) hat sich dies wie folgt manifestiert:

- DataStore-Objekt (DSO) auf Ebene des Verkaufsbeleges als Repräsentation der Data Warehouse Schicht
- Mit zusätzlichen Kennzahlen angereicherter InfoCube auf Monatsbasis als DataMart-Schicht
- Verwendung der Persistent Staging Area (PSA) als Eingangsschicht zur Qualitätssicherung.

Baut man hingegen ein Data Warehouse auf Basis einer In-Memory Datenbank wie SAP HANA auf, so sollte das redundante Speichern der Daten wegen der höheren Speicherkosten minimiert werden, wenn dies nicht aufgrund von umfangreichen semantischen Anreicherungen zwingend erforderlich erscheint (Klostermann et al. 2015). Für die Speicherung von Bewegungsdaten in einem SAP BW on HANA System ist das in Abschnitt 2.1 vorgestellte Modellierungsobjekt *Advanced Data Store Object* (aDSO) die erste Wahl.

Folglich schlagen die Autoren für die neue Version der Fallstudie vor, die Istdaten nur noch in einem aDSO zu persistieren, was die Architektur für den eigentlichen Kern der Fallstudie enorm vereinfacht. Dies bietet Raum, weitere Konzepte zu erläutern, die bisher aus Komplexitätsgründen entfallen sind: Grundsätzlich sollten Queries aus Gründen der Flexibilität nicht direkt auf einem physischen Modellierungsobjekt (wie nun dem aDSO) aufgebaut werden (Wolf und Yamada 2010). Vielmehr empfiehlt sich, dafür ein logisches Objekt zu verwenden, was das physische Objekt referenziert. Im klassischen SAP BW on AnyDB wäre dies ein sog. Multiprovider auf Basis eines Infocubes, in SAP BW on HANA ein Composite Provider (vgl. Abschnitt 2.1), der das aDSO umfasst. Diese erhöhte Flexibilität wird in der neuen Version der Fallstudie durch die Einbindung von Plandaten genutzt (abgelegt in einem Classic DSO) veranschaulicht. Insgesamt schlagen die Autoren folgende Architektur vor, die auch im Folgeabschnitt näher erläutert wird.

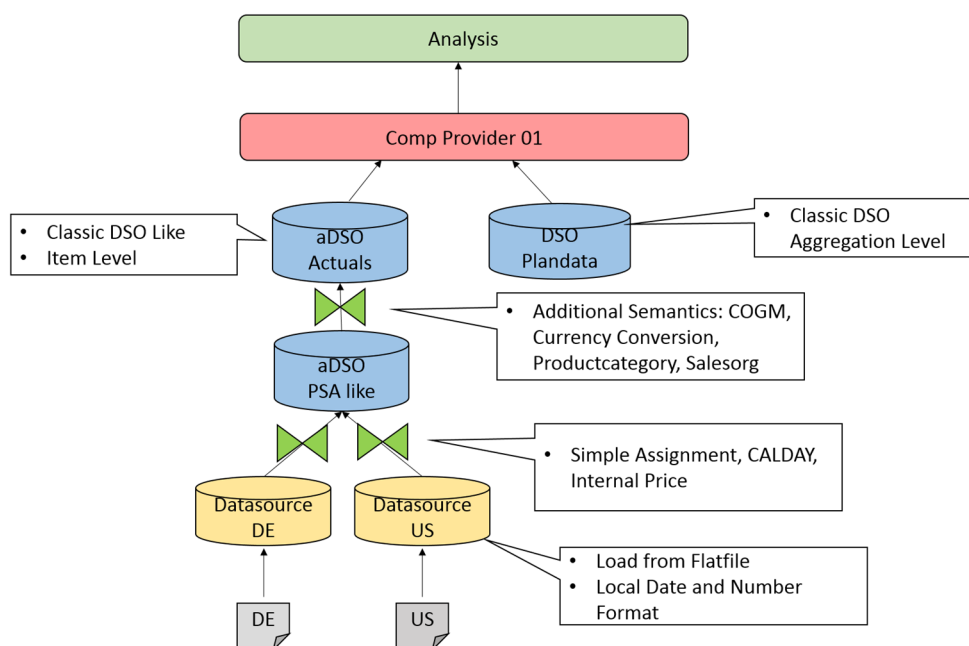


Bild 1: Modellierungsobjekte und Datenfluss

2.4 Datenmodell und ETL

Als Datenquellen werden CSV-Dateien mit Stammdaten (i.w. Material- und Kundenstamm) und Bewegungsdaten (Kundenaufträge) bereitgestellt. Der in der Praxis wichtige Fall eines ERP Systems als Datenquelle wurde bewusst nicht umgesetzt, da dadurch im Kontext der Lehrsystemlandschaft analytisch eher uninteressante Daten ins Data Warehouse geladen würden, die nicht die in 2.2 beschriebenen Effekte für die Analyse enthalten. Außerdem sind die Dateien ohne Systemabhängigkeiten universell einsetzbar. Über zwei Dateien aus den Konzerntöchtern der Musterfirma mit unterschiedlichen Datums- und Zahlenformaten sowie zwei Währungen kann die Notwendigkeit einer Integration veranschaulicht werden. Die persistente Eingangsschicht (ehemals PSA) wird nach der neuen Architektur über ein entsprechend konfiguriertes aDSO realisiert, das aus Feldern und InfoObjects aufgebaut wird. Anschließend erfolgt die eigentliche Integration und Persistenz für das Reporting in einem weiteren aDSO. Als Beispiele für eine semantische Anreicherung werden die Berechnung der Herstellkosten (über Look Up eines Stammdatenattributes und Multiplikation mit der Verkaufsmenge) und eine Währungsumrechnung in die einheitliche Konzernwährung durchgeführt. Zudem werden die Hierarchieebenen der Kunden- und Produkthierarchie versorgt.

Die Fortschreibung der Daten findet durch *Transformationen* zwischen Quell- und Zielstruktur und *Data Transfer Prozesse* statt.

Eine weitere Aggregation der Daten für das Reporting, z.B. in einem InfoCube, findet nicht statt, alle Bewegungsdaten werden auf Belegebene gespeichert. Dies ist eine wichtige Neuerung, welche die In-Memory Technologie mit sich bringt. Die Data Mart Schicht wird damit nicht materialisiert, sondern über einen Composite Provider abgebildet, der zusätzlich über eine UNION-Operation Plandaten integriert.

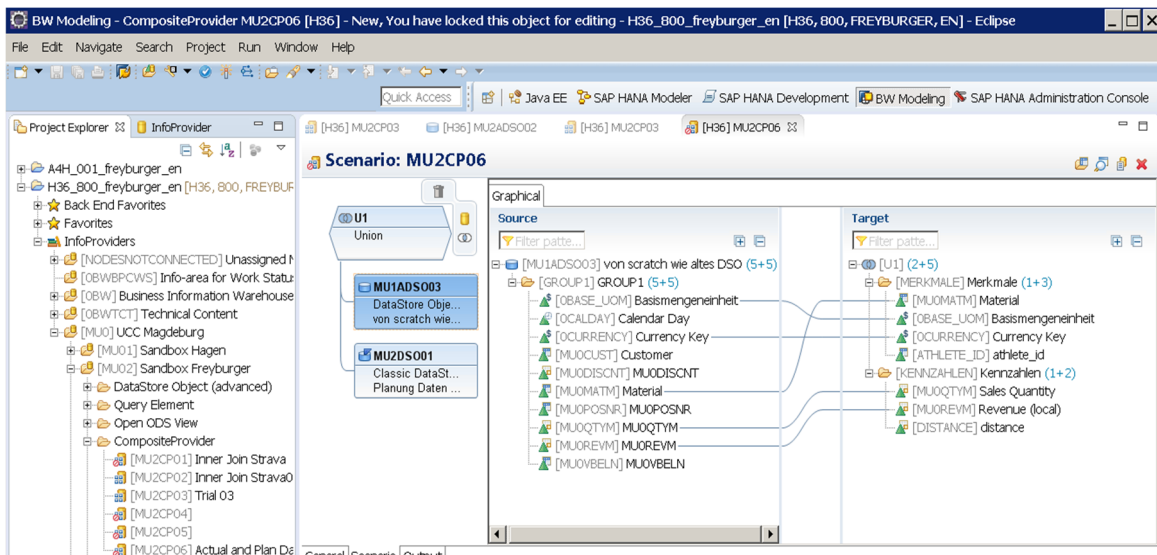


Bild 2: Beispiel für die Eclipse-basierte Modellierungsumgebung (Composite Provider)

2.5 Analyse und Visualisierung

Die Zugriffsschicht auf alle Daten im SAP BW ist die Query, ein multidimensionales, semantisches Objekt, das den Navigationsraum für die Datenanalyse festlegt sowie über Formeln, Bedingungen und viele weitere Metadaten den Datenbestand analytisch anreichert. Queries werden ab Release

7.4 in der Eclipse Modellierungsumgebung erstellt, funktional gibt es kaum Änderungen zu früheren Releases. Queries werden entweder in einer Excel Umgebung (*SAP BO Analysis for Office*) ausgeführt oder in einem Dashboard eingesetzt, das mit dem *SAP BO Design Studio* erstellt wird. Didaktisch werden hier vor allem Konzepte wie OLAP (*Online Analytical Processing*) praktisch vermittelt. Dabei wird im Ablauf des Curriculums zuerst eine zentral bereitgestellte Query verwendet, um die OLAP Navigation aus Anwendersicht (Ad hoc Analyse) zu veranschaulichen. In einem zweiten Schritt werden diese Kenntnisse vertieft, indem die Studierende eigene Queries modellieren.

Konzepte zur Visualisierung von Daten können durch Entwicklung eines Dashboards durch Studierende auf Basis des eigenen Datenmodells veranschaulicht werden. *SAP Lumira* kann ebenfalls direkt BW Daten analysieren und auf vielfältige Weise visualisieren. Beide Tools bieten sich auch für die Vergabe von “freieren” Implementierungsaufgaben an Studierende an (siehe Bild 3).

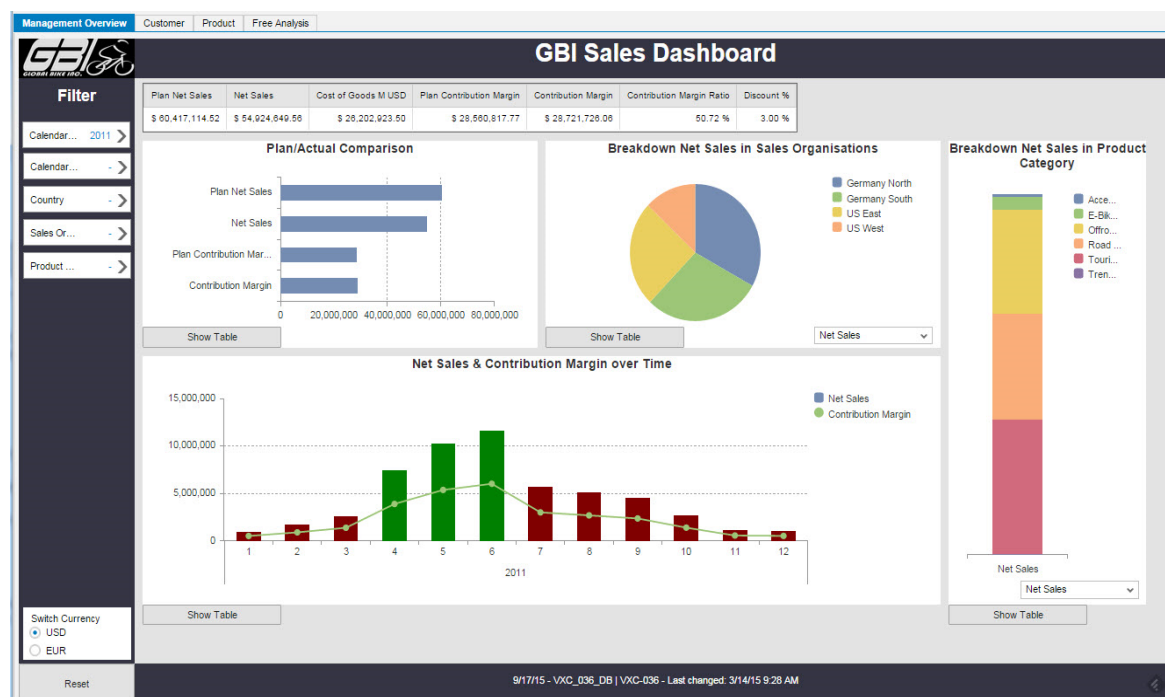


Bild 3: Beispiel für ein von Studierenden mit dem Design Studio entwickeltes Dashboard

2.6 Big Data

Das Entstehen, Verarbeiten und Analysieren großer und vielschichtiger Datenmengen (Big Data) erfreut sich in der jüngsten Vergangenheit großer Aufmerksamkeit und ist Gegenstand sehr vieler unterschiedlicher Publikationen, bspw. (Fasel und Meier 2014). Dabei stehen oft Daten im Fokus, die in unterschiedlichen Kontexten außerhalb eines Unternehmens anfallen und dennoch für die Entscheidungsunterstützung von großem Interesse sind und dazu typischerweise mit unternehmensinternen Daten verknüpft werden. Als typisches Beispiel kann hier die Analyse der Daten in sozialen Netzwerken wie Facebook oder Twitter dienen (Freyburger et al. 2013), die dann bspw. zu Erkenntnissen über eigene Produkte oder die Produkte von Wettbewerbern führen kann.

Unter Verwendung des oben skizzierten Anwendungsszenarios mit dem fiktiven Unternehmen Global Bike schlagen die Autoren für ein Beispiel in Lehrkontext eine Integration von Echtdate

aus Strava vor, einem sozialen Netzwerk zum internetbasierten Tracking von Radtouren oder Laufeinheiten (Strava Inc. o.J.). Studierende können sich dort kostenlos registrieren und auch Stammdaten zur verwendeten Ausrüstung pflegen, was dann wiederum den Link zu den verkauften Produkten der Global Bike herstellen kann. Die Auswertung der Athleten und Aktivitäten lässt dann Rückschlüsse über den Umfang der Nutzung der Produkte zu.

Wegen der Limitierung herkömmlicher Lösungen auf die Herausforderungen im Big Data Kontext haben sich neue Architekturansätze etabliert, bei denen oft dem *Hadoop* Framework eine zentrale Rolle zukommt. Beim Data Lake Konzept werden alle Daten in einem Pool gesammelt und dann unterschiedlichsten Bereichen für Analysen zur Verfügung gestellt (Falkenberg und Weber 2014). Wohlwissend, dass diese Architekturen mit den Studierenden diskutiert werden sollten, könnten zur Verringerung der Komplexität die Strava-Daten aber auch direkt in der In-Memory Datenbank SAP HANA gespeichert werden. Die Einbindung dieser Daten in das SAP BW System kann dann über ein Open ODS View (vgl. Abschnitt 2.1) mit SAP HANA View als Quelle erfolgen. Die Kombination mit den Ist-Daten wird dann analog zur Einbindung der Plandaten in Abschnitt 2.3 durch einen weiteren Composite Provider erreicht, vgl. Bild 4.

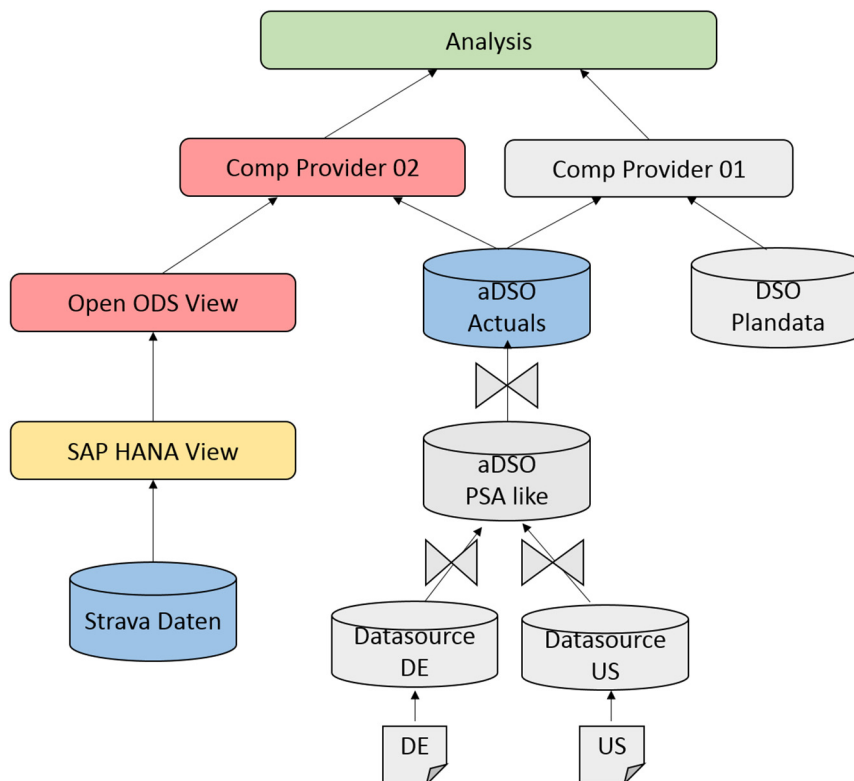


Bild 4: Architektur zur Einbindung externer Daten

In einem alternativen Architekturansatz (der mit den Studierenden zumindest diskutiert werden kann) ist es möglich, SAP BW Daten direkt nach SAP HANA zu exponieren, indem für ein Advanced Data Store Object (aDSO) oder einen Composite Provider (CP) die Option “Externen HANA View generieren” ausgewählt wird. Die Kombination der Daten erfolgt dann typischerweise in einem SAP HANA Calculation View, der zu Auswertungen herangezogen werden kann.

2.7 Bereitstellung der “Lehrumgebung”

Mit ihrem University Alliances (UA) Programm fördert SAP eine praxisnahe und zukunftsorientierte Ausbildung, indem sie Lehrenden und Studierenden weltweit Zugang zu neuesten SAP-Technologien ermöglicht. Da die Installation und der Betrieb von SAP-Systemen eine nicht-triviale Aufgabe darstellt und einen erheblichen Ressourcenbedarf und sehr gutes Know-How erfordert, wird die Wartung, der Betrieb und der technische Support der SAP-Lösungen an zentralen Einrichtungen, den University Competence Center (UCC) gebündelt (SAP SE o.J.b).

Aus Kostengründen werden die Systeme oft auch von mehreren Hochschulen, auf jeden Fall aber innerhalb mehrerer Veranstaltungen derselben Institution genutzt.

Sind bei einem Kurs von allen Teilnehmern praktische Übungen im System durchzuführen, so hat sich eine Trennung der einzelnen Objekte durch Namenskonventionen bewährt. Die Studierenden müssen sich dann bei der Durchführung der praktischen Übungen an die Vorgaben des Dozenten halten, was sich erfahrungsgemäß jedoch nicht rein organisatorisch lösen lässt. Daher sollte durch die Einrichtung eines entsprechenden Berechtigungsprofils das (oft unbeabsichtigte) Bearbeiten von Objekten durch Studierende in fremden Namenräumen verhindert werden. Die Erstellung des Berechtigungsprofils wiederum und die Erzeugung der Systembenutzer im Vorfeld eines Kurses werden schon bei der bestehenden Version der Fallstudie durch entsprechende ABAP Programme unterstützt, was den manuellen Pflegeaufwand bei der Einrichtung des Systems minimiert.

Dieses Konzept kann für die Objekte in SAP BW grundsätzlich beibehalten, muss aber um die neuen Objekte der Fallstudie (aDSO, CP) erweitert werden. Falls die Studierenden im Rahmen des Big Data Szenarios direkt im SAP HANA System arbeiten, sollte dieser Ansatz entsprechend übertragen werden. Die automatische Erzeugung der Berechtigungen kann dann geeignete SQL Skripte erfolgen, deren Ausgestaltung im Detail zu untersuchen ist.

3 Fazit und Ausblick

Das vorgestellte Konzept für ein integriertes BI Curriculum überträgt bewährte didaktische und inhaltliche Konzepte in die neue Welt von In-Memory und Big Data und wurde im Rahmen eines Prototyps validiert. Am Beispiel des SAP BW on HANA wird deutlich, dass die neuen Themen sich in einer veränderten Architektur widerspiegeln müssen. Altgediente Konzepte wie beispielsweise die redundante Speicherung aggregierter Daten entfallen, wodurch mehr Zeit auf neue Fragestellungen verwendet werden kann. Attraktive Themen wie Visualisierung und Dashboards motivieren Studierende, jedoch bietet gerade ein integriertes End-to-End Szenario Lehrenden die Chance, auch die Notwendigkeit einer integrierten, zentral verwalteten Datenbasis aus verlässlichen Unternehmensdaten zu vermitteln. Ohne diese Basis macht eine attraktive Visualisierung zwar Spaß, liefert aber dem Unternehmen wenig Mehrwert.

Bezogen auf das Produkt SAP BW on HANA lässt sich feststellen, dass durch die massiven Weiterentwicklungen existierende Curricula komplett überarbeitet werden müssen, soll die Lehrveranstaltung auch in der Zukunft noch zeitgemäß sein. Auf Basis der bewährten Infrastruktur der UCCs sollte es jedoch möglich sein, mit adäquatem Ressourceneinsatz den angeschlossenen Hochschulen hier eine Lösung bereitzustellen.

Ein Aspekt, der in der Zukunft noch stärker in den Vordergrund rücken wird, ist die Frage, welche Rolle eine Data Warehousing Anwendung wie das SAP BW bspw. im Vergleich zu den unterschiedlichen Datenverarbeitungsstrategien im Big Data Kontext spielen wird.

4 Literatur

- Davenport TH, Patil DJ (2012) Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century. Harvard Business Review (Oktober). <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century>. Abruf am 2015-09-21.
- Falkenberg G, Weber M (Hrsg) (2014) Big-Data-Technologien - Wissen für Entscheider. Leitfaden, Berlin, Hannover.
- Fasel D, Meier A (Hrsg) (2014) Big Data. Springer Vieweg, Berlin.
- Freyburger K, Breitkopf S, Grimm C, Singh N (2013) Sentiment-Analyse sozialer Netzwerke: Seismografen im Politik-Geschäft. BI-Spektrum(2).
- Freyburger K, Hagen T (2013) BI1 & BI2: SAP NetWeaver Business Warehouse 7.3 (includes SAP Business Objects Analysis for Office and Design Studio). <http://scn.sap.com/docs/DOC-42629> (erfordert Anmeldung). Abruf am 2015-09-18.
- Freyburger K, Lehmann P (2008) Herausforderungen bei der Wirtschaftsinformatik Ausbildung mit Standardsoftware am Beispiel von mySAP Business Intelligence. In: Bichler M (Hrsg.) Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008. [26. - 28. Februar 2008, TU München in Garching]. Gito-Verl., Berlin.
- Henkes L (2014) SAP BW 7.4 SP9 powered by SAP HANA and Roadmap. <https://scn.sap.com/docs/DOC-63681>. Abruf am 2015-06-01.
- Kemper H, Baars H, Mehanna W (2010) Business Intelligence – Grundlagen und praktische Anwendungen. Eine Einführung in die IT-basierte Managementunterstützung. Vieweg+Teubner, Wiesbaden.
- Klostermann O, Neumann A, O'Leary JW (2015) Praxishandbuch SAP BW. Galileo Press, Bonn.
- Magal S, Word J (2012) Integrated business processes with ERP systems. Wiley, Hoboken, NJ.
- Müller S (2014) Die neue Realität. Erweiterung des Data Warehouse um Hadoop, NoSQL & Co. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 51(4):447–457.
- Nitsch F (2015) Introduction to SAP ERP Using Global Bike Inc. 2.40. <http://scn.sap.com/docs/DOC-64791> (erfordert Anmeldung). Abruf am 2015-09-18.
- Plattner H (2013) Lehrbuch In-Memory Data Management. Grundlagen der In-Memory-Technologie. Springer Gabler, Wiesbaden.
- SAP SE (o.J.a) SAP online Hilfe: SAP NetWeaver 7.4 BW: Datenmodellierung beim Einsatz von SAP HANA. Objekttypen für die Modellierung. http://help.sap.com/saphelp_nw74/helpdata/de/bc/ec4ed5e63c4980b57fa52e59dde99b/content.htm?frameset=/de/cf/b5d33cffbe4602b885c95659b0d78b/frameset.htm¤t_toc=/de/a0/efe8240b754ee4ac1acc1ff57fa87c/plain.htm&node_id=4. Abruf am 2015-09-17.
- SAP SE (o.J.b) University & Academic Competence Centers. <http://scn.sap.com/docs/DOC-8429>. Abruf am 2015-09-22.
- SAP SE (o. J.c) University Alliances: Business Intelligence Library. <http://scn.sap.com/community/uac/business-intelligence-library>. Abruf am 2015-09-17.
- Strava Inc. (o.J.) Strava. <https://www.strava.com/>. Abruf am 2015-09-22.
- Wolf FK, Yamada S (2010) Datenmodellierung in SAP NetWeaver BW. Galileo Press, Bonn.

Schülerakademie Serious Gaming mit ERPsim zur Förderung der Studierfähigkeit

Robert Heininger¹, Matthias Utesch¹ und Helmut Krcmar¹

¹ TU München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I17),
{robert.heininger|utesch|krcmar}@in.tum.de

Abstract

Die Förderung der Studierfähigkeit ist ein wichtiges Ziel eines Bildungssystems. Gerade Hochschulen können durch geeignete Programme und Maßnahmen frühzeitig einen positiven Einfluss auf die Studierfähigkeit von Schülern nehmen. Der Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik an der Technischen Universität München setzt hier mit der *Schülerakademie Serious Gaming* ein innovatives Lehrkonzept ein. Für die in diesem Beitrag beschriebene *Schülerakademie Serious Gaming* wurde das auf SAP ERP basierende Planspiel *ERPsim* eingesetzt. Neben der Studierfähigkeit können so als weitere Ziele die anwendungsorientierte Wissensvermittlung und die spielerische Heranführung an eine wichtige Unternehmenssoftware erreicht werden. Die positive Auswirkung auf die Selbsteinschätzung zur Studierfähigkeit durch die teilnehmenden Schüler kann basierend auf einer IT-gestützten Erhebung nachgewiesen werden. Untersucht werden dabei die drei Themenblöcke *Arbeitsweise*, *Selbstkompetenzen* und *Bild vom Studium*. Neben diesen wissenschaftlichen Erkenntnissen stellt der Beitrag die *Schülerakademie Serious Gaming* als Anwendungsbeispiel für den Einsatz der Unternehmenssoftware SAP ERP für die Förderung der Studierfähigkeit vor.

1 Einleitung

Im Jahr 2012 haben insgesamt 495.088 Studierende ein Studium an einer deutschen Hochschule aufgenommen¹ (Statistisches Bundesamt 2015). Zehn Jahre zuvor fiel diese Zahl mit 358.946 Erstsemestern noch deutlich geringer aus (Statistisches Bundesamt 2015). Einen Schulabschluss, der zur Aufnahme eines Studiums berechtigt, erwarben 2012 ca. 501.000 Schulabsolventinnen und -absolventen (Malecki et al. 2014). Einer Erhebung des Deutschen Studentenwerkes zufolge, hatten 84 % dieser Studienanfänger im Jahr 2012 die Allgemeine Hochschulreife und nur 16 % der Studienanfänger die Fachgebundene Hochschulreife (Middendorff et al. 2013). Gleichzeitig zeigt eine Untersuchung des Statistischen Bundesamtes aus dem Jahr 2010, dass nur 74,9 % der Studienanfänger aus dem Jahr 2002 ihr Studium erfolgreich abschließen konnten (Brugger et al. 2012). Im Bereich der Naturwissenschaften, in welchen auch die Informatik einordnet wird, fällt

¹ 508.882 Studierende im Jahr 2014 (Statistisches Bundesamt 2015)

diese Quote mit 65,4 % verglichen mit anderen Fächergruppen insgesamt am schlechtesten aus (Brugger et al. 2012).

Bei steigenden Studierendenzahlen zeigt sich einerseits insbesondere in den Naturwissenschaften eine hohe Abbruchquote, andererseits könnten deutlich mehr Schülerinnen und Schüler nach Erlangung der Fachgebundenen Hochschulreife ein Studium aufnehmen. Der Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik an der Technischen Universität München (TUM) hat dies zum Anlass genommen, mit der *Schülerakademie Serious Gaming* ein Instrument zur Förderung der Studierfähigkeit zu schaffen. Diese Initiative richtet sich dabei vor allem an Schülerinnen und Schüler von Beruflichen Oberschulen.

Das vorrangige Ziel ist also die Förderung der Studierfähigkeit der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler, wobei mit dem Begriff Studierfähigkeit die Fähigkeit ein Hochschulstudium mit Erfolg zu absolvieren (Duden 2015) gemeint ist.

Zugleich besteht seitens der Unternehmen ein steigender Bedarf an Berufseinsteigern mit Kenntnissen im Umgang mit komplexer Unternehmenssoftware, z.B. im Bereich Enterprise-Resource-Planning (ERP) (Leyh 2012). Durch den Einsatz eines ERP-basierten Planspiels im Kontext der Schülerakademie Serious Gaming kann somit ein weiteres Ziel verfolgt werden, nämlich Schülerinnen und Schüler der Beruflichen Oberschulen - wie im Lehrplan beschrieben - an komplexe Unternehmenssoftware heranzuführen.

Diese Überlegungen zusammenfassend, beschäftigt sich dieser Konferenzbeitrag daher mit der folgenden Forschungsfrage: *Welchen Einfluss hat der Einsatz von einem ERP-basierten Planspiel auf die Studierfähigkeit von Schülerinnen und Schülern Beruflicher Oberschulen?*

Zur Beantwortung dieser Frage wurde basierend auf dem *ERPsim² Distribution Game* (Léger 2006) ein ganztägiges Seminar für Schülerinnen und Schüler der 11. Jahrgangsstufe der Fachoberschule (FOS) entwickelt. Wesentliche Inhalte waren hierbei neben der Förderung der Studierfähigkeit, eine Einführung in die relevanten Unternehmensprozesse, Einweisung in die Bedienung der Software sowie Durchführung und Auswertung des Planspiels. Jeweils vor Beginn und nach Ende des Seminars wurden die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler gebeten, ihre Studierfähigkeit anhand eines standardisierten Fragebogens (Utesch 2015) selber einzuschätzen.

2 Sechs Jahre Schülerakademie Serious Gaming

Die Schülerakademie Serious Gaming (Utesch 2015) wird getragen von der *Fakultät für Informatik an der Technischen Universität München* und der *Staatlichen Fachober- und Berufsoberschule Technik München* (FOS/ BOS Technik München) stellvertretend für die Beruflichen Oberschulen Bayerns. Die Schülerakademie findet seit dem Jahr 2009 statt - mittlerweile zweimal jährlich immer eine Woche während der Schulzeit in den Zeiträumen Ende Januar/ Anfang Februar (Abschluss Schul-Halbjahr) und Ende Juni/ Anfang Juli (Abschluss Schuljahr). Diese Zeitpunkte sind besonders geeignet, da die Teilnehmer der Schülerakademie überwiegend Schülerinnen und Schüler der 11. Jahrgangsstufe sind, die gerade das erste Jahr an einer zweijährigen Beruflichen Oberschule bzw. Fachoberschule bewältigen. Im Jahr darauf, in der 12. Jahrgangsstufe, können sie mit dem Abitur die Berechtigung zur Aufnahme eines Studiums erwerben.

² ERPsim is a proprietary technology developed by researchers at HEC Montréal, École Polytechnique de Montréal and Western Michigan Univ.

Als bewährte Instrumente werden zwei verschiedene Serious Games genutzt: das Unternehmensplanspiel Go4C (Kremar and Utesch 2011) und ERPsim auf Basis von SAP ERP. Auf diese Weise werden anwendungsorientiert und projektbasiert zentrale Aktivitäten der Studierfähigkeit vermittelt: *universitäre Arbeitsweise*, *Selbstkompetenzen* und ein *konkretes Bild vom Studium*. Die erfolgreiche Teilnahme an der Schülerakademie wird durch ein Zertifikat dokumentiert, das die TUM gemeinsam mit dem Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst ausfertigt.

Geilhardt and Mühlbradt (1995) definieren den Begriff *Planspiel* als „[...] eine konstruierte Situation, in der sich eine oder mehrere Person(en) in oder an einem [...] Modell nach vorgegebenen Regeln verhalten, wobei das gezeigte Verhalten systematisch festgehalten und nach einem explizierbaren Kalkül bewertet werden kann“. Planspiele zählen nach Carls and Koeder (1988) zu den aktiven Lern- bzw. Lehrformen. Kriz (2001) charakterisiert Planspiele anhand der drei Merkmale *Spiel*, *Simulation* und *Rollen*, welchen Adelsberger et al. (1999) die *Evaluation* als viertes Merkmal hinzufügen. Dies bestätigt Léger (2006): die Evaluation der Spielergebnisse und der Teilnehmer nimmt eine Schlüsselrolle beim Einsatz von Planspielen in der Lehre ein. Dabei steht nicht die Erfüllung der Spielziele der einzelnen Teilnehmer im Fokus, sondern die Überprüfung, ob „[...] das pädagogisch angestrebte Ziel, die Vermittlung der einzelnen Wissensbereiche, insbesondere der praktische Umgang mit dem ERP-System und das Verständnis für die zugrundeliegenden Geschäftsprozesse, erreicht wurde“ (Konstantinidis et al. 2010).

3 Aktivitäten der Studierfähigkeit aus Sicht der Beruflichen Oberschulen

Die FOS/ BOS Technik München bietet, wie jede andere bayerische Berufliche Oberschule, ihren Schülern eine Reihe von Maßnahmen zur Vorbereitung auf ein zukünftiges Studium an. Fast alle diese Maßnahmen sind Präsentationen der zukünftigen Hochschulen, wie Studieninformationsveranstaltungen oder Tage der offenen Tür. An diesen Präsentationen nehmen die Schüler jedoch immer in der passiven Rolle eines Zuhörers teil. Da sich die Schülerakademie Serious Gaming vor allem an Berufliche Oberschüler wendet, welche mit der anwendungsorientierten Vermittlung von Wissen gute Lern-Erfahrungen gemacht haben, liegt es nahe, nicht nur das Fachwissen im Regelunterricht, sondern auch die Studierfähigkeit anwendungsbezogen zu vermitteln. Die Schülerakademie Serious Gaming orientiert sich deshalb an dem Ansatz ‚*selbst aktiv werden – Studierfähigkeit anwendungsorientiert lernen*‘. Der Schlüsselfaktor ist dabei der Perspektivwechsel vom Schüler zum Studierenden. Die Schüler schlüpfen in die Rolle eines Studierenden und erleben so spielerisch eine Universität ‚*am eigenen Leib*‘. Damit beginnen sie ein Jahr vor Aufnahme eines Studiums gezielt, ihre persönliche Studierfähigkeit zu entwickeln.

Seit mehr als 40 Jahren ist Studierfähigkeit Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen (Robbins et al. 2004). Studierfähigkeit umfasst alle diejenigen Aktivitäten, die für ein erfolgreiches Lernen und für das Bestehen von Tests notwendig sind. Studierfähigkeit bestimmt den akademischen Erfolg an einer Universität. Für die spezifischen Bedürfnisse anwendungsorientierten Lernens der Schüler der beruflichen Oberstufe sind diejenigen Aktivitäten der Studierfähigkeit wichtig, welche in dem Instrument *Beruf und Studium* (BuS) des *Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung München* zusammengefasst werden. BuS ist ein freiwilliges, systematisches Programm zur Entscheidungsfindung bei der Berufs- und Studienwahl. Es setzt sich zusammen aus einer Anleitung zur Selbsterkundung meist in Form von Fragen zu Fähigkeiten,

Anlagen, Interessen und Wünschen sowie einem Abgleich von Selbstbild und Fremdbild (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung 2005).

An jeder beruflichen Oberschule unterstützen Beratungslehrer die Schüler und ihre Eltern bei der Bewältigung der vielfältigen Fragestellungen zum Übergang von der Schule zur Hochschule. Mit Unterstützung dieser Experten und auf Basis des BuS wurde gemeinsam mit Studierenden und Schülern ein Katalog von Aktivitäten der Studierfähigkeit speziell aus Sicht der Beruflichen Oberschüler erstellt. Der Katalog wurde anschließend mit den für die Belange der Beruflichen Oberschulen zuständigen Experten des Bayerischen Kultusministeriums abgestimmt. Auf diese Weise wurden die folgenden drei Themenblöcke als besonders bedeutsam für die Förderung der Studierfähigkeit der beruflichen Oberschüler im Rahmen der Schülerakademie erarbeitet: *Arbeitsweise*, *Selbstkompetenzen* und *Bild vom Studium*. Jeder dieser Themenblöcke fasst eine Reihe von Aktivitäten zusammen.

3.1 Arbeitsweise

Erfolgreiche Studierende verfügen über eine hohe Problemlösungskompetenz: Sie müssen ohne Hemmungen *mit komplizierten Sachverhalten umgehen* können und dabei oft aus verschiedenen Möglichkeiten *den am besten geeigneten Lösungsweg auswählen* können. Das erfordert, dass man sich – meist *unter Druck* – *über einen längeren Zeitraum konzentrieren* kann. Natürlich wäre dabei sehr wichtig, die eigene *Arbeitsweise am biologischen Rhythmus ausrichten* zu können.

3.2 Selbstkompetenzen

Ein *gutes logisches Denkvermögen* ist entscheidend für ein erfolgreiches Studium. Dazu gehört *ein gesundes Maß an Flexibilität* ebenso wie die *Fähigkeit, Kritik gut aufnehmen* zu können. Man muss *mit Stresssituationen gut umgehen* können. Im Vergleich mit der Gruppe der anderen Studierenden und besonders bei oft begrenzter Zeit für eine Problemlösung ist es wichtig, dass man lernt, *mit der eigenen Arbeit zufrieden* zu sein, um sich immer wieder selbst zum Lernen zu motivieren.

3.3 Bild vom Studium

Mit *Bild vom Studium* wird die Aufmerksamkeit der Schüler auf die organisatorischen Fragen der Aufnahme eines Studiums gelenkt. Jeder Schüler soll sich so früh wie möglich und ausführlich mit der *Wahl eines für ihn geeigneten Studiengangs* auseinandersetzen. Dazu gehört auch, dass man *den Bewerbungsprozess der favorisierten Universität* kennt. Die Schüler waren bisher mit Fachunterricht gemäß eines festen vorgegebenen Stundenplans vertraut. Durch ihre Teilnahme an der Schülerakademie Serious Gaming wird ihnen nun die Möglichkeit gegeben, im Vergleich dazu *den Tagesablauf an einer Universität* und *den Ablauf einer Lehrveranstaltung* kennenzulernen.

4 Das ERPsim Distribution Game

Das Planspiel ERPsim wurde 2004 an der Hautes Études Commerciales (HEC) Montreal in Kanada entwickelt (Léger et al. 2009). Über die lokal installierte Software *SAP Graphical User Interface* (SAP GUI) greifen die teilnehmenden Schüler auf ein SAP ERP Central Component (ECC) 6.0 Standardsystem zu, welches mit dem Datensatz einer Modellfirma versehen ist. Über eine für das Planspiel entwickelte Java Webapplikation wird in Realzeit ein Absatzmarkt simuliert. Die reale Zeitlänge wird dabei auf eine kürzere Zeit komprimiert, so entspricht ein Tag des simulierten Marktes z.B. einer Minute Realzeit. Die Webapplikation wird auf einem Webserver betrieben und

ist für das Auslösen bestimmter Transaktionen im SAP-System zuständig. Sie enthält das dem Absatzmarkt zugrundeliegende Regelwerk und dient auch als Auslöser für die diesen Markt beeinflussenden Umweltfaktoren (Konstantinidis et al. 2010). Über eine Weboberfläche kann ein Spielleiter zum einen verschiedene Spielparameter anpassen und zum anderen das Planspiel administrieren und überwachen. Abbildung 1 zeigt die Zusammenhänge und Interaktionen der unterschiedlichen Planspielkomponenten.

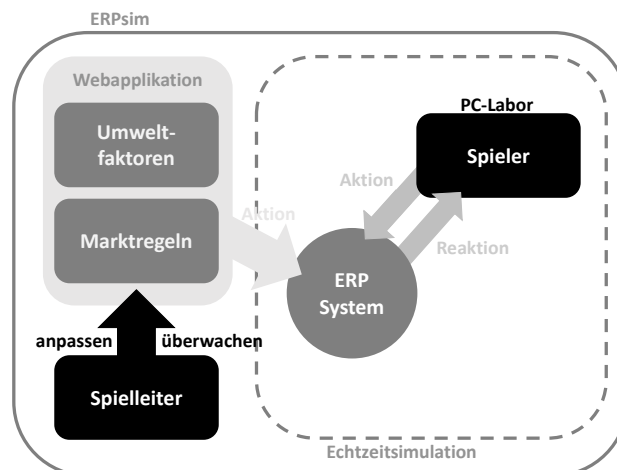


Abbildung 1: Interaktion der ERPsim- Komponenten

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung Konstantinidis et al. (2010)

Die Schülerakademie Serious Gaming greift auf die ERPsim-Variante *Distribution Game* zurück. Simuliert wird der vollständige ‚Cash-to-Cash Zyklus‘ in einem realen Absatzmarkt für Getränke begonnen mit dem Einkauf der Ware bei Lieferanten bis hin zu ihrem Verkauf an Kunden anhand von Vertriebsunternehmen. Ein Team von bis zu vier Schülern in den Rollen eines Sales Managers, Marketing Managers, Finanz- und Marktanalysten und eines Warehouse Managers repräsentiert jeweils ein Vertriebsunternehmen in diesem Absatzmarkt. Der Sales Manager legt die Verkaufspreise für die sechs verschiedenen Getränkeprodukte fest. Der Marketing Manager kann spezifisch für jedes Produkt und für drei verschiedene Regionen Ausgaben für das Marketing festlegen. Der Finanz- und Marktanalyst nutzt verschiedene Reports, um den Absatzmarkt zu analysieren und z.B. aktuelle Marktdurchschnittspreise für die unterschiedlichen Produkte zu ermitteln. Der Warehouse Manager überwacht die Lagerbestände und löst Bestellvorgänge aus.

Mehrere Teams bzw. die von ihnen repräsentierten Unternehmen stehen in dem simulierten Absatzmarkt in Konkurrenz zueinander. Es gilt also, die erfolgreichste Strategie zu entwickeln und umzusetzen und die dafür geeigneten ‚Spielzüge‘ gemeinsamen im Team zu koordinieren. Gleichzeitig muss sowohl über eine Reihe von Reports die Wirkung der eigenen Strategie analysiert, als auch die Strategie der konkurrierenden Teams durchschaut werden. Die Auswirkungen jeder Handlung werden direkt im Spiel erlebt, so dass die Schüler ihre Strategien ständig prüfen und ggf. auch anpassen können. Die Benutzeroberfläche entspricht dabei der eines realen Arbeitsplatzes.

Das Planspiel ERPsim setzt auf anwendungsorientiertes Lernen, um die zuvor vorgestellten Aktivitäten der Studierfähigkeit und im gleichen Zuge Fachwissen der Wirtschaftsinformatik zu erlernen:

- Die Geschäftsprozesse *Planung*, *Beschaffung* und *Verkauf* werden angewendet und damit ihre zentralen Konzepte erlernt.
- Über die Benutzeroberfläche von ERPsim lernen die Schüler mit SAP ERP den Marktführer im Bereich Unternehmenssoftware kennen und bedienen. Sie erleben zudem, welche Vorteile eine IT-Unterstützung bei der Abwicklung von Geschäftsprozessen bietet.
- ERPsim stellt Reports zum Spielverlauf bereit, die zur Analyse der Marktsituation dienen. Spieler müssen diese Statistiken analysieren, bewerten und schließlich daraus Strategien ableiten. Dadurch vertiefen die Schüler anwendungsorientiert den gemäß Lehrplan in der Schule erlernten Umgang mit Statistiken und Tabellen.

Ein vollständiger Durchlauf des ERPsim Distribution Games dauert drei Runden. Jede Runde entspricht dabei einer simulierten Zeitspanne von 20 Tagen. Im Rahmen der Schülerakademie Serious Gaming wird das ERPsim Distribution Game insgesamt zweimal gespielt.

Zu Beginn der ersten Runde des ersten Durchlaufs weist der Spielleiter ausführlich in die Fallsituation und in die Bedienung des ERPsim Distribution Games ein. Jeweils zwischen den drei Runden wird die Simulation gestoppt, um dem Spielleiter Gelegenheit zu geben, die aktuelle Situation am Absatzmarkt über verschiedene Kennzahlen zu erläutern. Wesentlich für die Wettbewerbssituation ist dabei die Analyse des *Reinertrags* (engl. net income) der Unternehmen. Vor jedem Rundenstart erhalten die Teams die Gelegenheit, ihre Strategie bzw. die Strategien der konkurrierenden Unternehmen zu analysieren und eine Startstrategie für die kommende Runde abzustimmen. Nach dem ersten vollständigen Spieldurchlauf müssen die Teams ihr Vorgehen in einer Präsentation kritisch hinterfragen. Aus dem Spielverlauf des Distribution Game ergeben sich somit die folgenden in Abbildung 2 dargestellten Interaktionsphasen.

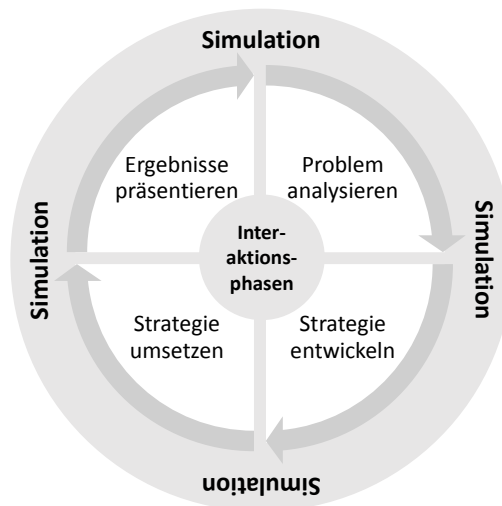


Abbildung 2: Interaktionsphasen vom ERPsim Distribution Game
 Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Krcmar and Utesch (2011)

Durch diese Interaktionsphasen erhalten die Schüler Einblick in Arbeitsprozesse realer Unternehmen. Außerdem werden die Aktivitäten der Studierfähigkeit besonders gut durch diese Interaktionsphasen gefördert. Die Interaktionsphasen stellen das Didaktische Framework der Schülerakademie Serious Gaming dar (Krcmar and Utesch 2011). Die Abbildung 3 zeigt den Zusammenhang zwischen den Interaktionsphasen bzw. deren Iteration und den im dritten Kapitel vorgestellten Aktivitäten der Arbeitsweise und der Selbstkompetenzen auf.

	Arbeitsweise	Selbst-kompetenzen
Problem analysieren	●	●
Strategie entwickeln	◐	●
Strategie umsetzen	◐	◐
Simulation durchführen	○	○
Ergebnisse präsentieren	◐	◐

Abbildung 3: Studierfähigkeit und Didaktisches Framework

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Utesch (2015)

4.1 Problem analysieren

Bevor eine Runde startet, ist es sehr wichtig, dass die Teammitglieder die aktuelle Situation auf dem Markt und im eigenen Unternehmen analysieren und diskutieren. Die Analyse hilft Stärken und Schwächen zu verstehen und Chancen und Risiken auf dem Getränke-Markt zu erkennen. Die Spieler sollten die Analyse aber nicht nur vor Rundenbeginn durchführen, sondern auch während der Simulationsrunden kontinuierlich weiter verfolgen.

4.2 Strategie entwickeln

Nach der Analyse der Marktsituation bietet es sich an, eine Strategie zu entwickeln, um sich auf dem Markt durchzusetzen. Hierbei sollten Strategien für das Produktprogramm des Unternehmens, Preisabfolge, Marketinginvestitionen und die Mengen der Nachbestellungen festgelegt werden. Hier ist vor allem die Synchronisation zwischen den verschiedenen Rollenträgern im Team von Bedeutung, da nur eine abgestimmte Preis-, Marketing- und Bestellstrategie den Spielerfolg sicherstellt.

4.3 Strategie umsetzen / Simulation durchführen

Wenn eine Runde gestartet wurde, müssen die im vorherigen Schritt entwickelten Strategien umgesetzt werden. Die Auswirkungen der getroffenen Entscheidungen und Strategien sind sofort im Spiel erkennbar. Es ist wichtig, die eigene Strategie kontinuierlich weiter zu entwickeln bzw. an die aktuelle Marktsituation anzupassen. Im Planspiel ERPsim finden die beiden Schritte *Strategie umsetzen* und *Simulation durchführen* fortwährend statt.

Nach dem Ende einer Runde muss die soeben gespielte Runde reflektiert werden. Es werden als erstes die Ergebnisse aller Teams aus der jeweiligen Runde verglichen. Jedes Team erhält dazu Informationen über Reinertrag, Verkaufsmenge und Marketinginvestitionen. Diese Zahlen ermöglichen einen kritischer Rückblick: Welche Aufgaben wurden gut, welche nicht gut erledigt? Wie war die Zusammenarbeit im Team? Was haben die anderen Teams (besser) gemacht? Was muss bei der nächsten Runde verbessert werden?

4.4 Ergebnisse präsentieren

Zur Intensivierung des Lernprozesses erhalten die Teams nach dem ersten vollständigen Spieldurchlauf die Aufgabe, den kompletten ersten Spielverlauf anhand von aus dem SAP-System exportierten Daten z.B. zur Preisentwicklung, zu den Marketingausgaben oder Absatzzahlen zu analysieren. Ziel dieser Analyse ist die Aufbereitung der Daten für eine Präsentation vor den Shareholdern des Unternehmens. Hier müssen sich die vier Teammitglieder in ihrer jeweiligen

Rolle für den Unternehmenserfolg rechtfertigen. Bei dieser Aufgabe werden die Schüler durch studentische Tutoren unterstützt.

Im Planspiel ist die Gewinnmaximierung das entscheidende Spielziel. Im Kontext der Schülerakademie Serious Gaming aber steht die Förderung der Studierfähigkeit im Vordergrund. Die Bewertung des ersten Spieldurchlaufs und die kritische Auseinandersetzung mit den eigenen Entscheidungen sowie die Evaluation der Strategien der konkurrierenden Teams werden damit zu wichtigen Schritten bei der Weiterentwicklung der eigenen Studierfähigkeit. Gleichzeitig wird durch die Präsentationsaufgabe eine weitere Methodikkompetenz trainiert.

4.5 Erneuter Durchlauf

Nach dieser Analyse- und Präsentationsrunde wird der zweite Durchlauf des Planspiels mit einem bereinigten Absatzmarkt gestartet. Die Teams erhalten eine zweite Chance, ihr Unternehmen - wieder über drei Spielrunden hinweg - zum Erfolg zu führen. Hier reicht es jedoch aus, nur noch die ersten vier Interaktionsphasen zu durchlaufen. Auf die Präsentation wird verzichtet.

5 Ergebnisse der Schülerakademie

Wie gut die Schülerakademie Serious Gaming die Schüler beim Erlernen der Studierfähigkeit unterstützt, wurde durch die Schüler selbst beantwortet. Die Teilnehmer kamen von zwei Schulen (FOS/ BOS) aus dem Großraum München. Als Untersuchungsform diente eine IT-basierte Erhebung. Alle Schüler gaben jeweils vor dem Beginn und nach dem Ende der Schülerakademie eine Einschätzung ihrer persönlichen Studierfähigkeit ab. Als Ergebnis entstand für jede Aktivität der Studierfähigkeit eine Gegenüberstellung der Einschätzungen vor und nach der Schülerakademie Serious Gaming. Für die IT-basierte Erhebung wurde jede einzelne Aktivität der Studierfähigkeit in eine Aussage in Ich-Form umgesetzt. Zum Beispiel verdeutlichen Aussagen wie „Ich kann mit komplizierten Sachverhalten umgehen, da ich mich ohne Hemmungen damit auseinandersetze“ oder „Ich kann unter Druck gut arbeiten“ zusammen mit anderen das Thema *Arbeitsweise*. Jeder Schüler konnte dann seine persönliche Einschätzung zu jeder Aussage auf einer 5-teiligen Likert-Skala abgeben (Abbildung 4).

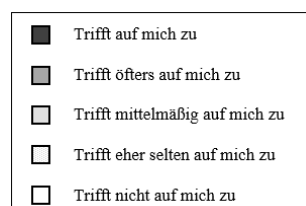


Abbildung 4: Likert-Skala

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Utesch (2015)

Für die sorgfältige Bearbeitung der gesamten Erhebung benötigte jeder Schüler ca. 15 Minuten. Im Anschluss an die Schülerakademie Serious Gaming konnten die Teilnehmer noch ein schriftliches Feedback abgeben, dokumentiert von studentischen Tutoren (Wang et al. 2015). Besonders wichtig waren dabei möglichst konkrete Anregungen zur Gestaltung der Schülerakademie in der Zukunft bzw. zur Entwicklung weiterer Lehrveranstaltungen zur Studierfähigkeit.

Im Folgenden werden zu jeder Aktivität der Studierfähigkeit das Ergebnis der Erhebung und die zugehörigen Interpretationen der Schüler dargestellt.

5.1 Arbeitsweise

Den wichtigsten Punkt zum Erlernen einer studentischen Arbeitsweise (Abbildung 5) formulierten die Schüler so: „[...] man musste den anderen zuhören und lernen zusammen zu arbeiten“ (Wang et al. 2015).

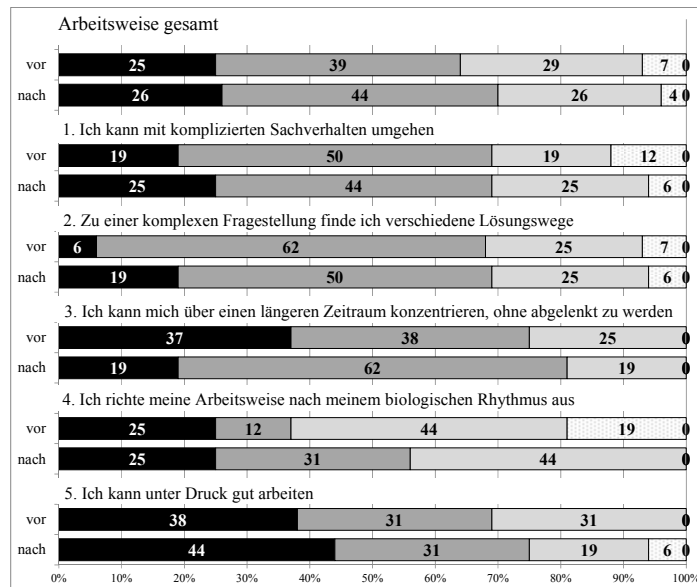


Abbildung 5: Ergebnisse zur Arbeitsweise

Quelle: eigene Darstellung

Hier ist vor allem das Ergebnis zu Punkt 3 *Ich kann mich über einen längeren Zeitraum konzentrieren, ohne abgelenkt zu werden*, herauszuheben. Während vor Beginn der Schülerakademie Serious Gaming noch 37% der Teilnehmer dies für sich als zutreffend ansahen und 38% der Teilnehmer mit *Trifft öfters auf mich zu* geantwortet haben, schätzten sich bei der zweiten Befragung am Ende nur noch 19% mit *Trifft auf mich zu* ein, wohingegen 62% *Trifft öfters auf mich zu* angeben. Hier zeigt sich, dass eine Teilnahme an der Schülerakademie den Teilnehmern auch die Möglichkeit gibt, ihre Selbsteinschätzung im Kontext einer universitären Lernumgebung zu korrigieren. Insgesamt haben sich im Aspekt *Arbeitsweise* jedoch nur kleine Veränderungen gezeigt, was vor dem Hintergrund einer eintägigen Maßnahme nicht überraschend erscheint.

5.2 Selbstkompetenzen

Die Schüler waren im Rückblick sehr stolz darauf, eine eigene Strategie entwickeln zu können und ihr logisches Denkvermögen dabei zu steigern (Abbildung 6). Wie beim Thema *Arbeitsweise* wird auch hier betont: „Es war eine tolle Erfahrung dieses Unternehmen zu gründen und dieses Spiel zu spielen“ (Wang et al. 2015). Auch im Bereich *Selbstkompetenzen* zeigt sich in allen Bereichen eine erkennbare Verbesserung in der persönlichen Einschätzung, wobei Punkt 4 *Ich kann Kritik gut aufnehmen, indem ich sie als Hinweis für meine Arbeit nutze* hervorzuheben ist.

Bei allen durchgeführten Schülerakademien bewerten die Teilnehmer es sehr positiv, dass sie in jeder Spielrunde eigenverantwortlich einen Lösungsansatz entwickeln und umsetzen müssen. Das, sagen die Schüler, „steigert die eigene Zufriedenheit und spornt an“. Wichtig sei, dass man „wenn etwas schlecht lief“ die Kritik und Verbesserungsvorschläge durch die Dozenten und den Austausch mit den anderen Teams gut aufnimmt (Utesch 2015).

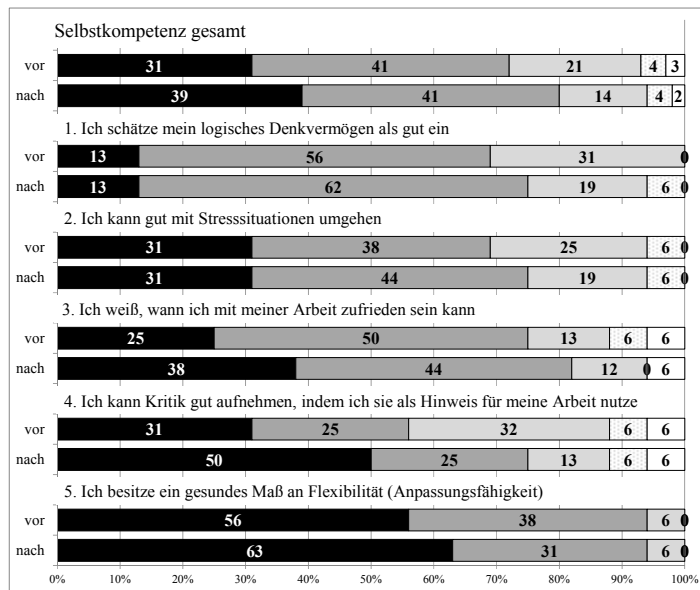


Abbildung 6: Ergebnisse zu Selbstkompetenzen
Quelle: eigene Darstellung

5.3 Bild vom Studium

Eine zentrale Erkenntnis aus der Schülerakademie ist: Die Schüler der 11. Jahrgangsstufe beschäftigen sich noch nicht sehr intensiv damit, wie es nach der Schule weiter gehen soll (Abbildung 7).

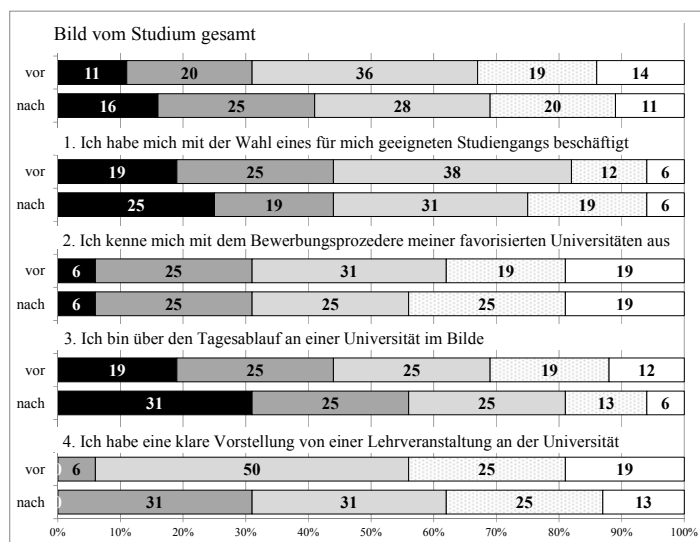


Abbildung 7: Ergebnisse zu Bild vom Studium
Quelle: eigene Darstellung

Die Schüler vertreten einstimmig die Meinung: „Zuerst muß man seinen Abschluß schaffen, bevor man auf die Universität gehen kann und sich mit den entsprechenden organisatorischen Details auseinandersetzt.“ Hier setzt die Schülerakademie an. Die Schüler ‚leben‘ schon ein Jahr vor dem formalen Erreichen des Hochschulzugangs ein bzw. zwei Tage unter den Bedingungen eines Studiums an einer Hochschule. Eingebettet in die Schülerakademie ist auch eine Vorlesungseinheit zu den Themen *Was ist eine Universität?* und *Was ist Wirtschaftsinformatik?*. Das und die

Zusammenarbeit mit studentischen Tutoren inspiriert die Teilnehmer zur intensiven Auseinandersetzung mit einem zukünftigen Studium (Utesch 2015). Diese Auseinandersetzung mit dem zukünftigen Studium scheint sich wiederum positiv auf das schulische Engagement auszuwirken: ein Vergleich der ein Jahr nach der Teilnahme an der Schülerakademie am Ende der 12. Jahrgangsstufe erzielten Abiturnoten zeigt: Schüler, die an der Schülerakademie Serious Gaming in den Jahren 2013 und 2014 teilgenommen hatten, erzielten im Abitur um bis zu 0,3 Notenpunkte bessere Ergebnisse als der Durchschnitt der Abiturienten bei deutlich niedrigeren Nichtbestehensraten (Utesch 2015). Dieser Notenvergleich soll auch für die Teilnehmer der Schülerakademie Serious Gaming 2015 durchgeführt werden, wenn sie am Abitur 2016 teilgenommen haben.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Juni 2015 fand die Schülerakademie Serious Gaming an der Technischen Universität München zum sechsten Mal statt. Eingesetzt wurde das ERPsim Distribution Game. Fachober- und Berufsoberschüler der 11. Jahrgangsstufe erhielten einen Einblick in die Universität und stärkten ihre Studierfähigkeit. Gelernt wurde auf Basis des SAP-Planspiels ERPsim, die Unterstützung von IT zur Abwicklung von Geschäftsprozessen zu erkennen. Außerdem lernten die Schüler den Umgang mit der SAP-Plattform und trainierten Fähigkeiten, wie das Treffen von Entscheidungen, Analyse, Strategieentwicklung, Datenaufbereitung und Präsentation.

Während der Schülerakademie Serious Gaming versetzen sich die Schüler für einen Tag in die Rolle von Studierenden und lernten aus deren Perspektive. Sie versuchten selbständig Defizite der eigenen Arbeitsweise zu erkennen und Lösungsansätze zur Verbesserung zu finden, so wie es von Studierenden an einer Universität gefordert wird. Das Spielen mit ERPsim deckt die Aktivitäten zum Erwerb der Studierfähigkeit gut ab und erweist sich als ein sinnvolles Mittel um die Studierfähigkeit von Schülern zu fördern. Das konnte auf Basis der vor dem Beginn und nach dem Ende der Schülerakademie Serious Gaming abgegebenen Einschätzung zur persönlichen Studierfähigkeit nachgewiesen werden.

Studierfähigkeit zu erlernen, erfordert von den Schülern eine Änderung des Lern-Verhaltens. Die Schülerakademie Serious Gaming mit ERPsim dauerte einen Tag. Das ist für viele Schüler zu wenig Zeit, um ihre Arbeitsweise und ihre Selbstkompetenzen grundlegend und nachhaltig zu verändern. Dennoch zeigen die Ergebnisse der Selbsteinschätzung, dass ausreichend Zeit ist, um alle Schüler für besonders wichtige Aspekte der Studierfähigkeit zu sensibilisieren und sie ausführlich über Studierfähigkeit zu informieren. „Ich habe gelernt, mich selber besser einschätzen zu können“, sagt ein Schüler. Die Schüler erleben ergänzend zum Schulalltag frühzeitig vor Beginn eines Studiums Fachinhalte und Lernmethoden aus einem erweiterten, universitären Blickwinkel. Sie erproben bei professioneller Begleitung erste Verhaltensänderungen. Sie spüren die ersten Lernerfolge dieser Verhaltensänderung - das stärkt ihr Selbstvertrauen. Jeder Schüler erhält die notwendigen Impulse, um selber an seiner Studierfähigkeit weiter arbeiten zu können. Die Schüler formulieren das so: „Ich werde mich in Zukunft mehr für einen guten Schulabschluss engagieren, da ich weiß warum!“ und „ich kann an meiner Studierfähigkeit etwas verändern“ (Utesch 2015).

Neben dem Distribution Game, existieren mit dem *Manufacturing Game* und dem *Logistic Game* zwei weitere und deutlich komplexere SAP-Planspiele von ERPsim. Deren Einsatz in einer mehrtägigen Maßnahme ggf. auch über einen längeren Zeitraum hinweg ist bislang im schulischen Kontext nicht erprobt. Auf Basis der Ergebnisse der in diesem Beitrag beschriebenen eintägigen

Maßnahme, sollte die Auswirkung eines komplexeren Planspiels auf die Studierfähigkeit untersucht werden. Auch sollte die in diesem Artikel untersuchte Gruppe weiter begleitet werden. In einem Vergleich mit Schülern, die an keiner entsprechenden Maßnahme teilgenommen haben, könnte untersucht werden, wie viele Schüler aus der jeweiligen Gruppe ein Studium aufnehmen und erfolgreich abschließen.

7 Literatur

- Adelsberger HH, Bick MH, Kraus U, Pawlowski JM A simulation game approach for efficient education in enterprise resource planning systems. In: European Simulation Multiconference, Warschau, 1999. pp 454-460
- Brugger P, Threin M, Wolters M (2012) Hochschulen auf einen Blick - Ausgabe 2012. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Carls CU, Koeder KW (1988) Aktives Lernen durch Planspieleinsatz. Winklers Flügelstift 3:5-14
- Duden (2015) Studierfähigkeit. <http://www.duden.de/rechtschreibung/Studierfaehigkeit>. Accessed 10.09.2015
- Geilhardt T, Mühlbradt T (1995) Planspiele im Personalmanagement und Organisationsmanagement. Hogrefe, Göttingen
- Konstantinidis C, Kienegger H, Wittges H, Krcmar H (2010) Planspiele in der ERP-Lehre - Eine empirische Untersuchung deutscher Bildungseinrichtungen. Paper presented at the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2010, Göttingen, Germany,
- Krcmar H, Utesch M (2011) Planen und Entscheiden: Das Planspiel Go4C. Books on Demand, München
- Kriz WC (2001) Die Planspielmethode als Lernumgebung. In: Mandl H, Keller C, Reiserer M, Geier B (eds) Planspiele im Internet: Konzepte und Praxisbeispiele für den Einsatz in Aus- und Weiterbildung, vol 26. wbv, Bielefeld, pp 41-64
- Léger P-M (2006) Using a simulation game approach to teach enterprise resource planning concepts. *Journal of Information Systems Education* 17 (4):441-447
- Léger P-M, Robert J, Babin G, Pellerin R, Wagner B (2009) Distribution game - version 2009-2010. <http://erpsim.hec.ca/learning/#/material/14>. Accessed 2009-11-20 2009
- Leyh C (2012) ERP-System-Einsatz in der Lehre: Ergebnisse einer Umfrage an deutschen Universitäten und Fachhochschulen. Paper presented at the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2012, Braunschweig, Germany,
- Malecki A, Schneider C, Vogel S, Wolters M (2014) Schulen auf einen Blick - Ausgabe 2014. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Middendorff E, Apolinarski B, Poskowsky J, Kandulla M, Netz N (2013) Die wirtschaftliche und soziale Lage der Studierenden in Deutschland 2012. 20. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerks durchgeführt durch das HIS-Institut für Hochschulforschung. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin
- Robbins SB, Lauver K, Davis HL, Davis D, Langley R (2004) Do Psychosocial and Study Skill Factors Predict College Outcomes? A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin* 130 (2):261-288
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (2005) Beruf und Studium - BuS. Kastner AG - das medienhaus, München
- Statistisches Bundesamt (2015) Bildung und Kultur - Studierende an Hochschulen - Wintersemester 2014/2015. Wiesbaden
- Utesch MC Five Years of the Pupils' Academy of Serious Gaming: Enhancing the ability to study. In: IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia, 2015. IEEE, pp 189-198
- Wang J, Borek-Janeheim S, Cirener L, Reichl A (2015) Feedback zur Schülerakademie mit ERPsim (unpublished).

ERP-Systeme in der Hochschullehre – Erfahrungen mit einem Planspiel basierend auf SAP ERP

Christian Leyh¹

¹ Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Informationssysteme in Industrie und Handel, christian.leyh@tu-dresden.de

Abstract

Lehre im Bereich von ERP-Systemen ist mit Blick auf den hohen organisatorischen und systemtechnischen Einführungsaufwand nicht einfach zu gestalten. Hier haben sich bereits verschiedene Lehrformen und auch teilweise eine Vielzahl von ERP-Systemen in den Curricula der Hochschulen etabliert. Dies aufgreifend wird in diesem Beitrag ein Planspielkurs – das ERP Simulation Game (ERPSim) bereitgestellt vom University Competence Center der SAP AG – vorgestellt, in welchem basierend auf dem ERP-System SAP ERP praktische Systemkenntnisse vermittelt werden. Die Beschreibung dieses Konzepts soll dabei als Erfahrungsbericht verstanden werden, indem das Kursmodell vorgestellt und dessen Durchführung beschrieben werden. Auch wird eine Einschätzung und Evaluation des Kurses aus Sicht der teilnehmenden Studierenden sowie aus Sicht der Dozenten gegeben. Ziel dieses Beitrags ist es, das Konzept sowie die gesammelten Erfahrungen und Erkenntnisse damit auch für andere Hochschulen zur Verfügung zu stellen.

1 Motivation

ERP-Systeme werden mittlerweile seit mehr als einem Jahrzehnt im Rahmen der Hochschullehre eingesetzt. Hierbei besteht jedoch eine Herausforderung für die Hochschulen darin, passende Konzepte zu nutzen, die den Studierenden und späteren Absolventen das von der Wirtschaft geforderte und benötigte Fachwissen bezogen auf ERP-Systeme, insbesondere in informations-systembezogenen Studiengängen wie beispielsweise dem Studiengang Wirtschaftsinformatik, in angemessenem Umfang zu vermitteln (Venkatesh 2008). Hier haben sich bereits verschiedene Lehrformen und auch teilweise eine Vielzahl von ERP-Systemen in den Curricula der Hochschulen etabliert (siehe z.B. Leyh 2012). Vor allem in Anbetracht der immer weiter steigenden Bedeutung und Wichtigkeit von ERP-Systemen und damit verbunden ihres pädagogischen Wertes nutzen viele Hochschulen ERP-Systeme vermehrt in ihren Kursen, um beispielsweise verschiedene Konzepte und Prozesse auch praktisch zu unterrichten und demonstrieren zu können (Seethamraju 2007). Um dies zu unterstützen, kooperieren einige ERP-Hersteller eng mit den Universitäten und stellen ihre Systeme und Ressourcen für die Hochschullehre zur Verfügung. Hierbei stellt sich jedoch die Herausforderung für Hochschulen, wie ein passender Kurs aufgebaut sein sollte (Lehrform, Anzahl von ERP-Systemen, praktische ERP-Übungen, Kenntnisvermittlung auf theoretischer Basis, etc.),

um das Wissen über ERP-Konzepte, Prozesse und Systemnutzung zu vermitteln. (Brehm et al. 2009; Fedorowicz et al. 2004; Winkelmann und Leyh 2010).

Möglichkeiten und vor allem der Bedarf, dieses Wissen durch den praktischen Einsatz von ERP-Systemen in der Lehre transparent zu machen, werden in der Literatur zahlreich diskutiert (z. B. Antonucci et al. 2004; Fedorowicz et al. 2004; Hawking et al. 2004; Leyh 2010; Leyh et al. 2012; Peslak 2005; Stewart et al. 2000; Winkelmann und Leyh 2010). Dabei wird deutlich, dass ERP-Systeme ein wichtiger Bestandteil der Curricula der Hochschulen in informationssystembezogenen Fächern sind bzw. sein sollten. Diese Systeme mit einzubeziehen stellt die Hochschulen und Dozenten jedoch vor Herausforderungen und sollte nicht als triviale Aufgabe gesehen werden, wie Noguera und Watson bereits 1999 in ihrer Studie hervorheben. Es existiert für die praktische Nutzung von ERP-Systemen in der Lehre kein standardisierter Ansatz. Die Systemwahl und die Anzahl der Systeme sowie der Aufbau und die Anzahl der ERP-Kurse divergieren von Hochschule zu Hochschule (Leyh 2012; Seethamraju 2007). Im Gegensatz zum sehr heterogenen ERP-Markt ist jedoch die Vielfalt der an Hochschulen vertretenen Systeme und Hersteller recht gering. Es dominieren vor allem einige große Hersteller den Einsatz in der Lehre (Leyh 2012). Zu nennen ist hier insbesondere der Hersteller SAP, der durch den Aufbau seines University-Alliance-Programms in zahlreichen Hochschulen vertreten ist. Bereits Mitte der 2000er Jahre waren mehr als 400 Partnerhochschulen in diesem Programm beteiligt (Hawking et al. 2004; Pellerin und Hadaya 2008) und diese Zahl ist bis heute noch weiter gestiegen. SAP ERP ist damit das wohl am stärksten verbreitete System in der Hochschullehre. Für die intensive Auseinandersetzung mit einem einzelnen System ist die Sinnhaftigkeit der Fokussierung auf marktführende Systeme allerdings unstrittig. Dabei können ERP-Systeme und deren Konzepte auch ohne direkten Systembezug theoretisch erläutert werden. Jedoch werden die Lernerfahrung und das Verständnis durch den Einsatz von realen Systemen viel stärker gefördert (Watson und Schneider 1999).

Hierbei gestaltet sich vor allem der praktische Lehreinsatz von ERP-Systemen, vor allem von mehr als einem ERP-System oder ERP-Lehre in verschiedenen Lehrformaten teilweise als schwierig. Eine erste Herausforderung stellt hier die Verfügbarkeit von ERP-Systemen dar. Abgesehen von den marktführenden Herstellern, die fast alle über ein Hochschulprogramm verfügen (z.B. das University-Alliance-Programms von SAP oder das Oracle Academy Program), stellen nicht viele kleinere ERP-Systemhersteller ihre Systeme oder Ressourcen für Hochschulen zur Verfügung. Zugang zu Systemen großer Hersteller ist deutlich einfacher umsetzbar, auch vor dem Hintergrund, dass diese Hersteller umfangreiches Schulungsmaterial und teilweise bereits ausgearbeitete Kursformate und Kursinhalte bereitstellen. Für kleinere Systeme gibt es teilweise nur wenig zugängliches Schulungsmaterial sowie Materialien, die in der Lehre genutzt werden könnten. Dies wiederum erschwert es den Dozenten, sich in diese Systeme einzuarbeiten und passende Kursformate auf Basis dieser Systeme zu entwickeln. Daher ist es teilweise erheblich einfacher, einen Kurs mit ERP-Systemen für Großunternehmen in die Curricula zu integrieren. Dennoch soll an dieser Stelle festgehalten werden, dass sowohl ERP-Systeme für Großunternehmen als auch Systeme für KMU Teil der Curricula von Studierenden in informationssystembezogenen Studiengängen sein sollten. Zudem sollten Studierende die Möglichkeit erhalten, einzelne Systeme in der Tiefe kennenzulernen, zugleich aber auch einen Überblick in der Breite erhalten, um ein Gefühl für die Vielfalt der Ansätze und zugrundeliegenden Konzepte zu entwickeln (Leyh und Strahringer 2011).

Hieraus ergibt sich jedoch eine zweite Herausforderung – welche Lehrformate sollten für welche und für wie viele ERP-Systeme genutzt werden, um den Studierenden die entsprechenden

Kenntnisse zu vermitteln? Die Wahl der „richtigen“ Anzahl von ERP-Systemen und der passenden Kursformate gestaltet sich schwierig, da zu viele Systeme bei den Studierenden zu Missverständnissen, Verwirrung und Verwechslungen führen können. Auch ist ein tiefer Einblick in ausgewählte Systeme sicherlich sinnvoll, um deren Konzepte und Strukturen besser zu verstehen. Dennoch ist es nicht ratsam, zu viele Kursformate, die diesen tiefen Systeme Einblick ermöglichen, in die Curricula aufzunehmen (Leyh et al. 2012). Vielmehr sollte eine „gute“ Mischung aus verschiedenen Systemen aber auch aus verschiedenen Lehrformaten vorherrschen, um den Studierenden ERP-Systeme auf unterschiedlichste Art und Weise näher zu bringen.

Betrachtet man diesbezüglich die Ergebnisse einer in den Jahren 2010 und 2011 an deutschen Hochschulen durchgeführten Umfrage der Technischen Universität Dresden zum Lehreinsatz von ERP-Systemen (Leyh 2012), so zeigt sich, dass zwar unterschiedliche Lehrformate (z.B. Vorlesungen, Übungen, Projekte, etc.) von den 143 befragten Lehrstühlen und Professoren angeboten werden, die Mehrzahl der Dozenten jedoch vor allem Vorlesungen und fallstudienbasierte Computerpool-Übungen einsetzt. Problemorientierte oder auch lerner-zentrierte Lernansätze (siehe z.B. Saulnier 2008), wie z.B. schriftliche Ausarbeitungen / Seminararbeiten oder Semesterprojekte, werden weit weniger häufig genutzt. Und mit der geringsten Häufigkeit werden Planspiele / Simulationsspiele in der ERP-Lehre verwendet. Lediglich neun von 143 Dozenten setzen dieses Lehrformat ein (Leyh 2012). Doch gerade dieses Format bietet durch seinen spielerischen Aufbau eine für Studierende interessante Möglichkeit, ERP-Systeme „näher kennenzulernen“ und gleichzeitig ihr bisher erworbenes wirtschaftliches Wissen anzuwenden.

An diesem Punkt knüpft dieser Beitrag mit der Beschreibung eines Planspielkurses unter Verwendung von SAP ERP an. Dabei wird ein problemorientierter / lerner-zentrierter Ansatz verwendet, um Studierenden neben Vorlesungen und PC-Übungen ERP-Kenntnisse praktisch zu vermitteln. Unter Verwendung eines simulierten Marktes treten die Studierenden in Kleingruppen gegeneinander an und müssen versuchen, sich mit „ihrem“ Unternehmen an diesem Markt gegenüber den konkurrierenden Studierendenteams zu behaupten.

Dieser Beitrag soll dabei als Erfahrungsbericht verstanden werden, indem das Kursmodell vorgestellt und dessen Durchführung beschrieben werden. Ziel ist es, die gesammelten Erfahrungen und Erkenntnisse auch für andere Hochschulen zur Verfügung zu stellen. Dafür ist der vorliegende Beitrag wie folgt aufgebaut: Im zweiten Kapitel werden der Aufbau und die Durchführung des Kurses beschrieben, um damit einen Grundstein für eine mögliche Adaption an anderen Hochschulen zu legen. Im dritten Kapitel erfolgt anschließend die Bewertung der Evaluation des Kurses aus Sicht der Studierenden und auch aus Sicht der Dozenten. Abschließend endet der Beitrag mit einer kurzen Zusammenfassung dieses Lehrkonzeptes und der gesammelten Erfahrungen.

2 Struktur des Kurses „ERP-Planspiel“

2.1 Inhalte des Planspiels

Inhalt dieses Planspielkurses ist die Leitung und Steuerung eines Unternehmens am deutschen Markt, welches verschiedene Arten von Müsli produziert. Der Markt selbst wird dabei durch eine Java-Applikation simuliert, welche vom ERPSim Lab der HEC Montreal bereitgestellt wird. Die Darstellung der Kursinhalte und die Abbildungen beziehen sich dabei auf die Lehrmaterialien (Léger et al. 2013; Léger et al. 2007), die für Dozenten im LearningPortal des ERPSim-Labs zur Verfügung gestellt werden (<http://erpsim.hec.ca>). Das Ziel des Spiels besteht darin, den Gewinn

des eigenen Unternehmens zu maximieren. Dabei treten die Studierenden in Kleingruppen (vier Studierende pro Unternehmen / pro Team) gegeneinander auf demselben Markt an. Hier besteht die Möglichkeit, bis zu 26 Teams (Nummerierung A bis Z) konkurrieren zu lassen. Gesteuert werden die einzelnen Unternehmen von den Studierenden durch Verwendung eines SAP ERP – Mandanten, welcher vom University Competence Center (UCC) München (<http://www.sap-ucc.com/>) zur Verfügung gestellt wird. Simulator und Mandant sind entsprechend aufeinander abgestimmt, so dass Änderungen, Datenaustausch, etc. in Echtzeit erfolgen. Als Spieldauer sind maximal acht Quartale möglich, jedes Quartal umfasst dabei 30 Tage. Die Dauer eines Tages kann vom Dozenten eingestellt werden, standardmäßig ist diese auf eine Minute gesetzt. Hier empfiehlt es sich, dies nicht zu unterschreiten und je nach Kursumfang eventuell den Teams mehr als eine Minute Zeit pro Tag zu geben, um ihre Entscheidungen zu treffen und die daraus resultierenden Aktionen auch über das SAP-System auszuführen. Dabei bewegen sich die Studierenden in einem Unternehmen, welches bis zu sechs verschiedene Müsliarten produziert und diese produzierten Produkte an Zwischenhändler verkauft. Somit müssen die Teams sämtliche Entscheidungen treffen, die sowohl die Produktion, den Vertrieb, den Einkauf, aber auch die Produktions- und Beschaffungsplanung sowie Investitionen (z.B. Aufrüstung des Maschinenparks, Erhöhung der Produktionskapazität) betreffen. Einen Überblick über den gesamten inhaltlichen Cash-to-Cash-Zyklus gibt Abbildung 1. Im weiteren Verlauf werden einzelne Entscheidungs- und Aktionsmöglichkeiten der Studierenden-Teams noch genauer beschrieben.

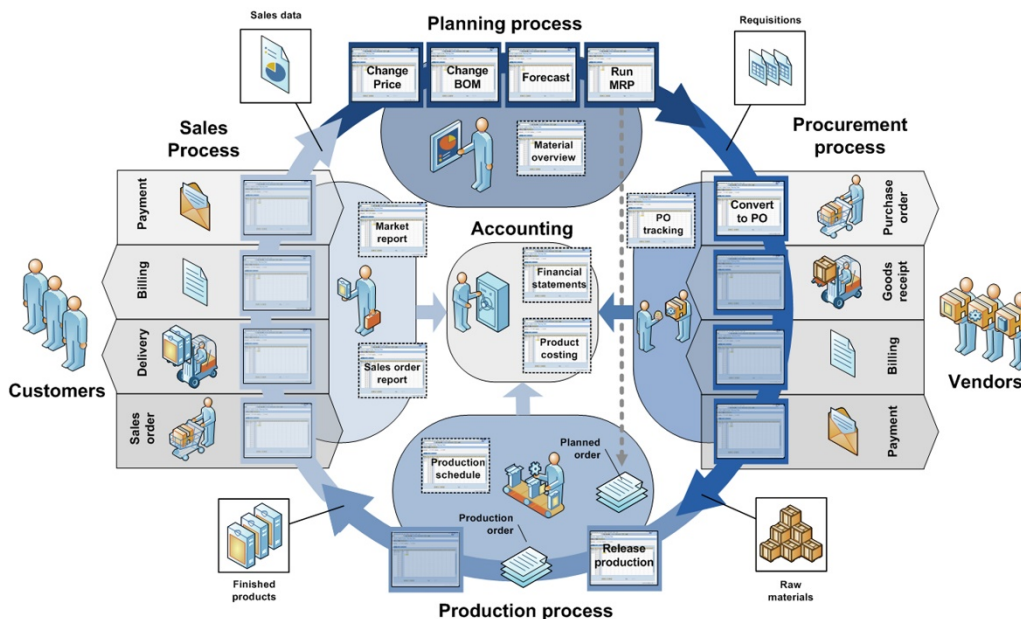


Abbildung 1: Prozessübersicht (Abbildung ist Bestandteil des Lehrmaterials des ERPsim Lab (Léger et al. 2013; Léger et al. 2007))

2.1.1 Initialisierung des Spiels

Die Teams bekommen zu Beginn des Spiels ihr Unternehmen zugeteilt. Diese Unternehmen sind bis auf die unterschiedliche Bezeichnung alle identisch aufgebaut. Jedes Unternehmen bietet die Möglichkeit sechs verschiedene Müsli-Sorten zu produzieren. Die Grundzutaten sind dabei immer Weizen und Hafer sowie weitere Zutaten wie Früchte oder Nüsse (siehe Abbildung 2). Für jede Müsli-Sorte gibt es eine Mindestmenge an Zutaten, die nicht unterschritten werden darf, um

weiterhin als diese Sorte zu gelten. Zum Beispiel müssen in einem Heidelbeer(Blueberry-)müsli mindestens 20% Weizen, 20% Hafer und 20% Heidelbeeren enthalten sein (vgl. Abbildung 2).

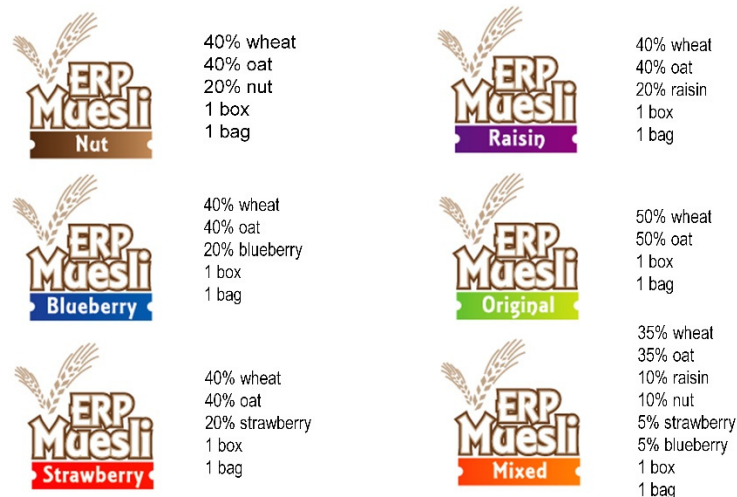


Abbildung 2: Produktübersicht (Abbildung ist Bestandteil des Lehrmaterials des ERPsim Lab (Léger et al. 2013; Léger et al. 2007))

Diese Bedingung wird bei einer Änderung der Rezeptur durch das SAP-System geprüft. Dabei können diese Müslisorten in 1kg-Packungen und/oder in 500Gramm-Packungen produziert werden. Die Restriktion besteht lediglich darin, dass nur maximal sechs verschiedene Sorten und/oder Packungsgrößen pro Unternehmen produziert werden können.

Des Weiteren sind die Unternehmen zu Beginn des Spiels wie folgt aufgebaut / ausgestattet:

- Die Müsli-Rezepturen sind für die sechs beschriebenen Sorten mit den Mindestmengen hinterlegt für die 1kg-Packungen.
- Jedes Unternehmen kann seine Produkte über drei verschiedene Absatzmärkte vertreiben (Hypermarkets, Grocery Stores und Independent Grocers). Dabei gibt es pro Absatzmarkt verschiedene Restriktionen, z.B. können an Hypermarkets nur 1kg-Packungen verkauft werden, während die Independent Grocers nur die kleinen 0,5kg-Packungen kaufen.
- Es kann immer nur eine Müsli-Sorte und –größe gleichzeitig produziert werden. Die Umrüstzeit der Maschinen auf eine andere Müsli-Sorte beträgt 12 Stunden.
- Die Lagerkapazitäten der Unternehmen umfassen 250.000 Packungen Fertigprodukte, 250.000kg Rohmaterialien (Weizen, Hafer, Früchte) und zwei Millionen leeres Verpackungsmaterial.
- Die Unternehmen starten mit einer maximalen Produktionskapazität von 21.000 Einheiten Fertigprodukte pro Tag.
- Fixkosten sind wie folgt gesetzt und bleiben während des gesamten Spiels konstant. Diese Kosten müssen alle fünf Tage beglichen werden:
 - Fertigungslöhne (Direct Labor): 21.120 Euro
 - Gemeinkosten (Factory Overhead): 14.400 Euro

- Vertriebs- und Verwaltungskosten (SG&A): 46.400 Euro
- Auch Zinsen müssen alle fünf Tage gezahlt werden. Zu Beginn besteht ein Bankkredit von zwölf Millionen Euro. Das Rating des Unternehmens und somit der Zinssatz kann sich jedoch im Laufe des Spiels pro Unternehmen ändern, in Abhängigkeit von der Performance des Unternehmens.
- Die Startbilanz umfasst insgesamt 20 Millionen Euro. Von diesen 20 Millionen befinden sich drei Millionen Euro auf dem Cash-Account des Unternehmens.
- Der Markt wird mit einem Volumen von ca. 80.000 Euro pro Tag und pro Team initialisiert.

2.1.2 Entscheidungen / Aktionen zu Beginn und während des Spiels

Schon vor Beginn des Spiels und auch nach dem Start des Simulators müssen die Studierenden die verschiedensten Entscheidungen treffen, um am Markt erfolgreich zu bestehen. Dabei werden der Erfolg oder auch der Misserfolg der Aktionen sowohl von sich ändernden Marktbedingungen als auch von den Maßnahmen der konkurrierenden Teams beeinflusst. Vor allem bezogen auf letzteres erhalten die Teams nur minimalen Einblick. Es wird weder transparent dargestellt, welches Team welche Produkte über welche Absatzkanäle zu welchen Preisen vertreibt, noch erhalten die Teams Informationen darüber, welche Investitionen oder Umrüstungen die Konkurrenzunternehmen durchführen bzw. durchgeführt haben. Über all diese Punkte müssen die Studierenden Rückschlüsse durch ihre eigene Performance am Markt ziehen. Auch in die Strategien oder in die Änderungen der Strategien der anderen Teams bekommen die Studierenden erst Einblick in der Abschlussveranstaltung des Kurses (siehe dazu Kapitel 2.2). Einige zu treffende Entscheidungen sollen hier kurz exemplarisch dargestellt werden, um einen Überblick über die Vielfalt dieses Planspiels zu bieten:

- **Verringerung der Rüstzeiten:** Durch Investitionen besteht jederzeit die Möglichkeit die Maschinenrüstzeiten auf bis zu 2,5 Stunden abzusenken (in Abhängigkeit von der Investitionssumme).
- **Preisgestaltung:** Die Preisgestaltung kann pro Produkt und pro Vertriebskanal individuell gestaltet und angepasst werden. Dabei ist der Erfolg der Preispolitik sowohl von den Konkurrenzunternehmen abhängig, wird aber auch durch sich ändernde Rohstoffpreise beeinflusst. Rohstoffpreise können sich täglich ändern und haben somit starken Einfluss auf die Herstellkosten (je nachdem zu welchem Zeitpunkt die Rohstoffe bezogen werden/wurden).
- **Marketingausgaben:** Es können gezielt Marketingmaßnahmen für drei verschiedene Regionen pro Produkt initiiert werden. Diese können jedoch nicht auf die drei Vertriebskanäle ausgerichtet werden, sondern nur regional auf Nord-, Süd- und Westdeutschland.
- **Erhöhung der Produktionskapazität:** Die Unternehmen können durch Investitionen ihre Produktionskapazität steigern um mehrere 1000 Einheiten pro Tag (in Abhängigkeit von der Investitionssumme).
- **Kreditrückzahlung:** Um die Zinsraten (und somit auch indirekt die Herstellkosten pro Produkt) zu senken, ist eine (Teil-)Rückzahlung des Bankkredits jederzeit in individueller Höhe möglich.
- **Planung der Produktionsmenge pro Produkt:** Während des gesamten Spiels besteht die Möglichkeit, den Ziellagerbestand pro Produkt anzupassen, um somit auf Absatzschwankungen am Markt zu reagieren.

- **Änderung der Rezepturen:** Die Rezepturen der sechs Produkte können teamindividuell angepasst werden. Dabei bezieht sich dies nicht nur auf die Packungsgrößen sondern auch auf die Zutaten. Lediglich die Mindestmengen müssen dabei beachtet werden.

Diese und weitere Anpassungen können durch die Studierenden vorgenommen werden, um ihre Position am Markt zu festigen oder auszubauen. Zu erwähnen ist noch, dass Preisabsprachen oder auch Monopolbildung zwischen einzelnen Teams nicht zielführend sind. Es wird vom Simulator im Hintergrund noch ein „Schattenunternehmen“ geführt, von dem die Zwischenhändler auch Produkte beziehen können. Darauf greifen die Händler jedoch immer nur dann zurück, wenn der Preis für ein bestimmtes Produkt von allen Teams zu hoch gesetzt wird oder ein Produkt von keinem der Teams am Markt angeboten wird.

2.2 Aufbau und Ablauf des Kurses

Der Kurs wird an der Fakultät Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Dresden seit dem Sommersemester 2015 angeboten. Dabei gibt es die Möglichkeit, den Kurs regulär im Semester (über 6 Wochen verteilt) zu belegen oder auch als Blockkurs (eine Woche vor Semesterbeginn). Da alle Transaktionen und Unterlagen des Planspiels auf Englisch vorliegen, ist auch die Kurssprache Englisch, sowohl für die Dozenten als auch für die Studierendenteams. Beispielfhaft soll die Struktur des regulären Semesterkurses beschrieben werden.

Zwei Wochen vor Beginn des eigentlichen Planspiels (Start des Marktes / des Simulators) erfolgt die Kick-Off-Veranstaltung. In dieser Veranstaltung findet die Teambildung statt und die Teams werden mit dem Planspielkonzept und dem SAP-Mandanten vertraut gemacht. Dabei erleichtert eine gewisse SAP-Vorkenntnis den Umgang mit dem System, ist aber nicht zwingend erforderlich. Im Rahmen der Kick-Off-Veranstaltung haben die Teams die Möglichkeit, drei Quartale am Markt zu agieren (mit begrenztem Funktionsumfang im Gegensatz zu den weiteren Quartalen) und sich an den Umgang und auch an den zeitlichen Ablauf zu gewöhnen. Dies dient auch vor allem dazu, teamintern eine gewisse Aufgabenteilung abzustimmen und zu erproben. Nach dem Ende dieser drei Quartale wird der Simulator wieder zurückgesetzt. Die Aktionen und Ergebnisse dieses Kick-Offs haben keinerlei Einfluss auf den weiteren Verlauf des Kurses.

Insgesamt finden mit vollem Funktionsumfang acht Quartale statt. Dabei werden pro Woche immer zwei Quartale (30 Tage pro Quartal) in einem 3-Stunden-Zeitslot gespielt. Es empfiehlt sich dabei, für die Zeitdauer eines Tages mindestens 90 Sekunden zu wählen, da dies den Studierenden in genügendem zeitlichem Umfang die Möglichkeit gibt, Screenshots zu machen oder tagesgenaue Daten aus dem SAP-System zu exportieren. Diese Daten sind notwendig, da die Teams nach jedem zweiten Quartal eine kurze Zwischenpräsentation ihrer bis dahin erzielten Ergebnisse vorstellen müssen. Diese Präsentation findet ca. zwei Tage vor dem Spielen der nächsten beiden Quartale statt. Sie umfasst ca. 15-20min (inklusive Fragerunde) und beinhaltet die Ergebnisse der beiden Quartale, bisherige Strategien, notwendige Anpassungen / Änderungen während der Quartale sowie einen Ausblick auf das weitere Vorgehen und zukünftige Strategien. Die Zwischenpräsentationen finden dabei teamindividuell statt, um „Industriespionage“ zu vermeiden. Nach jeder Zwischenpräsentation erhalten die Teams ein kurzes schriftliches Feedback mit der von ihnen erreichten Punktzahl in der Präsentation (siehe dazu Kapitel 2.3) sowie mit der Begründung des Punktabzuges und mit Aufzeigen von Verbesserungspotenzial.

Nach Abschluss aller acht Quartale (ca. ein bis zwei Wochen nach dem letzten beiden Quartalen) findet eine Abschlusspräsentation statt. Hier präsentieren die Teams (auch vor den anderen Teams)

in einem Gesamtüberblick ihre Ergebnisse, Strategien und Vorgehensweise während der Spiellaufzeit. Diese Präsentation umfasst pro Team ca. 45 Minuten (inklusive Fragerunde). Dabei eröffnet die Abschlussrunde interessante Einblicke, da erstmals die konkurrierenden Teams untereinander erkennen, welche unterschiedlichen oder ähnlichen Strategien gefahren wurden, woraus auch wiederum schnell die Erkenntnis resultiert, warum die eigenen Ideen und Aktionen vielleicht doch nicht so erfolgreich waren, wie es geplant war.

2.3 Bewertung der Teamleistung / Notenvergabe

Die Bewertung der Studierenden erfolgt als Teambewertung. Dabei werden sowohl die Leistungen während der Zwischenpräsentationen als auch die Abschlusspräsentation einbezogen. Die Präsentationen sollen von den Teams so gehalten werden, als ob sie den Geschäftsführern oder Anteilseignern der Unternehmen den Stand des Unternehmens präsentieren würden. Die maximal erreichbare Punktzahl für diesen Kurs beträgt 90 Punkte. Diese verteilen sich wie folgt:

Pro Zwischenpräsentation können die Teams je 15 Punkte erreichen. Die Bewertungskriterien werden den Teams während der Kick-Off-Veranstaltung transparent vorgegeben:

- **Inhalt der Präsentation** (0 bis 4 Punkte): Dies umfasst grob die Fragestellung, was in den beiden Quartalen unternehmensseitig gelaufen ist. Werden alle relevanten Fakten vorgestellt, welche Inhalte werden in die Präsentation mit einbezogen?
- **Entscheidungen / Pläne / Strategien** (0 bis 3 Punkte): Hier sollen die getroffenen Entscheidungen gerechtfertigt werden. Welche Strategien wurden zu Beginn der Quartale verfolgt? Wie haben sich diese verändert und warum?
- **Präsentationsaufbau** (0 bis 3 Punkte): Dieser Teil geht weniger stark auf die inhaltlichen Komponenten der Präsentation ein sondern mehr auf das Handwerkszeug, z.B. Aufbau der Folien, Anzahl der Folien, Umfang, Fehler auf den Folien, etc.
- **Präsentationsstil** (0 bis 3 Punkte): Mit dieser Teilbewertung werden das Auftreten der Studierenden, die Sprachbeherrschung (Verständlichkeit, Artikulation) sowie das Sprachtempo bewertet.
- **Reaktion auf Fragen** (0 bis 2 Punkte): Hier wird die Fähigkeit des Teams bewertet, auf kritische Fragen zu ihren Entscheidungen, Plänen und Aktionen zu reagieren. Können diese adäquat und nachvollziehbar „verteidigt“ werden oder erweisen sich hier Schwachstellen im Unternehmensplan?

Mit der Abschlusspräsentation können die Teams dann nochmals maximal 45 Punkte erreichen. Die Kriterien sind angelehnt an die Kriterien der Zwischenpräsentationen, sind jedoch stärker gewichtet:

- Inhalt der Präsentation (0 bis 20 Punkte)
- Präsentationsstil (0 bis 10 Punkte)
- Präsentationsaufbau (0 bis 10 Punkte)
- Reaktion auf Fragen (0 bis 5 Punkte)

Nach Ende des Kurses erhält jedes Team einen Feedbackbogen, in dem die Punktzahl über alle Präsentationen und die daraus resultierende Note ersichtlich sind. Des Weiteren wird dort genau

aufgelistet, in welchen Punkten die einzelnen Teammitglieder noch Verbesserungspotenzial aufweisen und an welchen Stellen dies zu Punktabzügen geführt hat.

3 Bewertung des Kurskonzeptes

3.1 Perspektive der Studierenden

Eine Bewertung von Seminaren bzw. allgemein von Lehrveranstaltungen besitzt eine hohe Wichtigkeit für die Verbesserung von Lehrkonzepten (Seethamraju 2007). Daher wurden zur Evaluation des Planspielkurses nach Ende der Abschlusspräsentationen speziell für dieses projektartige Kursformat entwickelte Fragebögen an die Studierenden verteilt, welche anonym ausgefüllt wurden. Dies diente dazu, einerseits mögliche Schwächen und Verbesserungsmöglichkeiten bei der Durchführung des Kurses, der Aufgabenstellung / des Szenarios und der Betreuung von Seiten der Dozenten aufzudecken. Andererseits sollten damit auch die positiven Aspekte hervorgehoben werden, die bei einem erneuten Durchlauf des Kurses beibehalten werden sollen. Der Fragebogen bestand aus insgesamt 23 Fragen, wobei dieser sowohl Skalenbewertungen (Noten 1-5), Ja/Nein-Fragen als auch Freitextantworten beinhaltete. Zusätzlich wurden mit einzelnen Teammitgliedern (unabhängig von den Fragebögen) separate Feedbackgespräche geführt, um weitere Anregungen seitens der Studierenden auf direktere Art und Weise zu erhalten.

Die Ergebnisse der Evaluationsbögen sind in Tabelle 1 dargestellt. Dabei wird auch der Vergleich mit einem anderen SAP-Kurs des Lehrstuhls gegeben. In diesem Kurs arbeiten die Studierenden selbstständig mit dem SAP-System und bearbeiten auf Basis von detaillierten Klickanleitungen einzelne Prozesse und Aufgabestellungen (siehe dazu: Leyh et al. 2012). Bei Auswertung der Evaluationsbögen und auch in den Feedbackgesprächen hat sich gezeigt, dass ausnahmslos alle Kursteilnehmer das Planspielkonzept als positiv bis sehr positiv bewertet haben. Auch gaben die Teilnehmer an, einen hohen Wissenszuwachs erlangt zu haben, vor allem im Vergleich zu anderen Seminaren oder Projekten. Bei der Aufwandsbewertung des Planspielkurses wurde der zu bewältigende Aufwand als nahezu angemessen angesehen. Dies trifft auch auf den Schwierigkeitsgrad des Kurses zu. Insgesamt kann dieses Kurskonzept mit Blick auf die Einschätzungen der Studierenden als äußerst erfolgreich angesehen werden. Auch wurde durchweg von jedem Teilnehmer angegeben, die Teilnahme an diesem Kurs anderen Studierenden zu empfehlen. Auch wünschten sich mehrere Kursteilnehmer die Möglichkeit, mehr als nur 8 Quartale zu spielen und somit den Kurs umfangreicher / länger andauernd zu gestalten. Abschließend sollen exemplarisch zur Bewertung des Kurses noch vier Zitate der Feedbackbögen stehen. Diese oder ähnliche Einschätzungen haben sich auch in fast allen Feedbackgesprächen gezeigt:

- *Allgemein hat das Projektseminar sehr viel Spaß gemacht und bietet auch einen hohen Praxisbezug.*
- *Alles in allem fand ich die Lehrveranstaltung wirklich toll und abwechslungsreich im Vergleich zu anderen Lehrveranstaltungen.*
- *Ich fand die Lehrveranstaltung sehr interessant und praxisnah.*
- *Das Projektseminar hat sehr viel Spaß gemacht und interaktiv Wissen, Gruppenmanagement sowie Projektmanagement gefördert.*

	Durchschnittliche Bewertung (1=sehr gut/hoch, 5=sehr schlecht/niedrig)	
	SAP-Übungen auf Basis von Klickanleitungen (n=30) (siehe Leyh et al. 2012)	ERP-Planspiel (n=25)
Vorwissen vor der Veranstaltung	3,90	2,76
Wissenszuwachs an ERP-Kenntnissen im Allgemeinen	2,43	1,88
Wissenszuwachs bezogen auf SAP ERP	2,63	1,96
Wissenszuwachs im Vergleich zu anderen Seminaren	2,92	1,72
Schwierigkeitsgrad (2=viel zu hoch, 0=angemessen, -2=viel zu niedrig)	-0,37	-0,04
Benötigter Aufwand (2=viel zu hoch, 0=angemessen, -2=viel zu niedrig)	0,13	0,08
Benötigter Aufwand im Vergleich zu anderen Kursen (2=viel zu hoch, 0=angemessen, -2=viel zu niedrig)	-0,50	-0,12

Tabelle 1: Evaluation des Kurskonzeptes

3.2 Perspektive der Dozenten

Durch die Erweiterung des Lehrangebotes um den ERP-Planspielkurs bot sich für die Dozenten eine gute Möglichkeit, ERP-Kenntnisse auf eine doch eher „spaßbringendere“ Art und Weise zu vermitteln. Im Gegensatz zu anderen Seminaren oder auch zu PC-basierten ERP-Übungen waren die Studierenden-Teams während der Quartale die komplette Zeit motiviert und befassten sich durchgehenden mit dem ERP-System zur Steuerung ihres Unternehmens. Dies ist im Vergleich mit anderen ERP-basierten praktischen Übungen nicht immer der Fall, da Studierende diese Übungen entweder als zu komplex oder als zu eintönig empfinden und hier die Motivation schnell verlorengehen kann.

Des Weiteren konnte in den Gesprächen ermittelt werden, dass vor allem Studierende höherer Semester das Konzept als „passend“ ansahen, während Studierende niedrigerer Semester erheblich mehr Aufwand in noch nicht vollständig entwickelte Fähigkeiten zur Projektorganisation und Präsentationstechniken investieren mussten. Hier ist von Seiten der Dozenten auf eine ausgewogene Zusammensetzung der Teams zu achten.

4 Fazit

Die Idee des in diesem Beitrag vorgestellten ERP-Planspielkonzeptes stellt eine Ergänzung und auch eine Alternative zur Vermittlung von praktischen ERP-Kenntnissen in der Hochschullehre dar. Dabei hat sich gezeigt, dass dieser Kurs durchweg positiv von Seiten der Teilnehmer evaluiert wurde. Vor allem die Zusammenarbeit und Abstimmung innerhalb der Teams funktionierte reibungslos. Erste Bedenken seitens der Dozenten, dass durch die Festlegung der Kurssprache

„Englisch“ doch einige Studierende von der Teilnahme an diesem Kurs absehen würden, konnten in den Feedbackgesprächen nicht bestätigt werden. Vielmehr sahen die meisten Teilnehmer dies als gute Möglichkeit an, ihr Englisch durch die Präsentationen zu testen und zu verbessern. Bezogen auf ERP- oder SAP-basierte Vorkenntnisse hat sich im Verlauf des Kurses gezeigt, dass es zwar förderlich ist, bereits den Umgang mit einem SAP-System zu beherrschen, dies aber aufgrund der Ausgestaltung des Planspiels und durch die Möglichkeit teamintern sehr arbeitsteilig und somit sehr kleinteilig zu arbeiten, nicht zwingend erforderlich ist.

Als abschließendes Fazit ist festzuhalten, dass das Planspielkonzept sowohl für die Studierenden als auch für die Dozenten eine gute und wertvolle Möglichkeit eröffnet, „spielerisch“ praktische Einblicke in ein ERP-System zu erhalten und gleichzeitig im Studium erworbene wirtschaftliche Kenntnisse anzuwenden und auch zu schärfen. Auch kann mit diesem Konzept der „Spaß“ und das Interesse am Thema ERP-Systeme geweckt werden. Daher wird der Kurs „ERP-Planspiel“ fester Bestandteil des Lehrangebots des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik, insb. Informationssysteme in Industrie und Handel der Technischen Universität Dresden werden.

5 Literatur

- Antonucci YL, Corbitt G, Stewart G, Harris AL (2004) Enterprise systems education: Where are we? Where are we going?. *Journal of Information Systems Education* 15(3):227-234
- Brehm N, Haak L, Peters D (2009) Using ERP Systems to introduce web service-based ERP Systems in higher education. In: Abramowicz W, Flejter D (Hrsg) *Business Information Systems Workshops: BIS 2009 International Workshops*, Poznan, Poland, April 27–29. Springer, Berlin
- Fedorowicz J, Gelinas UJJ, Usoff C, Hachey G (2004) Twelve tips for successfully integrating enterprise systems across the curriculum. *Journal of Information Systems Education* 15(3):235-244
- Hawking P, McCarthy B, Stein A (2004) Second wave ERP education. *Journal of Information Systems Education* 15(3):327-332
- Léger P-M, Robert J, Babin G, Pellerin R, Wagner B (2013) *ERP Simulation Game with SAP ERP: Manufacturing Game*. 8th edition, ERPsim Lab, HEC Montréal
- Léger P-M, Robert J, Babin G, Pellerin R, Wagner B (2007) *ERPsim*. ERPsim Lab, HEC Montréal, Montréal
- Leyh C (2012) Teaching ERP systems: Results of a survey at research-oriented universities and universities of applied sciences in Germany. *Journal of Information Systems Education* 23(2):217-228
- Leyh C (2010) From teaching large-scale ERP systems to additionally teaching medium-sized systems. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Informatics Education and Research (AIS SIG-ED IAIM 2010)*, December 10 - 12, St. Louis, Missouri, USA
- Leyh C, Strahringer S (2011) Vermittlung von ERP-Kenntnissen in Tiefe und Breite: Erfahrungen mit einem ERP-Projektseminar an der TU Dresden. In: Heiß HU, Pepper P, Schlingloff H, Schneider J (Hrsg) *Tagungsband zur INFORMATIK 2011 (GI - Lecture Notes in Informatics, Volume P-192)*. Gesellschaft für Informatik, Bonn

- Leyh C, Strahringer S, Winkelmann A (2012) Towards Diversity in ERP Education – The Example of an ERP Curriculum. In: Møller C, Chaudhry S (Hrsg) Re-conceptualizing Enterprise Information Systems - 5th IFIPWG 8.9 Working Conference, CONFENIS 2011 Aalborg, Denmark, October 16-18, 2011 Revised Selected Papers (Lecture Notes in Business Information Processing, LNBIP, Vol. 105), pp. 182-200
- Noguera JH, Watson EF (1999) Effectiveness of using an enterprise system to teach process-centered concepts in business education. In: Proceedings of the 5th Annual Americas Conference on Information Systems (AMCIS 1999), August 13-15. Milwaukee, WI, USA
- Pellerin R, Hadaya P (2008) Proposing a new framework and an innovative approach to teaching reengineering and ERP implementation concepts. *Journal of Information Systems Education* 19(1):65-73
- Peslak AR (2005) A twelve-step, multiple course approach to teaching enterprise resource planning. *Journal of Information Systems Education* 16(2):147-155
- Saulnier BM (2008) From teaching to learning: Learner-centered teaching and assessment in information systems education. *Journal of Information Systems Education* 19(2):169-174
- Seethamraju R (2007) Enterprise systems software in business school curriculum – Evaluation of design and delivery. *Journal of Information Systems Education* 18(1):69-83
- Stewart G, Rosemann M, Hawking P (2000) Collaborative ERP curriculum developing using industry process models. In: Proceedings of the 6th Annual Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2000), August 10-13. Long Beach, CA, USA
- Venkatesh V (2008) One-Size-Does-Not-Fit-All: Teaching MBA students different ERP implementation strategies. *Journal of Information Systems Education* 19(2):141-146
- Watson EE, Schneider H (1999) Using ERP systems in education. *Communications of the AIS* 1(2)
- Winkelmann A, Leyh C (2010) Teaching ERP systems: A multi-perspective view on the ERP system market. *Journal of Information Systems Education* 21(2):233-240

Praxisnahes Lehrkonzept zum Aufbau von zeitwirtschaftlicher Kompetenz mit IT-Systemen von dmc-ortim und SAP

Fabian Nöhring¹, Matthias Krebs¹, Frank Pöschel² und Jochen Deuse¹

¹ TU Dortmund, Institut für Produktionssysteme, fabian.noehring@ips.tu-dortmund.de

² dmc-ortim GmbH, Kiel, frank.poeschel@dmc-group.com

Abstract

Zeitwirtschaftliche Daten gehören für Unternehmen zu den zentralen Daten für Entscheidungen jeglicher Art. Damit diese regelkonform ermittelt, aufbereitet und im Sinne einer wirtschaftlichen Unternehmensführung verwendet werden, gilt es, Studierenden an Hochschulen die erforderlichen Kompetenzen zu vermitteln. Neben der reinen Methodenkompetenz zur Ermittlung und Aufbereitung von zeitwirtschaftlichen Daten gehört hierzu, insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung von Konzepten der Digitalen Fabrik sowie Industrie 4.0, auch der Einsatz von IT-Systemen zur Unterstützung der Prozesse innerhalb der Zeitwirtschaft. Der nachfolgende Beitrag stellt ein Lehrkonzept des IPS der TU Dortmund vor, das beide Aspekte vereint.

1 Einleitung

Zeitwirtschaftliche Daten stellen wichtige Planungs- und Entscheidungsgrundlagen für produzierende Unternehmen unterschiedlicher Branchen im strategischen und operativen Umfeld dar. Sie sind grundlegend für eine Vielzahl relevanter Informationen zur Führung eines Unternehmens. Eine besonders hohe Bedeutung besitzen aktuelle zeitwirtschaftliche Daten für die Analyse, Gestaltung, Modellierung, Simulation und Optimierung von Produktionssystemen sowie für die Steuerung von Fertigungs- und Montagesystemen. Für die genannten Aufgaben kommen zunehmend IT-Systeme zum Einsatz, die vielfach unter dem Begriff der Digitalen Fabrik zusammengefasst werden. Diese Entwicklung wirkt sich dementsprechend auch auf die Zeitwirtschaft aus, deren Herausforderung das Schaffen eines durchgängigen Zeitdatenmanagements ist. Die Integration zeitwirtschaftlicher IT-Systeme in die Digitale Fabrik bedeutet durch die Vernetzung große Potentiale für die Unternehmen (Deuse et al. 2009) und wird durch die zunehmende Vernetzung in der Industrie 4.0 weiter an Relevanz gewinnen.

Obwohl die Bedeutung zeitwirtschaftlicher Daten sowie die Rolle der Zeitwirtschaft offensichtlich ist, werden Aufbau und Betrieb einer solchen vielfach als unverhältnismäßig zeit- und kostenintensiv beurteilt. Einige Unternehmen verzichten vollständig auf zeitwirtschaftliche Funktionen und produzieren somit ohne gesicherte Planungs- und Steuerungsgrundlage. Andere Unternehmen

betreiben eine Zeitwirtschaft, diese baut allerdings auf einer veralteten oder auf groben Schätzungen basierenden Datenbasis auf. Dadurch werden aktuelle Produktionsbedingungen und Arbeitsmethoden nicht hinreichend genau abgebildet, wodurch die Zeitdaten für eine zuverlässige Planung nutzlos werden. Aufgrund mangelnder zeitwirtschaftlicher Kompetenz oder „Scheu vor Mehraufwand“ werden Entscheidungen über den Aufbau, die Anpassung oder den Betrieb einer Zeitwirtschaft oftmals ohne Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse getroffen. Vor diesem Hintergrund nimmt die Ausbildung von Studierenden in dieser Teildisziplin des Industrial Engineering (IE) eine besondere Stellung ein. Neben den klassischen, seit Jahren etablierten methodischen Inhalten, gilt es die hierbei unterstützenden IT-Systeme praxisnah zu vermitteln.

Für die Vermittlung stellt die Prozesskette der Zeitwirtschaft ein übergeordnetes Rahmenkonzept dar (Kuhlang et al. 2013). Diese funktionsbezogene Sichtweise auf die Zeitwirtschaft differenziert zwischen den Prozessen Ermittlung, Aufbereitung, Verwendung und Verwaltung. Aufgrund starker, wechselseitiger Abhängigkeiten und zeitlicher Überlappungen zwischen den einzelnen Prozessen der Zeitwirtschaft bedarf es ihrer ganzheitlichen Betrachtung. So bestimmt bspw. die Verwendung von Zeitdaten bereits die Methoden und Vorgehensweisen für ihre Ermittlung und Aufbereitung. Bild 1 zeigt die zeitwirtschaftlichen Prozesse, aus Gründen der Übersichtlichkeit sequentiell angeordnet. Alle hier aufgeführten Prozesse lassen sich durch IT-Systeme unterstützen.

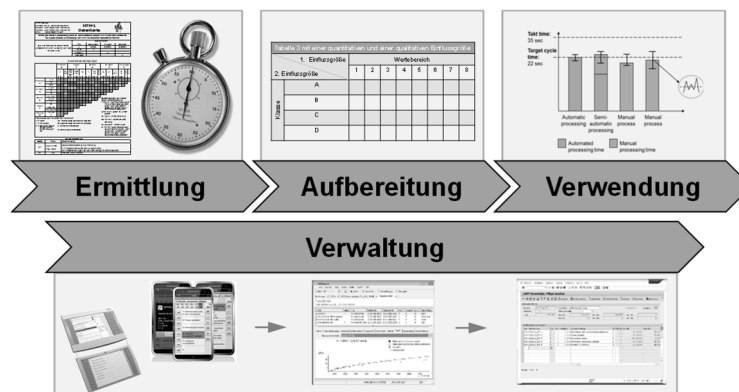


Bild 1: Prozesskette der Zeitwirtschaft

Ziel des praxisnahen Lehrkonzepts ist es, den Studierenden zeitwirtschaftliche Kompetenz anwendungsorientiert zu vermitteln. Neben theoretischem Grundlagenwissen als Basis ist der Einsatz von IT-Systemen zur Abbildung der Prozesskette der Zeitwirtschaft anschaulich zu vermitteln. Hierzu werden die in der Industrie eingesetzten zeitwirtschaftlichen IT-Systeme aus dem Softwarehaus dmc-ortim GmbH (ORTIM a5, ORTIMzeit, ORTIMplan, CAPP Knowledge) sowie das Enterprise Resource Planning (ERP) System aus dem Hause SAP AG eingesetzt.

2 Zeitwirtschaftliche Kompetenz und IT-Systeme in Lehrkonzepten

2.1 Definition zeitwirtschaftlicher Kompetenz

Bevor das Lehrkonzept detailliert vorgestellt wird, werden nachfolgend die Begriffe „Zeitwirtschaft“ und „Kompetenz“ erläutert. Die „Zeitwirtschaft umfasst alle Aktivitäten, die zur Bewirtschaftung der Größe Zeit erforderlich sind“ (Heinz 1995, S. 3). Da diese Zeitdaten zur Gestaltung und kontinuierlichen Verbesserung industrieller Wertströme erforderlich sind, ist die Zeitwirtschaft ein wesentliches Element des IE.

„Kompetenz“ wird in vier Kompetenzarten untergliedert: Fach- und Methodenkompetenz, sozial-kommunikative Kompetenz, personale Kompetenz sowie Aktivitäts- und Handlungskompetenz (Heyse und Erpenbeck 2004). Im Rahmen des vorgestellten Lehrkonzeptes liegt der Fokus auf der Vermittlung von Fach- und Methodenkompetenz. Hierbei ist es wichtig, zwischen Wissen und Kompetenz zu unterscheiden. Fach- und Methodenkompetenz zu besitzen bedeutet Fach- und Methodenwissen zur Problemlösung im industriellen Kontext einsetzen zu können (Cachay et al. 2012). Für das IE unterteilen Deuse und Richter (2011) die Fach- und Methodenkompetenz weiter in drei Kernkompetenzen: System-, Methoden- und Problemlösungskompetenz, welche von Kuhlang et al. (2013) auf das Zeitdatenmanagement übertragen wurden.

Systemkompetenz bedeutet, dass komplexe Arbeitssysteme sowie Arbeitsvorgänge erfasst und strukturiert abgebildet werden können. Die Methodenkompetenz beschreibt, dass Methoden der Zeitwirtschaft beherrscht und gezielt zur Ermittlung und Aufbereitung von Zeitdaten eingesetzt werden. Hierbei ist insbesondere der Einsatz von IT-Systemen zu berücksichtigen. Die Problemlösungskompetenz zielt auf die Verwendung von Zeitdaten zum Definieren bzw. Umsetzen von Zielen oder der Messung der Zielerreichung im Kontext des IE. (Vgl. Kuhlang et al. 2013)

2.2 Bestehende Lehrkonzepte zu zeitwirtschaftlicher Kompetenz und IT-Systemen

Neben den klassischen Lehrveranstaltungen (Vorlesungen, Seminaren) an Hochschulen, bei denen den Studierenden zeitwirtschaftliches Wissen vermittelt wird, bieten der REFA-Verband sowie die Deutsche MTM-Vereinigung, zusammen die führenden Institutionen für Zeitwirtschaft in Deutschland, speziell auf Studierende zugeschnittene Zusatzveranstaltungen an ausgewählten Hochschulen an. Beide Zusatzausbildungen haben gemein, dass sie sehr stark den Prozess der Ermittlung von Zeitdaten fokussieren, die weiteren Prozesse der Prozesskette der Zeitwirtschaft sowie den Einsatz von IT-Systemen jedoch weitestgehend außen vor lassen.

So werden im Rahmen der „REFA-Grundausbildung 2.0“ unterschiedliche Methoden zur Ermittlung von Zeitdaten vorgestellt sowie in Form von Übungen und einer Praxiswoche vertieft. In der Praxiswoche erfolgen die intensive Anwendung der erlernten Methoden zur Ermittlung von Zeitdaten sowie die praktische Gestaltung und Optimierung von Prozessen und Arbeitssystemen. Die Prozesskette der Zeitwirtschaft im Kontext der Ermittlung von Planzeitbausteinen sowie der Einsatz unterstützender IT-Systeme werden jedoch nicht berücksichtigt.

Im Rahmen der Zusatzausbildung „Basic MTM“ werden die beiden Prozessbausteinsysteme MTM-1 und das höher aggregierte System MTM-UAS vorgestellt sowie in Form von Übungen vertieft. Im Rahmen der Übungen werden sowohl theoretische Planungsanalysen als auch Ausführungsanalysen anhand von Videoaufnahmen durchgeführt. Das Aufbereiten von Zeitdaten, wie bspw. das Bilden höher verdichteter Prozessbausteine, ist jedoch Bestandteil weitergehender MTM-Seminare, die nicht an Hochschulen angeboten werden. Auch der Einsatz von IT-Systemen wird im Rahmen der studentischen Ausbildung nicht näher betrachtet.

Neben dem Vermitteln zeitwirtschaftlicher Kompetenz sehen sich Hochschulen grundsätzlich der Herausforderung gegenübergestellt, neue Technologien und insbesondere IT-Systeme in die Curricula zu integrieren, um mit den Entwicklungen der Unternehmen Schritt zu halten. Von besonderer Bedeutung sind derzeit insbesondere ERP-Systeme, da diese aufgrund vieler Funktionalitäten und Integrationsmöglichkeiten, die zum Management globaler Operationen von Unternehmen heutzutage erforderlich sind, einen bedeutenden Einfluss auf die Organisation und die Prozesse des Unternehmens besitzen (Leyh 2012).

Das meistverbreitete ERP-System an Hochschulen ist SAP ERP, was einerseits auf den hohen Marktanteil (Jacobson et al. 2007) aber auch auf die Bereitstellung des Systems durch das University Alliance (UA) Programm für Hochschulen zurückzuführen ist (Leyh 2012). Die Integration von ERP-Systemen in die Hochschullehre erfolgt bisher überwiegend im Bereich Wirtschaft bzw. Wirtschaftsinformatik (Federowicz und Hachey 2004, Leyh 2012). Dementsprechend sind auch die verfügbaren UA Lehrinhalte der SAP ERP-Module darauf ausgerichtet, Geschäftsprozesse zu verstehen und abzubilden. Die Fallstudie GBI von SAP ERP bietet hier einen sehr guten Ansatz und bildet unter anderem Geschäftsprozesse innerhalb der Module Produktionsplanung, Materialwirtschaft, Controlling und Vertrieb ab, die Beispiele der Verwendung von Zeitdaten aufzeigen. Die Zeitwirtschaft hinsichtlich der Erstellung, Aufbereitung und Verwaltung von Zeitdaten bleibt hierbei allerdings unberücksichtigt und ist somit im Rahmen eines eigenen Konzepts abzubilden. Das Einbeziehen von SAP ERP in das Curriculum, insbesondere unter aktiver Einbindung der Studierenden, erfordert trotz bestehender Schulungsunterlagen erheblichen Anpassungsaufwand für die Hochschule, doch dadurch kann die Hochschullehre in Bezug auf Inhalt und Pädagogik auch deutlich verbessert werden (Federowicz und Hachey 2004).

2.3 Ansätze zur Vermittlung von Kompetenz in der Hochschullehre

Immer noch gängige Praxis ist: „Wenn alles schläft und einer spricht, das nennt man Hochschulunterricht“ (Waldherr und Walter 2009). Allerdings besitzen Vorlesungen auch durchaus ihre Daseinsberechtigung, da sie besonders geeignet sind, Fach- bzw. Grundlagenwissen in strukturierter Form und kurzem Zeitraum zu vermitteln (Einsiedler 1981). Für die Vertiefung von Wissen und den Aufbau von Fach- und Methodenkompetenz werden dagegen aktive Lehrmethoden bevorzugt, die den Lernerfolg der Studierenden durch praxisorientierte Anwendungsaufgaben und Übungen steigern sollen (Felder et al. 2000). Laut einer Studie werden nur 5 % der Inhalte aus Frontalunterricht, aber 75 % aus aktiven Lernmethoden behalten, sodass die Lehrmethode die Effizienz des Hochschulunterrichts maßgeblich beeinflusst (Brauer 2014). Als aktive Lernmethoden werden Methoden definiert, die Studierende aktiv in den Lernprozess einbinden, wie bspw. Gruppenarbeiten oder Lernfabriken (Felder et al. 2000). Da aktive Lehrmethoden mit der Beteiligung der Studierenden aber auch deutlich zeitaufwendiger sind, ist eine geeignete Abstimmung zwischen passiven und aktiven Lernmethoden zu finden. Insbesondere bei Ingenieuren ist zu berücksichtigen, dass diese eher aktive Lerner sind und aktives Experimentieren dem passiven, reflektierten Betrachten vorziehen (Felder und Silverman 1988). In Ergänzung kann durch Einbeziehung von Gastdozenten ein ergänzender Praxisbezug erstellt werden.

Ebenso zeigt eine aktuelle Studie von Wong et al. (2014), dass die Nutzung mobiler Geräte wie Handys oder Tablets ein weiterer Faktor zur Verbesserung der Hochschullehre ist und von Studierenden in diesem Kontext als überwiegend positiv aufgenommen werden. Mobile Geräte sind einfach zu bedienen sowie überall verfügbar und werden im Kontext der Hochschullehre derzeit u.a. zur Informationssuche und dem Lesen von Materialien eingesetzt, doch bieten sie auch Potential über die bereits bestehende Nutzung hinaus (Wong et al. 2014).

Die genannten Defizite sowie Erkenntnisse im Rahmen der studentischen Ausbildung bei der Vermittlung zeitwirtschaftlicher Kompetenz und bei dem Einsatz von ERP-Systemen sollen mit dem praxisnahen Lehrkonzept zur Vermittlung der Prozesskette der Zeitwirtschaft unter Berücksichtigung von IT-Systemen am Institut für Produktionssysteme (IPS) der TU Dortmund beseitigt werden.

3 Die Prozesskette der Zeitwirtschaft am IPS

3.1 IT-Systeme in der Prozesskette der Zeitwirtschaft

Um den aktuellen Entwicklungen in der Industrie, wie der steigenden Bedeutung der Zeitwirtschaft sowie der Einführung von Konzepten der Digitalen Fabrik und Industrie 4.0, Rechnung zu tragen, wird die Integration der Prozesskette der Zeitwirtschaft mit bestehenden IT-Systemen vom IPS vorangetrieben. Da derzeit keine Software existiert, welche sämtliche Funktionen der Prozesskette der Zeitwirtschaft abbildet, sind mehrere Softwaresysteme erforderlich. Dies liegt darin begründet, dass sich einerseits zur Planung und Abwicklung von Geschäftsprozessen ERP-Systeme wie SAP ERP in den Unternehmen etabliert haben (Anwendung und Verwaltung von Zeitdaten) und andererseits spezialisierte IT-Systeme genutzt werden, die fokussiert sind auf die Zeitwirtschaft (Ermittlung und Aufbereitung von Zeitdaten). Das Ziel muss es daher sein, diese Systeme zu koppeln um den vollen Funktionsumfang zu erhalten, aber den Aufwand zum Datenaustausch durch ein integriertes Datenmanagement so gering wie möglich zu halten.

Aufgrund der hohen Verbreitung besitzt SAP ERP eine besondere Relevanz bei der Vorbereitung der Studierenden auf die berufliche Praxis. Außerdem existiert mit der UA von SAP ein Netzwerk, das es Hochschulen ermöglicht, Zugang zu einem komplexen System zu erhalten ohne eine eigene SAP ERP-Infrastruktur zu besitzen, wodurch der Einsatz in der Hochschullehre ermöglicht wird. In Ergänzung dazu werden die zeitwirtschaftlichen IT-Systeme von der dmc-ortim GmbH in der Prozesskette der Zeitwirtschaft am IPS eingesetzt. Diese ermöglichen neben den Funktionalitäten zur Ermittlung und Aufbereitung von Zeitdaten die ERP-Integration zur Verwendung der Zeitdaten. Somit wird ein durchgängiger Datenfluss vom Zeitstudiengerät bis in SAP ERP samt Verwaltung der Daten realisiert, siehe Bild 2. Dadurch werden Sicherheit der Daten, Präzision der Planung und Zeitersparnis in den Anwendungsbereichen sichergestellt. Im Folgenden werden die IT-Systeme sowie deren Einbettung in die Prozesskette der Zeitwirtschaft erläutert.

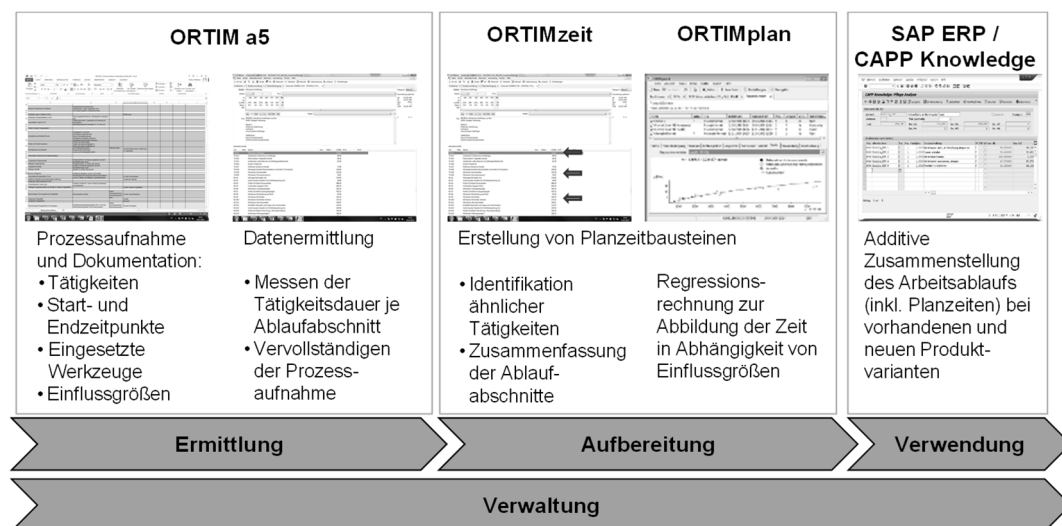


Bild 2: IT-Systeme in der Prozesskette der Zeitwirtschaft am IPS

Die Ermittlung von Zeitdaten durch REFA-Zeitstudien erfolgt unter Nutzung des Systems ORTIM a5, welches entweder auf speziellen Zeitstudiengeräten von dmc-ortim oder auf windowsbasierten Tablets eingesetzt werden kann. ORTIM a5 ermöglicht die Aufnahme und Dokumentation von Prozessen vor der Durchführung der Zeitstudie sowie die anschließende

Zeitdatenermittlung. Im Rahmen der Prozessaufnahme und Dokumentation erfolgt das Erstellen eines Prozessgerüsts, durch die Unterteilung des Arbeitsablaufes in Ablaufabschnitte, für die die beinhalteten Tätigkeiten, Start- und Endzeitpunkte, Werkzeuge sowie Einflussgrößen dokumentiert werden. Dies ist für die später folgende Aufbereitung von hoher Bedeutung. Im Anschluss wird die Messung von Ist-Zeiten pro Ablaufabschnitt durchgeführt. Das Design der Bedienoberfläche ist übersichtlich gestaltet, sodass alle relevanten Informationen angezeigt werden (Ablaufabschnitte samt Einzelzeiten und Leistungsgraden sowie die Unterscheidung zwischen gleichzeitig aufgenommenen Personen) und dennoch das Fokussieren auf die Prozessaufnahme gewährleistet wird. Wichtige Funktionen sind das Addieren, Verschieben oder Ausklammern von Einzelzeiten, wobei trotz der Modifikation keine Manipulation der Zeitstudie ermöglicht wird, da keine Zeiten gelöscht und je nach Benutzerprofil Funktionseinschränkungen festgelegt werden können. Außerdem wird die statistische Auswertung und somit Absicherung der Zeitstudie hinsichtlich der Zeiten der Ablaufabschnitte sowie der Zyklen (sofern ein zyklischer Prozess vorliegt) im Sinne des relativen Vertrauensbereichs ermöglicht.

Die Zeitstudie ist schließlich zur Aufbereitung der Zeitdaten in ORTIMzeit von den mobilen Geräten leicht importierbar. ORTIMzeit ist spezialisiert auf die Verwaltung, Bearbeitung und Auswertung der aufgenommenen Zeitstudien. Neben dem Überprüfen der Vollständigkeit und der Modifikation sowie der statistischen Auswertung der Zeitstudie, ähnlich zu ORTIM a5, liegt der Fokus auf der Identifikation ähnlicher Ablaufabschnitte in Bezug auf andere Zeitstudien zur Vorbereitung allgemein verwendbarer Planzeitbausteine. Hierbei ist es nicht erforderlich, dass Ablaufabschnitte exakt identisch hinsichtlich der Ausprägung von Einflussgrößen sind, sondern dass ähnliche Ablaufabschnitte samt Einflussgrößen und der daraus resultierenden Zeitdaten später zu wiederverwendbaren Planzeitbausteinen verknüpft werden können. Die Zusammenfassung ähnlicher Tätigkeiten ermöglicht einerseits eine größere Datenbasis mit der eine höhere Genauigkeit und Absicherung der Zeitdaten einhergeht sowie andererseits die Analyse der Auswirkungen von Einflussgrößen auf die Zeit.

Aus ORTIMzeit wird der Import in ORTIMplan ermöglicht, welches spezialisiert auf die Bildung von Planzeitbausteinen ist. Hierbei können sowohl mittels Regressionsrechnung parametrisierbare Planzeitformeln ermittelt als auch feste Planzeitbausteine definiert werden. Ebenso ist die Aggregation der Planzeitbausteine zur Abbildung komplexer Prozesse möglich. Aufgrund der Einflussgrößen können die Planzeitbausteine maschinen- bzw. produktübergreifend definiert werden, sodass diese flexibel einsetzbar sind und zur prospektiven Planung neuer Produktionssysteme, zur Herstellkostenkalkulation oder zur Belegungs- bzw. Terminplanung eingesetzt werden können.

Sowohl aus ORTIMzeit als auch aus ORTIMplan können Planzeitbausteine, einzeln oder aggregiert, im .XML-Format exportiert und in CAPP Knowledge importiert werden. Hier erfolgt der Übergang von den IT-Systemen der Zeitwirtschaft auf die Planungswelt der ERP-Systeme. CAPP Knowledge ermöglicht die Erstellung, Verwaltung und Abfrage von Planzeitbausteinen in der SAP ERP-Umgebung und wird somit für die Arbeits- und Zeitplanung eingesetzt. Aufgrund des modularen Aufbaus und der Integrität kann CAPP Knowledge an die kundenspezifischen Anforderungen und SAP-Systeme angepasst werden.

Die importierten Planzeitbausteine können in CAPP Knowledge bei Bedarf höher aggregiert werden zu übergeordneten Analysen. Durch die Zuweisung einer übergeordneten Analyse zu einem Arbeitsvorgang innerhalb eines SAP ERP-Normalarbeitsplans ist es möglich, diesen zeitlich zu bewerten. Die manuelle Ergänzung von Planzeitbausteinen deren Planzeitformel oder Zeitwerte durch andere Methoden ermittelt wurden, bspw. durch eines der MTM-Prozessbausteinsysteme, ist

ebenfalls möglich. Bei der Pflege von Planzeitbausteinen, wie bspw. der Aktualisierung, werden Änderungen durch den Änderungsdienst protokolliert und sind jederzeit nachvollziehbar. Außerdem werden die Änderungen in Planzeitbausteinen oder Analysen automatisch in allen Verwendungen aktualisiert, wodurch eine hohe Datenkonsistenz und ein geringer Pflegeaufwand resultieren. Das Produkt CAPP Knowledge ist in der SAP-Technologie programmiert und mit eigenem Namensraum fest in SAP ERP integriert. Die Benutzeroberfläche von CAPP Knowledge entspricht somit dem SAP ERP-Design, sodass die Bedienung vereinfacht und durch SAP ERP-Benutzer, bspw. Arbeitsplaner, als vertraut empfunden wird.

Im Kontext der Prozesskette der Zeitwirtschaft ist in SAP ERP insbesondere die Produktionsplanung und -steuerung von Bedeutung, da in diesem Modul die Zeitdaten in Arbeitspläne eingepflegt und mit weiteren Daten, wie Arbeitsplätze, Materialstämme und Stücklisten, verknüpft werden. Darüber hinaus greift eine Vielzahl weiterer Module auf diese Daten zu und verwendet diese produktiv in SAP ERP, bspw. zur Kapazitäts-, Terminplanung oder Produktkalkulation. Somit entspricht die Nutzung von Zeitdaten in SAP ERP der Verwendung von Zeitdaten in der Prozesskette der Zeitwirtschaft. Durch die Verknüpfung von Arbeitsvorgängen des Normalarbeitsplans in SAP ERP mit Analysen, die wiederum aus ermittelten und aufbereiteten Zeitdaten bestehen, wird eine redundanzfreie Datendurchgängigkeit erreicht. Ebenso sind die verknüpften Zeitwerte samt Details, u.a. der Zeitart, für sämtliche SAP ERP-Module und Funktionen nutzbar.

3.2 Aufbau der Lehrveranstaltung

Die Prozesskette der Zeitwirtschaft ist unter Berücksichtigung der Erkenntnisse bzgl. der Vermittlung von Kompetenz in der Hochschullehre sowie bestehender Lehrkonzepte zu Zeitwirtschaft und IT-Systemen in die Hochschullehre des IPS zu integrieren. Dazu wurde ein Lehrkonzept entwickelt, das aus drei aufeinander aufbauenden Bestandteilen besteht (siehe Bild 3).



Bild 3: Aufbau der Lehrveranstaltung zur Vermittlung zeitwirtschaftlicher Kompetenz

In dem theoretischen Teil der Veranstaltung (wöchentliche Vorlesungen) werden zu Beginn die Bedeutung und die Grundlagen der Zeitwirtschaft vermittelt. Neben der breiten Nutzung von Zeitdaten und der daraus resultierenden Potentiale liegt hier auch der Schwerpunkt auf der Definition eines einheitlichen Vokabulars, wie bspw. die Gliederung von Arbeitsabläufen in Ablaufabschnitte, die Definition von Ablaufarten sowie die Zuweisung von Zeitarten. Anschließend werden die Hintergründe der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie behandelt, welche die Basis für einen Großteil der Methoden der Zeitwirtschaft bilden. Die Bestimmung exakter Zeitdaten ist typischerweise nicht möglich, da der Aufwand zu groß wäre oder die Ermittlung prospektiver Zeiten nicht gegeben ist, sodass durch die Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie gesicherte

Zeiten oder Zeitanteile ermittelt werden. Darauf folgt der Kern der Vorlesungsreihe, die Vorstellung der wichtigsten Methoden der Zeitwirtschaft. Neben der Theorie zur Methode liegt der Fokus auf der Vorstellung der Vorgehensweise zur Zeitdatenermittlung. Hierbei wird bereits die Softwareunterstützung im jeweiligen Kontext vorgestellt. Dieses grundlegende Wissen im Kontext der Zeitwirtschaft ist strukturiert und im engen zeitlichen Rahmen zu vermitteln, sodass hierfür Vorlesungen geeignet sind. In Ergänzung zu den Vorlesungen wird die Praxisnähe durch Gastvorträge aus der Wirtschaft sichergestellt, welche zusätzlichen Fokus auf Planzeitbausteine und den Einsatz von IT-Systemen legen. Außerdem wird durch den Arbeitgeberverband die Zeitwirtschaft im Kontext der Arbeitspolitik thematisiert.

Im Anschluss an die Theorie werden die Methoden der Zeitwirtschaft von den Studierenden eigenständig in Form von Übungsaufgaben, die üblicherweise in Gruppen gelöst werden, eingesetzt sowie reflektiert. Es wird besonders darauf Wert gelegt, dass sich die Studierenden eigenständig mit dem Thema auseinandersetzen und in Form von realen Problemstellungen Methoden der Zeitwirtschaft aktiv anwenden. Abschließend erfolgt die Diskussion sowie Besprechung der Ergebnisse mit den Studierenden in wöchentlichen Übungen.

Im Rahmen der Vorlesungen und Übungen werden bereits unterschiedliche IT-Systeme im Kontext der einzelnen Veranstaltungen vorgestellt und erläutert, allerdings erfolgt in der abschließenden integrierten Übung die Zusammenfassung der behandelten Inhalte in Form der Prozesskette der Zeitwirtschaft unter durchgängiger Verwendung von Zeitwirtschaftssoftware. Der Fokus liegt hierbei auf der durchgehenden Verknüpfung von IT-Systemen, sodass von der Zeitermittlung über die Aufbereitung bis zur Verwendung und der fortwährenden Verwaltung der Zeitdaten keine Brüche auftreten. Somit wird den Studierenden ein durchgängiges Konzept vorgestellt und die Studierenden dabei interaktiv eingebunden. Wichtig ist hier, dass die Studierenden die IT-Systeme selber bedienen, um so einen bleibenden Einblick in die Hauptfunktionalitäten zu erhalten.

Als Methode der Zeitwirtschaft zur Ermittlung von Zeitdaten wird die REFA-Zeitstudie ausgewählt, da diese in der Industrie sehr weit verbreitet ist und neben den MTM-Prozessbausteinsystemen die höchste Bedeutung besitzt. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass die Zeitstudie sowohl für manuelle als auch automatisierte Prozesse eingesetzt werden kann und dadurch sehr flexibel einsetzbar ist. Außerdem sind Zeitstudien für jede Fertigungsart von der Einzel- und Kleinserienfertigung bis zur Massenfertigung einsetzbar, da der Aufwand und die daraus resultierende Genauigkeit beliebig gewählt werden kann.

3.3 Integrierte Übung zur Prozesskette der Zeitwirtschaft

In der integrierten Übung wird die Prozesskette der Zeitwirtschaft anhand eines konkreten Beispiels durchgeführt. Betrachtungsgegenstand ist ein Zwei-Stufen-Getriebe, welches ein Großteil der Studierenden schon aus Grundlagenvorlesungen des IPS kennt. Dieses wird in Form einer Explosionsdarstellung mit der zugehörigen Produktstruktur (Stückliste) vorgestellt. Die Studierenden führen die einzelnen Schritte der Prozesskette der Zeitwirtschaft am Beispiel der Vormontage des Gehäuses aus, indem sie bspw. interaktiv durch den Einsatz der eigenen Smartphones die Ermittlung der zeitwirtschaftlichen Daten vornehmen. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte dargestellt und mit Screenshots der Softwares hinterlegt.

Ermittlung

Der erste Schritt, die Ermittlung von Zeitdaten, erfolgt auf Basis eines Videos vom Arbeitsablauf der Vormontage des Getriebes, in dem zehn Montagezyklen aufgenommen wurden. Nach der

Unterteilung des Arbeitsablaufes in sinnvolle Ablaufabschnitte werden die Tätigkeiten pro Ablaufabschnitt sowie Start- und Endzeitpunkte samt ergänzender Informationen wie Werkzeuge und Einflussgrößen von den Studierenden dokumentiert und anschließend die Zeiten gemäß der REFA-Zeitstudie gestoppt. Hierzu nutzen die Studierenden ihre eigenen Smartphones (Android oder iOS) mit der lizenzfreien Software ORTIM c6, die äquivalent zur Software ORTIM a5 ist, allerdings einen eingeschränkten Funktionsumfang aufweist. Der Vorteil dieses Konzepts ist, dass die Studierenden ein vertrautes Gerät nutzen und sich unabhängig von der Veranstaltung bereits mit der Software vertraut machen konnten. In Bild 4 ist die Software ORTIM c6 für mobile Geräte (Android) dargestellt. Es können a) unterschiedliche Zeitstudien angelegt, b) Ablaufabschnitte (AA) festgelegt und c) die Zeitstudie durchgeführt sowie eine erste Auswertung angezeigt werden.

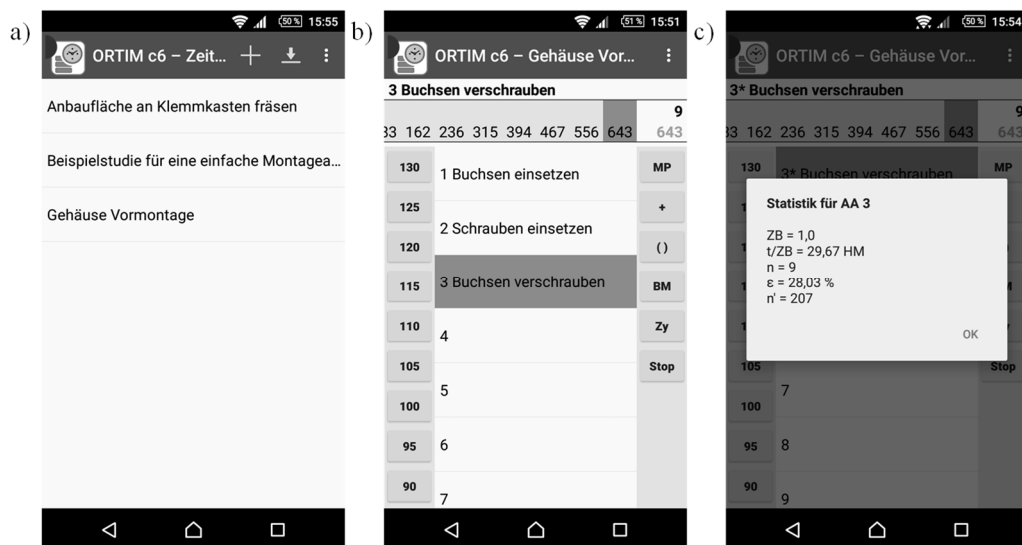


Bild 4: ORTIM c6-Software (Android) zur Durchführung von Zeitstudien (dmc-ortim GmbH)

In diesem Abschnitt setzen die Studierenden das erlernte Wissen hinsichtlich der Strukturierung und Erfassung von Arbeitsabläufen in der Praxis um. Besondere Diskussionspunkte sind hier die ausgewählte Methode der Zeitermittlung, die Festlegung der Ablaufabschnitte, die Dokumentation von Einflussgrößen und Rahmenbedingungen sowie die Durchführung der Zeitstudie selbst.

Aufbereitung

Die Aufbereitung der ermittelten Zeitdaten erfolgt in ORTIMzeit. Dazu wird eine bzw. mehrere der studentischen Zeitstudien in ORTIMzeit importiert, bearbeitet und diskutiert, siehe Bild 5. Im Rahmen dessen werden Messfehler markiert (dargestellt durch „(...)“), deren Einzelzeiten deutlich höher oder niedriger als die Soll-Zeit des Ablaufabschnitts liegen, sodass diese in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt werden. Messfehler resultieren typischerweise aus zu früh oder zu spät gesetzten Messpunkten oder aus dem In- bzw. Exkludieren von Tätigkeiten, die nicht dem Ablaufabschnitt zuzuordnen bzw. zusätzlich zuzuordnen sind. Die automatisch generierte statistische Auswertung für einen zyklischen Prozess ist in Abhängigkeit des Verwendungszwecks und der sich hieraus ergebenden Anforderungen zu überprüfen. Je nach Ergebnis ist die Entscheidung zu treffen, ob weitere Zeitstudien erforderlich sind. Neben der ermittelten Soll-Zeit pro Ablaufabschnitt sind somit die Anzahl der Beobachtungen sowie der relative Vertrauensbereich ϵ von besonderer Relevanz. Auf eine Leistungsgradbeurteilung wird im Rahmen der Übung verzichtet, da diese große Erfahrung voraussetzt, insbesondere bei der Beurteilung kurzzyklischer

Tätigkeiten, wie es in dieser Übung der Fall ist. Der beobachtete Leistungsgrad wird allerdings im Anschluss an die Zeitstudie mit den Studierenden diskutiert und dadurch die Kompetenz der Leistungsgradbeurteilung gestärkt.

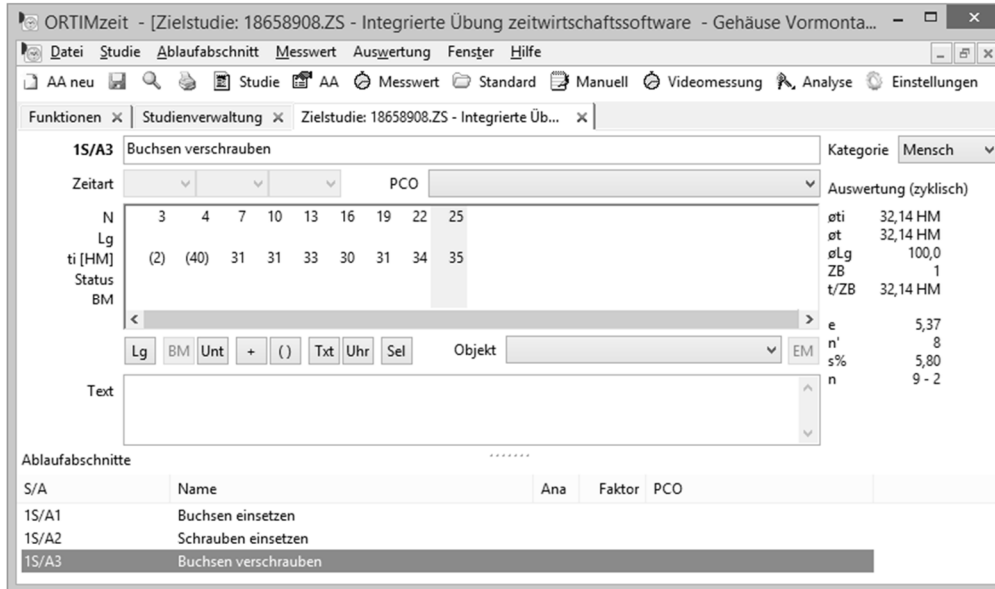


Bild 5: ORTIMzeit-Software zur Aufbereitung der Zeitstudien (dmc-ortim GmbH)

Das Erstellen von Planzeitformeln mittels ORTIMplan wird Bestandteil der kommenden Lehrveranstaltungen. Auf Basis mehrerer Zeitstudien zu Ablaufabschnitten mit unterschiedlichen Einflussgrößenausprägungen wird mittels ORTIMplan die Regression durchgeführt und Planzeitformeln für die einzelnen Ablaufabschnitte bestimmt.

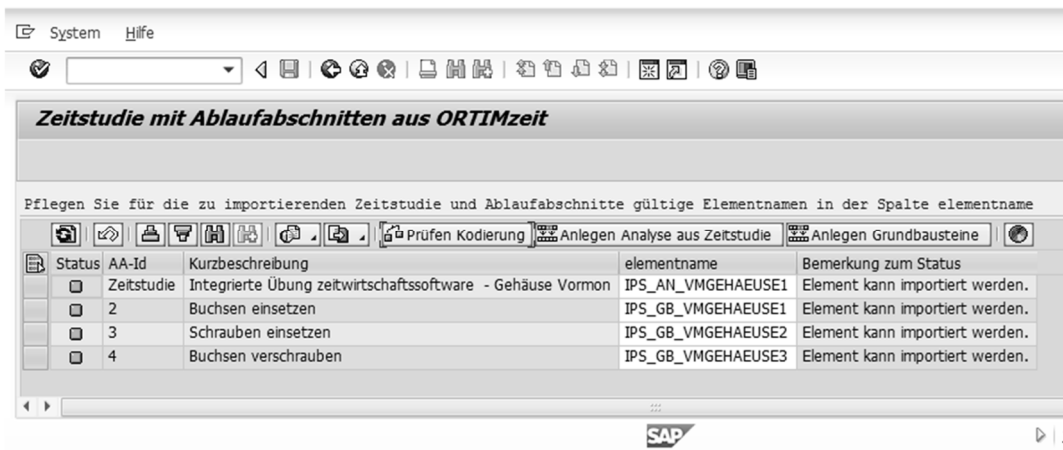


Bild 6: CAPP Knowledge Addin für SAP (dmc-ortim GmbH)

Anschließend wird die ausgewertete Zeitstudie als .XML-Datei aus ORTIMzeit exportiert und in CAPP Knowledge importiert, siehe Bild 6. In CAPP Knowledge wird die Zeitstudie als „Analyse“ und die einzelnen Ablaufabschnitte als hierarchisch untergeordnete „Grundbausteine“ angelegt. Da einem Prozess, bspw. „Buchsen einsetzen“ in der Vormontage des Gehäuses, nur ein definierter Zeitwert zugeordnet werden darf, sind die Elementnamen eindeutig zu definieren. Gewährleistet wird dies, indem ein durchgängiges Kodierungsschema festgelegt und beim Import neuer Elemente

die Kodierung überprüft wird. Durch dieses Kodierungsschema sind die Elemente auch für spätere Verwendungszwecke einfach wiederzufinden und wiederzuverwenden.

Verwendung

Im Anschluss an die Aufbereitung erfolgt die Verwendung in CAPP Knowledge und SAP ERP. In CAPP Knowledge werden die importierten Analysen und Grundbausteine mit bereits in der Datenbank bestehenden Elementen zu höherverdichteten Analysen aggregiert. Die ermittelten Zeitdaten werden dem Normalarbeitsplan zugewiesen, indem jedem Arbeitsvorgang des Normalarbeitsplans eine Analyse aus CAPP Knowledge zugeordnet wird. Zusätzlich werden die zugehörigen Arbeitsplätze sowie Stücklistenpositionen der Produktstruktur den Arbeitsvorgängen zugeordnet. Durch diese Verknüpfung unterschiedlicher Daten mit dem Normalarbeitsplan erfolgt die Integration der Zeitdaten in SAP ERP und ermöglicht die Verwendung der Zeitdaten über die gesamte Funktionsbreite. Das Prinzip „eine Quelle – vielfache Wiederverwendung“ wird optimal umgesetzt. Ein Beispiel für die Verwendung ist die Produktionsplanung im Sinne der Terminierung von Produktionsaufträgen. Da die Arbeitsvorgänge eines Produktes mit Zeitdaten und den zugehörigen Arbeitsplätzen hinterlegt sind, kann die Belegung der Maschinen bzw. Arbeitsplätze bei bestehendem Produktionsprogramm geplant und basierend darauf die Fertigstellung der Produkte terminiert werden. Außerdem können die Belegungszeiten der Maschinen sowie die personellen Kapazitäten unter Kenntnis von Personal- oder Maschinenstundensätzen für die Erzeugniskalkulation eingesetzt werden. Eine wichtige, bisher in SAP nicht umgesetzte, Funktionalität ist die eindeutig erkennbare Herkunft der Zeitdaten und damit ein wichtiger Dokumentationsschritt für die Reproduzierbarkeit der in der Planung verwendeten Daten. Arbeitnehmervvertretungen begrüßen dies außerordentlich.

4 Fazit

Aktuelle Zeitdaten stellen die Grundlage für wichtige operative sowie strategische Planungen und Entscheidungen dar. Der Aufwand eine Zeitwirtschaft zu betreiben, welche die Aktualität von Zeitdaten gewährleistet, sinkt durch die Integration von IT-Systemen mit durchgängigem Datenmanagement. Es ist wichtig, die Hochschullehre an diese Entwicklungen anzupassen und die Studierenden auf das Berufsleben vorzubereiten. Bestehende Lehrkonzepte vermitteln jedoch ausschließlich Methodenwissen, sodass die Entwicklung eines neuen Lehrkonzepts für zeitwirtschaftliche Kompetenz erforderlich war. Grundlage des Lehrkonzepts des IPS ist die Prozesskette der Zeitwirtschaft samt unterstützender IT-Systeme. Der Fokus liegt hierbei auf dem Einsatz gängiger IT-Systeme mit hoher Praxisrelevanz und Funktionstiefe, die ein durchgängiges Datenmanagement ermöglichen. Genutzt wurden SAP ERP und die Integrationslösung CAPP Knowledge sowie die zeitwirtschaftlichen IT-Systeme ORTIM a5 bzw. c6, ORTIMzeit und ORTIMplan, die in einer integrierten Übung zur Prozesskette der Zeitwirtschaft eingesetzt werden. Der aktive Einbezug der Studierenden ist Erfolgsfaktor für die Effektivität des Lehrkonzepts und wurde u.a. durch den Einsatz der eigenen Smartphones zur Zeitermittlung gefördert.

Die Konzeption und Durchführung einer integrierten Übung unter Nutzung von IT-Systemen bedeutet einen hohen Aufwand. Insbesondere die Aufbereitung von Zeitdaten in ORTIMplan sowie der Übertrag und die Verwendung der Zeitdaten in SAP ERP durch die Studierenden stellt eine hohe Herausforderung dar. Neben der Bereitstellung der Hardware müssen Datenbanken sowie zugehörige Daten bereitgestellt werden. Die Weiterentwicklung und Umsetzung der integrierten Übung hinsichtlich Studierendenpartizipation ist Hauptbestandteil zukünftiger Aktivitäten am IPS.

Außerdem sind die Potentiale der steigenden Digitalisierung in der Planung und Vernetzung von Produktionssystemen in Form von automatisiert generierten Zeitdaten zu berücksichtigen.

5 Literatur

- Brauer M (2014) *An der Hochschule lehren. Praktische Beispiele, Tricks und Lehrmethoden.* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
- Cachay J, Abele E (2012) Developing Competencies for Continuous Improvement Processes on the Shop Floor through Learning Factories – Conceptual Design and Empirical Validation. *Procedia CIRP* 3:638–643
- Deuse J, Petzelt D, Schallow J (2009) Prozessharmonisierung in der Digitalen Fabrik auf Basis von Anwendungsprotokollen. *ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 104(1/2):11–15
- Deuse J, Richter R (2011) Industrial Engineering im modernen Produktionsbetrieb - Voraussetzung für einen erfolgreichen Verbesserungsprozess. *Betriebspraxis & Arbeitsforschung* 207(48):6-13
- Einsiedler W (1981) *Lehrmethoden. Probleme und Erkenntnisse der Lehrmethodenforschung.* Urban & Schwarzenberg, München
- Federowicz J, Hachey G (2004) Twelve Tips for Successfully Integrating Enterprise Systems Across the Curriculum. *Journal of Information Systems Education* 15(3):235–244
- Felder RM, Silverman LK (1988) Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education* 78(7):674–681
- Felder RM, Woods DR, Stice JE, Rugarcia A (2000) The future of Engineering Education. *Chem. Engr. Education* 34(1):26–39
- Fink LD (2003) *Leitfaden zur Konzeption und Planung von Lehrveranstaltungen, die nachhaltiges Lernen fördern.* Jossey-Bass, San Francisco
- Heinz K (1995) Die Zukunft der Zeitwirtschaft – Die Zeitwirtschaft der Zukunft. *Produktionsfaktor Zeitwirtschaft*. 18.-19. Oktober 1995, Dortmund: 2–11
- Heyse V, Erpenbeck J (2004) *Kompetenztraining.* Schäffer-Poeschel, Stuttgart
- Jacobson S, Shepherd J, D’Aquila M, Carter K (2007) *The ERP Market Sizing Report, 2006–2011.* AMR Research, Boston
- Kuhlang P, Erohin O, Krebs M, Sihn W, Deuse J (2013) The Renaissance of Industrial Engineering Presented in the Example of the Competencies for Time Data Determination. In: Dimitrov D, Schutte C (Hrsg) *Proceedings of International Conference on Competitive Manufacturing*
- Leyh C (2012) ERP-System-Einsatz in der Lehre: Ergebnisse einer Umfrage an deutschen Universitäten und Fachhochschulen. In: Mattfeld DC, Robra-Bissantz S (Hrsg) *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik: Tagungsband der MKWI.* Braunschweig
- Waldherr F, Walter C (2009) *Didaktisch und praktisch. Ideen und Methoden für die Hochschullehre.* Schäffer-Poeschel, Stuttgart
- Wong K, Wang FL, Ng KK, Kwan R (2015) Investigating Acceptance towards Mobile Learning in Higher Education Students. In: Li KC, Wong TL, Cheung SKS, Lam J, Ng KK (Hrsg) *Technology in Education – Transforming Educational Practices with Technology.* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg

Kontinuierliche Verbesserung von ERP-Lehrveranstaltungen

Lutz Schmidt¹, Sebastian Büsch¹ und Volker Nissen²

¹ X-CASE GmbH, Ilmenau, {Lutz.Schmidt|Sebastian.Buesch}@X-CASE.de

² TU Ilmenau, Institut für Wirtschaftsinformatik, Volker.Nissen@TU-Ilmenau.de

Abstract

Um eine praxisnahe ERP-Ausbildung innerhalb der WI (Wirtschaftsinformatik)-Lehre anzubieten, müssen Lehrformen, Lehrinhalte und Technologien fortlaufend angepasst werden. Dieser Artikel zeigt auf, wie eine Lehrveranstaltung durch einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) eine effiziente Wissensvermittlung auf dem aktuellen Stand von Forschung und Praxis ermöglicht. Die Lehrveranstaltung ist so organisiert, dass die Ergebnisse direkt der eigenen Verbesserung dienen. Es werden Methoden zum Erkennen von Verbesserungsbedarfen sowie erfolgreich umgesetzte Veränderungsprozesse dargestellt. Es wird aufgezeigt wie durch die projekteigenen Entwicklungen eine langfristig qualitative Verbesserung der Vermittlung von Wissen, eine Reduktion des Lehraufwandes sowie eine Erhöhung des Bekanntheitsgrades der Lehrveranstaltung erreicht wurden. Die Ergebnisse umgesetzter KVP-Maßnahmen wurden mittels einer Balanced Scorecard evaluiert.

1 Einleitung, Motivation und Zielstellung

Enterprise Resource Planning (ERP)-Systeme stellen ein Kernelement in der IT-Landschaft mittlerer und großer Unternehmen dar. Durch deren IT-Unterstützung werden betriebliche Prozesse effizient abgebildet und gesteuert. Als ein Erkenntnis- und Gestaltungsobjekt der Wirtschaftsinformatik (WI) sind ERP-Systeme deshalb fest im Curriculum deutscher WI-Lehre verankert (Leyh, 2012). Eine effektive und effiziente WI-Lehre zeichnet sich durch einen Mix aus verschiedenen Lehrmethoden aus und greift insbesondere für die Praxisnähe auf einen realen ERP-Systemeinsatz zurück (Leyh, 2012). Durch die Organisation der Lehrveranstaltung als Workshop oder ERP-Projekt kann eine Vertiefung des Wissenserwerbs über Vorlesungen hinaus erreicht werden (Büsch et al., 2010). Mit dieser Wissensreflexion und kritischem Hinterfragen kann das Theoriewissen angewandt werden, was nach North und Hornung (2003) auf der Wissenstreppe zu einer höheren Kompetenzstufe der Studierenden führt.

Werden IT-Lehrveranstaltungen langjährig durchgeführt, so erfordert dies angesichts der kurzen Technologiezyklen ein permanentes Anpassen der Methoden, Inhalte und Werkzeuge. Nicht nur aktuelle Forschungsergebnisse und sich ändernde studentische Voraussetzungen, sondern auch Technologiewechsel der am Markt vorherrschenden ERP-Produkte in der schnelllebigen IT-

Branche müssen berücksichtigt werden. Ein KVP innerhalb einer Lehrveranstaltung ermittelt Ursachen für die Veränderungen und Verbesserungen und lässt diese ins Lehrcurriculum einfließen. Damit kann die durch den Bologna-Prozess geforderte Praxisnähe, Aktualität und Vorbereitung auf das Berufsleben innerhalb der WI-Lehre umgesetzt werden.

Ziel dieses Beitrags ist es deshalb, eine beispielhafte Lehrform aufzuzeigen, in der ein sich selbst verbesserndes ERP-Projekt über viele Jahre einen erfolgreichen KVP umsetzt. Dieser Artikel stellt dar, wie aktuelle Herausforderungen der WI erkannt und durch das Selbstmanagement und organisationale Weiterentwicklung innerhalb der Planung und Durchführung einer Lehrveranstaltung berücksichtigt werden. Da bisher kaum empirische Belege für die Effizienz der ERP-Lehre an Hochschulen vorliegen (Leyh, 2012), wird auch aufgezeigt, wie mittels einer im Projekt eingesetzten Balanced Scorecard die eingeleiteten Maßnahmen evaluiert werden. Die Aufgabenstellungen zur Vermittlung von ERP-Wissen sind so gewählt, dass deren Ergebnisse direkt den Veränderungsprozess im Projekt unterstützen. Bspw. kann auf Basis einer in der Lehrveranstaltung entwickelten ERP-gestützten Zeiterfassung die gleiche Lehrveranstaltung effizienter gesteuert werden. Im Artikel werden exemplarisch einige organisatorische Änderungen und geschaffene IT-Artefakte und deren Auswirkung auf eine nachhaltige, effektive Durchführung der Lehrveranstaltung vorgestellt. Auch wird dargestellt, inwieweit diese einen erfolgreichen Verbesserungsprozess unterstützen und damit zu einer erfolgreichen WI-Lehre beitragen können. Im Zuge dessen wird dargelegt, wie der notwendige Veränderungsbedarf erkannt, wie Lösungen gefunden und implementiert wurden und welche Teilergebnisse erreicht werden konnten. Abschließend wird der Veränderungsprozess mittels einer Balanced Scorecard evaluiert.

2 Vorstellung des Lehrkonzepts

Um fachlich anspruchsvolles ERP-Wissen zu vermitteln, bedarf es der Vorstellung theoretischer Grundlagen sowie deren praktischer Anwendung. Studierende durchlaufen bei der Wissensaquis nach Bloom die Stufen „Wissen -> Verstehen -> Anwenden -> Analysieren -> Synthetisieren -> Evaluieren“ (Bloom 1956, 56). An der Technischen Universität Ilmenau (TU Ilmenau) werden, wie in Deelmann und Nissen (2011) vorgeschlagen, durch das Lehrcurriculum „IV-Beratung“ die theoretischen Grundlagen vermittelt. Während Vorlesungen und Übungen vorrangig die Teilbereiche „Wissen“ bis „Analysieren“ abdecken, sollen durch praktische Anwendung und Reflexion des Erlernten die Stufen „Synthetisieren“ und „Evaluieren“ erreicht werden. Dafür wird die Lehrveranstaltung PROBAS (Projektseminar Betriebswirtschaftliche Anwendungssysteme) angeboten, die in Büsch et al. (2010) vorgestellt wurde. Es konnte aufgezeigt werden, dass durch die Organisation der Lehrveranstaltung als praxisnahes SAP-Projekt Studierenden effizient der Umgang mit ERP-Systemen näher gebracht werden kann. Insbesondere werden neben der Vermittlung von Fachwissen auch Soft Skills wie Team- und Problemlösefähigkeiten sowie Wissen im Bereich Projektmanagement entwickelt (Büsch et al., 2010).

Das PROBAS-Projekt stützt sich auf seit Jahren bewährte Kernkonzepte und -methoden. Alle Prozesse werden anhand einer fiktiven PROBAS-Modellfabrik vermittelt. Dort werden fachbereichsübergreifende Prozesse exemplarisch im SAP ERP abgebildet und durch die Studierenden als Sachbearbeiter für die Bereiche Vertrieb, Einkauf und Produktion bearbeitet. Die bei der Durchführung entstehenden Daten werden von anderen Studierenden in ein SAP BW geladen, dort bereinigt und für Auswertungen aufbereitet. Dies ermöglicht den Lehrenden sowohl

eine Kontrolle der Studierenden als auch des Modellunternehmens selbst. Andere Teilnehmergruppen bauen die Modellfabrik mittels Customizing und Add-On-Entwicklung ständig aus. Damit erweitert sich der zu vermittelnde Lehrinhalt. Da PROBAS jedes Semester als Projekt durchgeführt wird, erwerben die Studenten auch praktische Kenntnisse im Projektmanagement.

PROBAS beruht auf verschiedenen etablierten Lehrmethoden. Zu Beginn eines Semesters werden Inhalte mit Hilfe des Frontalunterrichts vermittelt. Anschließend bearbeiten die Studierenden in Einzel- und Gruppenarbeit die geforderten Prozesse und können das bestehende Wissen praktisch anwenden. Komplexe Aufgabenstellungen werden von jeder Gruppe in kleinere Aufgabenpakete unterteilt und von den Teilnehmern allein oder in Teilgruppen bearbeitet. Dabei stehen den Studierenden externe Coaches zur Seite, die als Berater oder IT-Mitarbeiter von Unternehmen, die SAP einsetzen, langjährige SAP-Erfahrungen aufweisen. Innerhalb der Gruppe werden Aufgabenpakete zu Meilensteinen zusammengefasst und eigenverantwortlich geprüft. Über regelmäßig stattfindende Gruppentreffen tauschen sich die Gruppen gegenseitig bezüglich ihres Projektfortschritts aus. Erfahrene Studierende, die PROBAS wiederholt besuchen (Fortgeschrittene), erhalten zusätzlich komplexere Aufgaben. PROBAS profitiert bei der Durchführung von der Heterogenität des Wissenstandes innerhalb der Gruppe. Erstteilnehmer (Einsteiger) können auf die Erfahrung der Fortgeschrittenen zurückgreifen.

Lehrveranstaltungen, die in einem sich ändernden, praxisnahen Umfeld angeboten werden, müssen hinsichtlich der Lehrinhalte und auch der Lehrmethoden regelmäßig überprüft und gegebenenfalls verändert werden. Der vorliegende Beitrag beleuchtet, WIE innerhalb von PROBAS als sich selbstverbessernde Veranstaltung veränderte Randbedingungen und neue Möglichkeiten aufgegriffen werden und zu Anpassungen der Lehrveranstaltung führen. Für weitere Details zur Organisation und den Lehrformen von PROBAS an sich sei auf Büsch et al. (2010) verwiesen.

Um an bisherige Forschungsergebnisse zu Veränderungsprozessen in der WI-Lehre anzuknüpfen, wurde eine Literaturrecherche nach Webster und Watson (2002) durchgeführt. Es sollten bereits vorhandene Konzepte ermittelt werden, in Lehrveranstaltungen einen KVP umzusetzen. Außerdem sollte ein Überblick über ähnliche Lehrkonzepte wie PROBAS gewonnen werden, um weitere Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren. Hierzu wurden die Empfehlungslisten (Journals und Konferenzen) der Wiss. Kommission Wirtschaftsinformatik (WKWI) im VHB herangezogen. Die Suche wurde auf Beiträge, die ab einschließlich 2010 erschienen sind, begrenzt, da im Kontext von Büsch et al. (2010) bereits eine vergleichbare Suche im Jahr 2010 durchgeführt worden war. In Journals konnten so drei relevante Beiträge ermittelt werden, weitere sechs Beiträge in Konferenzen. Den nächsten Schritt stellte eine Rückwärtssuche dar. Hierzu wurde jede Quelle der Beiträge überprüft. So konnten zwei weitere Artikel ermittelt werden. Als nicht relevant ausgeschlossen wurden Beiträge, die Systeme für kleine Unternehmen verwendeten, sich nur auf einen Teilprozess der Wertschöpfung konzentrierten, Technologien außerhalb des ERP-Systems fokussierten oder ERP-Systeme nicht für die Lehre nutzten.

Es konnten danach drei Beiträge ermittelt werden, die grundlegende konzeptionelle Ähnlichkeiten mit PROBAS teilen. In Winkelmann et al. (2010) sowie Leyh und Strahinger (2011) werden eine Kick-Off-Veranstaltung durchgeführt sowie Lehrinhalte in Kleingruppen abgearbeitet. Szendrei et al. (2010) ähneln PROBAS bezüglich Inhalten und Projektcharakter. In keinen der genannten Veranstaltungen wird ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess benutzt, um die Veranstaltung an sich ändernde Anforderungen anzupassen. Deshalb soll im Folgenden dargestellt werden, wie auf veränderte Bedingungen im Umfeld der ERP-Ausbildung im Rahmen von PROBAS reagiert worden ist.

3 Methoden zum Erkennen von Veränderungsbedarfen

PROBAS beruht auf einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess. Wie in Büsch et al. (2010) dargestellt, wird der Erfolg der Lehrveranstaltung an den Zielen „erarbeitetes Fachwissen“, „erreichte Soft Skills“, „Bekanntheitsgrad“ und „organisatorischer Aufwand“ gemessen. Um die Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung PROBAS im Rahmen eines KVP-Prozesses erfolgreich durchzuführen, bedarf es einer umfassenden Ermittlung von Randbedingungen und Merkmalen, die einzeln ausgewertet und zu einem Maß der Zielerreichung zusammengeführt werden müssen. Bei PROBAS haben sich mehrere Methoden und Werkzeuge der Merkmalsüberwachung und Erfolgsüberprüfung bewährt.

Das Fachwissen wird in für universitäre Lehrveranstaltungen üblicher Weise abgeprüft. Dazu werden Wissenstests vergleichbar mit Klausuren durchgeführt und die von den Teilnehmenden zu erstellenden Dokumentationen bewertet. Verbesserungspotentiale werden im laufenden Projekt von den studentischen Gruppen an das Projektmanagement herangetragen. Dies geschieht in den regelmäßig stattfindenden Gruppensitzungen, in denen jeder Teilnehmer Probleme und Anregungen äußern kann. Die genannten Verbesserungspotentiale werden dann in den regelmäßig stattfindenden Projektmanagementsitzungen diskutiert. Eine spezifische Organisationsform zur Ermittlung von Verbesserungspotentialen ist die halbjährlich stattfindende Projektsummary-Besprechung, in der jeder Projektmanager nochmals Vorschläge zu Verbesserungspotentialen einbringt und bewertet. Hinzu kommt die Evaluation technisch ermittelbarer Merkmale der Zielerreichung mittels Balanced Scorecard (BSC, s. Abschnitt 5). In der Vorbereitung des Projektes für das nächste Semester werden identifizierte Veränderungsbedarfe dann eingearbeitet und im Projekt selbst umgesetzt.

Über diese organisatorischen Methoden hinaus ist im Rahmen von PROBAS eine Reihe von technischen Werkzeugen entwickelt worden, die dem Controlling der Veranstaltung dient. Alle diese Werkzeuge wurden von PROBAS-Teilnehmern mit SAP-Technologien entwickelt und basieren auf dem im Projekt verwendeten SAP ERP-System. So wurde im Verlauf der letzten Jahre eine eigene webbasierte Plattform entwickelt, die nicht nur den Einschreibeprozess der Lehrveranstaltung automatisiert, sondern durch eine Auswertungskomponente Kennzahlen für die BSC-Dimension „Bekanntheitsgrad“ ermitteln kann. Anhand einer selbstentwickelten PROBAS-Zeiterfassung für mobile Endgeräte werden Aufwandskennzahlen bestimmt. Eigene BI-Cockpits stellen den Zielerreichungsgrad der Aufgabenstellungen dar. Mit diesen und weiteren Tools kann ein Großteil aller BSC-Kennzahlen automatisch ermittelt und aufbereitet werden, was eine höhere Transparenz und eine Reduktion des Erstellungsaufwandes ermöglicht. Die Methoden zum Erkennen von Veränderungsbedarfen werden in Bild 1 zusammengefasst. Diese Methoden haben im Verlauf der vergangenen Semester an verschiedenen Stellen die Notwendigkeit von Veränderungen aufgezeigt. Nachfolgend wird an ausgewählten Beispielen dargestellt, wie konkrete Verbesserungsbedarfe erkannt und bearbeitet wurden.

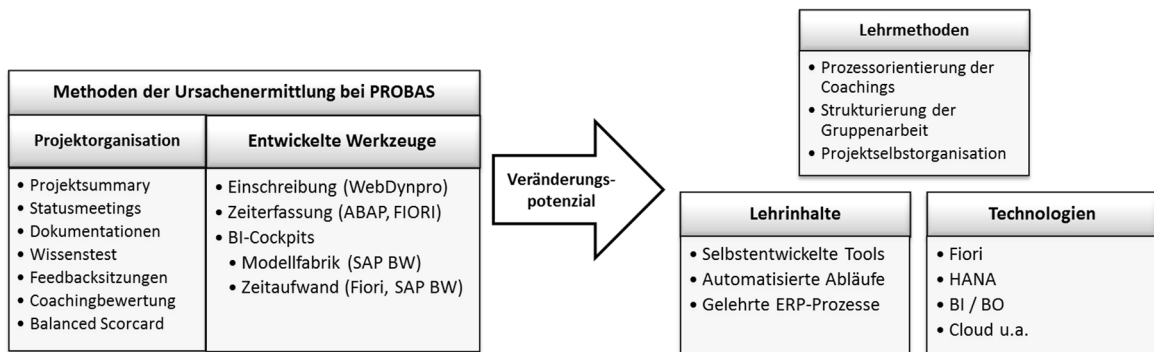


Bild 1: Ursachenermittlung und Veränderungsfelder im Rahmen des KVP (eigene Darstellung)

4 Umgesetzte Veränderungsprozesse

4.1 Verbesserung der Lernergebnisse durch prozessorientierte Lehre

Im Zuge der Bolognareform wurden auch an der TU Ilmenau die Studiengänge vom Diplom- auf das Bachelor-/Mastersystem umgestellt. Daraus resultieren nicht nur tendenziell kürzere Studienzeiten, sondern auch ein häufigerer Wechsel der Studienorte. Die damit verbundene Veränderung der Teilnehmergevoraussetzungen lässt sich aus der Auswertung der im PROBAS-Projekt entwickelten Anwendung zur Einschreibung in die Lehrveranstaltung ermitteln. Webbasiert werden von jedem Teilnehmer Matrikel, Studienrichtung und Vorkenntnisse erfasst. Es ließ sich beobachten, dass Studierende in niedrigeren Semestern und damit mit weniger Vorkenntnissen in das Projekt einsteigen als noch zu Diplomzeiten. Außerdem verlassen Teilnehmer das Projekt früher. Dies verringert die Anzahl der Fortgeschrittenen, was sich negativ auf die Wissensvermittlung an Einsteiger auswirkt.

Den geringeren Vorkenntnissen wird auf mehrere Arten begegnet. Zum einen wird zu Beginn mehr Frontalunterricht statt selbstständiger Teamarbeit eingesetzt. Konkrete, ausformulierte, mit Teilaufgaben unteretzte Lehrunterlagen werden groben Zielvorgaben vorgezogen.

Mit standardisierten Auswertungsbögen werden die Coachings bewertet, um konkretes Feedback der Teilnehmer über die Wissensvermittlung einzuholen. Hinzu kommen Wissenstests. Die Auswertung dieser Quellen ergab, dass eine Vermittlung von Wissen über komplexe einzelne ERP-Prozesse selbst auf einem technisch sehr tiefen Niveau nicht mehr ausreichend erfolgen konnte. Insbesondere Studierende ohne Vorkenntnisse stießen hier schnell an ihre Grenzen.

Im Wintersemester 2012/2013 wurde deshalb auf eine prozessorientierte Projekteinführung umgestellt. Im ersten Schritt werden die Studierenden mit Hilfe von ereignisgesteuerten Prozessketten (EPKs) an einen übergreifenden, verständlichen ERP-Prozess herangeführt. Dabei wird besonderer Wert auf die Partizipation der Gruppenmitglieder sowie die Nutzung ausgearbeiteter Lehrmaterialien gelegt. Zum Abschluss arbeiten die Studierenden in einem Workshop den vorher behandelten Prozess am praktischen Beispiel im SAP ERP ab. Dabei werden neben den klassischen ERP-Prozessen im Vertrieb und Einkauf auch BI-Auswertungen mittels Querys sowie ABAP-Reports erstellt, um Einkaufs- und Vertriebsprozesse nicht nur zu bearbeiten, sondern auch auszuwerten. So wird den Teilnehmern ein Überblick über die Teilbereiche von PROBAS gegeben, der im Projektverlauf die Zusammenarbeit und den Wissenserwerb deutlich erleichtert.

Die Umstellung auf das neue Szenario war sehr erfolgreich. Dies wurde insbesondere bei der Auswertung der Coachingbewertungen deutlich. Außerdem wurde die Attraktivität der Veranstaltung für Wirtschaftsinformatiker signifikant erhöht, so dass trotz sinkender Studentenzahlen wieder eine hohe Anzahl an Wirtschaftsinformatikstudenten teilnahm, was eine wesentliche Erfolgsgröße aus Sicht der WI-Lehre darstellt. Bild 2 zeigt die Entwicklung der Studentenzahlen im ersten Semesters der Wirtschaftsinformatik (WI) und Medienwirtschaft (MW) an der TU Ilmenau. Daneben ist der Anteil der Teilnehmer bei PROBAS für MW und WI dargestellt. Während der Anteil der WI-Studenten gegenüber den MW-Studenten an der Universität insgesamt abnahm, konnte seit 2008 wieder eine deutliche Steigerung des WI-Studentenanteils bei PROBAS erreicht werden.

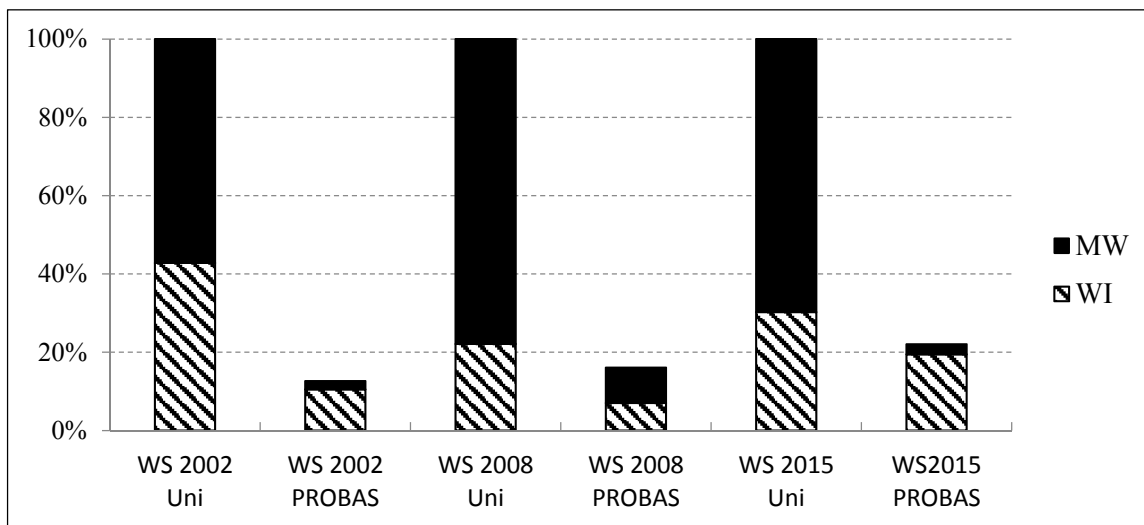


Bild 2: Entwicklung der WI- und MW-Studenten der TU Ilmenau und bei PROBAS (Summe von WI und MW der TU Ilmenau auf 100% normiert; eigene Darstellung)

4.2 Anpassung der fachlichen Inhalte

Die Lehrinhalte der PROBAS-Modellfabrik bleiben nicht auf einem einmal erreichten fachlichen Stand stehen. So wie sich in realen Unternehmen die Prozesse verändern, so werden auch die prozessorientierten Lehrinhalte des Projektseminars kontinuierlich angepasst. Basis ist wiederum die Evaluierung des Seminars selbst.

Die Evaluierung des Projektseminars ergab ein hohes Interesse an branchenspezifischen fachlichen Inhalten und mobilen Oberflächentechnologien. Aus Feedbackfragebögen und Projektsummary-Besprechungen konnte festgestellt werden, dass aufgrund der geringeren Vorkenntnisse der Teilnehmer komplexe, technische Themen schwerer vermittelbar geworden sind. Auf Basis des Feedbacks der Coaches und Dozenten wurden deswegen technische Themen durch neuere und innovative Aufgabenstellungen ersetzt. Ein konkretes Maß für die Akzeptanz eines Themas ist die Anzahl der Studierenden, die das gleiche Thema vertiefen wollen (Fortgeschrittene). Diese Anzahl war mehrere Semester auf niedrigem Niveau.

Beispielsweise wurden die Fachinhalte der Gruppen EAI und ABAP in der Gruppe Technologie zusammengeführt. Es werden jetzt statt der EAI-Lehrinhalte Aufgaben im Bereich mobile Plattformen vermittelt. Studierende können dadurch die Synergieeffekte mehrerer Technologien selbst ausprobieren.

Eine der Kernaufgabe bei PROBAS stellt die Abarbeitung von Standard-ERP-Prozessen der Modellfabrik dar. Basierend darauf werden spezifische Prozesserweiterungen vorgenommen. Dies ermöglicht auch komplexere Aufgabenstellungen zur aktiven Veränderung und Erweiterung der Standardprozesse. Zu den Beispielen aus den letzten Semestern zählen:

- Darlehensabwicklung mit Hilfe von SAP FI FCM (Banking)
- Streckengeschäft (Handel)
- SAP MRP Cockpits im Automotive-Bereich (vgl. Nagel, 2015)

Die Resonanz durch die Studierenden war durchweg positiv. Auch die Zahl der Fortgeschrittenen ist inzwischen wieder deutlich gestiegen.

4.3 Reaktion auf veränderte IT-Technologien

Wie bereits durch Carr (2003) festgestellt, unterliegt die IT einem Commodity Drift, der weitere Innovationen zur Bewahrung eines Wettbewerbsvorteils einfordert. Auch im Bereich der betriebswirtschaftlichen Standardsysteme werden deshalb kontinuierlich neue Technologien und Werkzeuge eingeführt. Dies führt zu einem veränderten Bedarf an benötigten Kenntnissen und Fertigkeiten. PROBAS hat den Anspruch, frühzeitig neue Technologien praxisnah zu vermitteln. Um die Studierenden „up-to-date“ zu halten, spiegeln sich diese Themen auch in den Lehrplänen der Universitäten wider. Aus den Projektsummary-Besprechungen und Teilnehmerumfragen konnte ermittelt werden, dass Studierende an neuen Technologien stark interessiert sind, um sich gut auf die Praxis vorzubereiten. Folgende SAP-Technologien wurden in den letzten Jahren erstmals als Lehrinhalte aufgenommen:

- Nutzung von SAP-Software in der Cloud
- Business Intelligence mit Hilfe von SAP BO
- Verwendung der In-Memory-Datenbank SAP HANA
- Entwicklung neuer Benutzeroberflächen für mobile Endgeräte mit SAP Fiori
- Prozessabbildung mit Hilfe von BPMN in SAP PO

Nachfolgend wird an zwei Beispielen verdeutlicht, wie die Anwendung neuer Technologien im Projektseminar PROBAS erfolgt. Im Sommersemester 2014 wurde in einer Zusammenarbeit mit der SAP SE deren neues MRP-Cockpit einem umfangreichen Nutzertest unterzogen. Das Cockpit basiert auf SAP HANA und nutzt Fiori als Frontendtechnologie. Es befand sich zu diesem Zeitpunkt noch in der Entwicklung. Die Studenten lernten neue Technologien kennen, konnten sich mit neuen Ansätzen der Benutzerinteraktion in ERP-Systemen auseinandersetzen und erhielten Einblick in Phasen einer ERP-Standardentwicklung.

Seit dem Wintersemester 2014/15 ist die Eigenentwicklung von Applikationen mittels SAP Fiori Lehrinhalt geworden und hat den Lehrinhalt ABAP-Entwicklung ergänzt. Die Studenten erwerben hier Fähigkeiten zur kundenindividuellen Anpassung von Oberflächen, die vor allem im mobilen Bereich eingesetzt wird. Aus diesen Bestrebungen ist im Sommersemester 2015 die oben erwähnte Zeiterfassungs-App entstanden, die es den Teilnehmern ermöglicht, einfacher und geräteunabhängig Tätigkeiten zu erfassen. Die erfassten Zeiten werden in einer eigenen Applikation im SAP ERP ausgewertet. Die Projektmanager können dann auf eine App zugreifen, in der sie die zusammengefassten Ergebnisse sehen. Dies ist ein Beispiel der Selbstverbesserung des Projektseminars durch neue Werkzeuge.

Über die Ergebnisse des MRP-Cockpit-Tests und der SAP Fiori-Entwicklungen wurde ein Feedback von den Unternehmen angefordert, die diese Aufgabenstellungen eingebracht haben (SAP SE, X-CASE GmbH). Das Feedback war sehr positiv.

4.4 Organisatorische Weiterentwicklung

PROBAS wird als fakultative Lehrveranstaltung von Studierenden organisiert und durchgeführt. Diese Lehrform setzt ein entsprechendes Projektmanagement voraus. Die Analyse der Projektergebnisse ergab, dass die Qualität des Projektmanagements in sehr hohem Maße das Projektergebnis beeinflusst. Da es Studenten innerhalb von PROBAS ermöglicht wird erstmals Projektmanagement-Fähigkeiten zu sammeln, kann jedoch nicht zwangsläufig auf erfahrene Projektmanager zurückgegriffen werden. Die Kürze der Veranstaltung erlaubt eine spezielle Projektmanagementausbildung nur in einem geringen Maße. Deshalb wurden folgende Maßnahmen ergriffen:

- Schaffung von Stabstellen, die spezialisierte Aufgaben übernehmen und so den Projektmanager entlasten – z.B. Wissensmanager und Marketingmanager
- Nutzung detailliert ausgearbeiteter Leitfäden für Managementtätigkeiten
- Kontrolle des Projektfortschritt über Meilensteinpläne
- Protokollierung aller bearbeiteten Inhalte und auftretenden Probleme in jedem Gruppentreffen

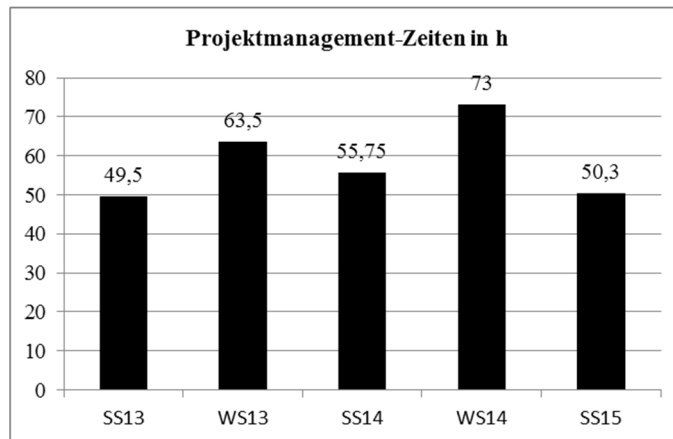


Bild 3: Projektmanagement-Zeiten in Stunden (eigene Darstellung)

Die Vorkenntnisse und das zeitliche Engagement der Teilnehmer des PROBAS-Projektes unterliegen Schwankungen. Dies wirkt sich auch auf die Erreichung des Zieles „Gute Fachkenntnisse“ aus. Evaluiert wird das fachliche Niveau über themenspezifische Wissenstests und die Beurteilung der von den Teilnehmern zu den Projektinhalten angefertigten Dokumentationen. Mit einem höheren Aufwand an unterstützenden Tätigkeiten lässt sich das Lernergebnis in der Regel steigern. Dazu gehören Tätigkeiten als Coach, Aufbereitung von Lehrunterlagen, Projektmanagementtätigkeiten, Marketing- und Wissensmanagement. Ein dem entgegenstehendes Ziel des Projektes ist jedoch die Verbesserung des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses bei der Wissensvermittlung. Wird ein gutes Lernergebnis mit weniger unterstützenden Tätigkeiten erreicht, dann wird dies als positives Projektergebnis gewertet. Deshalb werden auch die unterstützenden Tätigkeiten über die von PROBAS-Teilnehmern entwickelte Zeiterfassung erfasst und vom Projektmanagement überwacht. Es konnte ermittelt werden, dass der zeitliche Aufwand für den Projektmanager nach Umsetzung der oben genannten Maßnahmen im Sommersemester 2015

gesunken ist, nachdem er während der Einführung neuer Werkzeuge und organisatorischer Maßnahmen gestiegen war (Bild 3).

Durch die Einführung der Balanced Scorecard (s. Abschnitt 5) wurde eine globale Auswertungsmöglichkeit am Ende des Semesters ermöglicht. Die dafür erforderliche Kennzahlenermittlung wird inzwischen über die PROBAS-eigenen Werkzeuge unterstützt, sodass die hier im Rahmen des sich selbst verbessernden Projekts wesentliche Reduktionen im Zeitbedarf bei der Projektevaluation und damit ein besseres organisatorisches Aufwand-Nutzen-Verhältnis erreicht werden konnte.

4.5 Weiterentwicklung der Informationsbeschaffung

Wesentlicher Bestandteil der Weiterentwicklung des Projektseminars ist die permanente Erweiterung des aufbereiteten Wissens in Form von Dokumentationen und Leitfäden. Dazu haben alle Teilnehmer des Seminars zum Seminarende eine Dokumentation zu erstellen, die auf bereits vorhandenen Dokumentationen aufbaut und diese erweitert. Die Dokumentationen werden über ein Dokumentenverwaltungssystem bereitgestellt und sind so verfasst, dass sie die Einarbeitung von neuen Studierenden unterstützen. PROBAS-Teilnehmer haben unterschiedliche Möglichkeiten der Informationsbeschaffung. Es können die in früheren Semestern erstellten Dokumentationen genutzt, eigene Recherchen durchgeführt oder auf die Erfahrungen der Fortgeschrittenen zurückgegriffen werden.

Seit einigen Jahren ist eine sinkende Nutzungshäufigkeit der bereits vorliegenden Dokumentationen durch Studierende zu verzeichnen. Ein Grund dafür könnte der heute frühere Einstieg von Teilnehmern im Studienverlauf in PROBAS sein. Das methodische Vorgehen bei der Recherche von Informationen wird erst in späteren Semestern vermittelt und ist den Teilnehmern daher oft unbekannt. Studierende verlassen sich daher häufiger auf die Suche mit Hilfe von Internetsuchmaschinen. Die didaktische Aufbereitung von Lehrbüchern und Skripten wird von Teilnehmern geringer wertgeschätzt. Ein weiterer Grund könnte die Wahl des eingesetzten Dokumentenmanagementsystems sein, da der Zugang zu Informationen nicht selbsterklärend ist.

Im Rahmen des selbstverbessernden Projektes wurde deshalb im SS 2015 die Aufgabe gestellt, das Dokumentenmanagementsystem zu validieren und mit anderen Lösungen zu vergleichen. Zunächst wurden die spezifischen Nutzungsanforderungen des PROBAS-Projektes und deren Teilnehmer ermittelt. Im Anschluss wurden mögliche Systeme evaluiert, mittels Kennzahlen gegenübergestellt und die Ergebnisse dem Projektmanagement präsentiert. Im Ergebnis soll im Wintersemester 2015/16 Microsoft Sharepoint das bisherige Dokumentenmanagementsystem ablösen. Die Akzeptanz des neuen Systems soll über Kennzahlen und eine Nutzerbefragung weiterhin überwacht werden.

5 Evaluation des KVP-Prozesses

Wie in den vergangenen Kapiteln beispielhaft aufgezeigt, wurde aufgrund von systematisch gewonnenen Erkenntnissen über das Projekt eine Reihe von Maßnahmen ergriffen, um die Projektergebnisse zu verbessern. In nahezu jedem Semester wurden neue Tools entwickelt oder Methoden angepasst sowie wesentliche Änderungen an den Fachinhalten vorgenommen. Eine Zusammenfassung der durch den KVP durchgeführten Veränderungsprozesse gibt Bild 4. Einige Indikatoren wie Befragungen und Ergebnisse der Aufgabenbearbeitung zeigen, dass diese Änderungen zu großen Teilen erfolgreich waren. So signalisieren die Bewertungen der Fachkenntnisse von Studierenden mittels Wissenstest, die Auswertung von Coaching-

Veranstaltungen und Workshops sowie die Qualität der Dokumentationen ein gestiegenes Niveau. Eine höhere Quote der Fortgeschrittenen und Bewerber belegt eine gestiegene Attraktivität der Lehrveranstaltung. In PROBAS geschaffene Tools unterstützen effektiv das Projektmanagement und reduzieren den organisatorischen Zeitbedarf.

	vorher	nachher	
Einstieg	technikorientiert	prozessorientiert	
Gruppenarbeit	vorrangig selbstorganisiert grobe Zielvorgaben	stärker geführt	
Organisation	Projektteam-Team aus Projektmanager (PM), Projektleiter (PL) und Teilprojektleitern (TPL)	Projektteam aus PM, PL, TPL, Wissensmanager und Marketingmanager	
	Management durch Erfahrungswissen und - weitergabe	Erfahrungswissen und -weitergabe Management- und Projektleitfäden Meilensteinplanung Dokumentation und Protokollierung	
Toolunterstützung	manuelles Projektmanagement und BSC-Erhebung	Toolunterstützung durch verschiedene, selbstentwickelte Anwendungen	
gelehrte ERP- Prozesse	Modellfabrik (SAP MM, PP, SD)	Modellfabrik (SAP MM, PP, SD), SAP FI FCM, Streckengeschäft, SAP MRP Cockpit	
Technologien	ABAP, WebDynpro SAP PI SAP BW on premise	SAP Fiori SAP PO, BMPN SAP BW, SAP BO on premise; Cloud	SAP HANA
PROBAS-Gruppen	BW, Consulting, ABAP, EAI	BI, Consulting, Technologie	
Ergebnis	BSC-Wert: 72 CMMI-Stufe: 3 (defined)	BSC-Wert: 82 CMMI-Stufe: 5 (optimizing)	

Bild 4: Zusammenfassung durchgeführter KVP-Prozesse (eigene Darstellung)

Eine Übersicht über die verwendeten Schlüsselmethoden des KVP-Prozesses, die auf andere Lehrveranstaltungen übertragen werden können, gibt Bild 5.

Interne Verbesserung durch Toolunterstützung	Organisatorische Methoden	Evaluation der Wissensvermittlung
<ul style="list-style-type: none"> •Erfassung von Evaluationskennzahlen •Nutzung von BI-Tools zur Steuerung •Zeiterfassung & -auswertung 	<ul style="list-style-type: none"> •Umfragen unter Lehrenden und Lernenden •Dokumentation des Projekts •Meilensteinplanung •Statusmeetings 	<ul style="list-style-type: none"> •Leistungstest •Bewertung der Projektergebnisse •Dokumentationsbewertung •Coachingbewertung

Bild 5: Übersicht übertragbarer Schlüsselmethoden im KVP-Prozess von PROBAS (eigene Darstellung)

Um die Wirksamkeit der Verbesserungsprozesse auch quantitativ zu untersuchen, werden in diesem Kapitel die Ergebnisse der Lehrveranstaltungsevaluation mittels BSC dargestellt. Dabei fließt eine Reihe der aufgeführten Merkmale in die Berechnung ein. Die vier Dimensionen der PROBAS-BSC basieren auf konkreten Maßen, wie Lernerfolg, Anzahl Bewerber, Güte der Dokumentationen, erledigte Zusatzaufgaben, geringer PM-Aufwand, Anzahl an fortgeschrittenen Teilnehmern, Nutzung des abgelegten Wissens. Die in Büsch et al. (2010) vorgestellte BSC wird für PROBAS seit dem Sommersemester 2012 kontinuierlich ermittelt. Die Ergebnisse werden wie beschrieben herangezogen, um Veränderungsbedarf nach Abschluss eines PROBAS-Semesters zu erkennen.

Darüber hinaus gibt der semesterübergreifende Vergleich der Ergebnisse eine Antwort darauf, ob eine qualitative Verbesserung der Lehrveranstaltung erreicht werden konnte.

Bild 6 zeigt die Ergebnisse aus drei der letzten Semester im Vergleich, wobei eine signifikante Verbesserung des Gesamtergebnisses durch KVP verzeichnet werden kann. Es ist erkennbar, dass sich der Bekanntheitsgrad der Veranstaltung sowie das vermittelte Fachwissen kontinuierlich verbessert haben und auch bei den Soft Skills eine deutliche Verbesserung in letzter Zeit stattfand.

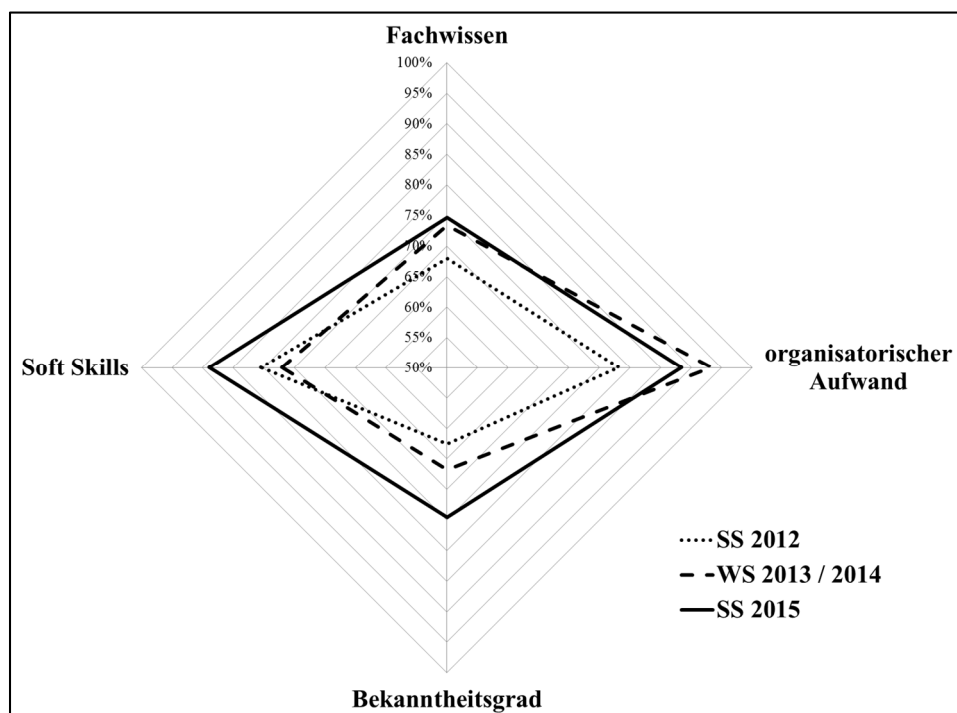


Bild 6: Zielerreichung in den BSC-Dimensionen im aktuellen Semestervergleich (eigene Darstellung)

Die Bewertung des organisatorischen Aufwands schwankt relativ stark - das SS 2013 weist z.B. ein schwächeres Ergebnis von nur 67% auf, was bedeutet, dass hier relativ viel organisatorischer Aufwand notwendig war, der im SS 2015 wieder gesunken ist. Der zwischenzeitliche Mehraufwand ist zumindest zum Teil auf die oben beschriebene Einführung von neuen Methoden und Werkzeugen innerhalb des KVP zurückzuführen. In Büsch et al. (2010) wurde das CMMI-Reifegradmodell (CMMI Product Team, 2010) verwendet und die Qualität des Projektmanagements mit Stufe 3 (defined) bewertet. Durch den konsequenten Einsatz der BSC zur Quantifizierung der Projektziele und den in dieser Arbeit vorgestellten KVP erreicht PROBAS über die Stufe 4 (quantitatively managed) hinaus die Stufe 5 (optimizing).

6 Zusammenfassung und Ausblick

Für eine effiziente Wissensvermittlung im Bereich der WI-Lehre sollte Theoriewissen vermittelt und praktisch reflektiert werden. Die Organisation einer Lehrveranstaltung als praxisnahes ERP-Projekt kann tiefe ERP-Kenntnisse vermitteln und bereitet Studierende effizient auf ihren Berufseinstieg vor. Allerdings unterliegt eine praxisnahe WI-Ausbildung permanentem Veränderungsbedarf in Bezug auf Lehrmethoden, Lehrinhalten sowie Technologien. In diesem Beitrag wurden Methoden vorgestellt, diese Veränderungsbedarfe zu erkennen und mittels eines

KVP der Lehrveranstaltung umzusetzen. So konnte gezeigt werden, wie in den letzten Jahren auf geringeres Vorwissen der Studierenden reagiert wurde. Mittels einer stärker durch Coachings geführten Wissensvermittlung, Anpassung der fachlichen Schwerpunktsetzung auf aktuelle Inhalte und Verwendung moderner Technologien konnte die Motivation für die Lehrveranstaltung und der Anteil mehrfach teilnehmender Studierender deutlich erhöht werden. Weiterhin wurde das Projektmanagement durch eigens in der Veranstaltung erstellte Anwendungen unterstützt und das Wissensmanagement verbessert. Damit wurden insgesamt eine höhere fachliche Kompetenz sowie ein Anstieg der Soft Skills der Studierenden ohne organisatorischen Mehraufwand erreicht.

Die eingeleiteten Maßnahmen im Rahmen des KVP wurden regelmäßig quantitativ mittels einer Balanced Scorecard in den Dimensionen Fachwissen, Soft Skills, Bekanntheitsgrad der Veranstaltung und organisatorischer Aufwand evaluiert. Die Messung belegt eine seit mehreren Jahren signifikante Weiterentwicklung der Veranstaltung und qualitative Verbesserung, womit der Erfolg der eingeleiteten Maßnahmen bestätigt wird. Nach unserer Meinung lassen sich die Organisationsform dieses Projektes und die Nutzung der selbsterstellten Werkzeuge zur kontinuierlichen Verbesserung und praxisnahen Wissensvermittlung auch auf andere Universitäten übertragen.

7 Literaturverzeichnis

- Bloom BS (1956) *Taxonomy of educational objectives*. Band 1. David McKay New York.
- Büsch S, Nissen V, Schmidt L (2010) Praxisnahe und effiziente ERP-Ausbildung am Beispiel der TU Ilmenau. In Schumann M, Kolbe LM, Breitner MH, Frerichs A (Hrsg.), Tagungsband MKWI 2010. Göttingen
- Carr NG (2003) IT Doesn't Matter. *Harvard Business Review* (May 2003): 41–49.
- CMMI Product Team (2010) *CMMI for Development, Version 1.3: Improving processes for developing better products and services*. Software Engineering Institute
- Deelmann T, Nissen V (2011) Lehrkonzept für eine Studienvertiefung „IV-Beratung“ – Vorschlag zur Diskussion (Forschungsbericht 2011-02) TU Ilmenau, FG Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen. urn:nbn:de:gbv:ilm1 - 2011200501
- Leyh C (2012) ERP-System-Einsatz in der Lehre: Ergebnisse einer Umfrage an deutschen Universitäten und Fachhochschulen. In Mattfeld DC, Robra-Bissantz S (Hrsg.), Tagungsband MKWI 2012. Berlin
- Leyh C, & Strahinger S (2011) Vermittlung von ERP-Kenntnissen in Tiefe und Breite: Erfahrungen mit einem ERP-Projektseminar an der TU Dresden. In Heiß HU, Pepper P, Schlingloff H, Schneider J (Hrsg.), Tagungsband zur INFORMATIK 2011. Berlin
- Nagel P (2015) Real World.automotiveIT international (03-04): 10–11
- North K, Hornung T (2003) The Benefits of Knowledge Management - Results of the German Award. *Journal of Universal Computer Science* 9(6):463–471
- Szendrei D, Teich T, Unger K, Militzer J (2010) Eine integrierte betriebswirtschaftliche Fallstudie mit SAP ERP und deren Einbindung in das SAP LEGO Labor. In Schumann M, Kolbe LM, Breitner MH, Frerichs A (Hrsg.), Tagungsband MKWI 2010. Göttingen
- Webster J, Watson R (2002) Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS sQuarterly*, 26.
- Winkelmann A, Leyh C, Frick N (2010) ERP-Systeme in der Lehre. In Schumann M, Kolbe LM, Breitner MH, Frerichs A (Hrsg.), Tagungsband MKWI 2010. Göttingen
- WKWI und GI-FB 5 (2008) WI-Orientierungslisten. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 50(2):155–16

Teilkonferenz

Energieinformatik, Erneuerbare Energien und Neue Mobilität

Die Energiewende mit ihren Zielen für die Umstellung des Energiesystems auf nachhaltige Energieträger bis zum Jahr 2050 führt zu einschneidenden Veränderungen im bisherigen elektrischen Energieversorgungssystem. Wenn bisher die Erzeugung im Wesentlichen am Bedarf ausgerichtet war, so wird man in Zukunft vermehrt versuchen, den Bedarf an das teils volatile Angebot der erneuerbaren Energien anzupassen. Da die hierfür zu flexibilisierenden Verbrauchsanlagen zu einem signifikanten Anteil in den Verteilnetzen angeschlossen sind, ist mit maßgeblichen Investitionen in Primär- sowie Sekundärtechnik und intelligente Leitsysteme in diesem Bereich zu rechnen. Es wird allgemein davon ausgegangen, dass durch den Ausbau historisch gewachsener Netzinfrastruktur in ein IKT-geführtes intelligentes Netz, das die Flexibilität von Lasten und Erzeugern ausnutzt, ein signifikanter volkswirtschaftlicher Nutzen generiert werden kann.

Bei diesem Transformationsprozess spielen jedoch nicht nur technologische Aspekte, sondern auch die Einbindung der Konsumenten und „Prosumern“ eine wichtige Rolle. Daher liegt das Augenmerk nicht nur auf der Entwicklung, Bewertung und Anwendung neuer Technologien, sondern auch auf der Wechselwirkung mit den Nutzern dieser Komponenten. Relevante Konzepte und Komponenten in der Energieversorgung erfordern auch geeignete Anreize für Investoren, Erzeuger, Konsumenten und Prosumer sowie eine Anpassung des regulatorischen Rahmens, um das Potenzial des Smart Grid vollständig zu heben. Die Herausforderungen sind dabei nicht auf die Domäne Strom begrenzt, vielmehr steigt der Bedarf, die Herausforderungen von Strom-, Gas- und Wärmeversorgung sowie Mobilität integriert anzugehen.

Von den insgesamt 12 Einreichungen wurden im Rahmen des doppelt-blinden Begutachtungsprozesses durch ausgewiesene Experten insgesamt drei Beiträge zu Vortrag und Publikation angenommen und ein Beitrag zur Posterpräsentation (RIP): die Annahmquote lag bei 25% bzw. 33%.

Michael H. Breitner, Sebastian Lehnhoff, Hans-Jörg von Mettenheim, Christof Weinhardt
(Teilkonferenzleitung)

Towards the Design of Eco-Driving Feedback Information Systems – A Literature Review

André Dahlinger¹ and Felix Wortmann¹

¹ Universität St. Gallen, Institut für Technologiemanagement, andre.dahlinger@unisg.ch

Abstract

Road transportation contributes to about 17% of worldwide CO₂-emissions, thereby accounting heavily for the still accelerating climate change. Eco-efficient driver behavior is a cost efficient, yet powerful means to significantly decrease emissions from road transportation. Using feedback IS in the car to support and promote drivers towards a less fuel consuming driving style has shown to be effective in a variety of studies. However, there are many ways for designing an eco-driving feedback IS (EDFIS). What is still missing is a general design theory for EDFIS. To fill this gap we conducted a systematic literature review that covers research on EDFIS of the IS community and beyond. A detailed set of evaluation criteria gives an overview of the status quo on EDFIS research that might serve as a basis of upcoming work towards the developments of an EDFIS design theory, thus leveraging the potential contribution of eco-driving behavior for future green transportation.

1 Introduction

As recent research reveals, accelerating climate change is mainly man made with CO₂-emissions being the most significant driver (IPCC 2014). In general, road transportation contributes to about 17% of worldwide CO₂-emissions (OECD 2010). Consequently, significant investments are being made into the improvement of automotive technology. The technical progress already led to a considerable worldwide increase in average fuel efficiency. Contemporary light-duty vehicles, for example, have nowadays an average fuel consumption which is more than 10% lower than in 2005 (GFEI 2014). However, advancing automotive technology is cost intensive. Also, the adoption of eco-efficiency means needs time. Only about 7% of our vehicles are replaced per year (Davis et al. 2008), so that e.g. the average U.S. car has been on the road for 11 years (USDT 2013). Hence, human driving behavior has been studied intensively as an additional driver for eco-efficiency. First of all, because it is known to have a very significant impact on fuel consumption (Barić et al., 2013). And second, because changing human driving behavior, e.g. through education, training or feedback is accompanied by exceptionally low costs compared to technology research and development (Auto Alliance 2014).

At the same time, researchers have started to study the potential of information systems (IS) to influence human actions and contribute to changes for more sustainable lifestyles, e.g. in the context of Green IS literature (Dedrick 2010; Watson et al. 2010; Flüchter and Wortmann 2014). IS have

been proven to be high-scale and low-cost means of communication to apply psychological theories and enable large-scale feedback interventions to promote socially desirable behaviors (Loock et al. 2013; Flüchter and Wortmann 2014). In the context of eco-driving, in-vehicle IS have been leveraged for more than a decade to foster sustainable mobility on the basis of driving feedback (Barkenbus 2010). Today, pervasive usage of smartphones (Falaki et al. 2010) and connected cars (GSMA 2012) open up completely new possibilities for the development of IS-enabled eco-driving feedback interventions (Barkenbus 2010).

This research ultimately wants to help developing a design theory (Gregor and Jones 2007) that facilitates the design of eco-driving feedback information systems. Thus, the design science research paradigm (March and Smith 1995; Hevner et al. 2004) is leveraged. Specifically, our design theorizing is directed towards the specification of a comprehensive set of goal-oriented prescriptions (Giessmann and Legner 2013) on designing eco-driving feedback information systems. The goal-oriented prescriptions explain “why” and “how” (Baskerville and Pries-Heje 2010) to construct effective eco-driving feedback information systems (EDFIS). This literature review hopefully helps answering the following question (Levy and Ellis 2006): What are goal-oriented prescriptions on designing EDFIS? Therefore, this work has two objectives:

1. To provide an initial set of evaluation criteria that helps us to assess the current state-of-the-art of existing EDFIS.
2. To provide a literature review on the current state-of-the-art of existing EDFIS and their impact on fuel efficiency across different scientific communities.

In the following section we provide a short overview of the main theoretical characteristics of EDFIS (section 2). We then specify the evaluation criteria for the following literature review. The search process is described in section 3. In section 4, we present results of the literature review. Finally, the results are discussed and the paper closes with a short conclusion.

2 Theoretical Background

2.1 Changing Driver Behavior with Feedback IS

There are three prominent methods for changing driver behavior towards a less fuel consuming driving style: (1) education, (2) training and (3) feedback (Wengraf 2012). (1) Education concerns the provision of static, general information on what to do in order to drive in an eco-efficient manner. (2) Typically, individuals practice this knowledge in short, laboratory training sessions (Mayhew et al. 1998). (3) Feedback is dynamic information provided to the driver reflecting her performance in a continuous way (Fogg 2003). In this research we focus on the feedback, as there is strong evidence that feedback is more effective than education and training (van der Voort et al. 2001; af Wahlberg 2007; Barkenbus 2010).

Feedback is especially useful in cases where information about the difference between actual and target performance as well as the means to reduce this difference are unknown or fuzzy (Hattie and Timperley 2007). When it comes to accelerating, breaking, managing speed and rpm as well as shifting gears, the target performance for each of these behaviors is mostly non-overt to the driver (e.g. optimal way of acceleration, optimal speed). With IS this information can be computed precisely and presented in “real-time” to the driver with hardly any delay between behavior on the one side and feedback of performance and target on the other side (Kopetz 2011). However, there

are several ergonomic aspects influencing the effectivity of feedback systems (Hattie and Timperley 2007). These include the way how feedback is designed visually (Davis 1989) and the frequency of information provision (Fischer 2008).

Moreover, feedback systems can be used to increase motivation by goal setting (Locke and Latham 1990; Stillwater and Kurani 2012; Looock et al. 2013). Even attitudes towards eco-behavior can be changed on the basis of feedback systems (Siero et al. 1989). Finally, feedback systems can also be used to provide external incentives to drivers (Stern 1999), such as badges (Bang et al. 2007) or comparisons to others (Looock et al. 2011). External incentives however, may lead to a crowding out of people's intrinsic motivation (Frey and Oberholzer-Gee 1997). This is important when looking at long-term effects of interventions (Flüchter and Wortmann 2014).

2.2 Evaluation Criteria

In line with prior work on feedback (Fischer 2008), study settings (Shadish et al. 2002) and eco-driving (Fogg 2003) we use the following evaluation criteria for our literature review:

1. *Publication source*: To provide a thorough and complete picture on the activity of different research communities in the domain of EDFIS, we selected publications from four research communities: (1) IS research, (2) Transportation Systems Research, (3) Ergonomics and (4) Ecology and Environment Science.
2. *Study-settings*: We evaluated several aspects of the corresponding study settings in respect to their main validity characteristics:
 - a. *Sample size*: Sample size is an important driver of statistical inference power (Bortz and Schuster 2010).
 - b. *Duration of observation*: Appropriate observation periods have to be chosen to demonstrate the sustainability of intervention effects (Shadish et al. 2002).
 - c. *Environment*: Environment depicts whether driving behavior was measured in the field, on a predefined route or in a laboratory setting with a simulator. Laboratory settings usually have higher internal validity but face problems in external validity, while for field studies the opposite is true (Shadish et al. 2002).
 - d. *Type of use*: It is well known, that private and professional usage of cars is characterized by different behavior (Tulusan et al. 2012) as e.g. fuel costs are often less relevant in a professional usage scenario.
3. *Feedback*: Feedback can differ in many ways. Key characteristics are (Fischer 2008):
 - a. *Type of information*: As there are several means to increase fuel efficiency (see 2.1) a key question emerges: Which types of feedback information are most effective in the context of behavioral change?
 - b. *Information frequency*: Studies in the field of eco-behavior indicate that real-time feedback is more powerful than “blockwise” ex-post feedback (Fischer 2008).
 - c. *Information channel*: There are many possible channels for providing a driver with relevant information. These channels should be evaluated in respect to distraction (Young and Regan 2007) as well as user experience (Hassenzahl et al. 2010).

- d. Incentives: Another critical aspect in intervention studies is the way subjects are incentivized. Incentives are known to have a major influence on short-term as well as long-term user motivation and behavior (Frey and Oberholzer-Gee 1997).
4. *Effect*: Ultimately we want to depict the actual effectiveness of an EDFIS. Hence, we list the reported effects of the reviewed studies in terms of reduction of fuel emission.

3 Search Process

Following the guidelines proposed by Webster and Watson (2002), we started our literature search by including a set of top IS journals (Okoli and Schabram 2010; AIS 2011), namely the AI Magazine, Communications of the ACM, Decision Science, Decision Support Systems, European Journal of Information Systems, Information Systems Journal, Information Systems Research, Journal of Information Technology, Journal of Management Information Systems, Journal of Strategic Information Systems, Journal of the Association for Information Systems, MIS Quarterly and Management Science.

IS-supported eco-driving that leverages feedback mechanisms is a pretty young and scarcely investigated topic. Therefore, we chose a broad search strategy in order to include as much existing research as possible (vom Brocke et al. 2009). Our focus is on eco-driving, hence the title had to include one of the following expressions that covered different spelling styles and word-related expression (e.g., eco-driver, eco-driven, etc.): ‘eco-driving’, ‘eco-drive’, ‘ecodriving’, ‘ecodrive’. In addition, one of the following words had to be found in the metadata (i.e. title, abstract, full text, notes, keywords, indexing terms): ‘feedback’, ‘feed-back’, ‘gas’, ‘gasoline’, ‘fuel’, ‘CO₂’. That way we made sure contributions were included that, on the one hand, dealt with feedback but for some reason did not measure any kind of fuel consumption or emissions. On the other hand, we included contributions that investigated the relationship between eco-driving and fuel consumption or emissions, but did not explicitly mention working with feedback.

To our surprise the search revealed no relevant hit in the aforementioned IS-Journals. Hence we extended our range of possible research outlets using the IEEE Xplore library as well as in the transportation systems (TS) research community using the search engines TRID¹ and NTL² (Levy and Ellis 2006; vom Brocke et al. 2009). The IEEE Xplore library can be considered close to the IS community also including conference articles. The TS libraries were chosen due to their focus on transport and our subject, namely vehicles. TRID search revealed 105 hits, NTL provided 6 hits and with the IEEE Xplore library search tool we found 28 papers. All three libraries overlap in their journal coverage, resulting in a total of 119 unique hits. In a next step the 119 articles were validated on whether they fulfilled five criteria. The impact of an (1) IS-based feedback system (2) on fuel consumption (3) was empirically tested (4) in a close-to-realistic setting (i.e. minimum a professional driving simulator) (5) with at least one person involved (i.e. no autonomous solutions). The analysis revealed 13 articles that met the criteria.

An analysis of the 13 articles revealed further references not covered by the search engines (Levy and Ellis 2006). The references were checked towards meeting the aforementioned criteria. That way, another 12 articles were included. Not all of the latter articles meet scientific criteria but due

¹ TRID is a joint database for the Transportation Research Information Services (TRIS) database and OECD’s Joint Transport Research Centre’s International Transport Research Documentation (ITRD) database.

² The National Transportation Library (NTL) is a repository of the U.S. Department of Transportation.

to scarcity of research in the domain we did not want to withhold them. Yet, in Table 1 they are explicitly marked.

4 Results

Table 1 reveals that most published empirical work on EDFIS can be found within the TS research community (14 of 25). Less than a third of the articles were published within the IS outlets. The remaining four articles were published in the field of ergonomics (af Wahlberg 2007), alternative energy (Satou et al. 2010) or were not assigned to any scientific community due to a lack of scientific quality standards (Fleishman 2008; Enviance 2009).

Article	Academic Community	Study Settings				Feedback Settings				Fuel Reduction in %
		Sample Size	Duration of Observation	Environment	Type of Use	Type of Info	Info Frequency	Info Channel	Incentives	
(af Wahlberg 2007)	Ergo	350	365	field	prof	a	rt	nav	none	4
(Ando and Nishihori 2012)	TS	50	126	field	prof	a, s	at	nav	rec	4.3
(Barić et al. 2013)	TS	75	nr	field	nr	rpm, s, f, g	rt	nav	nr	32
(Barth and Boriboonsomsin 2009)	TS	2	nr	field	nr	s	rt	dash	none	13
(Boriboonsomsin et al. 2010)	TS	20	14	field	priv	nr	rt	nav	none	1-6
(Chou et al. 2012)	IS	1	1	field	priv	s	rt	app	none	7
(Ecker et al. 2011)	IS	36	nr	field	other	s	rt	dash	snf	2.2
(Enviance 2009)	NS	400	150	field	nr	nr	at	nr	rec	10
(Fleishman 2008)	NS	55	102	field	nr	a, s	rt	ledd	none	7-11
(Hiraoka et al. 2010)	TS	4	300	sim	priv	km/l	rt	dash	none	10
(Hiraoka et al. 2009)	TS	12	1	sim	priv	km/l	rt	dash	none	9
(Larsson and Ericsson 2009)	TS	20	42	field	nr	a	rt	ped-res	nr	0
(Lee et al. 2010)	IS	14	1	course	prof	nr	rt	dash	none	0
(Magana and Organero 2013)	IS	5	<1	course	prof	s, a, rpm	rt	app	game	8
(Martin et al. 2013)	TS	18	60	field	priv	a, CO ₂	rt	nav	none	1.4
(Satou et al. 2010)	ECO	~150	180	field	nr	nr	at	obc	snf	18
(Smit et al. 2010)	TS	24	nr	course	nr	nr	rt	nr	none	0-10
(Stillwater and Kurani 2014)	TS	118	18	field	priv	A	rt	dash	none	2.7
(Stillwater and Kurani 2011)	TS	98	28-42	field	priv	nr	rt & at	obc	none	nr
(Strömberg and Karlsson 2014)	TS	54	21	field	prof	a, s	rt	dash	none	6.8
(Syed and Filev 2008)	IS	1	1	sim	nr	a	rt	nr	nr	10
(Tulusan et al. 2012)	IS	50	56	field	prof	a, s	rt	app	none	3.2
(Vagg et al. 2013)	IS / TS	15	14	field	prof	a, g	rt	extd	none	7.2
(van der Voort et al. 2001)	TS	12	2,5	sim	nr	a, s, g	rt	nav	nr	6
(van Hiep et al. 2013)	TS	22	nr	field	prof	a	rt	app	none	2-6

<p>General: nr = not reported</p> <p>Academic Community: Ergo = Ergonomics; TS = Transportation Systems; IS = Information Systems; ECO = Ecology and Energy; NS = non-scientific</p> <p>Environment: sim = simulator; course = predefined route</p> <p>Type of Use: prof = professional; priv = private</p> <p>Type of Info: a = acceleration; s = speed; rpm = revolutions per minute; g = gear-shifting; f = fuel consumption; CO₂ = carbon dioxide emission; km/l = kilometers per liter</p> <p>Info Frequency: rt = real-time; at = after-trip</p> <p>Info Channel: nav = similar to navigation system device; dash = displayed on the dashboard; app = smartphone app; ped-res = pedal resistance; extd = other external device; ledd = light-emitting diode device; obc = onboard computer</p> <p>Incentives: rec = own record of driving skills; snf = social normative feedback; game = gamification rewards</p> <p>Effect: a range (e.g. 0-10) implicates results in different circumstances, “nr” was a case of an electric vehicle (Stillwater and Kurani 2011)</p>
--

Table 1: Results of the Literature Review

In respect to study setting (sample size, duration time of observation, environment and type of use) most studies are based on a small sample size (see figure 1). 14 out of the 25 studies were conducted with a sample size smaller than 24 participants. In 14 cases, the period of measurement was less than 3 months. In six studies, this time period was exceeded with a maximum of one year (af Wahlberg 2007). Five articles did not report the time period. The experiments were mostly held in a field setting (19/25) where drivers could choose their driving routes. In two settings the routes were predefined (i.e. drivers had to stay on a “course”). The remaining experiments were performed within a car simulator. “Type of use” refers to the relation between the subjects and the vehicles used during testing. Own car usage (7/25) can be distinguished from professional care usage (8/25). This difference is important as one can assume that drivers in the private context have a bigger incentive to save fuel (they have to pay for it) while in the professional context these costs are usually covered by the employer (Tulusan et al. 2012). The results show that even without direct incentives in respect to saving money by consuming less fuel, EDFIS can affect driving behavior positively. Overall, the effects of an EDFIS on fuel consumption (figure 1) range from zero to an extreme of 32% (Barić et al. 2013), with three studies exceeding an improvement of 10%.

Feedback characteristics include the type of feedback information (acceleration, speed, etc.), feedback frequency (constant, after-trip), information channel and – if there has been one – the type of incentives that were related to the performance of the driver. Unfortunately, six articles do not report what kind of feedback they provided. In the remaining 19 articles acceleration was included in at least twelve studies of which five were solely using acceleration as feedback information. Speed was the second most used feedback information (ten times) with three studies using it solely. In six studies other measures directly linked with the driving car were included (gear: 3x; rpm: 2x; cornering: 1x; throttle: 1x). Only in three cases feedback on fuel consumption itself was provided – two times solely. In respect to feedback channel different approaches could be observed. A very common one was to give feedback via the car’s dashboard (7/25). Almost equally often external devices were used that are very similar to navigation systems (6/25). With the rise of smartphones and their technological improvements, smartphones are used especially in more recent research projects (4/25). Only one study worked with a tactile feedback system increasing resistance of the accelerator pedal in case the driver pushed the pedal to hard (Larsson and Ericsson 2009). Unfortunately some authors did not describe or depict their feedback solutions in sufficient detail, so that classification was impossible. Information about the incentive structure is reported rarely. Five feedback systems included a ranking and hence the possibility of comparison. Two of those provided the possibility to compare past scores to actual ones, the other three enabled a “competition” with other users. For the rest of the articles no incentives were depicted.

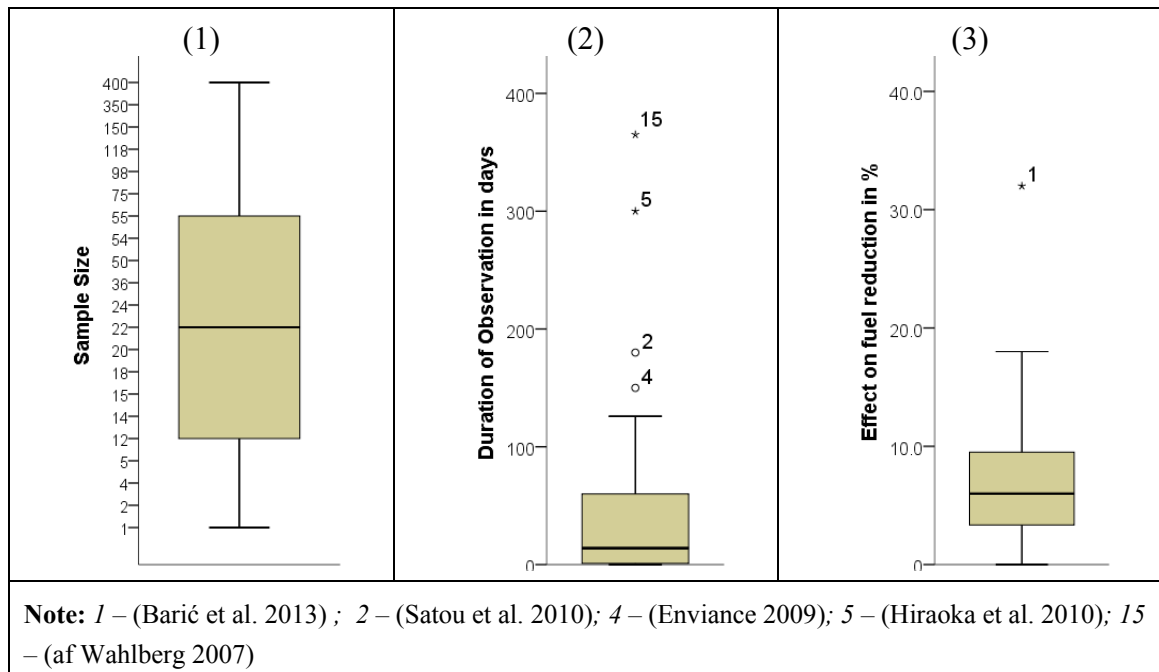


Figure 1: Boxplots of (1) Sample Size (N=25), (2) Duration of Observation (N=20), (3) Fuel Reduction (N=24)

5 Summary and Discussion

In this literature review we present an initial set of EDFIS evaluation criteria and provide an overview of existing research on EDFIS. Finally, we now want to reflect our findings in respect to two questions: (1) What is the impact of existing EDFIS on fuel efficiency? Here, we also shed light on the methodological and reporting quality of the reviewed articles. (2) Are there already well-elaborated goal-oriented prescriptions for a design theory on EDFIS available?

In respect to the first question, we indeed realize that EDFIS most often lead to a less fuel-consuming driving style. We further observe a large range of effects, from no effect to a mesmerizing 32% (see table 1). Such a high variance could either be the result of methodological differences between the studies or differences in the design of the EFIS applied in the experiments.

Concerning the methodological quality of the reviewed articles, we discovered many shortcomings that limit the reliability of the reported results. Small sample sizes make the results prone to random effects (Shadish et al. 2002). Short observation periods raise the question whether the reported changes in behavior are sustainable. The reported methods often lack fundamental information, e.g. type of use often is not reported (see table 1). Overall, we found only three articles that met a minimal standard of methodological quality (af Wahlberg 2007; Stillwater and Kurani 2011; Tulusan et al. 2012). Accordingly, we would encourage improvements of research settings in future experiments in order to get reliable results other researchers can build upon.

Of special interest for the IS-research community is question two, i.e. how a feedback IS should be designed. Based on the depicted criteria, we derive the following conclusions:

Type of feedback information: Increasing fuel efficiency when driving can be achieved in many different ways. For each of these approaches, the driver has to be provided with appropriate information. However, in light of this potential variety, key questions remain unaddressed:

Acceleration was by far the most used type of information (see Results), but is it really most effective? Are there certain combinations of information which outperform simpler feedback solutions? And using such a combination, what is the maximum amount of information drivers can process without exceeding a critical level of distraction (NHTSA 2012; Birrell and Fowkes 2014)?

Feedback frequency: The trade-off between efficacy of an EDFIS and its potential danger in terms of distraction also has to be considered when comparing real-time and after-trip feedback approaches. However considering power and convenience of real-time feedback, we propose not to neglect real-time feedback in future research simply because of distraction concerns.

Feedback channel: Most EDFIS in the reviewed articles used visual feedback. According to Tulusan et al. (2011) visual feedback is also most preferred by drivers. Unfortunately, visual distraction is the most dangerous for driver safety (NHTSA 2012). In addition, there are also feedback channels that are hardly investigated yet, e.g. haptic feedback. Larsson and Ericsson (2009) built an effective EDFIS with pedal resistance as a feedback channel. The current spread of wearables (PWC 2014) offers additional ways of haptic feedback such as rumbling smart watches.

Incentive systems: Last but not least, future work on EDFIS design and research should cover incentive systems that sustainably motivate people to drive eco efficiently. The effects of incentives on extrinsic and intrinsic motivation are manifold (Ryan and Deci 2000). IS might offer possibilities for using incentive structures that adjust in dependence of user characteristics such as personality traits (Komarraju et al. 2009). So far research on incentive systems has been very limited.

Generally, it is surprising how limited the contribution of the IS-community is in the field of eco-driving. The potential and demand for IS-based eco-driving solutions call for more attention from the IS-community. This literature review might serve as a first step towards the development of a general design theory for EDFIS that guides future developers of fuel saving feedback IS. That way we hope to help leveraging the potential of IS to enable a more sustainable use of transportation.

Acknowledgement:

The present work is supported by the Bosch IoT-Lab at the University of St. Gallen, Switzerland.

6 References

- af Wahlberg AE (2007) Long-term effects of training in economical driving: Fuel consumption, accidents, driver acceleration behavior and technical feedback. *Int J Ind Ergon* 37:333–343.
- Ando R, Nishihori Y (2012) A Study on Factors Affecting the Effective Eco-driving. *Procedia - Soc Behav Sci* 54:27–36. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.722
- Association of Information Systems (2011) Senior Scholars' Basket of Journals. <http://ais.site-ym.com/?SeniorScholarBasket>.
- Auto Alliance (2014) How automakers are driving innovation.
- Bang M, Gustafsson A, Katzeff C (2007) Promoting new patterns in household energy consumption with pervasive learning games. In: de Kort Y, IJsselsteijn W, Midden C, Eggen B, Fogg BJ (eds) *Persuasive Technology*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp 55–63
- Barić D, Zovak G, Periša M (2013) Effects of Eco-Drive Education on the Reduction of Fuel Consumption and CO₂ Emissions. *PROMET (Traffic Transp* 25:265–272.

- Barkenbus JN (2010) Eco-driving: An overlooked climate change initiative. *Energy Policy* 38:762–769.
- Barth M, Boriboonsomsin K (2009) Energy and emissions impacts of a freeway-based dynamic eco-driving system. *Transp Res Part D Transp Environ* 14:400–410.
- Baskerville R, Pries-Heje J (2010) Explanatory Design Theory. *Bus Inf Syst Eng* 2:271–282.
- Birrell SA, Fowkes M (2014) Glance behaviours when using an in-vehicle smart driving aid: A real-world, on-road driving study. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 22:113–125.
- Boriboonsomsin K, Vu A, Barth M (2010) Eco-driving: Pilot evaluation of driving behavior changes among US drivers.
- Bortz J, Schuster C (2010) *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*, 7. edn. Springer, Berlin
- Chou W, Lin Y, Lin Y, Chen S (2012) Intelligent eco-driving suggestion system based on vehicle loading model. In: 2012 12th Int Conf on ITS Telecommunications. IEEE, pp 558–562
- Davis F (1989) Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Q* 13:319–340.
- Davis SC, Diegel SW, Boundy RG (2008) *Transportation Energy Data Book: Edition 27*. Oak Ridge, TN (United States)
- Dedrick J (2010) Green IS: concepts and issues for information systems research. *Commun Assoc Inf Syst* 27:173–184.
- Ecker R, Holzer P, Broy V, Butz A (2011) EcoChallenge: A race for efficiency. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services - MobileHCI '11*. ACM Press, New York, New York, USA, p 91
- Enviance (2009) Denver's Driving Change Program Reduces Vehicular CO2 Emmisions. <http://www.enviance.com/about-enviance/PressReleaseView.aspx?id=53>.
- Falaki H, Mahajan R, Kandula S, Lymberopoulos D, Govindan R, Estrin D (2010) Diversity in smartphone usage. In: *Proceedings of the MobiSys '10*. ACM Press, New York, New York, USA, p 179
- Fischer C (2008) Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? *Energy Effic* 1:79–104. doi: 10.1007/s12053-008-9009-7
- Fleishman H (2008) Is Safe Driving More Economical ? Driver Safety and Fuel Consumption.
- Flüchter K, Wortmann F (2014) Promoting Sustainable Travel Behavior through IS-Enabled Feedback – Short-Term Success at the Cost of Long-Term Motivation ? In: *ICIS 2014 Proceedings*. pp 1–17
- Fogg BJ (2003) *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do*. Elsevier Ltd, San Francisco, CA
- Frey B, Oberholzer-Gee F (1997) The cost of price incentives: An empirical analysis of motivation crowding-out. *Am Econ Rev* 87:746–755.
- Giessmann A, Legner C (2013) Designing Business Models for Platform as a Service: Towards a Design Theory. In: *ICIS 2013 Proceedings*.
- Global Fuel Economy Initiative (2014) *Fuel Economy State of the World 2014*.

- Gregor S, Jones D (2007) The Anatomy of a Design Theory. *J Assoc Inf Syst* 8:312–335.
- GSMA (2012) 2025 Every Car Connected : Forecasting the Growth and Opportunity.
- Hassenzahl M, Diefenbach S, Göritz A (2010) Needs, affect, and interactive products – Facets of user experience. *Interact Comput* 22:353–362. doi: 10.1016/j.intcom.2010.04.002
- Hattie J, Timperley H (2007) The Power of Feedback. *Rev Educ Res* 77:81–112.
- Hevner AR, March S, Park J, Ram S (2004) Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28:75–105.
- Hiraoka T, Nishikawa S, Yamabe S, Matsumoto S (2010) Sustainability Verification of Eco-Driving Behavior Eco-Driving. In: 17th ITS World Congress, 2010: Proceedings. pp 1–12
- Hiraoka T, Terakado Y, Matsumoto S, Yamabe S (2009) Quantitative Evaluation of Eco-Driving on Fuel Consumption Based on Driving Simulator Experiments. In: Proceedings of 16th World Congress on Intelligent Transport Systems. pp 1–8
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014) IPCC Fifth Assessment Report.
- International Transport Forum O (2010) Transport Green House Gas Emissions - Country Data 2010.
- Komarraju M, Karau SJ, Schmeck RR (2009) Role of the Big Five personality traits in predicting college students' academic motivation and achievement. *Learn Individ Differ* 19:47–52.
- Kopetz H (2011) Real-Time Systems. Design Principles for Distributed Embedded Applications., 2nd edn. Springer Heidelberg
- Larsson H, Ericsson E (2009) The effects of an acceleration advisory tool in vehicles for reduced fuel consumption and emissions. *Transp Res Part D Transp Environ* 14:141–146.
- Lee H, Lee W, Lim YK (2010) The effect of eco-driving system towards sustainable driving behavior. In: CHI 2010. pp 4255–4260
- Levy Y, Ellis T. (2006) A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. *Informing Sci J* 9:181–212.
- Locke EA, Latham GP (1990) A theory of goal setting and task performance. Prentice Hall, Eaglewood Cliffs, NJ
- Loock C-M, Staake T, Landwehr J (2011) Green IS design and energy conservation: an empirical investigation of social normative feedback. In: Proceedings of the 2011 International Conference on Information Systems (ICIS). Shanghai, China,
- Loock C-M, Staake T, Thiesse F (2013) Motivating Energy-Efficient Behavior with Green IS: An Investigation of Goal Setting and the Role of Defaults. *MIS Quarterly* 37:1313–1332.
- Magana VC, Organero MM (2013) GAFU: A game to save fuel using social networks. In: 2013 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE). IEEE, pp 151–157
- March ST, Smith GF (1995) Design and natural science research on information technology. *Decis Support Syst* 15:251–266. doi: 10.1016/0167-9236(94)00041-2
- Martin E, Boriboonsomsin K, Chan N, Williams N, Shaheen SA, Barth M (2013) Dynamic ecodriving in Northern California: A Study of survey and vehicle operations data from an ecodriving feedback device. In: TRB Annual Meeting.

- Mayhew DR, Simpson HM, Williams AF, Ferguson SA (1998) Effectiveness and Role of Driver Education and Training in a Graduated Licensing System. *J Public Health Policy* 19:51.
- National Highway Traffic Safety Administration (2012) Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines for In-Vehicle Electronic Devices. Washington D.C.
- Okoli C, Schabram K (2010) A guide to conducting a systematic literature review of information systems research.
- Price Waterhouse Coopers (2014) The Wearable Future.
- Ryan R, Deci E (2000) Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemp Educ Psychol* 25:54–67. doi: 10.1006/ceps.1999.1020
- Satou K, Shitamatsu R, Sugimoto M, Kamata E (2010) Development of the on-board eco-driving support system. *Int Sci J Altern Energy Ecol* 9:35–40.
- Shadish WR, Cook TD, Campbell DT (2002) Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference. Wadsworth, Belmont, CA
- Siero S, Boon M, Kok G, Siero F (1989) Modification of driving behavior in a large transport organization: A field experiment. *J Appl Psychol* 74:417.
- Smit R, Rose G, Symmons M (2010) Assessing the Impacts of Ecodriving on Fuel Consumption and Emissions for the Australian Situation. In: ATRF 2010 Proceedings.
- Stern P (1999) Information, incentives, and proenvironmental consumer behavior. *J Consum Policy* 22:461–478. doi: 10.1023/A:1006211709570
- Stillwater T, Kurani KS (2012) Goal Setting, Framing, and Anchoring Responses to Ecodriving Feedback. Davis, CA
- Stillwater T, Kurani KS (2014) Eco-Drive I-80: A Large Sample Fuel Economy Feedback Experiment. In: Transportation Research Board 93rd Annual Meeting. Davis, CA, pp 14–74
- Stillwater T, Kurani KS (2011) Field Test of Energy Information Feedback. *Transp Res Rec J Transp Res Board* 2252:7–15. doi: 10.3141/2252-02
- Strömberg HK, Karlsson ICM (2014) Eco-driving in a public transport context . Experiences from a field. In: Transport Research Arena (TRA) 2014 Proceedings.
- Syed FU, Filev D (2008) Real time Advisory System for Fuel Economy Improvement in a Hybrid Electric Vehicle. In: NAFIPS 2008 - 2008 Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society. IEEE, pp 1–6
- Tulusan J, Soi L, Paefgen J, Brogle M, Staake T (2011) Eco-efficient feedback technologies: Which eco-feedback types prefer drivers most? In: 2011 IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks. IEEE, pp 1–8
- Tulusan J, Staake T, Fleisch E (2012) Providing eco-driving feedback to corporate car drivers: what impact does a smartphone application have on their fuel efficiency? *Proceeding 14th ACM Conf Ubiquitous Comput* 1–4.
- United States Department of Transportation - Bureau of Transportation Statistics (2013) United States Department of Transportation - Bureau of Transportation Statistics.

http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov.bts/files/publications/national_transportation_statistics/html/table_01_26.html.

- Vagg C, Brace CJ, Hari D, Akehurst S, Poxon J, Ash L (2013) Development and Field Trial of a Driver Assistance System to Encourage Eco-Driving in Light Commercial Vehicle Fleets. *IEEE Trans Intell Transp Syst* 14:796–805. doi: 10.1109/TITS.2013.2239642
- van der Voort M, Dougherty MS, van Maarseveen M (2001) A prototype fuel-efficiency support tool. *Transp Res Part C Emerg Technol* 9:279–296. doi: 10.1016/S0968-090X(00)00038-3
- van Hiep D, Ohno M, Seki Y (2013) Towards Sustainable Transportation through Introduction of Eco-Drive Management System for Vehicle Fuel Efficiency. In: *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*.
- vom Brocke J, Simons A, Niehaves B, Riemer K, Plattfaut R, Cleven A, Brocke J Von, Reimer K (2009) Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. *17th Eur Conf Inf Syst* 2206–2217.
- Watson R, Boudreau M, Chen A (2010) Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. *Manag Inf Syst Q* 34:23–38.
- Webster J, Watson RT (2002) Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. *Manag Inf Syst Q* 26:xiii–xxiii.
- Wengraf I (2012) *Easy on the Gas - The effectiveness of eco-driving*. London
- Young K, Regan M (2007) Driver distraction : A review of the literature. In: Faulks J, Regan M, Stevenson M, Brown J, Porter A, Irwin JD (eds) *Distracted driving*. Australian College of Road Safety, Sidney, NSW, pp 379–405

Verteiltes Lademanagement für Elektrofahrzeuge im Niederspannungsnetz

Philipp Heidel¹, Johannes Gärtner² und Sebastian Gottwalt²

¹ EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Karlsruhe, p.heidel@enbw.com

² Forschungszentrum Informatik (FZI), Karlsruhe, {gaertner|gottwalt}@fzi.de

Abstract

Vor dem Hintergrund der Klimaerwärmung hat die Bundesregierung ehrgeizige Ziele für den Ausbau Erneuerbarer Energien und die Verbreitung von Elektrofahrzeugen definiert, um CO₂-Emissionen zu reduzieren. Elektrofahrzeuge werden allerdings erst dann dazu beitragen dieses Ziel zu erreichen, wenn sie durch Erneuerbare Energien geladen werden. In dieser Arbeit wird mit dem Schwarmbasiertem Lademanagement ein dezentraler Ansatz zur Koordination der Ladevorgänge vorgestellt. Ziel der Ladesteuerung ist es, den Leistungsbedarf im Niederspannungsnetz eines Wohnviertels durch lokal erzeugte Erneuerbare Energien zu decken. Das Schwarmbasierte Lademanagement bettet ein Koordinationsverfahren in eine Kommunikationsarchitektur ein, wodurch sensible Mobilitätsdaten gekapselt werden und ein kurzer Vorhersagehorizont für Leistungsbedarfe ermöglicht wird. Simulationsergebnisse zeigen, dass durch Schwarmbasiertes Lademanagement die Lastdeckung durch Erneuerbare Energien um 25,5 % gesteigert werden kann und damit eine Lösung von 98,6 % der optimalen Lösung erreicht wird. Darüber hinaus werden Leistungsbezugsspitzen am Transformator um 45,2 % reduziert.

1 Einleitung

Die Umweltpolitik der Deutschen Bundesregierung hat als Kernziel die Reduktion der CO₂-Emissionen und setzt dabei unter anderem auf zwei Strategien: Den Ausbau der Stromerzeugung durch Erneuerbare Energie (EE) und die Ablösung von konventionellen Fahrzeugantrieben durch alternative, elektrische Antriebe, wie z.B. in Elektrofahrzeugen (EF) (Bundesregierung 2012). Als quantitative Ziele wurden dabei ausgegeben, dass bis 2020 35 % des Strombedarfs in Deutschland mit EE gedeckt werden und auf deutschen Straßen 1 Mio. EF unterwegs sein sollen (Bundesregierung (2012) und Bundesregierung (2009)).

Erst durch die Nutzung von EE zum Laden der Fahrzeugbatterien von EF, fällt die Umweltbilanz von EF im Gegensatz zu konventionellen Fahrzeugen positiv aus (Helms et al. 2011). Aufgrund der geringen Anzahl an EF, die heutzutage in Deutschland unterwegs sind, spielt das zeitliche Auseinanderfallen von EE-Einspeisung und Leistungsbezug zum Laden keine große Rolle. Mit zunehmender Verbreitung von EF, kann die kumulierte Last der Ladevorgänge von EF allerdings eine relevante Größe in der Stromnachfrage werden (Plötz et al. 2013). Ladesteuerung ermöglicht

dabei in einem Niederspannungsnetz eine bessere Integration von EE-Erzeugern, da EE dadurch direkt beim Auftreten verbraucht wird. Ohne die Verlagerung von Ladelasten können Stabilitätsprobleme im Niederspannungsnetz und am Ortsnetztransformator zu Abschaltungen von EE-Erzeugern führen.

In dieser Arbeit wird Schwarmbasiertes Lademanagement (SBL)¹ vorgestellt. Dieser Ansatz hat zum Ziel, durch Koordination der Ladevorgänge von EF in einem abgeschlossenen Betrachtungsraum, die Deckung des lokalen Energiebedarfs durch lokal erzeugte EE (BD_{EE}) zu maximieren. Die Unterscheidungsmerkmale des SBL zu bestehenden Ansätzen ergeben sich aus den Eigenschaften der Koordination der Ladevorgänge: Sie findet ohne zentrale Stelle, mit vollständiger Kapselung sensibler Mobilitätsdaten, sowie einem benötigten Vorhersagehorizont von EE-Einspeiseleistungen und Haushaltsbedarfen von 15 Minuten statt. Neben der Optimierung der BD_{EE} wird im SBL sichergestellt, dass weiterhin alle Fahrten der EF durchführbar bleiben und die maximal zulässige Trafobelastung von 630 kW (Leitinger et al. 2011) eingehalten wird.

2 Literaturübersicht

Zur Koordination steuerbarer Lasten in Energiesystemen, oder auch Demand Side Management (DSM), gibt es in der Literatur zahlreiche Ansätze. Ziel vieler Arbeiten ist dabei die wirtschaftliche und technische Optimierung der Energiesysteme (Richardson 2013). Dafür werden neben EF auch andere steuerbare Lasten, wie z.B. Klimatisierungssysteme, betrachtet. Die Ansätze werden im Folgenden nach zwei Dimensionen gruppiert: Zentralität der Koordination und Vorhersagehorizont der Daten.

Schuller et al. (2014) stellen ausführlich ein lineare Programm für die zentrale Koordination von Ladevorgängen mit Datenkenntnis über den gesamten Betrachtungszeitraum auf. Unter vollständiger Information, weisen Schuller et al. (2015) ein großes Potential von Ladesteuerung bei EF hinsichtlich der Integration von lokal erzeugter EE nach.

Für die zentrale Koordination von Elektrofahrzeugladungen mit kurzem Vorhersagehorizont werden häufig Natural analoge Heuristiken (oder Schwarmalgorithmen) eingesetzt. Xu et al. (2013) verwenden eine „Ant Colony Optimization“ und Peppanen und Grijalva (2014) einen „Particle Swarm Algorithm“, um aus kurzfristigen Leistungsvorhersagen optimale Ladezeitpläne für den nächsten Tag zu entwickeln.

Die dezentrale Steuerung des Leistungsbezugs verschiebbarer Lasten (wie beispielsweise das verzögerte Starten einer Geschirrspülmaschine), wird in der Literatur hauptsächlich durch den Einsatz eines variablen, frühzeitig bekannten Strompreises und dezentraler, individueller Reaktion der Agenten besprochen. Sheen et al. (1994) stellen dabei den Time-of-Use (TOU) Ansatz vor, bei dem der Tag in mehrere Perioden, mit unterschiedlichen Strompreisen, eingeteilt wird. Dieser Ansatz wird von Cao et al. (2012) und Dallinger und Wietschel (2012) zur Optimierung von Ladezeitplänen für EF genutzt. Köpp et al. (2011) untersuchen die lastausgleichende Wirkung von kurzfristiger Bezugspreisfestlegung im Kontext von Smart Devices, die Preissignale automatisch verarbeiten und ihren Energiebezug hinauszögern können.

Dezentrale Koordination mit geringem Vorhersagehorizont findet insbesondere bei der Zuweisung von Berechnungsintervallen für Aufgaben in verteilten Computersystemen, dem sog. Online Scheduling, statt (Mok, 1983). Priorisierungsregeln aus diesem Gebiet werden von Herrtwich

¹ In dieser Arbeit wird schwarmbasiertes und verteiltes Lademanagement synonym verwendet.

(1990) zusammengefasst. Subramanian et al. (2012) nutzen sie zur Erstellung eines Ladezeitplans für EF. Sie evaluieren die Performance von „Earliest Deadline First“ (EDF) und „Least Laxity First“ (LLF) Koordination und führen mit der Receding Horizon Control eine eigene Koordinationsregel ein. Subramanian et al. (2013) stellen den Bedarf einer Architektur zur sinnvollen Anwendung des Verfahrens heraus. Kamper und Schmeck (2012) verwenden die Observer/Controller-Architektur mit dem Ziel, steuerbare Lasten und flexible Erzeuger in einem Energiesystem zu homogenisieren. Durch die Verarbeitung der ausgetauschten Daten mittels Heuristiken, werden Angebot und Nachfrage, zur Vermeidung zusätzlichen Netzbezugs, optimal miteinander koordiniert.

Das SBL, das in dieser Arbeit vorgestellt wird, erweitert nun das LLF-Verfahren und macht es durch die Observer/Controller-Architektur (Richter et al. 2006) dezentral nutzbar.

3 Betrachtungsraum und Problemmodellierung

Betrachtungsraum des SBL ist ein Niederspannungsnetz in einem Wohngebiet, welches über einen Transformator an das Mittelspannungsnetz angeschlossen ist. In dem Betrachtungsraum befinden sich Haushalte, Erzeuger Erneuerbarer Energien und EF. Der Betrachtungshorizont beträgt 20 Wochen, jeweils fünf Wochen jeder Jahreszeit, die in Viertelstundenintervalle unterteilt werden. Nachfolgend werden die Modellkomponenten detaillierter vorgestellt:

Haushalte: In der modellbasierten Evaluation des SBL werden 400 Haushalte ($j \in J$) integriert. Als Grundlage für die Leistungsbedarfskurven der Haushalte dient das Standardlastprofil des BDEW², das jeweils auf einen Gesamtjahresenergiebedarf von 3500 kWh normiert wird.

EE-Erzeuger: Zur Evaluation des SBL werden 100 EE-Erzeuger ($k \in K$) im Betrachtungsraum angenommen, die sich szenarienabhängig in Solar- und Windkraftanlagen aufteilen, wobei vereinfachend angenommen wird, dass alle EE-Erzeuger im Niederspannungsnetz angeschlossen sind. Die jeweiligen, vom ÜNB TransnetBW³ verfügbar gemachten Einspeisekurven, werden szenarienabhängig auf einen Maximalwert ($P_{k,peak}$) normiert. Hierdurch lässt sich die verfügbare EE im Betrachtungsraum steuern. Im Basisszenario stehen damit 820 kWp installierter Solar- und 530 kWp installierter Windleistung zur Verfügung.

Elektrofahrzeuge: Je nach Szenario befinden sich zwischen 20 und 400 EF ($i \in I$) im Betrachtungsraum. Jedes EF hat ein eigenes Wochenfahrprofil, das aus der repräsentativen Mobilitätserhebung „Deutsches Mobilitätspanel“ (BMVBS 2008) aus der Nutzergruppe der Berufspendler stammt und in jeder der 20 Wochen als gleich angenommen wird. Für die Betrachtung der Ladevorgänge der EF werden sechs Annahmen getroffen:

1. EF laden ausschließlich zu Hause.
2. Ladevorgänge können beliebig unterbrochen und fortgesetzt werden.
3. Die Lade- und Entladeleistung ist kontinuierlich einstellbar.⁴
4. Innerhalb eines Zeitintervalls sind Bezugs- und Einspeiseleistung konstant.
5. Die Energie zur Erfüllung einer Fahrt wird bei Abfahrt aus der Batterie entnommen.
6. Wirkungsgrade bleiben unberücksichtigt.

² Entnommen aus <https://www.new-netz-gmbh.de/stromnetz/netzzugang/lastprofile/>

³ Entnommen aus <https://www.transnetbw.de/de/kennzahlen>

⁴ Die Abhängigkeit des Ladestroms vom aktuellen SOC wird vernachlässigt

Das dem SBL zugrundeliegende Optimierungsproblem ist im Folgenden als lineares Programm beschrieben. Die Zielfunktion (Gleichung (1)) minimiert den aggregierten Leistungsfluss über den Transformator. Die Transformatorleistung setzt sich dabei aus dem aggregierten Leistungsbedarf der Haushalte (P_j) und EF (P_i), abzüglich der EE-Einspeiseleistung, zusammen, die sich aus installierter Leistung ($P_{k,peak}$) und aktueller, prozentualer Solar- und Windeinspeisung (s_t bzw. w_t , wobei der jeweils andere Wert null wird)

$$\min_{P_{i,t}} \sum_{t=0}^T \left(\sum_{j \in J} P_{j,t} + \sum_{i \in I} P_{i,t} - \sum_{k \in K} (P_{k,peak} * (s_t + w_t)) \right) \quad (1)$$

$$\text{u.d.N.: } \forall i, \quad SOC_{i,end} \geq SOC_{i,init} \quad (2)$$

$$SOC_{i,t+1} = SOC_{i,t} + \underbrace{\left(P_{i,t} * \frac{|t|}{60} \right)}_{\text{Ladeenergie in } t} - \underbrace{\left(M_{i,t+1=t^d} * \frac{V_i}{100} \right)}_{\text{Fahrtenenergie falls } t+1 \text{ Abfahrtsintervall}} \quad (3)$$

$$P_{i,t} \in \begin{cases} \{0; P_{i,max}\} & , \text{ falls } z_{i,t} = 1 \\ 0 & , \text{ falls } z_{i,t} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$SOC_{i,t} \in \{0; \overline{SOC}_i\} \quad (5)$$

Gleichung (2) stellt sicher, dass der SOC jedes EF am Ende des Evaluationszeitraums (SOC_{end}) mindestens so hoch ist, wie am Anfang (SOC_{init}). Gleichung (3) beschreibt die Berechnungsregel des SOC in Abhängigkeit des SOC der Vorperiode, wobei $|t|$ die Länge eines Zeitintervalls in Minuten, M die Fahrtweite, $t_{i,l}^d$ das l -te Abfahrtsintervall von EF i und V den Energiebedarf für das Zurücklegen von 100 km darstellt. Gleichung (4) legt den Wertebereich der Ladeleistung auf den Bereich zwischen null und der maximalen Ladeleistung fest, wobei z angibt, ob das EF in Intervall t zu Hause ist ($z=1$) oder nicht ($z=0$). Gleichung (5) begrenzt den SOC auf einen Wert zwischen null und der Batteriekapazität.

4 Schwarmbasiertes Lademanagement

In diesem Kapitel wird das SBL vorgestellt. Dafür werden zuerst die Architektur und der Koordinationsmechanismus des Grundverfahrens beschrieben und anschließend der Ablauf der Koordination skizziert. Das Grundverfahren wird weiterhin um eine Lastspitzenabsenkung erweitert und alternative Architekturen werden besprochen.

4.1 Grundverfahren

Der Betrachtungsraum wird im SBL als Schwarmsystem mit mehreren Agenten dargestellt. Ein Schwarmsystem besteht aus einer Architektur, die sich aus Intra- und Interagentenarchitektur, sowie einem Koordinationsmechanismus zusammensetzt (Bogon 2013).

Als **Architektur** wird eine dezentrale Observer/Controller Architektur verwendet (Richter et al. 2006). In deren **Intraagentenarchitektur** ist jeder Agent ein „System under Observation and Control“ (SuOC), dessen Zustand von einem Observer überwacht und durch einen Controller gesteuert wird. Der Observer eines EF kennt den SOC, die aktuelle Zeit und den Verbrauch. Der Controller bekommt vom Fahrer die nächste Abfahrtszeit und die zu fahrenden Kilometer

übermittelt und errechnet daraus den Ziel-SOC bei Abfahrt, sowie die benötigte Ladezeit. Der Controller ist außerdem für die Steuerung des Ladevorgangs verantwortlich und kann mit anderen Agenten kommunizieren. In der **Interagentenarchitektur** des Grundverfahrens können alle Agenten miteinander kommunizieren. Eine schematische Darstellung stellt Abb. 2 bereit.

Als **Koordinationsmechanismus** wird ein Online Scheduling mit Least Laxity First Ansatz verwendet (LLF). Im LLF Ansatz werden Arbeitsaufträge aufsteigend nach verbleibender Flexibilität im zeitlichen Aufschieben abgearbeitet (Herrtwich 1990). Ladungen dürfen bei vorhandener EE-Einspeisung durchgeführt werden, wobei EF mit geringerer Flexibilität beim Laden Priorität eingeräumt wird. Zur Kommunikation und Koordination im Schwarmsystem werden die Ladeparameter jedes EF i in jedem Zeitintervall t in einem Dringlichkeitsquotienten (DQ) gekapselt, welcher sich wie folgt berechnet:

$$DQ_{i,t} = \begin{cases} \frac{t^d - t}{t^d_{Ziel-SOC}} & , \text{ falls } SOC_{i,t} < \text{Ziel-SOC} \\ -\frac{SOC_{max}}{SOC_{i,t}} & , \text{ falls } SOC_{i,t} \geq \text{Ziel-SOC} \end{cases} \quad (6)$$

Dabei stellt $t^d - t$ die verbleibende Standzeit des EF und $t^d_{Ziel-SOC}$ die minimale Ladedauer zur Erreichung des nächsten Ziel-SOC dar. Ein niedriger, positiver DQ bedeutet eine geringe Flexibilität. Ein DQ von eins signalisiert, dass zur Erreichung des Ziel-SOC ab jetzt in jedem Zeitintervall bis zur Abfahrt geladen werden muss. Negative DQ signalisieren, dass das EF bereits einen ausreichenden SOC für die nächste Abfahrt hat. Der Wert des negativen DQ ist der negierte Kehrwert des prozentualen SOC. Ein geringer SOC, der dennoch für den nächsten Fahrdienst genügt, führt also zu einem sehr kleinen Wert. Für eine Priorisierung der Ladevorgänge ergeben sich somit zwei Regeln: EF mit positiven DQ laden immer vor negativen und niedrige immer vor hohen.

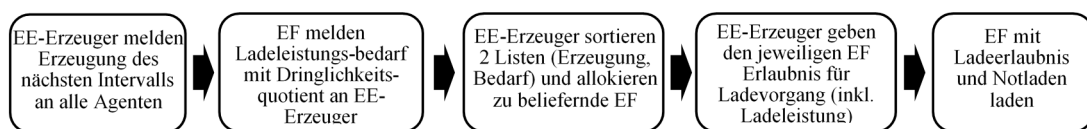


Abbildung 1: Schematischer Verlauf der Kommunikation im SBL

Die eigentliche **Koordination der Ladevorgänge** findet direkt vor dem Beginn des nächsten Intervalls über die Kommunikation zwischen EE-Erzeugern und EF statt und ist schematisch in Abb. 1 dargestellt. Der Vorgang beginnt damit, dass alle EE-Erzeuger ihre Erzeugungsleistung des nächsten Intervalls an alle Agenten übermitteln. Das stößt, zur Synchronisation der Kommunikation, die Übermittlung des Leistungsbedarfs von Haushalten und EF an die EE-Erzeuger an, wobei EF zusätzlich ihren DQ mit übermitteln. Jeder EE-Erzeuger sortiert nun lokal zwei Listen: Die Liste mit EE-Erzeugern, absteigend nach Erzeugungsleistung und die Liste mit Leistungsbedarf, in der die Haushalte ganz oben stehen und anschließend die EF nach den bereits genannten Prioritätsregeln folgen. Jeder EE-Erzeuger ermittelt nun, durch Summenbildung innerhalb der zwei Listen und nach Abzug der Haushalte, die ihm zugeordneten EF und informiert diese über ihre Ladeerlaubnis und die genehmigte Ladeleistung im nächsten Intervall. Im Fall, dass EF, die ohne ein Laden im nächsten Intervall ihren Ziel-SOC nicht mehr erreichen können, keine Ladeerlaubnis zugewiesen bekommen, führen diese selbstständig ein Notladen durch und beziehen

die Energie über den Transformator aus dem übergeordneten Mittelspannungsnetz, die Entscheidung zum Laden wird also dezentral bei den EF gefällt. Falls der kumulierte Haushaltsleistungsbedarf die EE-Erzeugung überschreitet, wird ebenfalls Energie über den Trafo bezogen. Falls der Ladebedarf aller EF für die Durchführung der nächsten Fahrt bereits gedeckt und immer noch EE-Erzeugung verfügbar ist, werden EF ohne Ladebedarf, aber mit $SOC < 100\%$, für weitere Ladung allokiert. Die Erteilung der Ladegenehmigungen könnte auch von einem zentralen Agenten vorgenommen werden, aus Robustheitsgründen (z.B. Ausfall der zentralen Einheit) wird diese Herangehensweise allerdings nicht verwendet. Die Koordination der Ladevorgänge wird anhand von Fahr- und Ladedaten der EF vorgenommen, welche als sensible Nutzerdaten qualifiziert sind. Der DQ kapselt diese Daten allerdings vor der Verarbeitung und Kommunikation, sodass keine Rückschlüsse auf private Muster möglich sind.

4.2 Erweiterungen des Verfahrens

4.2.1 Architekturalternativen

In der Interagentenarchitektur des Grundverfahrens wird von einer Kommunikation und Koordination zwischen allen im Betrachtungsraum befindlichen Agenten ausgegangen. Dies führt, insbesondere bei einer großen Anzahl von Agenten, zu einer sehr hohen Zahl an Kommunikationsvorgängen. Die Verfahrenskomplexität VK bezeichnet die maximale Anzahl nichtparallelisierbarer Kommunikationsvorgänge eines Koordinationsvorgangs unter Verwendung eines Kommunikationssystems mit Message Queue Funktionen. Die VK des Grundverfahrens berechnet sich wie folgt (auf die Herleitung der VK -Formeln wird aus Platzgründen verzichtet):

$$VK_{\text{Grundverfahren}} = 2 + N_{\text{Agenten}} + \left\lceil \frac{P_{k, \text{peak}}}{P_{i, \text{max}}} \right\rceil \quad (7)$$

Für die Umrechnung in eine Zeitdauer müsste die VK mit der Dauer eines Kommunikationsschritts multipliziert werden, die allerdings stark von der verwendeten Technologie abhängt.

Aufgrund der direkten Abhängigkeit der VK des Grundverfahrens von der Gesamtzahl der Agenten, sind zwei alternative Interagentenarchitekturen für das SBL entwickelt worden: Eine Architektur mit zweistufiger Kommunikation und eine Architektur mit disjunkten Pools. Die drei Architekturen sind schematisch in Abb. 2 skizziert.

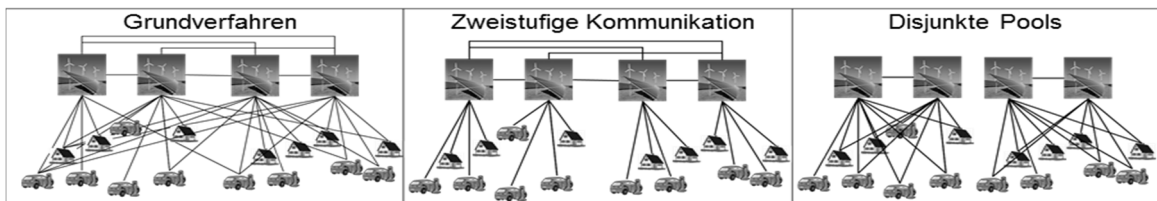


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Interagentenarchitekturalternativen

In der Architektur mit zweistufiger Kommunikation (AZK) ist jeder Haushalt und jedes EF genau einem EE-Erzeuger zugeordnet. Die Verteilung erfolgt dabei möglichst gleichmäßig. Das Koordinationsverfahren beginnt nun damit, dass der EE-Erzeuger sein Leistungsangebot für das nächste Intervall an die ihm zugeordneten Agenten sendet. Diese teilen dem Erzeuger wiederum ihren Bedarf inkl. des DQ mit. Der Erzeuger konsolidiert, soweit möglich, Angebot und Nachfrage nun lokal. Alle Bedarfe und Angebote, die aus diesem Vorgang ungedeckt hervorgehen, werden

anschließend den anderen EE-Erzeugern mitgeteilt und eine Allokation wie im Grundverfahren wird vorgenommen. An deren Ende steht wiederum das Erteilen von Ladeerlaubnissen, die in diesem Fall von dem zugehörigen EE-Erzeuger mitgeteilt werden. Durch die zweistufige Konsolidierung kann es zu Lösungsqualitätsverlust kommen, da nicht zwangsläufig die EF mit den, global betrachtet, niedrigsten positiven DQ eine Ladeerlaubnis bekommen. Allerdings führt die Architektur zu einer in den meisten Fällen deutlich verringerten VK, die sich wie folgt berechnet:

$$VK_{AHK} = 4 + N_{EE-Erzeuger} + \left[\frac{N_{Haushalte} + 2 * N_{EF}}{N_{EE-Erzeuger}} \right] \quad (8)$$

Die Architektur mit disjunkten Pools (ADP) teilt den Betrachtungsraum in mehrere gleich große Pools auf (zehn Pools in der Simulation). Die Allokation der Ladeerlaubnisse findet innerhalb der Pools, ohne Kenntnis der restlichen Agenten, wie im Grundverfahren statt. Die VK_{ADP} ist, bei gleich großen Pools, die $VK_{Grundverfahren}$ geteilt durch die Anzahl der Pools:

$$VK_{ADP} = \frac{VK_{Grundverfahren}}{N_{Pools}} \quad (9)$$

4.2.2 Lastspitzenabsenkung

Ein möglicher Nachteil der LLF Koordination bei der Ladung von EF ist, dass nach längeren Zeiten ohne ausreichende EE-Erzeugung und mit nahendem Abfahrtszeitpunkt einer relevanten Menge an EF, wie es am frühen Morgen oft der Fall ist, Netzbezugsspitzen durch vermehrte Notladungen auftreten können (Subramanian 2013). Um diese Spitzen zu vermeiden, kann ein Mechanismus zur frühzeitigen Erkennung und Abschwächung solcher Lastspitzen ins SBL integriert werden. Bei Anzeichen für das Auftreten einer Bezugsspitze, können Ladevorgänge direkt durchgeführt werden, um dadurch den Netzbezug über mehrere Intervalle zu verteilen. Dafür wird in jedem Intervall der Durchschnitt des kleinsten Quartils an positiven DQ von EF, die keine Ladeberechtigung bekommen haben, untersucht. Liegt dieser unter einem Grenzwert deutet dies auf eine nahende Lastspitze hin. In diesem Fall wird wiederum einem Teil der EF mit niedrigem DQ, auch ohne vorhandene EE, eine Ladeerlaubnis erteilt. Um Netzbezugsspitzen wirkungsvoll abzubauen müssen der Grenzwert und der Anteil der EF mit Ladeerlaubnis ohne vorhandene EE Erzeugung entsprechend gewählt werden.

5 Evaluation des Schwarmbasierten Lademanagements

Zur Evaluation der Performance des SBL und der Unterschiede zwischen den Architekturalternativen, wurde das Verfahren in einem *JAVA* Modell implementiert. Zusätzlich zur modellbasierten Evaluation wird das zum jeweiligen Szenario gehörende Lineare Programm durch den Solver *Gurobi* optimal gelöst, um über diesen Benchmark die Lösungsqualität des SBL zu überprüfen. Bei der optimalen Lösung sind Erzeugung, Last und Fahrprofile über den gesamten Betrachtungshorizont bekannt. Die zu optimierende Größe ist die Deckung des lokalen Energiebedarfs durch lokal erzeugte EE (BD_{EE}), die sich wie in Gleichung (10) gezeigt, berechnet.

$$BD_{EE} = \frac{\text{lokal verbrauchte EE}}{\text{Gesamtenergieverbrauch}} \quad (10)$$

5.1 Evaluationsergebnisse des Basisszenarios

Das Basisszenario für die Evaluation des SBL verwendet die in Tabelle 1 gezeigten Parameterwerte.

$N_{\text{Haushalte}}$:	400	$EE_{\text{Solar}} / EE_{\text{gesamt}}$:	50 %	\overline{SOC} :	30 kWh
N_{EF} :	400	$EE_{\text{gesamt}} / E_{\text{gesamt,benötigt}}$:	100 %	$P_{i,\text{max}}$:	3,6 kW
$N_{\text{EE-Erzeuger}}$:	100	SOC_{init} :	66 %	V_i :	15 kWh / 100 km
Mit Lastspitzenabsenkung ($DQ_{\text{Grenzwert}} = 5$, Ladeerlaubnis für niedrigste 7%)					

Tabelle 1: Konfiguration des Basisszenarios

In Abb. 3 sind die EE-Einspeiseleistung und der aggregierten Leistungsbedarf einer Beispielwoche aus dem Frühling, mit und ohne Koordination im Grundverfahren, abgetragen. Die Anpassung des koordinierten Leistungsbezugs an die EE-Einspeisung ist insbesondere in den Tagesmitten deutlich zu erkennen.

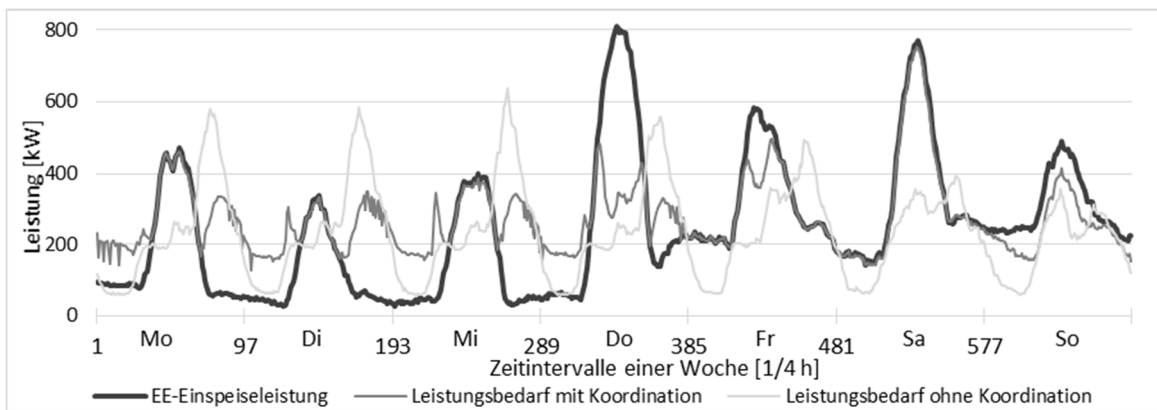


Abbildung 3: Auswirkung Schwarmbasiertes Lademanagement auf Leistungsbedarf

Koordination	BD_{EE}	$P_{\text{Bezug,max}}$	VK	Lösungsgüte
unkoordiniert	63,04 %	604 kW	0	78,50 %
Grundverfahren	79,16 %	331 kW	1005	98,57 %
AZK	78,68 %	428 kW	116	97,97 %
ADP	69,91 %	465 kW	105	87,05 %
Optimal	80,31 %	331 kW	-	100 %

Tabelle 2: Evaluationsergebnisse des Basisszenarios

Das Grundverfahren erhöht im Basisszenario die BD_{EE} im Gegensatz zur Simulation ohne Koordination um 16 Prozentpunkte (Tabelle 2). Die im Grundverfahren erreichte BD_{EE} ist zudem nur 1,5 % von der optimalen Lösung entfernt (Lösungsgüte = 98,57 %). Zusätzlich sinkt der maximale Leistungsbezug über den Transformator ($P_{\text{Bezug,max}}$) durch das Grundverfahren um 45,5 % und bleibt damit deutlich unter der Belastungsgrenze des Transformators. Zwischen den Architekturalternativen gibt es in qualitativer und zeitlicher Performance deutliche Unterschiede. In der BD_{EE} fällt die ADP deutlich hinter die anderen zwei Architekturen zurück, wobei das Grundverfahren um Faktor neun bzw. zehn komplexer ist als die zwei anderen Architekturen.

Die Auswirkung der Lastspitzenabsenkung ist in Abb. 4 über vier Tage gut zu erkennen. Unter der Annahme, dass EF ausschließlich zu Hause laden, treten ohne Absenkung jeweils in den Morgenstunden Lastspitzen bis 500 kW auf. Diese werden vom Mechanismus frühzeitig erkannt und der Leistungsbezug wird vorgezogen. In den Bereichen des sägezahnartigen Leistungsverlaufs wechseln sich Intervalle mit und ohne Lastspitzenabsenkungen ab.

In einer realen Anwendung wäre, aufgrund der deutlich geringeren Komplexität und dem vernachlässigbaren Verlust an Ergebnisqualität, der Einsatz der Architektur mit zweistufiger Kommunikation mit Lastspitzenabsenkung sinnvoll.

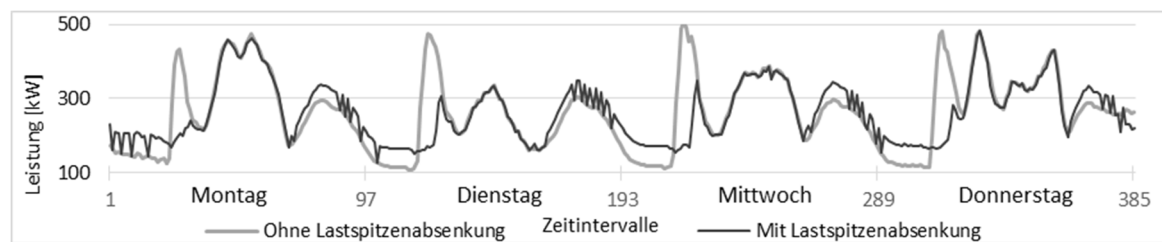


Abbildung 4: Auswirkung der Lastspitzenabsenkung auf den zeitlichen Verlauf des Leistungsbedarfs

5.2 Sensitivitätsanalyse

Zur Analyse der Sensitivität der Ergebnisse des Basisszenarios werden 80 weitere Simulationsszenarien untersucht. Dies geschieht durch Variation von vier Parametern in drei Ausprägungsstufen (niedrig, mittel und hoch) (Tabelle 3). Dabei betreffen die ersten zwei Parameter die EF und die letzten zwei den EE-Ausbau.

Varierte Parameter	N_{EF}	$P_{i,max}$	EE_{Solar} / EE_{gesamt}	$EE_{gesamt} / E_{gesamt,benötigt}$
niedrig	20	3,6 kW	25 %	25 %
mittel	100	11 kW	50 %	100 %
hoch	400	22 kW	75 %	150 %

Tabelle 3: Variierte Parameter zur Bildung von Simulationsszenarien

Für eine quantitative Untersuchung der Auswirkung von Parametervariation auf die Performance des SBL, wurden einzelnen Parameterausprägungen festgehalten und Durchschnittswerte der BD_{EE} über die verbleibenden 27 Permutationen gebildet. Hierbei wird das Ladeverhalten ohne Koordination mit dem Durchschnittswert des SBL von Grundverfahren und AZK verglichen. Die Durchschnittswerte für die Variation der Erzeugungsseite können Abb. 5 und die Werte für die Variation der Verbrauchsseite Abb. 6 entnommen werden.

Durch den Ausbau der EE-Erzeugung können, wie im linken Teil von Abb. 5 zu sehen, höhere BD_{EE} erreicht werden und der Einfluss des SBL nimmt zu. Die niedrigste Ausbaustufe begrenzt die maximal mögliche BD_{EE} auf unter 25 %, die auch ohne den Einsatz von Koordination annähernd erreicht werden. Der Anstieg von mittlerer zu hoher EE-Verfügbarkeit führt mit und ohne Koordination zu einem Anstieg von neun Prozentpunkten BD_{EE} . Mit einem steigenden Anteil von Solarenergie an der gesamten EE-Erzeugung sinkt die BD_{EE} ab, wie im rechten Teil von Abb. 5 zu sehen. Durch die volatile Einspeisecharakteristik von Solar- im Gegensatz zur Windkraftanlagen, geht die kumulierte EE-Erzeugung in bestimmten Zeiträumen, z.B. nachts oder im Winter, mit steigendem Solaranteil deutlich zurück. Auf den Mehrwert, den das SBL gegenüber dem unkoordinierten Fall bietet, hat dieser Parameter keine Auswirkung.

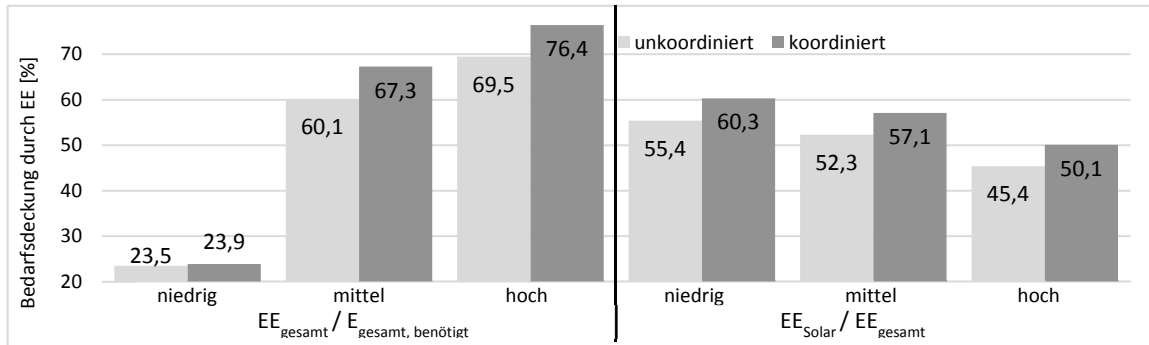


Abbildung 5: Abhängigkeit der BD_{EE} von Koordination und von Variation der EE-Parameter

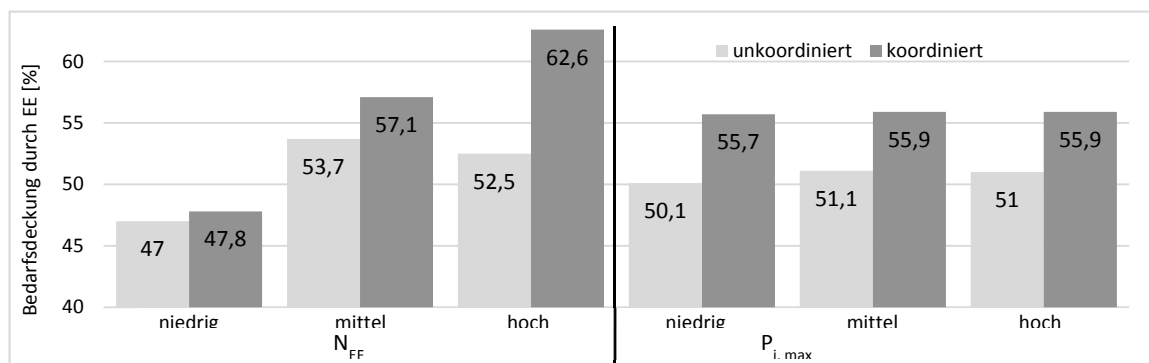


Abbildung 6: Abhängigkeit der BD_{EE} von Koordination und von Variation der Fahrzeugparameter

Wie im linken Teil von Abb. 6 zu sehen, steigt die BD_{EE} , durch eine Erhöhung der steuerbaren EF, im SBL an. Im Verhältnis zum unkoordinierten Fall kann das SBL hier über die zunehmende Koordination seine Stärken ausspielen, weswegen der Vorsprung mit zunehmender Fahrzeugzahl wächst. Die Wahl der Ladeleistung hat kaum Einfluss auf die BD_{EE} , ist aber maßgeblicher Faktor für die Entstehung von Spitzen im Netzbezug über den Transformator. In Abb. 7 sind die maximalen Netzbezüge von allen koordinierten Szenarien mit mittlerem oder hohem Ausbau von EE in Abhängigkeit der maximal zulässigen Ladeleistung als Box Plots abgetragen. Dabei wird deutlich, dass höhere maximale Ladeleistungen zu höheren maximalen Netzbezügen führen.

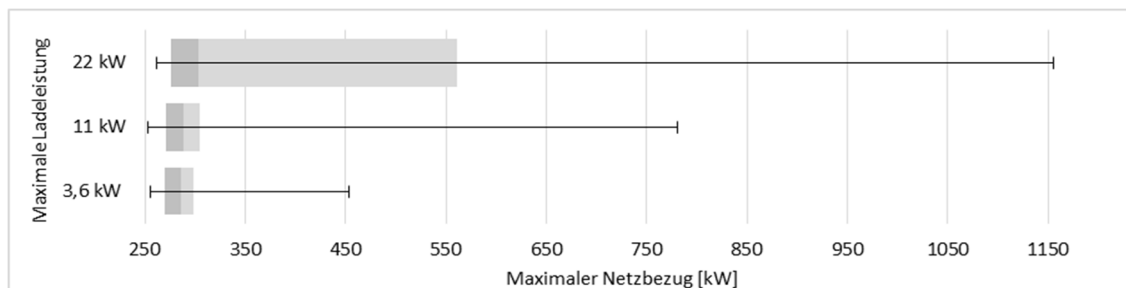


Abbildung 7: Maximale Netzbezüge in Abhängigkeit der Ladeleistung als Boxplots

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit stellt eine Architektur und einen Koordinationsmechanismus für Schwarm-basiertes Lademanagement in einem Niederspannungsnetz vor und evaluiert dieses. Dabei steht die

Maximierung der BD_{EE} im Vordergrund. Hierbei konnte das SBL im Basisszenario deutliche Steigerungen von 25,5 % erreichen, und liegt mit diesem Wert nah am Optimum. Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass das SBL besonders bei einer große Zahl EF und einer gut ausgebauten EE-Erzeugung, die Lastdeckung durch EE erhöhen kann. Zudem begünstigt ein hoher Anteil von Windenergie an der EE die BD_{EE} generell. Für eine möglichst geringe Belastung des Transformators sind hohe Ladeleistungen bei den EF zu vermeiden.

Das Schwarmbasierte Lademanagement ist im vorgestellten Verfahren auf unidirektionalen Stromfluss in die EF ausgelegt. Eine Erweiterung des Verfahrens um die Funktion Vehicle-to-Grid und die Einbindung externer, stationärer Speicher ist sinnvoll. Im Rahmen dieser Erweiterungen ist der Einfluss von Wirkungsgraden auf das Koordinationssystem zu überprüfen.

Für die praktische Anwendung des SBL sind insbesondere die Fragen nach der technischen Umsetzung der Kommunikation, der organisatorischen Einbettung und der anreizkompatiblen Nutzenverteilung zu beantworten. In technischer Hinsicht müssen die Eigenschaften von Power Line Communication, direkter Funkverbindung und Ethernet Kommunikation gegeneinander abgewogen werden. Die Art der organisationalen Umsetzung des SBL muss ebenfalls Betrachtungsgegenstand weiterer Untersuchung sein, da das SBL verschiedene Akteure im Energiesystem betrifft. Der durch die Erhöhung der BD_{EE} entstehende Zusatznutzen sollte sinnvoll auf die Agenten verteilt werden, mit dem Ziel, konformes Verhalten und Laden in Zeiten mit wenig Last und überschüssiger EE zu fördern. Ein Maß für den Anteil, den ein EF an der Steigerung des Nutzens durch das Angebot von Flexibilität hat, kann über den durchschnittlichen DQ zu den Zeitpunkten des Ladens bestimmt werden. Dabei tragen hohe DQ einen größeren Anteil zum Nutzengewinn bei als niedrige.

Für das Fortschreiten der Verbreitung von EF, den EE-Ausbau und der damit einhergehenden Dezentralisierung der Stromversorgung, ist die IT-gestützte Steuerung von Verbrauchern ein relevanter Erfolgsfaktor. Das vorgestellte Schwarmbasierte Lademanagement ist in diesem Kontext eine Alternative, die mit geringem Vorhersagehorizont von Leistungsdaten und ohne zentral koordinierendes Element auskommt und außerdem die Hoheit über sensible Daten bei den Nutzern belässt.

7 Literatur

- BMVBS (2008) Deutsches Mobilitätspanel. Panelauswertung 2007. <http://mobilitaetspanel.ifv.uni-karlsruhe.de> Abgerufen am 21.09.2015
- Bogon T (2013) Agentenbasierte Schwarmintelligenz. Springer Fachmedien Wiesbaden
- Bundesregierung (2009) Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Berlin
- Bundesregierung (2012) Was sind die Kernpunkte/Ziele der Energiepolitik der Bundesregierung? http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiewende/Fragen-Antworten/1_Allgemeines/1_warum/_node.html Abgerufen am 18.09.2015
- Cao, Y, Tang, S, Li, C, Zhang, P, Tan, Y, Zhang, Z, Li, J (2012) An optimized EV charging model considering TOU price and SOC curve. IEEE Transactions on Smart Grid 3 (1): 388-393

- Dallinger D, Wietschel M (2012) Grid integration of intermittent renewable energy sources using price-responsive plug-in electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5):3370-3382
- Helms H, Jöhrens J, Hanusch J, Höpfner U, Lambrecht U, Pehnt M (2011) UMBReLA Umweltbilanzen Elektromobilität – wissenschaftlicher Grundlagenbericht. ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg
- Herrtwich RG (1990) An introduction to real-time scheduling. International Computer Science Institute, Berkley
- Kamper A, Schmeck H (2012) Adaptives verteiltes Lastmanagement in Bilanzkreisen. *Informatik-Spektrum* 35(2):102-111
- Köpp C, von Metthenheim HJ, Breitner MH (2012) Price-induced load-balancing at consumer households for smart devices. In: Klatt D, Lüthi H-J, Schmedders K (Hrsg) *Operations Research Proceedings 2011*. Springer Berlin Heidelberg
- Leitinger C, Litzlbauer M, Schuster A, Brauner G, Simic D, Hiller G (2011) Smart-electric-mobility speichereinsatz für regenerative elektrische Mobilität und Netzstabilität. Projektbericht. AIT, TU Wien
- Mok AK (1983) Fundamental design problems of distributed systems for the hard-real-time environment, PhD Thesis, Dept. of Electrical Engineering and Computer Science, Massachusetts Institute of Technology
- Peppanen J, Grijalva S (2014) Neighborhood electric vehicle charging scheduling using particle swarm optimization. In: *IEEE Power & Energy Society General Meeting*, Washington DC
- Plötz P, Gnann T, Kühn A, Wietschel M (2013) Markthochlaufszzenarien für Elektrofahrzeuge (Bericht). Fraunhofer ISI, Karlsruhe
- Richardson DB (2013) Electric vehicles and the electric grid: A review of modeling approaches, Impacts, and renewable energy integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 19:247-254
- Richter U, Mnif M, Branke J, Müller-Schloer C, Schmeck H (2006) Towards a generic observer/controller architecture for Organic Computing. In: Hochberger C, Liskowsky R (Hrsg) *Informatik 2006 - Informatik für Menschen – GI Jahrestagung (1)*:112-119
- Schuller A, Dietz B, Flath CM, Weinhardt C (2014) Charging strategies for battery electric vehicles: economic benchmark and v2g potential. *IEEE Transactions on Power Systems* 5(29)
- Schuller A, Flath CM, Gottwalt S (2015) Quantifying load flexibility of electric vehicles for renewable energy integration. *Applied Energy* 151:335-344
- Sheen JN, Chen CS, Yang JK (1994) Time-of-use pricing for load management programs in Taiwan Power Company. *IEEE Transactions on Power Systems* 9(1):388-396
- Subramanian A, Garcia M, Dominguez-Garcia A, Callaway D, Poolla K, Varaiya P (2012) Real-time scheduling of deferrable electric loads. In: *American Control Conference 2012*:3643-3650
- Subramanian A, Garcia M, Callaway D, Poolla K, Varaiya P (2013) Realtime scheduling of distributed resources. *IEEE Transactions on Smart Grid* 4 (4):2122-2130
- Xu S, Feng D, Yan Z, Zhang L, Li N, Jing L, Wang J (2013) Ant-based swarm algorithm for charging coordination of electric vehicles. *International Journal of Distributed Sensor Networks*

Digitally Enabled Business Models for Energy Utilities

Christoph Klima¹, Maximilian Becker², David Heim¹, and Axel Winkelmann¹

¹ University of Wuerzburg, Chair of Business Information Systems,
{christoph.klima|david.heim|axel.winkelmann}@uni-wuerzburg.de

² University of Wuerzburg, maximilian.becker@stud-mail.uni-wuerzburg.de

Abstract

The European energy sector is currently undergoing an extensive transformation process that forces energy utilities to alter their business models. As with smart metering technology (SMT), the energy sector experiences digitization, we developed a business model framework for establishing digital, SMT-enabled services. We evaluated the applicability of our artifact in a qualitative-empirical cross-sectional analysis with 13 key informants of energy utilities. Our evaluation revealed that the artifact was fine, when experts considered a service to be relevant. More interestingly, our evaluation revealed that a large majority of energy utilities is not yet willing to adapt SMT-enabled digitization benefits, when it comes to service development.

1 The need for business model change for utilities

The European energy sector is currently undergoing an extensive transformation process, caused by market deregulation and decentralization of energy generation (Flath 2014; Kranz et al. 2010). The consequences of this paradigm shift are far reaching. The value chain is changing in that a large number of new market actors, tasks and processes arise (Jagstaidt et al. 2011; Flath et al. 2012).

The German government furthermore pursues the objective to cover about 35% of electricity needs from renewables by 2020 and around 80% by 2050 (Goebel et al. 2014; Gerpott and Paukert 2013; Jagstaidt et al. 2011; Gottwalt et al. 2011). There are similar objectives at the EU level. The share of renewables in the energy mix is to be increased by 20% (Goebel et al. 2014).

One technical implication of the energy transition is a rollout of intelligent energy meters by utilities that is mandatory under some circumstances (Gerpott and Paukert 2013). These so-called smart meters are digital measurement points for energy consumption. They are considered as the enabler technology for a smart grid that describes the convergence between IS on the one hand and the energy system on the other hand by facilitating new services, flexible energy tariffs, load shaping, live energy consumption tracking and thus an intelligent management of the entire energy system over all stages of value creation (Kranz and Picot 2012; Kranz et al. 2010).

With the advent of smart metering, the energy sector is undergoing a digitization process that has already taken place in other industries. This digitization already moved entire industries towards a

"Product-Service-Economy" and requires a radical redesign of business models through digital services (Veit et al. 2014). Veit et al. (2014) identify these digital business models, driven by new information technology, as highly relevant for Business Information Systems research.

Caused by the need for business model change in the energy sector, utilities will be faced more and more with new competitors in all stages of the value chain in the future (Servatius 2012). The smart grid enables completely new opportunities for utilities to develop services, transforming the low-interest product smart meter into a base for value added services through effective combination of consumption data across all stages of the value chain (Kolks et al. 2012; Rohlfing 2012; Vest 2012). In addition, retrogressive earnings from energy production force utilities to change or at least improve their business models, taking the chances, a smart metering technology (SMT) driven digitization brings to the industry.

Hence, this research paper develops digital, SMT-enabled business model for utilities, according to the research question:

(RQ) Which digital, SMT-enabled business models can energy utilities establish?

To answer this research question, the remainder of this paper is structured as follows. Chapter 2 will present the state of the art on energy informatics and business model research. Chapter 3 is introducing the applied design science research method, whereas in chapter 4, a business model framework is developed as an artifact. This framework is consequently demonstrated to utilities evaluated in a qualitative-empirical cross-sectional analysis in chapter 5. Finally, chapter 6 concludes this research and also discusses future activities.

2 State of the art

This chapter demonstrates the state of the art in Energy Informatics and Business Model Research to present basic and relevant information and publications on the one hand and to expose the research whiteness on the other hand.

2.1 Energy Informatics

In a previously performed Literature Review (see Klima and Winkelmann 2015) following vom Brocke et al.'s (2009) systematic procedure, we identified 62 relevant articles for outlining the state of the art in Energy Informatics. Analyzing this representative sample of scientific publications focusing on topics, reveals that there are different subareas of research. For reasons of space, the following paragraph will only list them in order to give the reader an overview.

- Smart Metering Technology: Potentials and Challenges (e.g. Jagstaidt et al. 2011), Adoption and Privacy (e.g. Wunderlich et al. 2012; Kranz et al. 2010), Utility Business Processes (e.g. Strüker et al. 2011; Aichele et al. 2009).
- Smart Metering Application: Demand Response (e.g. Feuerriegel et al. 2012; Faruqui et al. 2010), Variable Prices (e.g. Flath 2014), Energy Feedback (e.g. Loock et al. 2013; Baeriswyl et al. 2011).
- Energy Informatics Research Directions (e.g. Goebel et al. 2014; Watson et al. 2010).

Even if the current market situation is forcing energy utilities to adjust and change their business models, no specific publications could be identified within Energy (Informatics) literature in this special field. This fact uncovers a research whitespot, which will be addressed in this paper.

2.2 Business Model Research in IS

A Business Model in general describes "the business logic of an underlying company by a combination of interdependent offering, market, internal as well as economical business model components" (Burkhart et al. 2011).

We conducted another literature review according to the five steps stated by vom Brocke et al. (2009) to identify primary sources for business model generation. We used the databases *ScienceDirect*, *EBSCOhost*, *AIS Electronic Library (AISel)*, *Springer Link* and *Springer for Professionals*. *Google Scholar* was additionally used, when access restrictions appeared. Using the search term "business model" and applying filters in all databases to topic areas around Business Information Systems, we were able to identify six primary sources for the definition of a business model (for reasons of space see e.g. Burkhart et al. 2011; Al-Debei and Avison 2010) and one primary source for a business model ontology (Osterwalder et al. 2005).

We selected these publications according to the ranking of their outlets and the number of citations. Analyzing other business model publications in different areas (e.g. E-Learning or E-Commerce) revealed furthermore that these primary sources were used too for building business models in the corresponding research areas.

Thus, we adapted Osterwalder et al.'s (2005) Business Model Ontology that consists out of "9 Building Blocks" (Value Proposition, Target Customers, Channel, Customer Relationship, Capabilities, Value Configuration, Partnership, Cost Structure, Revenue) to be designed and combined among each other in order to generate a completed business model.

3 Research method

After we identified the research whitespot in Energy Informatics and discovered an ontology approach for building business models, we decided to adapt a Design Science Research approach (Hevner et al. 2004) for this paper.

3.1 Propositions of this research

Basically, we want to contribute to the general body of knowledge on Energy Informatics with this research. We want to contribute in building digital, SMT-enabled business models for energy utilities. From the experience of various cooperation projects with energy utilities, we see two types of problems responsible for not-yet adapted business models, for their solution we define the following propositions.

- P1) First, energy utilities find it difficult to decide, which type of SMT-based service to offer.
- P2) Second, energy utilities find it difficult to shape fitting business models for identified SMT-enabled services.

3.2 Research method and framework

The development of this business model framework is based on the problem-centered approach of the design science research methodology (DSRM) presented by Peffers et al. (2008). It is furthermore aligned with the seven design science guidelines stated by Hevner et al. (2004). We selected the design science approach as our research methodology because it addresses important unsolved problems in a unique or innovative way or solved problems in a more effective way. We are faced with the solved problem of building business models in general and transfer that knowledge in order to contribute to the solution of the unsolved problem of building potential business models for energy utilities. We furthermore adapted the design science approach in order to achieve rigorous research.

We utilized different research techniques in each activity to appropriately support our overall objective. The activities, we follow in this paper after identifying the actual problem and our objective, are as follows:

- **Development and Design of Artifact:** We derived potential SMT-enabled services from scientific (energy) literature as categories for our business model framework. After that, we adapted Osterwalder et al.'s (2005) Business Model Ontology and shaped potential business models for all identified potential SMT-enabled services conceptually using informal argumentation according to the "9 Building Blocks" in a group of three researchers to build convincing arguments for our artifact's utility.
- **Evaluation and Demonstration:** As the conditions for our research are formalized, but the development of the artifact is carried out conceptually, we used observational techniques common to evaluation in design science research (Hevner et al. 2004): a qualitative-empirical cross-sectional analysis was carried out amongst 13 German energy utilities in order to evaluate, how business practice assesses the business model framework. According to Hevner et al. (2004), this observational design evaluation method has the highest quality, as it studies "the artifact in depth in business environment" (Hevner et al. 2004).

4 Development of Business Model Framework

To accomplish the goal of developing a business model framework for energy utilities, first of all, we derived five potential SMT-enabled services from technical capabilities of SMT and from the scientific literature. After that, we elaborated a business model framework for each service according to the "9 Building Blocks" stated by Osterwalder et al. (2005).

4.1 Identifying categories for digital enabled business models in the energy sector

The ubiquitous collection of energy consumption data in large volumes by means of SMT provides several ways to open up new business and to offer existing and potential customers an added value. According to technical capabilities on the one hand and scientific literature on the other hand, we derived five categories of potential SMT-enabled services to be embellished with business models. We did not separate markets, as we see a potential for both B2C and B2B users.

Basic Feedback Services

Numerous scientific publications have discussed the basic capabilities of SMT, which are energy feedback functionalities. While some publications examined existing feedback programs and their

potentials and impacts on consumption behavior (e.g. Liu et al. 2013; Darby 2010), others focused on designing eco feedback systems socio-psychologically (e.g. Looock et al. 2013; Baeriswyl et al. 2011; Graml et al. 2011).

It could be shown, that eco feedback has more or less a positive impact on energy consumption behavior in households. The amount of potential socio-psychological elements in feedback systems is large, like different types of feedback (e.g. descriptive or normative), different types of communication (e.g. push or pull) or further incentives (e.g. games or neighborhood comparison).

To sum it up, Feedback Services to alter energy consumption are the core idea behind SMT and thus the first service for developing a business model framework for energy utilities.

Analytics Services

Another branch of scientific publications on SMT state, that analyzing energy consumption data is a key challenge in smart grid management (e.g. Diamantoulakis et al. 2015). These data can also be used for improving decision-making processes at utility companies (e.g. Gluchowski et al. 2008).

Thus, Analytics Services of energy consumption data are to be defined as the second category for the business model framework.

Variable Prices

One service directly connected to the political objectives of SMT rollout is variable prices. Variable Prices are the base for Demand Response (DR) approaches, where utilizing pricing incentives influences a user's energy consumption. The US Department of Energy (DoE) defines DR as changes "in electric usage by end-use customers from their normal consumption patterns in response to changes in the price of electricity over time, or to incentive payments designed to induce lower electricity use at times of high wholesale market prices or when system reliability is jeopardized" (FERC 2013).

Thus, different types of variable prices can be implemented, like time-of-use-pricing (TOU), real-time-pricing (RTP) or critical-peak-pricing (CPP) that have different effects in different market situations (e.g. Faruqui et al. 2010). Other authors evaluated different options for designing variable prices (e.g. Flath 2014).

Eventually, Variable Prices can be defined as the third category of SMT functionalities to be shaped in a business model for energy utilities.

Connection of Devices

SMT is typically involved in an Advanced Metering Infrastructure (AMI), thus embedded in a technical communication infrastructure, where data can be exchanged bidirectional (e.g. Gerpott and Paukert 2013; Kranz and Picot 2012; Wunderlich et al. 2012). Thus, devices can be connected to the grid using SMT.

There are different types of device connection, like Direct Load Control (e.g. Dütschke and Paetz 2013; Ericson 2009; Newsham et al. 2011), where certain user devices can be controlled by utilities regarding their power status. Direct Load Control has also the highest impact in DR initiatives (Faruqui et al. 2011).

Hence, Connection of Devices via SMT is the fourth category for business model development.

Consulting Services

Finally, data measured by SMT can also be used for further issues inside and outside the energy world. Consulting Services can be build upon data analytics for grid or business consulting. Sub metered energy consumption data from production machines can e.g. potentially be used for predictive maintenance measures (e.g. Lange 2013).

Thus, Consulting Services are the fifth and last category to be shaped in a business model framework for SMT-enabled services.

4.2 Defining a business model framework

The above-mentioned categories were shaped subsequently into a business model framework. The resulting business model framework (cf. table 1) combines the following elements:

- SMT-enabled Service (as developed in 4.1) as framework categories.
- Components of the business model according to the "9 Building Blocks", stated by Osterwalder et al. (2005).
- The matching characteristics as stated by Osterwalder and Pigneur (2011) for each service per building block.

Osterwalder and Pigneur (2011) present potential characteristics as content for each building block. From this amount of available characteristics per component/building block of the business model, we derived the best fitting ones in a selection process conceptually using informal argumentation in a group of three researchers. Therefore, we analyzed the nature of every potential SMT-enabled service in detail and chose fitting elements in a consensus building approach by analyzing the role of the smart meter technology, the energy utility and the user. When necessary, we added characteristic where needed, using additional business model literature (e.g. Gassmann et al. 2013).

We went through every SMT-enabled service, shaping every single building block. We made at least three iterations until we came to a group consensus. Some characteristics were easier to assign to one building block of one SMT-enabled service (e.g. "Cost Reduction", one potential characteristic for the building block "Value Proposition" as stated by Osterwalder and Pigneur (2011) can be used for "Basic Feedback Services", as this service's main goal is to reduce energy consumption). Other characteristics were more difficult to assign (e.g. "Revenue Stream" for "Analytics Services"). In those cases, we used further business model literature to make sure to have taken all possible characteristics into consideration.

5 Demonstration and Evaluation

To evaluate the business model framework, a qualitative-empirical cross-sectional analysis (e.g. Paré 2004) was performed to ensure practical relevance and rigorous research. We wanted to evaluate, how business practice assesses the business model framework. According to Hevner et al. (2004), this "observational" design evaluation method has the highest quality, as it studies "the artifact in depth in business environment" (Hevner et al. 2004).

Based on existing contacts on the one hand and "cold calls" on the other hand, 12 German energy utilities were acquired, that indicated their willingness to collaborate in the evaluation process. Within these organizations, 13 key informants were identified as interviewees. The following

table 2 gives an overview of investigated energy utilities. For purposes of anonymization, experts are each coded with a number.

Revenue	Cost Structure	Partnership	Value Configuration	Capabilities	Customer Relationship	Channel	Target Customers	Value Proposition	SMT Enabled Energy Business Model Framework				
									Consulting Services	Analytics Services	Basic Feedback Services	Connection of Devices	Variable Prices
Usage fee, Renting	Cost- & Value-based	Strat. alliances & partnership, Acquisition, Trade	Solution	Intellectual & human resources, E-communication	Personal support, automated Communication	Energy Consulting Agency, Contact by telephone, Online-Contact	Niche Market, Segmentation	Consulting, Availability	Consulting Services	Analytics Services	Basic Feedback Services	Connection of Devices	Variable Prices
User fee, Revenue-based, „Razor-and-blade“	Value-based	Strat. alliances & partnership, Acquisition	Data processing, Mass-Customization	Intellectual & financial resources, E-communication	Automated, Personal support, Self-Service	Internet Sales	Trend to two-sided Mass Market, seg.	Novelty, Availability, Cost Reduction	Analytics Services	Basic Feedback Services	Connection of Devices	Variable Prices	
Advertising, Usage fee, Subscription	Cost-based	Strat. alliances & partnership, Acquisition	Providing infrastructure for data transmission, Mass-Customization	Financial resources, E-communication	Self-Service, Community (peer-to-peer), automated	Internet Sales, Energy Consulting Agency	Two-sided Mass Market	Price, Convenience, Cost Reduction	Basic Feedback Services	Connection of Devices	Variable Prices		
Selling, Subscription, „Razor-and-blade“	Value-based	Strat. alliances & partnership, Acquisition, Trade association	Solution	Physical, intellectual, human & financial resources	Personal support, automated	Sales department, Franchising	Niche Market	Novelty, Scalability, Cost Reduction	Connection of Devices	Variable Prices			
Subscription, Advertising, Compensation in accordance with Cost Reduction	Cost-based	Acquisition, strat. alliances, Trade association	Data processing	Human resources, E-communication	Personal support, automated	Franchising, Energy Consulting Agency	Trend to Mass Market	Cost Reduction, Novelty	Variable Prices				

Table 1: SMT Enabled Energy Business Model Framework

We used interviews as instrument for data collection and decided to develop a semi-structured interview guideline, which is based on a predefined catalog of questions but allowing for flexibility during the interview (Paré 2004). Days before the interviews were conducted, the business model framework and a summary have been sent by e-mail to the interviewees to ensure that the respondents had enough preparation time. All interviews were conducted by telephone and recorded as audio files. Following the suggestions from Luo and Wildemuth (2009), we relinquished with literal transcriptions and instead created summaries based on recordings, which are easier to collect and process for the purpose of data analysis.

<i>Interview-partner</i>	<i>Employee Job Position</i>	<i>State in Germany</i>	<i>Employees</i>
1	Sales Manager	Nordrhein-Westfalen	~ 75
2	Manager Electricity Grid	Bayern	~ 50
3	Employee Electricity Grid	Bayern	~ 50
4	Manager Market (Sales, Marketing, CRM)	Nordrhein-Westfalen	~ 160
5	Chief Executive	Niedersachsen	~ 75
6	Sales Manager	Nordrhein-Westfalen	~ 130
7	Advisor Sales and Smart Metering	Nordrhein-Westfalen	~ 600
8	Product Manager Smart Metering	Nordrhein-Westfalen	~ 2000
9	Employee Grid Incorporation	Sachsen	~ 140
10	Manager Energy Market	Bayern	~ 400
11	Manager Purchasing / Sales	Sachsen	~ 95
12	Engineering Executive	Baden-Württemberg	~ 90
13	Managing Position Sales	Nordrhein-Westfalen	~ 450

Table 2: Overview of investigated energy utilities

The results of the evaluation (cf. table 3) show first of all that there are respondents for each of the developed business models that recognize relevance in it. Nevertheless, a more restrained attitude could be observed in the interviews regarding the establishment of SMT-enabled services in general.

In the expert's opinion, *Basic Feedback Services* is the most relevant potential service (n=7 relevant). Some interviewed utilities already have offerings in that area, while others have had positive feedback from test phases.

The other SMT-enabled services were considered as not relevant for today by a majority of experts. *Consulting Services* and *Analytics Services* are mainly considered to have currently no market. Interviewed proponents argued instead that they can identify large saving potentials, especially in the B2B sector and that they are currently establishing such kind of services. *Connection of Devices* is currently considered to be technically too complex, but also seen as conceivable in the future.

Interestingly, Demand Response (i.e. Variable Prices) as one major research topic in Energy Informatics is also considered as currently non-economic by a majority of interviewed experts. Only a small number of utilities have had positive feedback during test phases and is currently offering this service to customers.

The evaluation of the building blocks for each SMT-enabled service revealed, that a majority of experts agreed with the refinements if they considered the service as relevant or conceivable in the future. Especially the developed potential characteristics for the building blocks 'Target Customers', 'Customer Relationship', 'Capabilities', 'Value Configuration' and 'Revenue' could be confirmed. Internet- or Franchise-based 'Channels' could instead not be acknowledged.

	Statements of Interviewees		Mentions
	Relevance	Reason [Interviewee]	
<i>Consulting Services</i>	<i>Not Relevant:</i> <i>n=5</i>	No market [8, 10, 12]	3
		Consulting more on exceptions regarding financial benefits [10, 11]	2
	<i>Relevant:</i> <i>n=3</i>	Offering existing [7, 13]	2
		Offering under development [4]	1
<i>Analytics Services</i>	<i>Not relevant:</i> <i>n=5</i>	Technically too complex [4, 12]	2
		Non-economic [5, 12]	2
		No market [7]	1
	<i>Relevant:</i> <i>n=3</i>	Identification of saving potentials (B2B) [11, 13]	2
<i>Basic Feedback Services</i>	<i>Not Relevant:</i> <i>n=4</i>	No demand from B2C customers [1, 9, 10, 12]	4
		Offering existing [4, 6, 7, 10]	4
	<i>Relevant:</i> <i>n=7</i>	Positive feedback in test phase [8]	1
		Identification of saving potentials (B2B) [11, 13]	2
<i>Connec-tion of Devices</i>	<i>Not Relevant:</i> <i>n=8</i>	Technically too complex [4, 5, 6, 7, 8, 12]	6
		Non-economic [6, 8]	2
	<i>Relevant:</i> <i>n=3</i>	Conceivable in future [10, 11, 13]	3
<i>Variable Prices</i>	<i>Not Relevant:</i> <i>for Customers</i> <i>n=12</i>	Non-economic [1, 2, 5, 7, 12]	5
		Loss of comfort [4, 6, 7, 10, 12]	5
		Missing opportunities for adaption [10, 12]	2
	<i>Not Relevant:</i> <i>for Utilities</i> <i>n=4</i>	Little chances for price influencing [2, 3]	2
		No offering from supplier [6]	1
		Currently no potential [13]	1
	<i>Relevant:</i> <i>n=3</i>	Positive feedback in test phase [8, 11]	2
	Offering existing [5]	1	

Table 3: Evaluation of SMT-enabled services

General Statements	Interviewee	Mentions
<i>Reference to competitors</i>		3
Cooperation with (big) competitors for offering services	1, 9	2
Big suppliers (utilities) as inspiring examples	2	1
<i>No Service Offering</i>		16
Insufficient financial resources	2, 3	2
Unclear regulatory (e.g. data privacy and/or consumer protection) and technical conditions	2, 3, 5, 8, 9, 11	6
Only temporary phenomenon	3, 12	2
Interest only by tech-savvy customers	4	1
Data for services must be obtained bureaucratically from grid operator	5	1
Customers perform cost savings by changing energy supplier	4, 6, 7	3
Energy services for residential consumers financially not rewarding	11	1

Table 4: General statements

As we noticed a rather negative attitude towards SMT-enabled services, we used the semi-structured characteristic of our interview to identify general statements from those experts, who currently have no digital service offerings. Table 4 shows these statements in an overview. It is remarkable, which role "big suppliers" currently play. They are still seen as "inspiring examples" for smaller energy utilities and as preferred cooperation partners. As we asked for further reasons, why currently no

service offering exists, we obtained a large number of reasons including insufficient financial resources or currently unclear regulatory and technical conditions.

The result of the observational evaluation shows, that our artifact was fine for that utilities that considered the SMT-enabled service as currently relevant or conceivable in the future. The evaluation furthermore revealed that energy utilities are not yet ready to seize the opportunities of SMT-enabled digitization in general and are oriented towards the actions of the big utilities.

6 Summary, Limitations and Outlook

The European energy sector is currently undergoing an extensive transformation process that forces energy utilities to alter their business models. As with smart metering technology (SMT), the energy sector experiences digitization, we developed a business model framework for establishing digital, SMT-enabled services. We evaluated the applicability of our artifact in a qualitative-empirical cross-sectional analysis with 13 key informants of energy utilities. Our evaluation revealed that the artifact was fine, when an expert considered the service to be relevant. More interestingly, our evaluation revealed that a large majority of energy utilities is not yet willing to adapt SMT-enabled digitization benefits, when it comes to service development.

Due to the uncertainty of utilities regarding digitization, we made a design oriented rush ahead in order to develop a base for further research. Thus, our artifact development is only conceptually, which is a huge limitation of this work. Furthermore, our framework is to be regarded on a meta-level. Finally, we did not consider data privacy aspects, which limit the amount of possible solutions. To intercept those weaknesses as good as possible, we carried out the alignment of our artifact with business practice in the form of a qualitative-empirical cross-sectional analysis.

To change the current aversion in creating SMT-enabled services, policy makers should provide both regulatory and technical conditions. Utilities should also integrate potential customers a lot more to open up a market for new services, which is considered to be currently non-existing.

7 Literature

- Aichele C, Dalkmann U, Margardt P, Uhlin J (2009) Business Process Framework and IT Architecture For Smart Meter Reading. In: Proceedings of the Wirtschaftsinformatik. Wien
- Al-Debei MM, Avison D (2010) Developing a unified framework of the business model concept. *European Journal of Information Systems* 19:359-376
- Baeriswyl M, Przepiorka W, Staake T (2011) Identifying individuals' preferences using games - A field experiment in promoting sustainable energy consumption. In: Proceedings of the ICIS 2011. Shanghai
- Burkhart T, Krumeich J, Werth D, Loos P (2011) Analyzing the Business Model Concept - A Comprehensive Classification of Literature. In: Proceedings of the ICIS 2011. Shanghai
- Darby S (2010) Smart metering - what potential for householder engagement? *Building Research & Information* 38:442-457
- Di Valentin C, Werth D, Loos P (2014) Towards a Business Model Framework for E-learning Companies. In: Proceedings of the AMCIS 2014. Savannah

- Diamantoulakis PD, Kapinas VM, Karagiannidis GK (2015) Big Data Analytics for Dynamic Energy Management in Smart Grids. In: *Big Data Research* 2(3):1-8
- Dütschke E, Paetz AG (2013) Dynamic electricity pricing - Which programs do consumers prefer? *Energy Policy* 59:226-234
- Ericson T (2009) Direct load control of residential water heaters. *Energy Policy* 37(9):3502-3512
- Faruqui A, Harris D, Hledik R (2010) Unlocking the €53 billion savings from smart meters in the EU: How increasing the adoption of dynamic tariffs could make or break the EU's smart grid investment. *Energy Policy* 38(10):6222-6231
- FERC (2013) Assessment of Demand Response & Advanced Metering. Staff Report
- Feuerriegel S, Strüker J, Neumann D (2012) Reducing Price Uncertainty through Demand Side Management. In: *Proceedings of the ICIS 2012*. Orlando
- Flath CM, Nicolay D, Conte T, et al. (2012) Cluster Analysis of Smart Metering Data - An Implementation in Practice. *Business & Information Systems Engineering* 4(1):31-39
- Flath CM (2014) Evaluation Time-Of-Use Design Options. In: *Proceedings of the ECIS 2014*. Tel Aviv
- Gerpott TJ, Paukert M (2013) Determinants of willingness to pay for smart meters: An empirical analysis of household customers in Germany. *Energy Policy* 61:483-495
- Gluchowski P, Gabriel R, Dittmar C (2008) *Management Support Systeme und Business Intelligence - Computergestützte Informationssysteme für Fach- und Führungskräfte*. 2. Auflage. Springer Berlin, Heidelberg
- Goebel C, Jacobsen H, et al. (2014) Energy Informatics - Current and Future Research Directions. *Business & Information Systems Engineering* 1:25-31
- Gottwalt S, Ketter W, Block C, Collins J, Weinhardt C (2011) Demand side management - A simulation of household behavior under variable prices. *Energy Policy* 39(12):8163-8174
- Graml T, Loock CM, Baeriswyl M, Staake T (2011) Improving Residential Energy Consumption at Large Using Persuasive Systems. In: *Proceedings of the ECIS 2011*. Helsinki
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28(1):75-105
- Jagstaidt U, Kossahl J, Kolbe L (2011) Smart Metering Information Management. *Business & Information Systems Engineering* 5:323-326
- Klima C, Winkelmann A (2015) Anforderungen an Endkunden-Demand-Response-Informationssysteme. In: *Proceedings of the Wirtschaftsinformatik 2015*. Osnabrück
- Kolks U, Pippert A, Meyer J (2012) Energie erlebbar machen - mit innovativen Angeboten Kunden gewinnen. In: Servatius HG, Schneidewind U, Rohlfing D (Hrsg) *Smart Energy - Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem*. Berlin, Heidelberg, S. 81-99
- Kranz J, Gallenkamp JV, Picot A (2010) Exploring the Role of Control - Smart Meter Acceptance of Residential Consumers. In: *Proceedings of the AMCIS 2010*. Lima
- Kranz J, Picot A (2012) Is It Money Or The Environment? An Empirical Analysis of Factors Influencing Consumers' Intention to Adopt the Smart Metering Technology. In: *Proceedings of the AMCIS 2012*. Seattle

- Lange TA (2013) Entscheidungsunterstützung für Smart Energy. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 50 (3):71-79
- Liu Q, Cooper G, Linge N, et al. (2013) DEHEMS - creating a digital environment for large-scale energy management at homes. IEEE Transactions on Consumer Electronics 59:62–69
- Luo L, Wildemuth B (2009) Semistructured Interviews. In: Wildemuth B (Hrsg) Applications of social research methods to questions in information and library science. Westport, S. 232-241
- Loock CM, Staake T, Thiesse F (2013) Motivating Energy-Efficient Behavior with Green IS: An Investigation of Goal Setting and the Role of Defaults. MIS Quarterly 52(4):1313-1332
- Newsham GR, Birt BJ, Rowlands IH (2011) A comparison of four methods to evaluate the effect of a utility residential air-conditioner load control program on peak electricity use. Energy Policy 39(10):6376-6389
- Osterwalder A, Pigneur Y, Tucci CL (2005) Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept. Communications of the Association for Information Systems 16:1-25
- Osterwalder A, Pigneur Y (2011) Business Model Generation - Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer. Campus Frankfurt am Main
- Peppers K, Tuunanen T, Rothenberger M, Chatterjee S (2008) A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems 24(3):45-77
- Paré G (2004) Investigating information systems with positivist case study research. Communications of the Association for Information Systems 13(1):233-264
- Rohlfing D (2012) Schöne neue Smart Energy Welt - Ansichten einer Technik im Übergang. In: Servatius HG, Schneidewind U, Rohlfing D (Hrsg) Smart Energy - Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem. Berlin, Heidelberg, S. 63-77
- Servatius HG (2012) Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem mit neuen Geschäftsmodellen. In: Servatius HG, Schneidewind U, Rohlfing D (Hrsg) Smart Energy - Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem. Berlin, Heidelberg, S. 3-43
- Strüker J, Weppner H, Bieser G (2011) Intermediaries for the Internet of Energy - Exchanging Smart Meter Data as Business Model. In: Proceedings of the ECIS 2011. Helsinki
- Veit D, Clemons E, Benlian A, et al. (2014) Business Models - An Information Systems Research Agenda. Business & Information Systems Engineering 6(1):45-53
- Vest P (2012) Intelligente Zähler, der Markt für Energieeffizienz und sein Dilemma. In: Servatius HG, Schneidewind U, Rohlfing D (Hrsg) Smart Energy - Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem. Berlin, Heidelberg, S. 209-220
- Vom Brocke J, Simons A, Niehaves B, et al.: Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: Proceedings of the ECIS 2009. Verona
- Watson RT, Boudreau MC, Adela JC (2010) Information Systems and Environmentally Sustainable Development - Energy Informatics and New Directions for the IS Community. MIS Quarterly 34(1):23-38
- Wunderlich P, Veit D, Sarker S (2012) Examination of the Determinants of Smart Meter Adoption: An User Perspective. In: Proceedings of the ICIS 2012. Orlando

Teilkonferenz Hedonische Informationssysteme

Zunehmend entstehen Plattformen und Anwendungssysteme, deren Nutzung auf hedonistischen Anreizen, wie Spaß und Freude, Motivation oder ein Gefühl der Verbundenheit der Anwender basieren. Dazu gehören Social-Media-Plattformen, mobile Applikationen oder auch Systeme des Wissens- und Innovationsmanagements in Unternehmen und Konzepte der Open Innovation. Im Gegensatz zu bisher in der Praxis existierenden Informationssystemen, deren Akzeptanz und Nutzung seit Langem Gegenstand der Forschung in der Wirtschaftsinformatik ist, basieren neuere Plattformen und Ansätze häufig auf Selbstorganisation sowie auf Freiwilligkeit der Teilnahme und Motivation zur Nutzung. Sie erfordern daher auch neue Gestaltungs- und Steuerungskonzepte.

Die Ausgestaltungen, Wirkungsweisen, und Mechanismen dieser hedonischen Informationssysteme sind bisher wenig untersucht. So ist zum Beispiel die gängige Praxis der Geschäftsprozessanalyse als Grundlage zur Gestaltung nicht ausreichend, da mit einem solchen Vorgehen menschliche Faktoren vernachlässigt werden. Analyseansätze, wie das Technology Acceptance Model und bekannte Diffusionsmodelle sind nur bedingt in der Lage ein vollständiges Bild darzustellen. Denn auch sie berücksichtigen die hedonischen Faktoren, ihre Wirkungsweisen und Dynamiken nicht angemessen.

In der Teilkonferenz werden innovative und herausragende Forschungsbeiträge zu hedonischen Informationssystemen in der Breite zu vorgestellt und diskutiert.

Stefan Stieglitz, Christian Scheiner, Susanne Robra-Bissantz, Christoph Lattemann
(Teilkonferenzleitung)

Dispositional IT Choice – A Multi-Group Analysis of Hedonic System Adoption on the Basis of Personality Traits

Friedrich Born¹, Julia Krönung², and William Marty¹

¹ Goethe Universität Frankfurt, Institut für Wirtschaftsinformatik, fborn@wiwi.uni-frankfurt.de

² Universität Mannheim, kroenung@bwl.uni-mannheim.de

Abstract

The economic development of the world has not only led to increased wealth, but also to increased spare-time, which drives the overall demand for leisure activities and hedonic technologies. The initial adoption of technologies has received a lot of attention, but decisions made between adopted technologies have been virtually not present. We thus focus in our study on the choice between different hedonic technologies and investigate how dispositional traits can alter the usage behavior. We adopt a multi-group analysis to analyze the effect of different personality traits. Our main findings are: A positive attitude towards the old technology does not necessarily have a negative effect on the attitude towards the new technology. Our findings suggest that neuroticism is responsible for the negative effect of the established attitude. We also found a negative relationship between the habitual use of an old system and the attitude towards the new systems for individual's low in neuroticism and high in openness. Our study is also the first to investigate the relations of habits and personality traits. Finally, we present further evidence for the effect of extraversion on actual usage.

1 Introduction

The economic development of the world's economies has not only led to increased wealth among the world population, but also to a decrease in an individual's average working hours. Increased wealth and spare-time drives the overall demand for leisure activities. Prominent options for spending leisure time are hedonic information systems. In contrast to utilitarian systems, which are normally used to perform certain tasks or goals in a professional context, the hedonic usage of information systems is a goal in itself (Van der Heijden 2004). Individuals have a variety of options for their leisure time, either between differing activities or even among different technologies for the same activity. Most users have even adopted multiple technologies for the same leisure activity. The initial adoption of technologies has received a lot of attention, but decisions made between adopted technologies have been virtually not present (Schwarz and Schwarz 2015). Prior research addressed mostly the drivers of a commitment towards a single technology. Exceptions are rare, e.g. Limayem et al. (2007), who went in a different direction and analyzed how an old habit can

impact the usage of an adopted technology. In a similar case, Hsieh et al. (2012) investigated the determinants of a switching behavior in cases where both technologies are substitutes, but the focus lies on discarding one technology for the other and not keeping both in the long run. However, the apparent influence of personality traits on the usage of technology (McElroy et al. 2007; Devaraj et al. 2008; Barnett et al. 2015) have not been evaluated. Even though the dispositional influence on users is widely acknowledged, like aversion against technologic advances infused by neuroticism (Devaraj et al. 2008). Schwarz and Schwarz (2015) argue that the current adoption models in IS are not able to predict which choice is more likely to be made between multiple adopted options, despite its apparent relevance for individuals' daily lives. Schwarz and Schwarz (2015) made initial strides in answering this question by analyzing technology choices among productivity systems. Hedonic technologies have not been considered so far, even if the adoption of one hedonic technology usually does not rule out the adoption of another technology. We believe that this choice scenario is even more prevalent in a hedonic context, because the use of hedonic technologies is less dependent on extrinsic factors or rational considerations (Wu and Lu 2013). The consideration of choice behavior in the context of hedonic technologies is beneficial for IS research, because it provides further insight in personal usage behavior. It is also helpful for IS practice, because it heightens the understanding of users and thus customers' usage and decision behavior. Producers are currently left without theoretical models to explain such a behavior. We thus focus in our study on the choice between different hedonic technologies and investigate how dispositional traits can alter the usage behavior of hedonic technologies. For the purpose to analyze the effect of different personality traits, we adopt a multi-group analysis.

2 Personality Traits and Behavior in Information Technology

The personality of an individual and the granular traits of the personality are partly responsible to how and why individuals behave in specific ways and situations (Ajzen 2005). We understand traits as "dimensions of individual differences in tendencies to show consistent patterns of thought, feelings, and actions" (McCrae and Costa 2003). Traits are continuous and not dichotomous, meaning that an individual can have more of a trait and thus show more of the associated tendencies, or she can have less of the trait and the tendencies (McCrae and Costa 2003). Personality traits are also stable over a long period of time as soon as they are formed during the adolescence and young adulthood, albeit they tend to change towards a more social direction with seniority (McCrae and Costa 2003). It is apparent that traits can determine an individuals personality as stable dispositions, but the question remains what traits are sufficient to reflect a personality. One way to accomplish this feat is the usage of natural language to describe and assess the many traits that are described in human languages. This approach is not only intuitive, but favorable in two ways. First, it considers a comprehensive account of human traits (McCrae and Costa 2003). There is no human feature that can not be described. Which is also the second advantage of natural language, namely the universal understanding of the traits (McCrae and Costa 2003). A model that uses natural language and the historically described traits as its foundation is the big five inventory, which consists of the factors neuroticism (N), openness (O), extraversion (E), conscientiousness (C), and agreeableness (A) (Goldberg 1990; McCrae and Costa 2003). It is possible to explain the variance of (almost) all dictionary traits and thus personalities through this five factors (McCrae and Costa 2003).

Prior studies on the influence of personality traits in IS research are rare and can be categorized into what kind of personality traits where used in their research: Higher-order traits like the big five inventory, narrow traits for specific accounts, or IT-specific traits (Maier 2012). However, just a

handful of studies applied more general trait models to identify the higher-order personality of an individual. A few researchers analyzed the personality traits associated with the big five inventory in relation to the adoption, intended use, or actual usage of technologies. Venkatesh and Windeler (2012) found that individuals high on A, C, E, and O are more likely to adopt new technologies. Svendsen et al. (2013) added findings that E and N are positively related to perceived usefulness and perceived ease of use, and behavioral intention, while Devaraj et al. (2008) presented conflicting findings of the effects of N towards the perception of usefulness. According to Devaraj et al. (2008), N is reflected as a negative reaction to technology advances. However, the only study which analyzed actual usage with the help of the complete big five inventory, found that E is negatively related to actual usage (Barnett et al. 2015). It is widely acknowledged that personality traits have an effect on human behavior, but the question remains if the effect is direct or indirect. Prior research in IS presents conflicting evidence for the nature of personality traits' impact. Barnett et al. (2015) suggest that extraversion has a direct effect, but negative effect on the actual usage. Venkatesh and Windeler (2012) on the other side suggest, that personality traits or dispositions in general show a moderating and thus indirect effect. Maier et al. (2012) further supports that dispositions are responsible for indirect effects. Jackson et al. (2013) even addressed a complete study to the question whether traits show direct or indirect effects, with the conclusion that most behavioral models like TPB, TAM, and UTAUT are actually moderated by personality traits. However, no study analyzed the influence of personal traits on the usage of hedonic technologies, yet (Maier 2012). Prior research focused mainly on the influence of personality traits in the context of professionally used technologies.

3 Technology Choice in Hedonic Use

A first step in understanding technology choice is to analyze post-adoption behavior. If one technology is continuously used, an alternative is consequently not used as much. However, this does not explain how users judge competing technologies and which factors are crucial. Schwarz and Schwarz (2015) proposed an initial model to understand user behavior in situations of technology choice. The model is similar to the theory of planned behavior (Ajzen 1991) and is built primarily around the attitude-intention-behavior relationship. Their study showed that users have absolute views about a technology, but users' choice behavior depend on relative judgments of technologies. The context of technology choice is situated in the post-adoption phase (Schwarz and Schwarz 2015), where an individual is relatively committed to multiple technologies. Thus he or she has adopted all of the prevalent options and has generally positive attitudes and perceptions of that technologies (Schwarz and Schwarz 2015). The conclusion of Schwarz and Schwarz (2015) is that an individual has a specific number of attitudes towards her adopted options and decides based on the attitudes for any given choice. These relationships have been explored for work related technologies. The hedonic use of technology is a structurally understudied field in IS (Wu and Lu 2013). Choice behavior in hedonic technology is not considered in IS literature yet, despite that the adoption of multiple technologies is an apparent phenomenon in developed economies. The differences in decision behavior between hedonic and utilitarian contexts are recognized in the scholarly literature and it is recommended to incorporate factors related to the usage setting (Van der Heijden 2004). We believe that personal dispositions are more important in a hedonic context, because the use of hedonic technologies is less dependent on extrinsic factors or rational considerations (Wu and Lu 2013). Intrinsic factors play a more important role in the usage of hedonic technologies and even a more important role in the shift of users behaviors (Wu and Lu

2013). The consideration of personal disposition is thus a critical extension of current literature in IS research of hedonic technologies.

4 Research Model

We adopt the approach of Schwarz and Schwarz (2015) as a starting point for our investigation with the limitation that attitudes alone might not be sufficient to explain a choice between hedonic technologies, because the use of hedonic technologies is hardly captured by only a rational evaluation of the given choices. We thus suspect that personality traits might show stronger effects, because rational evaluations play a less important role (Wu and Lu 2013). Like the research model of Schwarz and Schwarz (2015), we base our model on the Theory of Planned Behavior (TPB) (Ajzen 1991). Since Jackson et al. (2013) presented evidence that personality traits are moderating the behavior in common behavioral models, like TPB, we also expect moderating effects of personality traits on usage behavior. Additionally, we consider habitual usage as a possible determinant of choice behavior as suggested by Limayem et al. (2007). All relevant determinants, experiences, and potential outcomes of an behavior are summarized into one general evaluation of a behavior, which is an attitude (Ajzen 1991). We understand attitudes as associations between objects and valenced information about those objects, which an individual possesses in his memory (Fazio 2007). In situations where contrasting beliefs occur, like positive evaluations of two adopted, hedonic technologies, individuals tend to stick with the most resistant attitude, which is usually the most recent attitude: the attitude towards the old system (Brehm 2007). In a case where two choices are present and the individual has extensive experiences with the old information system and a positive attitude towards using that system, the theory expects a kind of positive feedback loop, because past experience is a determinant of attitudes (Ajzen 1991). Habits are shaped by past behaviors and by established attitudes, we therefore suggest that the attitude towards using an old system has an impact on the habitual use of this system. We thus hypothesize:

H1: A positive attitude towards using the old technology has a negative impact on the attitude towards using a new technology.

H2: A positive attitude towards using the old technology has a positive impact on the habitual use of the old technology.

Attitudes are consistent predictors of intentions, especially if the intention is directed towards a behavior rather than an object (Bagozzi 1981; Ajzen 1991; Ajzen 2005). We subsequently hypothesize:

H3: A positive attitude towards using a new technology has a positive effect on the intention to use a new technology.

Habits are built by past experience and exposure to an information system, the use of which becomes more automated and less conscious with increased repetition (Limayem and Hirt 2003). Well established and strong habits of specific system usage results in subconscious behaviors (Limayem and Hirt 2003), which can interfere with the formation or activation of conscious intentions (Verplanken and Aarts 1999; Brehm 2007). Established habits support the attitude towards using the old technology through more personal experience and more recent activation (Verplanken and Aarts 1999; Limayem et al. 2007). Habits are a comparable concept to the intention formation process; both serve the purpose to induce certain behaviors (Verplanken and Aarts 1999). But it simply triggers a behavior with a high goal fit (Verplanken and Aarts 1999). The habitual

behavior formation takes several contextual pieces of information into account, but is less cognitive in comparison to the intention formation process and thus less controllable by the user (Verplanken and Aarts 1999). The automated behaviors lower the influence of intentions and thus the relationship between intentions and behavior becomes weaker and becomes effectively overruled, resulting in behavioral lock-ins (Bagozzi 1981; Verplanken and Aarts 1999; Betsch et al. 2004; Limayem et al. 2007). We subsequently hypothesize:

H4: Habits have a negative impact on the attitude towards using the new technology.

H5: A habitual use of the old technology has a negative effect on the intention to adopt a new technology.

Behavioral intentions are known as the strongest predictor of actual usage in general (Ajzen 1991; Ajzen 2005) and in the context of information technology (Bhattacharjee 2001; Turner et al. 2010; Barnett et al. 2015). We do not expect a different outcome and thus hypothesize:

H6: A behavioral intention has a positive effect on the actual usage of a technology.

5 Method

In order to analyze whether personality traits can have an impact on the technology choice between adopted, hedonic technologies in a post-adoption scenario, we deliberately focused on two well adopted technologies, which can be completely substituted and still serve the same function. We identified books and e-books as a fitting technology, because both serve as a means to present the same content, which is often consumed in a hedonic fashion.

We retained the personality traits with the help of the Big Five Inventory from Rammstedt and John (2007), where they reduced the usually extensive personality inventories to 10 items without a significant reduction of obtained variance, thus the name BFI-10 for their inventory. Our other constructs have been widely used and validated by several researchers and we adapted their reported items carefully to our case. We adopted and adapted the constructs reported by Yang & Yoo (2004) to measure both attitude constructs in our case. The habit items have been adopted from Polites and Karahanna (2012). For measuring the behavioral intention, we adopted the reported items from Venkatesh et al. (2003). And finally, the items for measuring actual usage behavior have been adopted from Limayem et al. (2007). We included only successful users of both technologies in our analysis. The survey was performed as an online questionnaire. The study was conducted during the spring of 2015 over a timespan of four weeks. We recorded a total of 353 responses, with 233 complete responses. The majority of the responses (71%) came from female participants, while 29% of responses came from males. The average participant was 24 years old (mean: 23,78 years; median: 23), and earned at least a high school diploma (65%) or even a university degree (20% Bachelors Degree, 8% Masters Degree).

6 Data Analysis

For the analysis of our hypothesis, we chose to analyze the data using partial least square structural equation modeling (PLS-SEM), which we performed with R and the *pls*pm-Package and SmartPLS. PLS is an appropriate way to test complete theories and concepts, especially since it allows us to assess and test the relationships between constructs on the theory level (Hair et al. 2012). We applied several established tests to evaluate the measurement model. For internal construct validity

we calculated the Cronbach's Alphas, which exceeded the threshold of 0.7 in all cases (Hair et al. 2013). For indicator reliability we examined the outer loadings of each indicator on its latent variable, which should exceed the threshold of 0.708 (Hair et al. 2013). All of our outer loadings are above the threshold. For convergent validity we estimated the average variance extracted (AVE) which also exceeds the threshold of 0.5 in all cases (Fornell and Larcker 1981). To test for discriminant validity we applied two tests: First, the Fornell-Larcker-Criterion (Fornell and Larcker 1981), which states that the square root of the AVE should be higher than the correlation with other latent variables. Our measurement model exceeded all criteria as shown in Table 1.

	AVE	Cronbachs Alpha	ATTB	HAB	ATTE	INT	USE
ATT_o	0.765	0.939	0.875				
HAB	0.909	0.967	0.311	0.953			
ATT_n	0.833	0.960	0.105	-0.182	0.809		
INT	0.888	0.937	-0.009	-0.145	0.669	0.943	
USE	0.892	0.960	-0.091	-0.252	0.618	0.681	0.944

Table 1: AVE, Cronbachs Alpha, Fornell-Larcker-Criterium

We also examined the cross loadings of our indicators, where indicators should not exhibit higher cross loadings than outer loadings (Hair et al. 2013). All of our indicators passed this test as well. We also addressed the issue of common method bias through a post-hoc analysis of the Harman-Single-Factor (Podsakoff et al. 2003). The single, unrotated factor accounted for 35% of the variance, while the exploratory factor analysis using the principal components analysis resulted in five factors with an explained variance of 86%, thus common method bias is not an issue in our data (Podsakoff et al. 2003).

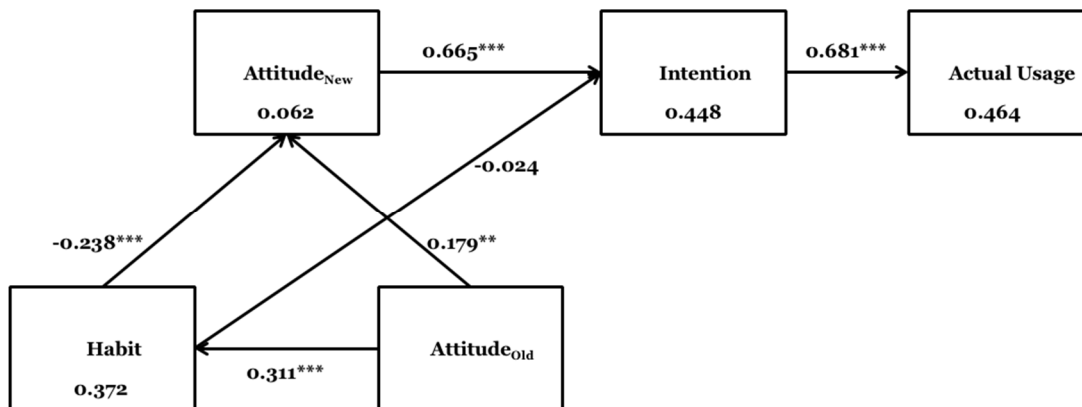


Figure 1: Structural Model

For the evaluation of the structural model, we first tested for collinearity by assessing the VIF of our constructs. A VIF below 5 indicates that the structural model does not have collinearity issues. None of our latent constructs shows signs of collinearity issues with VIF values between 1.00 and 1.79 (Hair et al. 2013). Next, we performed a bootstrapping procedure to assess the significance of the paths on different levels. The results indicate that the path of **H1** is significant on a 1%-level. The paths of **H2**, **H3**, **H4**, and **H6** are even significant on a 0.1%-level, while **H5** is not supported

by our data. We also calculated the R^2 values for our dependent latent variable, resulting in a moderate predictive accuracy for actual usage (R^2 : 0.464) (Hair et al. 2011). The path coefficients, R^2 values, and significance levels can be taken from Figure 1.

7 Multi Group Analysis

7.1 Determining the Subgroups

Our results with the general population showed that our general model produces stable results. In order to assess if our sample contains unobserved heterogeneity and can be analyzed with the PLS-MGA method, we need to identify relevant subgroups within our sample (Henseler 2012). Since we are interested in different personality trait profiles within our sample, we clustered our sample based on the individual scores on the personality battery BFI by Rammstedt and John (2007).

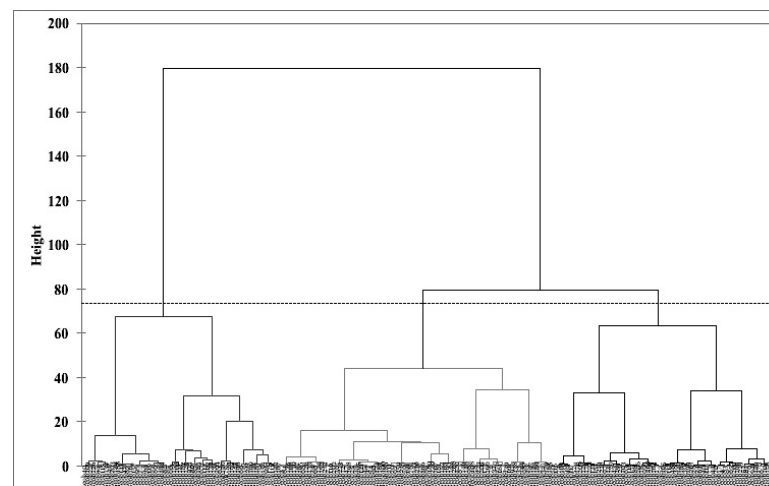


Figure 2: Dendrogram

We applied two methods to determine and confirm the natural number of clusters within our sample: We first applied Ward's hierarchical clustering method to obtain the natural number of clusters within our sample. Second, we applied Model-Based cluster analysis to confirm the result of the first analysis. Ward's algorithm is an agglomerative clustering method, which means that n clusters is the starting solution and the number of clusters is successively reduced until the within-group variance is minimized (Murtagh and Legendre 2014). The ward method is also well suited for multivariate data (Murtagh and Legendre 2014), like our sample. The resulting dendrogram is showed in Figure 2. We can see that approximately 60% of the variance is explained by only three clusters (difference of total height and height of the horizontal line dived by total height).

However, one could argue that a further reduction to two clusters would explain only a marginally smaller variance and might be an equal fit for our purpose. We evaluated this possibility by applying the model-based clustering method, which determines the number of clusters by maximization of expectations and applies the Bayesian model selection method to select the number of clusters (Fraley and Raftery 1998). The advantage of this method is, that it can work with multivariate data and is interpreted with the common BIC criterion (Fraley and Raftery 1998). The analysis indicated the highest BIC score for the model with $k=3$ clusters, while the BIC scores for models with $k=2$ or $k=4$ are lower. Thus, both methods suggest that we have three distinct clusters within our sample.

The resulting three clusters divided the sample in subgroups of 69 (cluster 1), 91 (cluster 2), and 63 (cluster 3). While the size of the clusters varied, the demographics of the clusters are fairly similar. The mean ages are fairly similar (1: 25 years, 2: 23 years, 3: 23 years), so is the division of genders (1: 71% female/29% male, 2: 67%/33%, 3: 78%/22%), or education (1: 64% high school diploma/17% Bachelors degree/10% Masters degree, 2: 64%/ 23%/ 8%, 3: 68%/19%/6%).

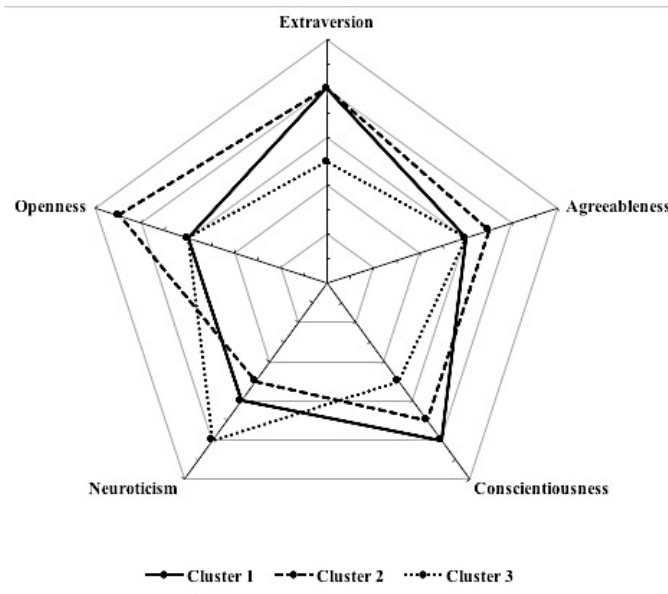


Figure 3: Personality Profiles across the Clusters

The similarity in the demographics of our subgroups suggest that the differences are based on the personality profiles. Figure 3 shows a net diagram for the personality profiles across our three subgroups. The Diagram shows the centroids of each trait for every subgroup. For example, the centroid of Neuroticism in group 3 is 4 out of a 5-point scale. We can see that Extraversion is either above average as in group 1 and 2 or beneath average, which would result in a pretty average showing within the general sample. A similar case can be seen with openness, which is above average in group 2 with a centroid of 4.5 out of 5, and average scoring in groups 1 and 3 with centroids of 3 out of 5.

7.2 PLS-MGA Results

Equally to our general model, we first evaluated the measurement models and structural models for each subgroup. We applied the same procedures for the subgroups as reported for the general model. The measurement and structural models of each subgroup passed all applied tests, as did our general model. With the single measurement and structural models in order, we applied the PLS-MGA algorithm to assess if the subgroups show significant differences when compared to each other. We applied the procedures as described by Henseler (2012). The following Table 2 presents four different measures: First, the beta or path coefficients for each hypothesis and each cluster (C1, C2, C3) and the accompanying p values from the bootstrapping procedure. Second, the differences in the beta coefficients between the three cluster pairings and the according p values from the bootstrapping procedure. The first interesting result is that **H1** is only significant for the third cluster, even with a relatively high albeit negative magnitude on the path coefficient (Hair et al. 2013). C1 and C2 are both not significant, even though the hypothesis was supported by our general

model. Our results suggest that a positive attitude towards books does not necessarily has an influence on the attitude towards e-books, except for individuals high in neuroticism and low in conscientiousness. Accordingly, the differences between C3 and the other clusters is significant as well.

	β -coefficients			p values			$\Delta\beta$ -coefficients			p values (diff)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1C2	C1C3	C2C3	C1C2	C1C3	C2C3
H1	-0.24	0.15	-0.25	0.11	0.22	0.00	0.32	0.66	0.27	0.97	0.00	0.05
H2	0.43	0.24	0.45	0.00	0.01	0.01	0.20	0.12	0.08	0.10	0.80	0.35
H3	0.61	0.73	0.62	0.00	0.00	0.00	0.12	0.01	0.11	0.89	0.48	0.87
H4	-0.08	-0.40	-0.12	0.59	0.00	0.41	0.32	0.05	0.27	0.03	0.59	0.05
H5	-0.04	-0.06	0.04	0.64	0.42	0.71	0.02	0.09	0.01	0.45	0.28	0.24
H6	0.56	0.75	0.73	0.00	0.00	0.00	0.19	0.17	0.02	0.99	0.02	0.62

Table 2: Differences between Clusters

The second interesting finding is that **H4** is only supported for C2. The beta coefficient is even remarkably high and negative, while the relation could not be supported for C1 and C3. Surprisingly, C2 only differs in the traits of openness, where it is above average compared to our subgroups and neuroticism, where it is below average in comparison to C1 and C2. The third interesting finding is the differences in the magnitude of the intention and actual usage relation in **H6**. All three subgroups support the hypothesis, even with coefficients of 0.56, 0.75, and 0.73, respectively. However, the path coefficient of C1 is remarkably lower compared to C2 and C3. However, only the difference between C1 and C3 is significant on a 5%-level. The profiles differ in the traits of extraversion, where C1 is above average and C3 beneath average, neuroticism, where C3 is above average and C1 beneath, and conscientiousness, where C1 is above average and C3 is below.

8 Discussion

Our first finding addressed the negative effect of the attitude towards books (the old technology) on the attitude towards e-books in the hedonic context. The only cluster with this significant relationship shows two differing traits in comparison to our two other subgroups: The participants are above average in neuroticism and low in conscientiousness. This finding is perfectly aligned with the prior finding of Barnett et al. (2015), where (high) conscientiousness positively influenced the evaluation of a behavior and neuroticism had a negative effect. Devaraj et al. (2008) even reasoned that neuroticism might be generally reflected in an aversion of technologic advances. Our findings suggest that this is also the case for a hedonic use of technology and technologic advances. Our second finding shows that the relation between the habitual usage of an old technology can have a negative effect on the attitude towards the new technology for individuals who are low in neuroticism and high in openness. This result is actually puzzling for multiple reasons. To our knowledge, there is no study that has yet presented any significant effect of openness on the usage of or evaluation of technologies. Neuroticism on the other hand seems to be an inhibitor of change. The antipode of neuroticism is emotional stability (Goldberg 1990), which might be responsible for the stability and dominance of established habits. The relation between personality traits and habits is a generally understudied field. Our findings suggest that it might be worthwhile to analyze in

further studies and maybe advance and fully explain our finding. Our final finding is the lower intention behavior correspondence for our first cluster. The individuals in that cluster are low in neuroticism and high in extraversion. While the low manifestation of neuroticism is actually surprising and kind of counterintuitive, the second trait adds further evidence for a still debated relationship of extraversion and actual usage. Extraversion has been often expected to have a negative influence of actual usage, many studies showed actually a positive effect of extraversion on usage (Svendsen et al. 2013; Jackson et al. 2014). But, our findings support the most recent and more theoretically sound findings by Barnett et al. (2015). Users behavior in hedonic choice behaviors are not only affected by intrinsic factors like arousal (Wu and Lu 2013), but also by personal dispositions like extraversion or neuroticism.

9 Conclusion

Our study is the first study to analyze the technology choice in the post-adoption stage of hedonic systems with the help of personality traits. We have been able to present three main findings: First, a positive attitude towards the old technology does not necessarily have a negative effect on the attitude towards the new technology, depending on the personality trait sets of the individuals. Our findings suggest that neuroticism is responsible for the negative effect of the established attitude and thus reflecting an aversion against technologic advance. The second finding presented a significant, negative relationship between the habitual use of an old technology and the attitude towards the new technologies for individual's low in neuroticism (or high in emotional stability, respectively) and high in openness. Our study is the first to investigate the relations of habits and personality traits. This effect needs further investigation, before a final verdict can be announced. Finally, we present further evidence for the effect of extraversion on actual usage, which was negative in our case. Despite the limitation of our study that we only investigated a single, hedonic technology pair, our findings advance the understanding of individual's behavior in technology choice. But our study should only be the starting point for further investigation.

10 Literature

- Ajzen I (2005) Attitudes, personality, and behavior.
- Ajzen I (1991) The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50:179–211
- Bagozzi RP (1981) Attitudes, intentions, and behavior: A test of some key hypotheses. *Journal of Personality and Social Psychology* 41:607–627. doi: 10.1037/0022-3514.41.4.607
- Barnett T, Pearson AW, Pearson R (2015) Five-factor model personality traits as predictors of perceived and actual usage of technology. *European Journal of Information Systems* 24:374–390. doi: 10.1057/ejis.2014.10
- Betsch T, Haberstroh S, Molter B, Glöckner A (2004) Oops, I did it again—relapse errors in routinized decision making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 93:62–74. doi: 10.1016/j.obhdp.2003.09.002
- Bhattacharjee A (2001) Understanding information systems continuance: an expectation-confirmation model. *MIS Quarterly* 25:351. doi: 10.2307/3250921

- Brehm JW (2007) A Brief History of Dissonance Theory. *Social Pers Psych Compass* 1:381–391. doi: 10.1111/j.1751-9004.2007.00035.x
- Davis FD, Bagozzi RP, Warshaw PR (1989) User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *MIS Quarterly* 13:982–1003. doi: 10.1287/mnsc.35.8.982
- Devaraj S, Easley RF, Crant JM (2008) How Does Personality Matter? Relating the Five-Factor Model to Technology Acceptance and Use. *Information Systems Research* 19:93–105. doi: 10.1287/isre.1070.0153
- Fazio RH (2007) Attitudes as object-evaluation associations of varying strength.
- Fornell C, Larcker DF (1981) Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *JMR* 18:39–50
- Fraley C, Raftery AE (1998) How Many Clusters? Which Clustering Method? Answers Via Model-Based Cluster Analysis. *The Computer Journal* 41:578–588. doi: 10.1093/comjnl/41.8.578
- Goldberg LR (1990) An alternative “description of personality”: The Big-Five factor structure. *Journal of Personality and Social Psychology* 59:1216–1229. doi: 10.1037/0022-3514.59.6.1216
- Hair JF Jr, Ringle CM, Sarstedt M (2013) Partial Least Squares Structural Equation Modeling: Rigorous Applications, Better Results and Higher Acceptance. *Long Range Planning* 46:1–12. doi: 10.1016/j.lrp.2013.01.001
- Hair JF, Ringle CM, Sarstedt M (2011) PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *The Journal of Marketing Theory and Practice* 19:139–152. doi: 10.2753/MTP1069-6679190202
- Hair JF, Sarstedt M, Ringle CM, Mena JA (2012) An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science* 414–433. doi: 10.1007/s11747-011-0261-6
- Henseler J (2012) PLS-MGA: A non-parametric approach to partial least squares-based multi-group analysis
- Hsieh J-K, Hsieh Y-C, Chiu H-C, Feng Y-C (2012) Post-adoption switching behavior for online service substitutes: A perspective of the push/pull/mooring framework. *Computers in Human Behavior* 28:1912–1920. doi: 10.1016/j.chb.2012.05.010
- Jackson JD, Yi MY, Park JS (2013) An empirical test of three mediation models for the relationship between personal innovativeness and user acceptance of technology. *Information & Management* 50:154–161. doi: 10.1016/j.im.2013.02.006
- Jackson TW, Parboteeah P, Metcalfe-Poulton S (2014) The Effects of Consumer Personality Types on the Attitudes and Usage of Self-Checkout Technology in the Retail Sector among 18–22 Years Old. *IJMS* 6:1–16. doi: 10.5539/ijms.v6n2p15
- Limayem M, Hirt SG (2003) Force of habit and information systems usage: Theory and initial validation. *Journal of the Association for Information Systems* 4:65–97
- Limayem M, Hirt SG, Cheung C (2007) How habit limits the predictive power of intention: the case of information systems continuance. *MIS Quarterly* 31:705–737
- Maier C (2012) Personality within Information Systems Research: a literature Analysis.

- Maier C, Laumer S, Eckhardt A, Weitzel T (2012) Using user personality to explain the intention-behavior gap and changes in beliefs: A longitudinal analysis
- McCrae RR, Costa PT (2003) Personality in adulthood: A five-factor theory perspective
- McElroy JC, Hendrickson AR, Townsend AM (2007) Dispositional factors in internet use: personality versus cognitive style. *MIS Quarterly*. doi: 10.2307/25148821
- Murtagh F, Legendre P (2014) Ward's Hierarchical Agglomerative Clustering Method: Which Algorithms Implement Ward's Criterion? *J Classif* 31:274–295. doi: 10.1007/s00357-014-9161-z
- Podsakoff PM, MacKenzie SB, Lee J-Y, Podsakoff NP (2003) Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology* 88:879–903. doi: 10.1037/0021-9010.88.5.879
- Polites GL, Karahanna E (2012) Shackled to the Status Quo: The Inhibiting Effects of Incumbent System Habit, Switching Costs, and Inertia on New System Acceptance. *MIS Quarterly* 36:21–42.
- Rammstedt B, John OP (2007) Measuring personality in one minute or less: A 10-item short version of the Big Five Inventory in English and German. *Journal of Research in Personality* 41:203–212. doi: 10.1016/j.jrp.2006.02.001
- Schwarz A, Schwarz C (2015) An Exploration of the Individual-Level Post-Adoption Choice Decision. *Journal of Information Technology Theory and Application JITTA* 15:5–30.
- Svendsen GB, Johnsen J-AK, Almås-Sørensen L, Vittersø J (2013) Personality and technology acceptance: the influence of personality factors on the core constructs of the Technology Acceptance Model. *Behaviour & Information Technology* 32:323–334. doi: 10.1080/0144929X.2011.553740
- Turner M, Kitchenham B, Brereton P, et al (2010) Information and Software Technology. *Information and Software Technology* 52:463–479. doi: 10.1016/j.infsof.2009.11.005
- Van der Heijden H (2004) User acceptance of hedonic information systems. *MIS Quarterly* 28:695–704.
- Venkatesh V, Morris MG, Davis GB, Davis FD (2003) User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 27:425–478
- Venkatesh V, Windeler JB (2012) Hype or help? A longitudinal field study of virtual world use for team collaboration. *Journal of the Association for Information Systems* 13:735–771.
- Verplanken B, Aarts H (1999) Habit, Attitude, and Planned Behaviour: Is Habit an Empty Construct or an Interesting Case of Goal-directed Automaticity? *European Review of Social Psychology* 10:101–134. doi: 10.1080/14792779943000035
- Wu J, Lu X (2013) Effects of extrinsic and intrinsic motivators on using utilitarian, hedonic, and dual-purposed information systems: A meta-analysis. *Journal of the Association for Information Systems* 14:153–191

Freemium for Hedonic Information Systems: What Can We Learn from Games?

Nicolai Hanner¹

¹ Technische Universität Berlin, Fachgebiet IuK-Management, nicolai.hanner@tu-berlin.de

Abstract

Hedonic information systems (HIS) refer to information systems (IS) which are not used because of their utility but because of pleasure-oriented reasons. An inherent task for any provider who offers hedonic and entertainment related services like HIS is to understand how to successfully monetize their services and its features. To identify concepts that determine consumer choice - a great potential is to look at previous research in the context of games. As the games industry eventually has become a notable case where hedonic systems are effectively monetized. Especially, by applying the popular freemium business model which separates usage and purchase of a service into a free basic service and fees for premium upgrades. The discipline of game research has constantly increased existing knowledge on usage intention of games as well as reasons why people spend money in games. This study examines the existing knowledge by conducting a rigorous literature review as well as discusses how this knowledge can improve the understanding of monetizing HIS and what future research can address to contribute to this field of research. In result different factors could be identified from previous literature, indicating that the free part and the premium part of the service differ regarding the important determinants for consumer choice.

1 Introduction

Hedonic information systems (HIS) have become an emerging topic in information systems (IS) research. In the last decade a rising awareness is observable for more pleasure oriented usage of IS (van der Heijden 2004; Turel et al. 2010; Lin and Bhattacharjee 2010; Wu and Holsapple 2014) as well as better understanding what systems are used for hedonic reasons (Wang and Scheepers 2012). Yet, it is very complex to monetize HIS service. Especially, social network or entertainment/content providers face difficulties to find adequate strategies to turn their services into revenue streams (Oestreicher-Singer and Zalmanson 2013; Dörr et al. 2013). Lin et al. (2013) argue that many users might not be willing to spend money for entertainment (free mentality). Also the piracy of digital products (e.g. music or movies) is challenging providers of HIS (Dörr et al. 2013). Moreover, due to the fact that usage intention is driven by enjoyment aspects or social value these factors can be less influenced by providers than functional values or the service performance itself. Vock et al. (2013) showed that the economic value of hedonic social network sites (SNS) is insignificant regarding the willingness to pay (WtP). The authors argue that the hedonic aspect of the SNS is

lowering the predictability of the WtP. This indicates that the traditional factors of value perception are not always able to explain consumer choice in HIS.

A potential business model to tackle those difficulties is the freemium model. Its main strategy is to provide a service for free to any user and to monetize premium features of the services (Anderson 2010; Kumar 2014; Liu et al. 2015). Therefore, the actual usage and the actual purchase of the service are separated. Eventually, a successful implementation of the freemium business model for HIS can be found in the games industry (where it is called free-to-play). Notable platforms like mobile games or online games have adopted this approach (for market data see e.g. Hanner et al. 2015). Publishers give away free-to-play games for free and monetize the game through the vending of virtual items (Hamari 2015; Park and Lee 2011). Virtual items can, for example, increase the virtual character's ability or simply individualize the character with cosmetic items (Park and Lee 2011; Hamari and Lehdonvirta 2010). However, the user can still keep using the game without paying. Yet, if a user wants to obtain specific virtual items s/he has to purchase them with real money.

Whilst there are scattered research results on acceptance or usage intention regarding HIS (e.g. (Wu and Holsapple 2014; Wang and Scheepers 2012; van der Heijden 2004), there are less results that explain purchase intention. In this context games research has found manifold results why consumers choose to play games as well as why they purchase premium content in games. Hence, to better understand how the freemium business model could be used for HIS it is important to examine reasons what eventually determines the consumer choice. In this study a rigorous literature review is conducted to analyze the existing knowledge on what determines the consumer choice (usage intention and purchase intention) in the context of games. Furthermore, in the second part these results will be discussed and in addition it explains how these results need to be extended to achieve a better understanding of the freemium monetization strategy in HIS.

2 Background

2.1 Hedonic Information Systems and Games

Van der Heijden (2004) defines “[h]edonic systems aim to provide self-fulfilling value to the user, in contrast to utilitarian systems, which aim to provide instrumental value to the user.” An indicator to differentiate between hedonic and utilitarian systems can be what tactics developers deploy to encourage the use of the system (van der Heijden 2004). Whilst the design in utilitarian systems is driven by minimum distraction to fulfill the systems goal of increasing the user's task performance the design in hedonic systems has to increase the enjoyment of users and the system encourages the prolonged use (van der Heijden 2004). Besides separating in hedonic and utilitarian systems Wu and Holsapple (2014) propose also the dual use (see also Cheney 2006) where systems “*can play dual roles in human life, improving productivity and providing pleasure*” (Wu and Holsapple 2014). Gamification or serious games could be examples for a dual usage (Hamari 2013) or instant messaging that can be used as an enjoyable communication medium but also in a working context (Wu and Holsapple 2014).

In the past years several articles have crossed the issue of HIS. In a research note in (2004) van der Heijden proposes that hedonic systems will challenge given behavior or acceptance models like the *technology acceptance model* (TAM) in terms of its explanatory power. Because hedonic systems don't strongly address the functional aspects of IS - HIS aim to provide self-fulfilling value to the

users. Accordingly, enjoyment is the more important predictor for behavioral intentions than usefulness (van der Heijden 2004). Lin and Bhattacharjee (2010) propose an extension that includes perceived enjoyment and social image, where social image is related to the common *subjective norm* construct in the *theory of reasoned action* (TRA). In result they show that both construct significantly explain the attitude of users towards hedonic technologies.

Games are “*an activity that is voluntary and enjoyable, separate from the real world, uncertain, unproductive in that the activity does not produce any goods of external value, and governed by rules.*” (Caillois and Barash 2001) and should be considered as prominent example for HIS. Generally, games can be seen as “*the fastest growing and most exiting category of mass media on the coming decade*” (Marchand and Hennig-Thurau 2013). Games are surely tackling an inextricable and hedonic part of humanity – “play” – doing something not ordinary and freely to experience the feelings of excitement and joy (Huizinga 1980). In (2012) Wang and Scheepers present a research model for HIS acceptances and use it in the context of games. They highlight a *hedonic theory* that influences the attitude towards HIS. This theory includes emotional responses to the HIS (pleasure, arousal and dominance) and imaginal responses (role projection and escapism). Further, they introduce the flow theory as a primary driver for the attitude towards HIS (Wang and Scheepers 2012).

2.2 Freemium Strategy and Free-to-Play

The freemium business model refers to a product/pricing structure where the core service is free but the revenue is generated through the sales of additional products and premium services (Anderson 2010; Kumar 2014; Liu et al. 2015). Similar ideas could be observed before the term freemium was explicitly used. For example, providing free samples of a product has generally been considered to affect increased acquisition and sales (Bawa and Shoemaker 2004). Similar to free samples an important tactic of freemium is to accelerate the user acquisition because of the free entry (Liu et al. 2015). However, compared to free samples, freemium services mostly do not restrict the use of the core service after a time period. Therefore, the biggest challenge is to convert the users from free-riders to paying users (Kumar 2014). Moreover, the majority of users might never convert to paying users. Therefore, freemium services must be able to produce the free core service at minimum cost as only a few percent of the users will generate revenue and must cover all expenses and the company’s margin. This mostly applies for highly scaling digital products. By now in the online world the freemium business model has spread into variety of areas such as music (Wagner et al. 2014; Oestreicher-Singer and Zalmanson 2013), social networks (Vock et al. 2013), cloud services (Kumar 2014) and most pertinently to games (Alha et al. 2014; Hanner and Zarnekow 2015; Hamari and Lehdonvirta 2010). Thereby, many of the services can be considered as HIS.

In fact, research shows that the freemium model has become the top choice for many online services, especially, in the games industry. An analysis of the top 300 apps in the Apple app-store reveals that the majority of downloadable apps are games employing the free-to-play model (Brockmann et al. 2015). Free-to-play games (as freemium games are called in the industry) depend on the same basic principle as any freemium service. A major strength of free-to-play games is that game mechanics allow an inherent and logic integration of virtual items as a premium product. Selling virtual items has started in virtual worlds already in the beginning of the 2000’ (Hamari and Lehdonvirta 2010).

Park and Lee (2011) summarized what values virtual items create for their possessors. Obviously, one is the enjoyment value which is simply related to the perceived fun in the game if a user buys

a virtual item (Park and Lee 2011). The second value is the character competency value. It aggregates all values that result in increasing the characters ability and/or functional attributes through virtual items (Park and Lee 2011). Visual authority value explains the value from rare items or the increased social status through virtual items (Park and Lee 2011). The fourth one is the monetary value which reflects if users purchase virtual items due to their cost-effectiveness and reasonably pricing (Park and Lee 2011). In the following part of the study will separate between the usage (intention) and the purchase (intention), to be able to differentiate between determinants of the actual game usage and determinates that predict the purchase of users.

3 Research Design and Methodology

A primary goal of a literature review is the analysis of primary studies and research results. This improves the understanding of state of the art research and can outline where more results are needed (Cooper 1988; Baker 2000; Webster and Watson 2002; Fettke 2006). To achieve a holistic and complete picture on the object of study a rigorous research design is needed (Webster and Watson 2002). This study adopts the proposed framework of vom Brocke et al. (2009) which proposes five important phases of a rigorous literature review. This includes a definition of the review scope (I), the literature search (III), the literature analysis and synthesis (IV), as wells as the research agenda (V). The conceptualization of the topic (phase II) is defined within the background section of this study.

The definition of review scope follows the taxonomy of literature review by Copper (1988) as show in table 1.

characteristic	categories			
focus	research outcomes	research method	theories	applications
goal	integration	criticism		central issues
organization	historical	conceptual		methodological
perspective	neutral representation		espousal of position	
audience	specialized scholars	general scholars	practitioners	general public
coverage	exhaustive	exhaustive & selective	representative	central/pivotal

Table 1: Scope of the review (adopted from Cooper 1988 and vom Brocke et al. 2009)

The primary focus of this study is to analyze common theories as well as research results to gain a better understanding on the research topic. Research methods and applications are not part of this study as they are not addressed in the research goal. The reviews goal is the integration of different results to enable a more holistic view on determinants for purchase and usage intention of games. Moreover, central issues will be highlighted. The organization is a conception one, because, this study aims to identify and structure alike concept that explain purchase and usage intention. To follow the research goal the perspective is an espousal of position, which will be further explained in the literature search and selection section. The results most likely address specialized scholars in IS and HIS and partly practitioners who work on related topics. The study's aim is to cover the literature exhaustively but to present only selective part of the work.

With regard of the literature search we follow the approach of Webster and Watson (2002). This includes a three step search process: (I) search in leading journals as well as literature data bases

with keyword search; (II) backward search on the previously identified literature and (III) forward search by using a literature data bases. The keywords used in step (I) are “purchase intention & game” as well as “usage intention & game”. The search terms have been used in three different data bases (Web of Knowledge, IEEE Xplore and Ebsco Host *Business Source Complete*). The search was conducted between March and April 2015. Following table (2) summarizes the results of the search process.

		Phase I (data base search)			Phase II (backward)	Phase III (forward)
Data bases	Search terms	Thomson Reuters Web of Knowledge	Ebsco Host Business Source	IEEE Xplore Digital Library	(individual Journal)	Thomson Reuters Web of Knowledge
Added articles	Game + Purchase Intention	131	58	8	28	12
	Usage Intention	75	18	7		
Relevant (and not in previous phases identified) articles		32	12	4	15	2

Table 2: Literature search process

The selection process is used to identify relevant literature which will be further analyzed in the analysis and synthesis part. Relevant articles have been identified by analyzing the abstract to exclude accidentally found paper (for example because the term game was used for a game theory approach) or papers that do not match the research goal (for example methodology driven).

4 Literatur Analysis und Synthesis

Only articles have been selected that present research models which included proposed hypotheses. This reduced the analyzed articles but also minimized the necessary interpretation of the reviewer. To achieve the reviews' goal of integration as well as highlight central topics the results will focus on direct relations on the usage intention as well as the purchase intention. Table 3 summarizes the results that will be explained as follows. This literature review identifies 21 articles with 10 determinants that explain the usage intention of games and 11 that explain purchase intention (together 12).

Authors	Year	Emotion & enjoyment	Quality & performance	(Economic) value	Social aspects	Imagination & escape	Flow & concentration	Effort	Attitude	Subjective norms	Trust	Critical Mass	Usefulness
Guo and Barnes	2007	+	+		+			+			+	+	
Koo	2009	+			+	+	+						+
Lee	2009	+	+				+		+	+			
Kim et al.	2010	+											
Shin	2010	+					+		+	+	+		
Lin and Bhattacharjee	2010								+				
Liu and Li	2011	+					+		+				+
Shin and Shin	2011	+					+		+				+
Park and Lee	2011	+	+	+		+							
Hsiao and Chiou	2012				+						+		
Ho and Wu	2012	+	+	+	+	+							
Wang and Scheepers	2012								+				
Guo and Barnes	2012	+	+	+	+			+					
Yoon et al.	2013	+							+				+
Chou and Kimsuwan	2013	+	+	+	+	+							
Rezaei and Ghodsi	2014	+	+	+	+								
Chang et al.	2014	+								+		+	+
Liu and Shiue	2014			+			+						
Park et al.	2014	+							+				+
Wu and Holsapple	2014	+				+							
Hamari	2015	-	+				+		+	+			
(Relevance)	purchase	7	6	6	5	3	2	2	1	1	1	1	-
	usage	11	2	-	2	2	5	-	8	3	2	1	6

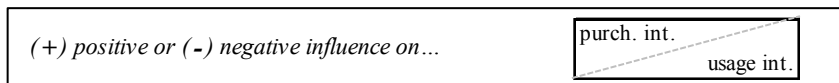


Table 3: Results of the literature analysis and synthesis

Emotion or enjoyment: Guo and Barnes (2007; 2012) relate enjoyment towards purchase intention. They argue that enjoyment can derive from using virtual items in virtual worlds. Also Chou and Kimsuwan (2013), Ho and Wu (2012) and Park and Lee (2011) propose an influence of enjoyment and purchase intention. Ho and Wu (2012) separate enjoyment into playfulness as well as aesthetics. Rezaei and Ghodsi (2014) argue that the construct of emotional value (as used in the PERVAL scale) will positively influence the (re)purchase intention of game users. Hamari (2015) indicates that there can be a negative relation between enjoyment and purchase intention in free-to-play games. The author states that while the usage intention is positively influenced by enjoyment, system design is “creating artificial obstacles and gaps in the game which can further be reflected in the lower perceived enjoyment of the game. The mechanism behind this rationale is that the purchasable content can then fill the gaps intentionally left in the game.” (Hamari 2015). Koo (2009) proposes that enjoyment is an important determinant for the usage of games as this reflects the purpose of playing a game itself. Lee (2009) argues “[w]hen using a technology is fun and pleasurable, users will be intrinsically motivated to adopt it.” Therefore, it is supposed an intrinsic motivation for usage intention of games (Lee 2009). Kim et al. (2010), Park et al. (2014), Lui and Li (2011), Yoon et al. (2013), Shin (2010) as well as Shin and Shin (2011) follow this argumentation in the context of the application of TAM and TRA. Kim et al. (2010) are adding that (perceived)

enjoyment is influenced by technological aspects, e.g. graphics, game speed, sound. Wu and Holsapple (2014) propose that enjoyment is a sub construct of emotional experience, besides emotional involvement and arousal. All of these should positively influence the intention to use games (Wu and Holsapple 2014). Chang et al. (2014) argue that gamers can have hedonic outcome expectations that are all related to enjoyment and positively influencing the usage intention.

Quality and performance: Ho and Wu (2012) propose that the functional quality is related towards the purchase intention. Guo and Barnes (2007), Park and Lee (2011) as well as Chou and Kimsuwan (2013) propose character competency as a performance related predictor for purchase intention. Guo and Barnes (2012) suggest that the performance can influence the purchase intention. According to the PERVAL model Rezaei and Ghodsi (2014) argue that quality and performance are closely related and both determine the (re)purchase intention. Lee (2009) furthermore argues that the perceived ease of use can positively influence the usage intention.

Economical value: Ho and Wu (2012) argue that the price utility is influencing the purchase intention. Guo and Barnes (2012) introduce the hypotheses that the perceived value is depending on what perception users have for the amount of money they spend and if they prefer to achieve something by spending time in the game or by buying it with real money (Guo and Barnes 2012). Also Liu and Shiue (2014) argue that the price perception is an important factor for the purchase intention. Chou and Kimsuwan (2013) as well as Rezaei and Ghodsi (2014) propose a relation between the cost effectiveness of items and the purchase intention. Park and Lee (2011) refer to monetary value in this context.

Social aspect: Guo and Barnes (2007) as well as Guo and Barnes (2012) propose that social influence of other community members in a game are positively related towards the purchase intention. Ho and Wu (2012) differentiate between the social relationship and the social self-image expression which, according to the authors, both positively influence the purchase intention. Chou and Kimsuwan (2013) suggest the look of characters as a distinguishing feature and a reason for purchase intention. Rezaei and Ghodsi (2014) summarize several aspects in the concept of social value that is supposed to positively predict purchase intention e.g. self-image expression, social relationships or the possibility to communicate, socialize or share experience (Rezaei and Ghodsi 2014). Koo (2009) proposes that the possibility of socializing is also increasing the usage intention. Hsiao and Chiou (2012) argue that there are several aspects of socializing in games. They propose that social value as well as the trust into the community positively influence the usage intention. Moreover, aspects like community size or the social status of a person (in the game) influence trust or social value (Hsiao and Chiou 2012).

Imagination and escape: Park and Lee (2011) as well as Ho and Wu (2012) propose that the identification with the players avatar will increase the purchase intention. Chou and Kimsuwan (2013) refer to the cosmetic appearance of the character as an indicator for purchase intention. Koo (2009) argues that the reasons for using games can be related to the users will to escape (from reality). In this context Wu and Holsapple (2014) relate several factors (escapism, fantasy and role projection) towards the usage intention.

Flow and concentration: Koo (2009) argues that the concentration (being unaware of elapsed time) will positively predict the usage intention. Liu and Li (2011) refer to cognitive concentration in this context. Lee (2009) argues that the flow experience is a determinant for usage intention. Shin (2010) as well as Shin and Shin (2011) propose that flow that positively predicts the usage intention. Liu and Shiue (2014) also see flow as a positive predictor for the purchase intention. They argue that

characteristics of games can influence the flow experience like: sociality, interactivity, challenge or novelty (Liu and Shiue 2014). Hamari (2015) argues that the continuous usage intention itself will positively predict the purchase intention.

Effort: Guo and Barnes (2007; 2012) argue that using transaction mechanisms in game environments can also be an effort for users. Therefore, they propose that less expected effort is a positive predictor for purchase intention.

Attitude: has been used as a concept of the TAM or the TRA and has been proposed in the games context by Lee (2009), Shin (2010), Lin and Bhattacharjee (2010), Lui and Li (2011), Shin and Shin (2011), Wang and Scheepers (2012), Yoon et al. (2013) and Park et al. (2014) as a positive predictor for usage intention. Hamari (2015) argues that a positive attitude towards in-game purchases will also influence the purchase intention positively.

Subjective Norms: Lee (2007) states that online game users are often encouraged by friends to play a game. Therefore, they propose subjective norms as a positive predictor of usage intention. Shin (2010) proposes that the game design often requires players to cooperate and play together. Moreover games have communities that require users to engage that will lead to subjective norms (Shin 2010). Chang et al. (2014) also state that subjective norms will positively influence the usage intention. Hamari (2015) propose that subjective norms will also influence the purchase decision of game users.

Trust: Guo and Barnes (2007) indicate that trust plays an important role in the decision to buy virtual items. Hsiao and Chiou (2012) propose that the intention to use a game is dependent on the trust of users in the games' community because users need to collaborate and play together. Shin (2010) sees the security as a determinant for usage intention they refer to potential fraud or misuse of personal information

Critical Mass: Guo and Barnes (2007) state that critical mass denotes the extent to which a person believes that most members will purchase virtual items and propose that an increased perceived critical mass will positively influence purchase intentions. Chang et al. (2014) argue that critical mass also applies for the usage intention, as online games rely on a community and other users that play the game.

Usefulness: is applied as a part of TAM by several authors like Liu and Li (2011), Shin and Shin (2011) and Park et al. (2014). Yoon et al. 2013 (2013) interpret usefulness as "*the degree to which a person believes that accepting online games would enhance his or her own performance.*" and propose that it has a positive influence on the usage intention. Koo (2009) proposes that playing games can be perceived as useful, as it provides learning experience and skills. Therefore, it positively influences the usage intention (Koo 2009). Chang et al. (2014) propose that gamers can have utilitarian outcome expectations, because they expect the game to fulfil utilitarian aspects like receiving extrinsic rewards or gaining recognition.

5 Discussion and Research Agenda

A first insight is revealed by the analysis of the publication dates. The literature shifts from focusing on usage intention and technology adoption models (like TAM or TRA) towards theories that try to explain purchasing intention. Until 2011, 7 out of 9 articles focus on explaining usage intention. From 2012 on, 6 out of 12 now focus on purchase intention. This underlines increasing interest regarding revenue streams and consumer choice not only for usage but also for purchase intentions.

Moreover, it is interesting to see that out of 21 articles only one article analyzes both, usage as well as purchase intention. This is contrary to expectations, as it has been expected that research has integrated both aspects of consumer choice within studies on games. The results still allow conclusions about the freemium business model. Yet, also reveal a research gap for models that include both aspects of consumer choice.

The most common used construct is enjoyment or emotion for purchasing as well as usage intention. This is in line with the understanding of hedonic systems (van der Heijden 2004; Turel et al. 2010; Lin and Bhattacharjee 2010; Wu and Holsapple 2014) and underlines the simple importance, that if people should use something for a pleasure oriented purpose it should be fun. This seems important for dual use approaches. As it indicates that a hedonic systems must bring enjoyment and fun to be used. In this regard it is interesting to understand whether simple measures like rewards or rankings will provide enough enjoyment for a long term usage of a system. Regarding the purchase intention the majority of results indicate that enjoyment or fun have a positive influence. Yet, first insights show that there is evidence for a negative relation. This topic seems to become a controversial discussion for future research as it implicating that hedonic system that use a freemium business model need to assess why people actually would shift from free to fee. Hence, it is an understandable observation of Hamari (2015) that if the basic service feels enjoyable for users then there might be no reason to shift to the premium version of it. This has been further observed in several qualitative studies, e.g. (Hamari and Lehdonvirta 2010; Alha et al. 2014). More research regarding this topic might result in fruitful outcome and extensive results for this inherent aspect of freemium services.

Another interesting result is the difference between which determinants lead to usage intention and which ones lead to purchase intention. As stated, the majority of studies exclude either purchase or usage intention. In result factors like social aspects, economical value or the quality as well as the performance have been considered important drivers for purchase intention, whereas they are not or only rarely considered to be very influential on the usage intention. This firstly means that the hedonic system design of the basic service might is perceived differently than the premium part. In music services, social network sites or games it seems that the premium version should not just be considered a “little” upgrade of the basic service. Instead the premium version might include a complete new experience of the service. Hence, simple applying the freemium business model to a subscription services might result in inferior business performance. Further research might shed light on this issue.

Furthermore, usage intention has often been analyzed in TAM or TRA models. Therefore, common concepts like attitude, usefulness or enjoyment (often as an extension to the original model) are widely used. Many of the analyzed studies did not provide sufficient reasons why they integrated these constructs in a game context. Mainly, the stated reasons are the application of the TAM or TRA theory itself. Therefore, it is not completely clear how important these constructs really are. Nevertheless, dual use approaches certainly are influenced by utilitarian reasons and also games might not solely be used for hedonic reasons but also because they allow users to express themselves which can interpret as utilitarian propose (see Belk 2013 or Chang et al. 2014 for example). Hence, further research should improve the understanding why constructs like usefulness or attitude play important roles within hedonic systems.

The determinant “flow” supposed to be important for usage intention and for purchase intention. Flow is an inherent aspect of games, but it should also be considered an inherent aspect for HIS in general. Moreover, Hamari (2015) proposes that the usage itself will lead to an increased purchase

intention. This is an important aspect of any freemium business model. On one side it is of course the main idea to attract new users but on the other side they should convert to premium user. The results from the reviewed literature shows that intensively using a service will likely lead to a conversion. Eventually, all aspects that are relevant for the usage intention also influence the purchase decision.

Several factors have been identified that are only rarely considered to determine the consumer choice, e.g. imagination, critical mass, effort or trust. Whilst imagination might be specifically hedonic and partly hard to address by service design (it is rather the responsibility of art design) the other determinants might need further research to achieve a better understanding of their importance. Expected effort can be interesting for dual systems like gamification or entertainment systems. Critical mass or network size is often used to understand differences in technology acceptance or business performance (Bharadwaj et al. 2013). In this regard hedonic systems that depend on their network size (games, messenger services or social networks), the network size should obtain more attention. Even though, notable articles can be found, e.g. (Oestreicher-Singer and Zalmanson 2013; Wu et al. 2013) this topic seems highly relevant and should be an important aspect for further research. Trust has only been considered in two studies, yet, recent developments like privacy issues or internet security can influence the consumer choice and should be further examined.

The goal of this article was to identify common concepts that determine usage as well as purchase intention. As any study this also limits the results in several ways. Because only complete research models have been considered likely qualitative studies and the related results haven't been analyzed. Moreover, it should be noted that only the usage and purchase intentions were used as an indicator of consumer choice, therefore some aspects of behavioral outcome (e.g. word of mouth) have been neglected.

6 References

- Alha K, Koskinen E, Paavilainen J, Hamari J, Kinnunen J (2014) Free-to-Play Games: Professionals' Perspectives. In: Proceedings of Nordic DiGRA
- Anderson C (2010) Free: How today's smartest businesses profit by giving something for nothing, 1st. U.S. paperback ed. Hyperion, New York, N.Y
- Baker MJ (2000) Writing a Literature Review. *Marketing Review* 1(2):219
- Bawa K, Shoemaker R (2004) The Effects of Free Sample Promotions on Incremental Brand Sales. *Marketing Science* 23(3):345–363
- Belk RW (2013) Extended Self in a Digital World. *Journal of Consumer Research* 40(3):477–500.
- Bharadwaj A, El Sawy, Omar A., Pavlou PA, Venkatraman N (2013) Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights. *MIS Quarterly* 37(2):471–482
- Brockmann T, Stieglitz S, Cvetkovic A (2015) Prevalent Business Models for the Apple App Store. In: *Wirtschaftsinformatik*
- Caillois R, Barash M (2001) *Man, play, and games*. University of Illinois Press, Urbana
- Chang I, Liu C, Chen K (2014) The effects of hedonic/utilitarian expectations and social influence on continuance intention to play online games. *Internet Research* 24(1):21–45
- Cheney T (2006) An Acceptance Model for Useful and Fun Information Systems. *Human Technology* 2(2):225–235

- Chou CM, Kimsuwan A (2013) Factors Affecting Purchase Intention of Online Game Prepayment Card -- Evidence from Thailand. *Journal of Internet Banking & Commerce* 18(3):1–13
- Cooper HM (1988) Organizing Knowledge Syntheses: A Taxonomy of Literature Reviews. *Knowledge in Society* 1(1):104–126
- Dörr J, Wagner T, Benlian A, Hess T (2013) Music as a Service as an Alternative to Music Piracy? *Bus Inf Syst Eng* 5(6):383–396
- Fettke P (2006) State-of-the-Art des State-of-the-Art. *Wirtschaftsinformatik* 48(4):257–266.
- Guo Y, Barnes S (2007) Why people buy virtual items in virtual worlds with real money. *SIGMIS Database* 38(4):69
- Guo Y, Barnes SJ (2012) Explaining Purchasing Behavior within World of Warcraft. *Journal of Computer Information Systems* 52(3):18–30
- Hamari J, Lehdonvirta V (2010) Game Design as Marketing: How Game Mechanics Create Demand for Virtual Goods. *International Journal of Business Science & Applied Management* 5(1):14–29
- Hamari J (2013) Transforming homo economicus into homo ludens: A field experiment on gamification in a utilitarian peer-to-peer trading service. *Electronic Commerce Research and Applications* 12(4):236–245
- Hamari J (2015) Why do people buy virtual goods? Attitude toward virtual good purchases versus game enjoyment. *International Journal of Information Management* 35(3):299–308
- Hanner N, Heppner K, Zarnekow R (2015) Counting Customers in Mobile Business – The Case of Free to Play. In: *Proceedings of the PACIS 2015*
- Hanner N, Zarnekow R (2015) Purchasing Behavior in Free to Play Games: Concepts and Empirical Validation. In: *48th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp 3326–3335
- Ho CH, Wu TY (2012) Factors Affecting Intent to Purchase Virtual Goods in Online Games. *International Journal of Electronic Business Management* 10(3):204–212
- Hsiao C, Chiou J (2012) The impact of online community position on online game continuance intention: Do game knowledge and community size matter? *Information & Management* 49(6):292–300
- Huizinga J (1980) *Homo ludens: A study of the play-element in culture* (reprint). International library of sociology. Routledge and Kegan Paul, London, Boston, Mass
- Kim C, Oh E, Yang KH, Kim JK (2010) The appealing characteristics of download type mobile games. *Serv Bus* 4(3-4):253–269.
- Koo D (2009) The moderating role of locus of control on the links between experiential motives and intention to play online games. *Computers in Human Behavior* 25(2):466–474.
- Kumar V (2014) Making "Freemium" Work. *Harvard Business Review* 92(5):27–29
- Lee M (2009) Understanding the behavioural intention to play online games. *Online Information Review* 33(5):849–872.
- Lin C, Bhattacharjee A (2010) Extending technology usage models to interactive hedonic technologies: a theoretical model and empirical test. *Information Systems Journal* 20(2):163–181.
- Lin T, Hsu J, Chen H (2013) Customer Willingness to Pay for Online Music: The Role Of Free Mentality. *Journal of Electronic Commerce Research* 14(4):315–333
- Liu CZ, Au YA, Choi HS (2015) Effects of Freemium Strategy in the Mobile App Market: An Empirical Study of Google Play. *Journal of Management Information Systems* 31(3):326–354.

- Liu H, Shiue Y (2014) Influence of Facebook game players' behavior on flow and purchase intention. *Soc Behav Personal* 42(1):125–133
- Liu Y, Li H (2011) Exploring the impact of use context on mobile hedonic services adoption: An empirical study on mobile gaming in China. *Computers in Human Behavior* 27(2):890–898.
- Marchand A, Hennig-Thurau T (2013) Value Creation in the Video Game Industry: Industry Economics, Consumer Benefits, and Research Opportunities. *Journal of Interactive Marketing* 27(3):141–157.
- Oestreicher-Singer G, Zalmanson L (2013) Content or Community? A Digital Business Strategy for Content Providers in the Social Age. *MIS Quarterly* 37(2):591–616
- Park B, Lee KC (2011) Exploring the Value of Purchasing Online Game Items. *Computers in Human Behavior* 27(6):2178–2185.
- Park E, Baek S, Ohm J, Chang HJ (2014) Determinants of player acceptance of mobile social network games: An application of extended technology acceptance model. *Telematics and Informatics* 31(1):3–15.
- Rezaei S, Ghodsi SS (2014) Does value matters in playing online game? An empirical study among massively multiplayer online role-playing games (MMORPGs). *Computers in Human Behavior* 35:252–266.
- Shin D (2010) The Dynamic User Activities in Massive Multiplayer Online Role-Playing Games. *International Journal of Human-Computer Interaction* 26(4):317–344.
- Shin D, Shin Y (2011) Why do people play social network games? *Computers in Human Behavior* 27(2):852–861.
- Turel O, Serenko A, Bontis N (2010) User acceptance of hedonic digital artifacts: A theory of consumption values perspective. *Information & Management* 47(1):53–59.
- van der Heijden, Hans (2004) User acceptance of hedonic information systems. *MIS Quarterly* 28(4):695–704
- Vock M, Dolen Wv, Ruyter Kd (2013) Understanding Willingness to Pay for Social Network Sites. *Journal of Service Research* 16(3):311–325.
- Vom Brocke J, Simons A, Niehaves B, Riemer K, Plattfaust R, Cleven A (2009) Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: 17th European Conference On Information Systems, pp 2206–2217
- Wagner TM, Benlian A, Hess T (2014) Converting freemium customers from free to premium - the role of the perceived premium fit in the case of music as a service. *Electron Markets* 24(4):259–268. doi: 10.1007/s12525-014-0168-4
- Wang Z, Scheepers H (2012) Understanding the Intrinsic Motivations of User Acceptance of Hedonic Information Systems: Towards a Unified Research Model. *Communications of the Association for Information Systems* 30:255–274
- Webster J, Watson RT (2002) Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* 26(2):xiii–xxiii.
- Wu C, Chen Y, Cho Y (2013) Nested Network Effects in Online Free Games with Accessory Selling. *Journal of Interactive Marketing* 27(3).
- Wu J, Holsapple C (2014) Imaginal and emotional experiences in pleasure-oriented IT usage: A hedonic consumption perspective. *Information & Management* 51(1):80–92.
- Yoon G, Duff, Brittany R. L., Ryu S (2013) Gamers just want to have fun? Toward an understanding of the online game acceptance. *J Appl Soc Psychol* 43(9):1814–1826.

Exploration und Interpretation der Nutzenfaktoren interaktiver Videos in der Nutzenmessung – Eine Fallstudie

Michael Langbauer¹

¹ Universität Passau, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik II, michael.langbauer@uni-passau.de

Abstract

Nach Jahrzehnten der Forschung wurde in der Wirtschaftsinformatik eine Vielzahl von Erfolgs- und Nutzenmodellen hervorgebracht. Durch die fortwährende Bestätigung von Fragmenten dieser Modelle werden manche Quasi-Standardmodelle in ihren Dimensionen und Wirkungszusammenhängen nicht mehr infrage gestellt, unabhängig vom Kontext in dem sie operationalisiert werden. Entgegen dieses Trends möchten wir anregen, dass bestehende Konzepte der Nutzenmessung von Informationssystemen (IS) erneut diskutiert werden, um Aspekte nicht systematisch zu vernachlässigen. Diesem Ansatz folgend haben wir am Beispiel eines E-Health-Szenarios begonnen die relevanten Nutzenfaktoren von interaktiven Videos auf individueller Ebene zu ermitteln. Die induktive Analyse von zehn leitfadengestützten Interviews mittels einer inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse brachte drei Haupt- sowie 13 Subkategorien hervor, die ein anderes Bild von der Nutzenentstehung zeichnen, als sie gemäß bekannter Modelle zu erwarten wäre. Dieser Artikel zeigt, wie qualitative Methoden Aufschluss darüber geben können, wie Nutzen in Anbetracht des jeweils untersuchten Systemtyps und das Anwendungsszenarios entsteht.

1 Motivation

Im Unternehmenskontext können Videos zielführend als Informationsträger im E-Learning und in der Wissensvermittlung eingesetzt werden (Lehner 2011). Unabhängig davon, ob es sich um Filmmaterial und computergenerierte Animationen handelt (Park und Hopkins 1993), das Medium Video ist vielen anderen Formaten wie Text oder Bildern darin überlegen komplexe Zusammenhänge und insbesondere motorische, sequenzielle und nonverbale Fähigkeiten zu vermitteln (Park und Hopkins 1993; Chambel et al. 2006).

Dennoch wird viel vom Potential als Wissensmedium von traditionellen Videos nicht ausgeschöpft. „Hypervideos“, in diesem Beitrag „interaktives Videos“ sind nonlineare Strukturen von Videoszenen und multimodalen Zusatzinformationen (Texte, Bilder, etc.) mit definierten, klickbaren Elementen, die es dem Nutzer ermöglichen relativ frei innerhalb einer gerichteten Graphenstruktur zu navigieren (Zahn 2003, S. 11-12). Die interaktionalen Grenzen unterwerfen die lose gekoppelten Inhaltselemente, einer vom Autor bestimmten kohärenten Struktur (Chambel et

al. 2006). So können explorative, situative, reflexive und problemorientierte Lernerlebnisse für Einzelpersonen und auch Gruppen realisiert werden (Chambel et al. 2006).

Mit diesen konzeptionellen Voraussetzungen sind in Inhalt und Funktionsumfang speziell auf den konkreten Einsatzzweck abgestimmte interaktive Videos technisch realisierbar. Abhängig vom konkreten Grad an Inhaltsdynamik, Nonlinearität und Interaktivität reicht das Spektrum konkreter interaktiver Videos von eher traditionell orientierten Videos mit Start/Stop-Funktionalität für einen eher passiven Nutzer bis hin zu System mit bidirektionaler Inhaltsgestaltung zur Laufzeit (vgl. Lehner und Siegel 2009).

Zur Beurteilung der letztendlichen Sinnhaftigkeit von interaktiven Videos finden sich in der Forschungsliteratur Hinweise darauf, dass schon traditionelle Videos und Animationen als Computer-basiertes Lernmaterial effektiver sind als statische Darstellungen in Bildern (Park und Hopkins 1993). Dies deutet darauf hin, dass zumindest Lernkontext-abhängig eine lernförderliche Wirkung zu erwarten ist. Der konkrete Nutzen oder auch Erfolg interaktiver Videos in der Forschungstradition der Wirtschaftsinformatik ist jedoch ungeklärt und erfordert genaue Kenntnis zum Anwendungszweck. Sollte das interaktive Video dem Zweck dienen Wissen zu bestimmten Arbeitstätigkeiten zu vermitteln, zählen interaktive Videos damit zu den sog. hedonischen Informationssystemen (IS), die eine verlängerte Nutzung anstelle einer produktiveren Nutzung (Van der Heijden 2004) zum Ziel haben.

Die deutsche Wirtschaftsinformatik bzw. die angloamerikanische Information Systems Research beschäftigt sich seit den 1980er Jahren intensiv mit der Erfolgs- und Nutzenmessung von Informationssystemen. Die Disziplin kennt viele teils konkurrierende, teils komplementäre Nutzenbegriffe. Dementsprechend wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Modelle entwickelt, die den Nutzen als monetären Wert oder als mehrdimensionales Konstrukt mit weitläufigen Interpretationen ansehen, u.a. Nutzungsverhalten, individuelle bzw. organisatorische Performanz und Zufriedenheit (Herzog et al. 2013).

Einige Modelle wie das DeLone & McLean (D&M) IS Success Model (DeLone und McLean 1992; DeLone und McLean 2003; Petter et al. 2008) oder Davis' Technology Acceptance Model (Davis 1989; Venkatesh und Davis 2000) sind zu anerkannten Standardmodellen und Rahmenwerken für die Konzeption und Operationalisierung des IS-Nutzens geworden (Richter et al. 2011). Zur Untersuchung von E-Learning Systemen werden gerade diese Modelle häufig in verschiedenen Versionen verwendet, um ihren jeweiligen Erfolg (Hratinski und Monstad 2014; Wang et al. 2007; Holsapple und Lee-Post 2006) bzw. ihre Akzeptanz (Cheng 2011; Chiu et al. 2005) im Anwendungskontext zu ermitteln. Von den Standardmodellen abweichende Forschungsdesigns beschränken sich auf Einzeldimensionen, wie etwa auf Zufriedenheit (Chiu et al. 2007).

Bei der Prüfung der Anwendbarkeit von Standardmodellen der IS-Nutzenmessung im E-Learning-Kontext wird ein unterschiedliches Maß Rigorosität angewendet, wie im nachfolgend beispielhaft für das D&M IS Success Model gezeigt wird: während Stapleton et al. (2009) auf rein konzeptioneller Ebene adaptierten, wurde das Modell bereits auf Reliabilität und Validität für wahlweise die Nutzendimensionen (Wang et al. 2007) oder die vorgeschlagenen Wirkungszusammenhänge (Lin 2007) bzw. in Kombination (Scholz et al. 2014) hin überprüft. Diesen Arbeiten liegt die Überlegung zugrunde, dass eine Adaption des D&M IS Success Models für E-Learning Systeme wie für alle IS zulässig sein muss (Wang et al. 2007).

Eine Neuinterpretation oder Erweiterung eines vermutet allgemeingültigen Basismodells im Hinblick auf eine konkrete Anwendung auf E-Learning System zieht demnach eine Relativierung

der gesammelten empirischen Evidenz nach sich und spricht somit für eine anwendungskontextspezifische Entwicklung eines Messinstruments (Irani und Love 2001). Dieser Artikel widmet sich der Identifikation der maßgeblichen Faktoren, die den Nutzen von interaktiven Videos determinieren. Dabei berücksichtigen wir insbesondere die gängigen Nutzenmodelle der Wirtschaftsinformatik zur Orientierung für die Entwicklung eines speziellen Nutzenmodells für E-Learning Systeme im Allgemeinen und interaktive Videos als Untersuchungsgegenstand dieses Beitrags.

Zu diesem Zweck ist der verbliebene Beitrag wie folgt unterteilt. An eine ausführliche Beschreibung des verwendeten Prototyps und des Anwendungsszenarios schließt sich eine Begründung für das angewendeten Forschungsdesigns an. Im Hauptteil der Arbeit werden die Erkenntnisse aus der empirischen Erhebung ausgewertet, wie sie in der abschließenden Zusammenfassung diskutiert werden.

2 Anwendungskontexts

Das dieser Arbeit zugrundeliegende interaktive Videosystem wurde mit der Zielstellung entworfen verschiedenartige und komplexe Wissenstransferszenarien in Unternehmen zu unterstützen. Die „SIVA Suite“ (Simple Interactive Video Authoring) wird in ihren technischen Details in Meixner et al. (2010) beschrieben.

Im Rahmen einer Fallstudie erfolgte der Gang in die Praxis, um induktiv die Nutzenentstehung von interaktiven Videos zu erheben. Dazu wurde mit der Physiotherapie ein Anwendungsszenario gewählt, das den hedonischen Charakter von interaktiven Videos besonders betont. In dieser Branche finden sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für interaktive Videos als Instruktionsmedium für Gymnastik- und Athletikübungen.

In einer Kooperation mit einer onkologischen Rehabilitationsklinik, die sich auf die postoperative Betreuung von Prostatakrebs spezialisiert hat, wurde die sogenannte Beckenbodentherapie mit einem interaktiven Video unterstützt. Die adressierten Patienten leiden nach der operativen Entfernung ihrer Prostata an akuter Inkontinenz. Um dies zu beheben, müssen sie durch tägliches Training ihren sogenannten Beckenboden stärken, einem Muskel, der die fehlende Prostata kompensieren kann. Um die Übungen korrekt ausführen zu können, beginnen die Patienten einige Tage bis Wochen nach der Operationen eine stationäre Therapie, während der sie von den Therapeuten in der Beckenbodengymnastik angeleitet werden. Der meist zweimalige stationäre Aufenthalt eines Patienten nimmt mit jeweils drei bis vier Wochen einen vergleichsweise geringen Anteil an der gesamten Therapiedauer ein. Erst sechs bis 24 Monaten nach Entfernung der Prostata ist eine Wiedererlangung der Kontinenz zu erwarten, die durch lebenslanges Training erhalten werden muss.

Da die Beckenbodengymnastik in Rahmen der Therapie hauptsächlich zu Hause und damit ohne die direkte fachliche Anleitung von Experten stattfindet und zwischen zwei stationären Aufenthalten in etwa ein Jahr vergeht, beobachtet die Klinik eine informationelle Versorgungslücke in der Beckenbodentherapie. Gleichzeitig ist die korrekte Anleitung jedoch entscheidend für die Effektivität der Beckenbodenübungen und den letztendlichen Therapieerfolg.

Bisher wurde von der Klinik eine Broschüre mit den wichtigsten Informationen verbreitet. Ergebnisse aus einer Meta-Analyse von Höffler & Leutner (2007) zeigen jedoch, dass Videos und Animationen besser zur Vermittlung von motorischen Fähigkeiten geeignet sind, als beispielsweise

die bildlichen und textuellen Beschreibungen eines Flyers. In enger Zusammenarbeit mit den Therapeuten der Klinik wurde ein interaktives Video zur nachhaltigen Unterstützung der Patienten bei der Beckenbodengymnastik entwickelt.



Bild 1: Benutzeroberfläche des „digitalen Beckenbodentrainers“

Dabei wurden Trainingssitzungen aus der Beckenbodengymnastik in Aufbau, Dauer und Intensität nachempfunden und um Hintergrundinformationen angereichert. Jedes Training besteht aus mehreren Übungen, die dem Patienten nach einer optionalen Erklärung als audiovisuelle Orientierung bei der eigenen Übungsausführung dienen. In dieser Konfiguration steht dem Patienten eine umfangreiche Sammlung von Inhalten zur Beckenbodengymnastik zur Verfügung, um seine Trainingseinheiten personalisiert und abwechslungsreich zu gestalten. So kann beispielsweise ein Trainingsprogramm jederzeit zugunsten einer Lockerungs- oder Atemübungen unterbrochen und später fortgesetzt werden.

3 Exploration der Nutzendimensionen von interaktiven Videos

3.1 Datensammlung

Um konkrete Nutzenfaktoren von interaktiven Videos zu identifizieren, wählten wir einen explorativen qualitativen Ansatz. Die hierzu notwendigen Daten wurden mit persönlichen, leitfadengestützten Interviews gesammelt.

Der Leitfaden wurde nach Kruse (2015) im Vorfeld der Interviewführung auf Basis der IS Nutzenmessungsliteratur erstellt. Um insbesondere den hedonischen Charakter von interaktiven Videos gerecht zu werden, folgen wir der Argumentation des ursprünglichen TAM nach Davis (1985) als wichtiges Quasi-Standard-Rahmenwerk zur Nutzenmessung von IS (King und He 2006) sowie seiner argumentatorischen Basis, der Theory of Reasoned Action (TRA, Fishbein und Ajzen 1975). Wie bereits dargelegt, haben hedonische IS eine verlängerte Nutzung anstatt einer effektiveren Nutzung zum Ziel (Van der Heijden 2004). Dies liegt dem Grundgedanken des TAM

sehr nahe. Nach Davis (1985) ist der regulierende Faktor der Nutzenentstehung von IS seine tatsächliche Nutzung, wobei die Nutzungsentscheidung auf Vernunft basiert. Über das TAM hinausgehend, wollen wir jedoch auch die Reaktion des Nutzers nach dem initialen Kontakt mit dem interaktiven Video abdecken um zu sehen, ob seine Erwartungen erfüllt wurden, die zur Nutzungsentscheidung geführt haben. Dies entspricht der Expectation-Confirmation-Theorie (ECT) nach Oliver (1977), die trotz ihrer Fundierung in der Psychologie bereits von einem der Hauptautoren des TAM als Erweiterung anerkannt wurde (Venkatesh und Goyal 2010).

Die im Leitfaden formulierten Fragen wurden sinngemäß und in nicht fixierter Reihenfolge und Formulierung gestellt, sobald es der Redefluss und die inhaltliche Abdeckung des Interviewpartners erforderten. Dadurch sollte Pseudoexploration und Konstruktivität in der Datenerhebung vermieden werden (Kruse 2015). Die Durchführung der Interviews fand in den ersten 20 Wochen statt, in denen das interaktive Video in den Betrieb unserer Partnerklinik integriert wurde. Während dieser Phase wurden die Patienten zu Beginn ihres Aufenthalts in der Nutzung des interaktiven Videos unterwiesen und ausgewählte Fälle nach zwei Wochen Nutzung interviewt. Das Fallsampling nach Flick (2015) der Interviewpartner erfolgte absichtsvoll anhand der „Internetkompetenz“ der Patienten mit drei Abstufungen und dem dichotomen Merkmal „Nutzung des interaktiven Videos“, um ein möglichst breites Bild der potentiellen Anwenderschaft im vorliegenden Anwendungsszenario abzudecken. Jede der möglichen Kombinationen der sich ergebenden 3x2-Matrix sollte in mindestens einem Fall in die Analyse eingeschlossen werden. Tabelle 1 zeigt die letztlich geführten zehn Interviews.

Internetkompetenz	Interview-ID Nutzer	Interview-ID Nicht-Nutzer
Niedrig	1	3, 4
Mittel	2	6,7
Hoch	8, 9	10

Tabelle 1: Absichtsvolle Auswahl von Interviewpartnern

Die Datensammlung wurde eingestellt, nachdem im Aussagegehalt eine gewisse Sättigung des Aussagegehalts wahrgenommen wurde. Zur Absicherung dieser Feststellung einer theoretischen Sättigung sowie der Interpretationen wurden die Interviews mit dem Klinikeigentümer und dem Leiter der Physiotherapie in getrennten Sitzungen kommunikativ validiert. Auch diese Gespräche wurden wie die Interviews dokumentiert.

Nach der Durchführung wurde jedes Interview mit der Freeware Express Scribe und einem Transkriptionsleitfaden nach Kruse (2015) transkribiert. Dabei wurde der Text für die anschließende Analyse thematisch in Sinnabschnitte unterteilt. Jeder Sinnabschnitt markiert einen Themenwechsel durch den Interviewer oder den Interviewee.

3.2 Datenanalyse

Um aus den erhobenen Daten Nutzendimensionen und Wirkungszusammenhänge abzuleiten, wurde die inhaltliche Strukturierung als Technik der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) angewandt. Dieser anerkannte Ansatz zur Identifikation von Themen in Interviewtranskripten und anderer Kommunikation basiert auf einer systematischen, d.h. regel- und theoriebasierten, Analyse und dokumentierten Interpretation von Kommunikation. Sie wurde häufig in der qualitativen Forschung auf Interviews angewendet, unter anderem in der Psychologie, Soziologie und den Wirtschaftswissenschaften (Mayring 2010). Anders als von Ansätzen der Grounded Theory

verlangt (Urquhart et al. 2010), werden die Kategorien nicht rein induktiv vom Interviewmaterial abgeleitet, sondern in einem ersten Schritt ein aus der Literatur abgeleitetes Basisschema im Sinne von groben Suchrastern an das Material herangetragen und sukzessive zu einem Kategoriensystem verfeinert. Mit diesem Ansatz wird ein Kompromiss aus Offenheit als Forschungsprinzip für explorative Forschung und Integration des bestehenden Vorwissens im Feld erreicht.

Die gesammelten Interviewtranskripte wurden mit der Erweiterung RQDA für die Statistik Software R qualitativ ausgewertet. Dazu mussten gemäß der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) einige Parameter vorab festgelegt werden. Die Analyseeinheit beschreibt die Länge eines einzelnen Textbelegs. Um losgelöst vom Gesamttext eine nachvollziehbare Aussage zu enthalten wurden mindestens vollständige Sätze aus Subjekt, Prädikat und Objekt kodiert.

Das festgelegte Basisschema mit fünf Strukturierungsdimensionen richtet sich nach Adoptionsprozess nach Rogers (1983), um den Kontakt der Nutzer mit den interaktiven Videos möglichst vollständig abzubilden. In der Bewusstseinsphase erfährt der potentielle Nutzer von seiner Möglichkeit das betrachtete System, hier das interaktive Video einzusetzen. In der anschließenden Meinungsbildungsphase informiert sich die Zielperson, um in der Entscheidungsphase für oder gegen die Nutzung zu entscheiden. Durch die in der Implementierungsphase gesammelten Erfahrungen aus erster Hand, wird die Nutzungsentscheidung in der Bestätigungsphase retrospektiv bewertet.

Während mehreren Kodierungsdurchläufen wurde die zu Beginn gesetzten fünf Strukturierungsdimensionen zu drei Hauptkategorien konsolidiert, um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass zwischen der Bewusstseins-, Meinungsbildungs- und Entscheidungsphase bei Internet-basierten Medien wie interaktiven Videos kein wesentlicher Zeitverzug besteht. Dieser Umstand wurde in den Interviews wiederholt damit begründet, dass die Nutzungsentscheidung alternativ- und schadlos empfunden und deshalb spontan und unverbindlich getroffen werden konnte.

Das war im Programm drin. Vortrag, Laptop, anschauen. Hilft's mir, okay, wenn nicht - streichen kann ich es immer noch. – Interviewee 2

Jeder Kodierdurchlauf wurde abgebrochen sobald eine Änderung im zugrundeliegenden Kategorienschema notwendig wurde. Mögliche Arten von Änderungen umfassten Anpassungen an den Haupt- oder Nebenkategorien sowie Änderungen der Definitionen. Tabelle 2 zeigt das abschließende Kategorienschema zur Nutzenentstehung von interaktiven Videos.

4 Interpretation der Ergebnisse

Nach Abschluss der Kodierung im vierten Durchlauf konnten die Texte gemäß der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) abstrahiert werden. Dazu wurden die kodierten Textpassagen zunächst paraphrasiert und anschließend zu allgemeingültigen Aussagen zusammengefasst. Dieser dokumentierte Abstrahierungsprozess ermöglicht es unter vollständiger Rückverfolgbarkeit bis hin zu einzelnen Textpassagen, die drei Hauptkategorien anhand seiner Unterkategorien ausführlich zu interpretieren, um verallgemeinerte Aussagen zur Nutzenentstehung von interaktiven Videos zu treffen.

Strukturierungsdimension nach Rogers (1983)	Hauptkategorie	Unterkategorie	Definition
Bewusstsein	Einstellung und Motivation	sozialer Einfluss	Beeinflussung durch emotionale (Familie, etc.), situative (hier: Patienten) oder fachliche (hier: Therapeuten) Experten
Meinungsbildung		Einstellung zur Technologie	Einstellung (Aversion, Scheu, etc.) zur verwendeten Technologie
Entscheidung		Einstellung zum Anbieter	Einstellung zum Anbieter (hier: Klinik) des interaktiven Videos
		Einstellung zur Tätigkeit	Einstellung zur Tätigkeit (hier: Beckenbodentraining) bzw. Motivation zur Ausführung
Nutzung	Nutzung	Task Fit	Unterstützung, die das Untersuchungsobjekt dem Nutzer bei der Ausführung seiner Tätigkeit (hier: Beckenbodentraining) bieten
		Wahrgenommene Nutzbarkeit	Verwendbarkeit des interaktiven Videos in der konkreten Nutzungssituation (hier: Beckenbodentraining) bzw. allgemeine Steuerbarkeit durch Oberflächengestaltung und Funktionalität
		Nutzungsverhalten	Form (hier: während oder unabhängig vom Training), Regelmäßigkeit und Intensität der Nutzung
		Rahmenbedingungen	Bewertung der erwünschten Rahmenbedingungen zur Nutzung
Bestätigung	Wirkung	Lernerfolg	Einfluss auf die Kognition des Hintergrund- und Ausführungswissen sowie dessen Umsetzung in der unterstützten Tätigkeit (hier: Beckenbodentraining in der Prostatakrebstherapie)
		Performance	Einfluss der Nutzung auf die Effizienz, Effektivität und Qualität der Tätigkeitserfüllung
		Zufriedenheit	Verbalisierte bzw. non-verbale Zufriedenheit mit dem interaktiven Video

Tabelle 2: Entwicklung des Kategorienschemas zur Nutzenentstehung von interaktiven Videos

4.1 Einstellung und Motivation

Diese Hauptkategorie adressiert die Entscheidung eines potenziellen Nutzers auf Basis seiner individuellen Einstellung und seiner Motivation, ob er das interaktive Video im vorliegenden Anwendungskontext verwenden möchte. Dabei spielen der Rat Dritter sowie die eigene Einstellung zum untersuchten Unterstützungssystem (hier: HTML5-Player in Webbrowser), zur unterstützten Tätigkeit (hier: dem täglichen Beckenbodentraining) und zum Anbieter des Videos (hier: der Klinik als spezialisierte Therapieeinrichtung) eine Rolle.

Sozialer Einfluss

Wie die Aussagen in den Interviews zeigen, wird die Nutzungsentscheidung von den meisten Patienten autonom getroffen. In manchen Fällen wurde das private Umfeld konsultiert, während fachliche Experten oder andere Patienten kaum befragt wurden. Die Meinung von anderen Nutzern wird meist nachträglich in Form einer retrospektiven Bestätigung eingeholt.

Mit Patienten, die die bei der Einweisung dabei waren. Mit denen haben wir schon darüber gesprochen. Da haben wir uns schon ausgetauscht, nicht? – Interviewee 1

Dies deutet darauf hin, dass interaktive Videos selbst in einem gesundheitlichen Zusammenhang in seinem Charakter als optional im Sinne eines hedonischen IS erkannt werden. Die Nutzungsentscheidung beruht demnach auf intrinsischer Motivation (Van der Heijden 2004).

Einstellung zur Technologie

Wie bereits als ursächlich für die Konsolidierung der ersten drei Phasen des Adaptionsmodells nach Rogers (1983) genannt, wird die initiale Nutzungsentscheidung von der Mehrheit der Zielgruppe mit wenig Abwägung von Pro und Contra-Argumenten, sondern spontan getroffen.

Ich hab von Anfang an gesagt, wie ich es gehört habe, als der Herr das [Angebot] bei der ersten Stunde vorgebracht hat: „Das ist nichts für mich“. Weil ich technisch nicht begabt genug bin. Interviewee 8

Dabei stufen grundsätzlich zur Nutzung befähigte Personen eine Testnutzung als unverbindlich, aufwandsneutral sowie zumindest unschädlich für die eigene Gesundheit ein. Trotz des medizinischen Kontexts äußerte keiner der interviewten Patienten Datenschutzbedenken.

Einstellung zum Anbieter

Bei der Nutzungsentscheidung des interaktiven Videos tritt die Klinik gegenüber dem Patienten als Hersteller auf, der den Inhalt verantwortet. Bei einer Betrachtung einer gesundheitsrelevanten Anwendung kommt der Einstellung zum Anbieter eine besondere Rolle zu, da der Patient hierbei ein natürliches Bedürfnis nach Vertrauen entwickelt. Der größte Teil der Zielgruppe, dass die Klinik als beste Alternative bei der eigenen Klinikwahl wahrgenommen wurde

Und haben aber auch einen super Ruf, muss man dazu sagen, und man hört es ja auch von den Leuten. – Interviewee 2

Dabei gilt, dass ein vertrauensvolles Verhältnis zwischen Anbieter und Anwender auf das interaktive Video als Produkt des Anbieters bewusst oder unbewusst übertragen wird.

Einstellung zur Tätigkeit

Die Patienten haben durch ihre krankheitsbedingte Konstitution einen hohen intrinsischen Anreiz die Übungen auszuführen, um das Therapieziel der Kontinenz zu erreichen.

Man MUSS das [Beckenbodentraining] machen. – Interviewee 5

Besonders vor dem Hintergrund der typischerweise freiwilligen Nutzung von hedonischen Systemen (Van der Heijden 2004) ist die subjektive Wertschätzung für die durchzuführende und durch das interaktive Video unterstützte Tätigkeit von Bedeutung.

4.2 Nutzung

Durch die tatsächliche Nutzung als Hauptphase im Adoptionsprozess sammelt ein Nutzer Erfahrungen im Umgang mit dem interaktiven Video bei der jeweils unterstützten Tätigkeit (hier: Beckenbodentraining). Diese Hauptkategorie subsummiert die Aussagen, die beschreiben inwiefern das interaktive Video für den einzelnen Anwender nutzbar ist.

Task Fit

Ein großer Teil der Nutzer sieht im interaktiven Video eine ständige Versorgung mit umfassenden, wohlstrukturierten und visuell aufbereiteten Informationen zum Beckenbodentraining wird das interaktive Video als computerbasierte Unterstützung als gut in den Alltag integrierbar und zur Überbrückung einer informationellen Versorgungslücke geeignet angesehen. Das interaktive Video wird mehrheitlich als optische sowie akustische Orientierung während des Trainings aufgefasst.

Ein nicht zu vernachlässigender Teil der Nutzer betont, dass die optische Orientierung keine oder nur auf die erste Nutzungsphase beschränkte Bedeutung hat. Dies kann einerseits auf die gewohnte, hauptsächlich akustisch stimulierte Trainingssituation mit einem Therapeuten, andererseits auf die dazu notwendige zusätzliche körperliche Anstrengung für einen Sichtkontakt zurückzuführen sein. Alternativ könnte dies auf eine schnell abnehmende Bedeutung der zur Ausführung nötigen visuellen Anleitung hindeuten, sobald sich der Nutzer das Handlungswissen zu einer Übung eingeprägt hat.

Wobei ich da im Endeffekt gar keinen Wert auf die Bildchen mehr nehmen würde sondern einfach nur auf die Stimme, nur auf den Ton, dass ich die Ruhe finde. Weil wenn ich da jetzt immer hingucken muss und was weiß ich noch mit der Maus noch machen muss, wie ich das finde dann. – Interviewee 10

Einige kritische Stimmen sehen sich jedoch in der eigentlichen Übungsdurchführung durch den teilweise nicht notwendigen sondern konzeptionell bedingten Interaktionsbedarf gestört.

Eine funktionelle, technische, modale und konzeptionelle Unter- aber auch Überversorgung ist dabei hinderlich für die vom Nutzer festgestellte Unterstützung, die speziell interaktive Videos für die Tätigkeit bereithalten.

Wahrgenommene Nutzbarkeit

Die meisten Nutzer sehen keine Steuerungsprobleme trotz der Steuerungssituation mit paralleler Übungsausführung. Einige nannten die geschaffenen Interaktionsmöglichkeiten für sich einen Mehrwert in der Interaktion und empfindet das Medium interaktives Video durchaus als zielgruppengerecht.

Das [System] ist, finde ich, super aufgebaut. Und wenn ich ein bisschen normal mitdenke auch leicht zu habendhaben. – Interviewee 5

Insgesamt sollte das interaktive Video und seine Steuerung als Unterstützungssituation für die durchzuführende Tätigkeit als förderlich wahrgenommen werden.

Nutzungsverhalten

Die meisten Nutzer aber auch Nicht-Nutzer weichen kaum von der empfohlenen Trainingsintensität ab und führen das Beckenbodentraining täglich durch. Dabei fungierte das interaktive Video als virtueller Therapeut während der Trainingsdurchführung. Das interaktive Video hat damit maßgeblichen Einfluss auf die Trainingsgestaltung. Die Mehrheit der Nutzer beabsichtigt die Anwendung in dieser Form bis zum Eintritt der Kontinenz, zum Erhalt sporadisch, zu nutzen.

Ich habe dieses Beckenbodentraining in mein tägliches Übungsprogramm, das ich von Haus aus zu Hause mache, mit integriert. [...] Die werde ich sicher immer wieder aufrufen. Weil ich auch von anderen Dingen weiß wenn du damit täglich arbeitest, dann weißt du das. Aber manche Dinge, die man nicht täglich verwendet, die vergisst man einfach. Du weißt zwar, dass das irgendwo drinnen steht, aber mich interessiert das einfach immer wieder. Und deswegen versuche ich auch oder werde ich es dann auch so machen, dass ich immer wieder nachschaue. – Interviewee 9

Die selbstberichtete bisherige Nutzung sowie die weitere Nutzungsabsicht sind damit ist damit ein Indikator für den Erfolg von hedonischen IS mit ihrem Ziel der fortgesetzten Nutzung.

Rahmenbedingungen

Ein Teil der Nutzer sieht in der Verwendung eines privaten Laptops oder Tablets eine zwar voraussetzbare, aber müßige technische Lösung. Die technikaffinen Nutzer darunter sehen außerdem noch keine Ideale Geräteverwendung erreicht. Direkt oder indirekt erkennen Letztere eine sinnvolle Erweiterung darin, das Video in einem Second Screen Konzept auf dem Fernseher abzuspielen. Dies ist als Folge der nur bedingt körperlich angenehmen Haltung und Einsehbarkeit des Videos während der Übungsdurchführung zu sehen.

Das hören und das Verstehen dieser Übungen ist in der guten, in der gut installierten Umgebung zu Hause wesentlich besser als es da in der Klinik war. – Interviewee 8

Neben der Bereitstellung von geeigneter Hardware zur Nutzung der interaktiven Videos, empfindet die tendenziell ältere Zielgruppe in diesem Anwendungsszenarien begleitende Schulungen und feste Ansprechpartner als positiven Einfluss für die eigene Nutzungserfahrung. Dies deutet darauf hin, dass der Service-Gedanke bei hedonischen Systemen die Nutzenwahrnehmung positiv beeinflusst.

4.3 Wirkung

Die Postadoptionsphase steht für die Reflexion des Nutzers darüber, ob das interaktive Video im Anwendungskontext die gesetzten Erwartungen des Individuums im Verständnis der ECT erzielt. Laut den vorliegenden Interviews wird von einem interaktiven Video als hedonisches IS mit Ziel des Wissenstransfers erwartet, dass sich zunächst ein Lernerfolg einstellt und sich dieser in der Ausführung des Wissens in Form von Performanceverbesserungen niederschlägt. Im Sinne der ECT stellt sich bei Erfüllung der eigenen Erwartungen eine gewisse Zufriedenheit mit dem interaktiven Video ein. Im untersuchten Anwendungsszenario beinhaltet dies, inwiefern das interaktive Video das für das Beckenbodentraining notwendige Wissen vermittelt und so in der Patientenwahrnehmung zum Therapieerfolg beiträgt.

Lernerfolg

Ein großer Teil der Nutzer schätzt selbst, dass sie viel Wissen über das interaktive Video erworben haben. Dazu zählen die Kognition sowie die Anwendung des Handlungswissens um die abgebildeten Beckenbodenübungen, ergänzt um Wissen zu anatomischen Zusammenhängen und zur Trainingsgestaltung.

Aber du klickst es an und vielleicht machst du doch ein bisschen. Bis man dann so diese Sicherheit, die Eigensicherheit, bekommt. – Interviewee 5

Dies spiegelt die erwartete Eignung von interaktiven Videos als Instruktionsmedium wider.

Performance

Das interaktive Video besitzt für die meisten Nutzer einen spürbar positiven Einfluss auf die Qualität der eigenen Übungsausführung.

Der Nutzen jetzt speziell vom Beckentrainer. Also der würde, glaube ich, jedem der ihn nutzt helfen das er noch schneller, zumindest weitestgehend kontinent wird. – Interviewee 9

Dabei sind die objektive Qualität des Trainings im Sinne von Regelmäßigkeit und Korrektheit von der subjektiv empfundenen Qualität der Trainingsumstände in Form von Komfort und Vielfältigkeit in der Trainingsgestaltung zu unterscheiden. Ein weiterer großer Teil der Nutzer führt an, dass sie durch die Nutzung des interaktiven Videos einen höheren Grad an Kontinenz im Sinne von Effektivität und/ oder eine schnellere Erreichung der Kontinenz im Sinne von Effizienz antizipieren. Dieser zumindest empfundene Effekt kann durch die selbstberichtete korrektere Ausführung der einzelnen Übungen erklärt werden.

Zufriedenheit

Als verbalisiertes, indirektes Zufriedenheitsmaß gab ein Großteil der Nutzer wie auch einige Nicht-Nutzer an, dass sie die Therapie in dieser Klinik mit dem interaktiven Video zur Unterstützung jedem neuen Patienten mit derselben Indikation empfehlen würden. Auch auf sich selbst bezogen, bestätigten sämtliche Nutzer, dass sie ihre Entscheidung nicht bereuten und gemäß der ECT zufrieden sind. Dies beinhaltet das subjektive Bild von der Klinik, inklusive der Wertschätzung für das Zusatzangebot des interaktiven Videos, sowie die Zufriedenheit mit dem eigenen Fortschritt.

Ich bin wirklich froh, dass ich da das [den digitalen Beckenbodentrainer] auch benutzen kann. Dass das\ oder dass, ich sage jetzt mal, Ihr euch diese Mühe gemacht habt. – Interviewee 5

5 Zusammenfassung & Ausblick

In diesem Artikel wurden explorative Felddaten zum Nutzen von interaktiven durch Anwendung qualitativer Methoden analysiert. Die gewonnenen Erkenntnisse, wie sie in Abbildung 2 in einem Beschreibungsmodell zusammengefasst sind, sind im wissenschaftlichen Diskurs vorerst auf den Anwendungskontext beschränkt, d.h. dem Einsatz von interaktiven Videos als Instruktionsmedium für das Beckenbodentraining.

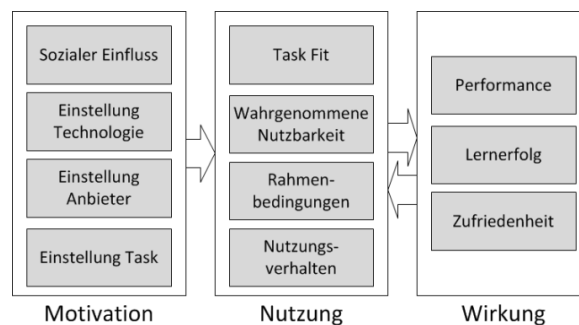


Bild 2: Beschreibungsmodell zur Nutzenentstehung von interaktiven Videos

In weiteren Studien gedenken wir durch Kontrastierung des Anwendungsszenarios die genaue Nutzenentstehung bei der Verwendung von interaktiven Videos aufzuarbeiten und modellhaft abzubilden. Zur Kontrastierung kann etwa das Maß an Interaktivität, das von einem nicht zu vernachlässigenden Teil der Benutzer in der vorliegenden Anwendungsszenario als störend für die tatsächliche Ausführung empfunden wurde, in Folgestudien absichtsvoll variiert werden.

6 Literatur

- Chambel T, Zahn C, Finke M (2006) Hypervideo and Cognition. In: Alkhalifa E (ed) Cognitively Informed Systems. IGI Global, pp 26–49
- Cheng Y (2011) Antecedents and consequences of e-learning acceptance. *Information Systems Journal* 21(3):269–299. doi: 10.1111/j.1365-2575.2010.00356.x
- Chiu C, Chiu C, Chang H (2007) Examining the integrated influence of fairness and quality on learners' satisfaction and Web-based learning continuance intention. *Information Systems Journal* 17(3):271–287. doi: 10.1111/j.1365-2575.2007.00238.x
- Chiu C, Hsu M, Sun S, Lin T, Sun P (2005) Usability, quality, value and e-learning continuance decisions. *Computers & Education* 45(4):399–416. doi: 10.1016/j.compedu.2004.06.001
- Davis FD (1985) *A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems -Theory and Results*, Massachusetts
- Davis FD (1989) Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13(3):319. doi: 10.2307/249008
- DeLone WD, McLean ER (2003) The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems* 19(4):9–30
- DeLone WH, McLean ER (1992) Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable. *Information Systems Research* 3(1):60–95. doi: 10.1287/isre.3.1.60
- Fishbein M, Ajzen I (1975) *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley series in social psychology. Addison-Wesley Pub. Co., Reading, Mass.
- Flick U (ed) (2015) *Qualitative Forschung: Ein Handbuch*, 11. Aufl. Rororo, 55628 : Rowohlt's Enzyklopädie. Rowohlt-Taschenbuch-Verl., Reinbek bei Hamburg
- Herzog C, Richter A, Steinhüser M, Hoppe U, and Koch M (2013) Methods And Metrics For Measuring The Success Of Enterprise Social Software - What We Can Learn From Practice And Vice Versa. In: ECIS '13 Completed Research: Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems, Paper 132

- Höffler TN, Leutner D (2007) Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction* 17(6):722–738. doi: 10.1016/j.learninstruc.2007.09.013
- Holsapple CW, Lee-Post A (2006) Defining, Assessing, and Promoting E-Learning Success: An Information Systems Perspective*. *Decision Sciences Journal of Innovative Education* 4(1):67–85. doi: 10.1111/j.1540-4609.2006.00102.x
- Hratinski S, Monstad T (2014) Exploring the relationship between the use of an interactive video website and organizational learning. *New Media & Society* 16(4):594–614. doi: 10.1177/1461444813487961
- Irani Z, Love PE (2001) Information systems evaluation: past, present and future. *European Journal of Information Systems* 10(4):183–188. doi: 10.1057/palgrave.ejis.3000408
- King WR, He J (2006) A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information & Management* 43(6):740–755. doi: 10.1016/j.im.2006.05.003
- Kruse J (2015) *Qualitative Interviewforschung: Ein integrativer Ansatz, 2., überarb. u. erg. Aufl. Grundlagentexte Methoden.* Beltz Juventa, Weinheim, Basel
- Lehner F, Siegel B (2009) E-Learning mit interaktiven Videos - Prototypisches Autorensystem und Bewertung von Anwendungsszenarien. In: Schwill A (ed) *Lernen im digitalen Zeitalter*, P-153. Gesellschaft für Informatik, Bonn, pp 43–54
- Lehner F (2011) Interaktive Videos als neues Medium für das eLearning. *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*(277)
- Lin H (2007) Measuring online learning systems success: applying the updated DeLone and McLean model. *Cyberpsychol Behav* 10(6):817–820. doi: 10.1089/cpb.2007.9948
- Mayring P (2010) *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken, 11., aktual., überarb. Aufl.* Beltz Pädagogik. Beltz, Weinheim
- Meixner B, Siegel B, Hölbling G, Lehner F, Kosch H (2010) SIVA suite - Authoring System and Player for Interactive Non-linear Videos. In: del Bimbo A, Chang S, Smeulders A (eds) *Proceedings of the international conference on Multimedia (MM '10)*, p 1563
- Oliver RL (1977) Effect of expectation and disconfirmation on postexposure product evaluations: An alternative interpretation. *Journal of Applied Psychology* 62(4):480–486. doi: 10.1037/0021-9010.62.4.480
- Park O, Hopkins R (1993) Instructional conditions for using dynamic visual displays: a review. *Instr Sci* 21(6):427–449. doi: 10.1007/BF00118557
- Petter S, DeLone W, McLean E (2008) Measuring information systems success: models, dimensions, measures, and interrelationships. *European Journal of Information Systems* 17(3):236–263. doi: 10.1057/ejis.2008.15
- Richter A, Mörl S, Trier M, Koch M (2011) Anwendungsszenarien als Werkzeug zur (V)Ermittlung des Nutzens von Corporate Social Software. In: Bernstein A, Schwabe G (eds) *Proceedings of the 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik*
- Rogers EM (1983) *Diffusion of innovations*, 3rd ed. Free Press; Collier Macmillan, New York, London
- Scholz M, Lehner F, Dorner V (2014) A Respecification of the DeLone and McLean Model to Measure the Success of an Electronic Mediated Learning System. In: Kundisch D, Suhl L, Beckmann L (eds) *MKWI '14: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik.* Univ, Paderborn, pp 805–819
- Stapleton J, McAllister C, and Schwiager D (2009) Examination of E-Learning Success in the Higher Education Environment: A Case Study. In: *MWAIS '09: Proceedings of the 4th Annual MWAIS conference*, pp Paper 26
- Urquhart C, Lehmann H, Myers MD (2010) Putting the ‘theory’ back into grounded theory: guidelines for grounded theory studies in information systems. *Information Systems Journal* 20(4):357–381. doi: 10.1111/j.1365-2575.2009.00328.x
- Van der Heijden H (2004) User Acceptance of Hedonic Information Systems. *MIS Quarterly* 28(4):695–704
- Venkatesh V, Davis FD (2000) A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science* 46(2):186–204. doi: 10.1287/mnsc.46.2.186.11926
- Venkatesh V, Goyal S (2010) Expectation Disconfirmation and Technology Adoption: Polynomial Modeling and Response Surface Analysis. *MIS Quarterly* 34(2):281–303
- Wang Y, Wang H, Shee DY (2007) Measuring e-learning systems success in an organizational context: Scale development and validation. *Computers in Human Behavior* 23(4):1792–1808. doi: 10.1016/j.chb.2005.10.006
- Zahn C (2003) *Wissenskommunikation mit Hypervideos: Untersuchungen zum Design nichtlinearer Informationsstrukturen für audiovisuelle Medien.* Internationale Hochschulschriften, Bd. 412. Waxmann, Münster, New York, München, Berlin

Teilkonferenz IKT-gestütztes betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement

Das betriebliche Nachhaltigkeitsmanagement umfasst sowohl die ökonomische, soziale als auch die ökologische Dimension unternehmerischen Handelns. Der Einsatz von IKT ist dabei notwendige Voraussetzung für die erfolgreiche Etablierung in den Unternehmen. Die Teilkonferenz IKT-gestütztes betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement fokussiert sowohl Konzepte eines nachhaltigen IT-Managements als auch die IT-Unterstützung der ökonomischen und ökologischen Dimensionen des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements und erörtert Forschungsfragen, Perspektiven und State-of-the-Art Anwendungen in diesem Feld. Aufgrund der interdisziplinären Natur des Themenfeldes war es das gesetzte Ziel, Beiträge aus verschiedenen Fachrichtungen zu erhalten und in die Teilkonferenz aufzunehmen. Dies ist mit 12 eingegangenen Beiträgen gelungen, wobei sechs Beiträge nach dem Begutachtungsprozess angenommen werden konnten. Die Beiträge beschäftigen sich mit Themen zu Green Knowledge Management, Dienstleistungen im Bereich nachhaltiger Mobilität, Open Innovation in der Entwicklung nachhaltiger IKT, Potentiale eines nachhaltigen Innovationsmanagement in KMU, Informationssystem für die Unterstützung der Zuliefererkette bei der Beschaffung notwendiger Stoffdaten sowie die Ermittlung der Nutzungsintention einer Carbon Footprint App.

Wir möchten allen Kolleginnen und Kollegen für die Einreichung sowie die Begutachtung der Beiträge herzlich danken und freuen uns auf eine spannende Diskussion.

Jorge Marx Gómez

(Teilkonferenzleitung)

Integration von Open Innovation in die Entwicklung nachhaltiger IKT

Jad Asswad¹, Georg Hake¹ und Jorge Marx Gómez¹

¹ Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Wirtschaftsinformatik I / VLBA,
{jad.asswad | georg.hake | jorge.marx.gomez}@uni-oldenburg.de

Abstract

Für das betriebliche und private Nachhaltigkeitsmanagement stellt der Einsatz von IKT sowohl eine Chance als auch eine Herausforderung für ökologisches und soziales Handeln dar. IKT bildet dabei die Grundlage zur Überwindung, stellt aber auch ein Problem für die nachhaltige Gestaltung von Geschäftsprozessen dar, denn der steigende Bedarf nach IKT-gestützten Systemen geht mit einem erhöhten Ressourcen- und Energiebedarf über den gesamten Lebenszyklus der Produkte einher. Es gilt daher, den Verbrauch und das Nutzungsverhalten von IKT dahingehend zu gestalten, dass neben Effizienz- und Konsistenzkriterien auch der Aspekt der Suffizienz berücksichtigt wird, was nur durch die Integration aller beteiligten Akteure in den Entwicklungsprozess geschehen kann. Der Ansatz des interdisziplinären Forschungsprojektes eCoInnovateIT setzt daher auf die Öffnung des gesamten Entwicklungsprozesses zur nachhaltigen Gestaltung des Verbrauchs von IKT Produkten. Dazu wird in diesem Beitrag im Rahmen einer konzeptionell-deduktiven Analyse ein Framework präsentiert, das die Perspektiven nachhaltigkeitsorientierter und offener Innovationen mit den Lebenszyklen von IKT Produkten verbindet.

1 Einleitung

Die zentrale Rolle von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in einer wachsenden Anzahl von Alltagssituationen und ihre Integration in eine steigende Zahl von Endgeräten führen zu einer immer größeren Verantwortung im Hinblick auf Gesellschaft und Umwelt (Erdmann et al. 2004). So sind IKT in Form von Smartphones, Tablets und Personal Computern im privaten Umfeld und im beruflichen Kontext nicht mehr wegzudenken. Mehr noch, der Bedarf und die Nutzung von IKT steigen stetig und ein Ende dieses Trends ist nicht abzusehen. Bedingt wird die immer stärkere Nutzung durch den technologischen Fortschritt, Innovationen und sinkende Kosten, verbunden mit der Integration in immer mehr Lebensbereiche (Hilty und Aebischer 2015).

Einhergehend mit dem nicht enden wollenden Bedarf an Geräten zur Unterstützung von beruflichen, wie auch privaten Aspekten, steigt auch der Konsum von IKT stetig an. Durch die Erhöhung der Nachfrage nach Produkten des IKT Sektors wächst sowohl das Angebot von neuen Lösungen und sinkt zugleich der zeitliche Abstand bis zum Austausch eines Altgerätes durch ein neueres Modell. Neben dem Energie- und Ressourcenverbrauch in der Produktion und Nutzung der

Neugeräte, stellt darüber hinaus die Verwertung der Altgeräte ein immer größer werdendes Problem dar (Lannoo et al. 2013). Nicht zuletzt führt die starke Verbreitung und Nutzung von IKT zu steigenden Anforderungen an die im Hintergrund agierenden technologischen Systeme zur Verwaltung und Distribution von Inhalten.

Um dieser Entwicklung entgegenzutreten bedarf es einer nachhaltigeren Gestaltung des gesamten Produktlebenszyklus von IKT, vom Design über die Produktion, Vertrieb, Nutzungsphase und die letztliche Verwertung, hinweg. Bisher liegt die Konzentration dieser Forschungsansätze jedoch zumeist auf geschlossenen Innovationsthematiken, die beteiligte Stakeholder ausblenden. Um den derzeitigen Hürden in der Umsetzung von nachhaltigem Verhalten entgegenzuwirken, wird mit diesem Beitrag eine Öffnung der Phasen im Produktlebenszyklus von IKT angestrebt.

Auf Basis dieser Problemanalyse lautet die Fragestellung dieser Arbeit:

„Wie kann das Lebenszyklusmodell von IKT durch Öffnung der Unternehmensprozesse nach außen hin und mit Hilfe der Methoden der Wirtschaftsinformatik nachhaltiger gestaltet werden?“

Auf Grundlage dieser Frage ergibt sich ein sukzessives Zielsystem aus 3 Stufen:

1. Die Identifikation von Schnittstellen innerhalb eines ganzheitlichen Lebenszyklusmodells von IKT zur Integration nachhaltiger Innovationskonzepte
2. Die Integration nachhaltiger und offener Innovationskonzepte an den Schnittstellen des Lebenszyklusmodells
3. Die Konzeptualisierung und Entwicklung eines Modells zur Integration eines Nachhaltigkeitskonzeptes offener Innovationen im Rahmen von IKT

Zur Erreichung dieses Konzeptes wird ein Anforderungsprofil an Informationssysteme entwickelt, das sowohl die beteiligten Akteure auf Mikro- und Makroebene zusammenführt und in den Innovationsprozess integriert als auch Suffizienz- und Konsistenzaspekte berücksichtigt. Dazu wird die Öffnung der Geschäftsprozesse in den jeweiligen Lebenszyklen eines IKT Produktes aufgezeigt und zu Nachhaltigkeitsmaßnahmen in der Entwicklung nachhaltiger IKT Produkte in Bezug gebracht. Darauf aufbauend werden die Maßnahmen mittels des Anforderungsprofils in ein Modell integriert, das in anschließenden Arbeiten als Grundlage für eine prototypische Auswertung dient.

2 Stand der Forschung und Forschungsgegenstand

Die hohe Verbreitung, der Funktionsreichtum und die Integration von IKT Produkten in immer mehr Bereiche des Alltags birgt für uns als Gesellschaft, als *Information Society*, das Potenzial der derzeitigen Entwicklung entgegenzutreten (Hilty 2011). Jede nachhaltige Entwicklung basiert dabei auf dem Grundgedanken, dass gegenwärtige Entscheidungen nicht zu Lasten zukünftiger Generationen getroffen werden dürfen (Brown et al. 1987). In der bisherigen Entwicklung wird jedoch die Frage nach einer nachhaltigen Gestaltung des Wachstumsprozesses weitestgehend vernachlässigt. So werden allein heute bereits 57-60 chemische Elemente des Periodensystems zur Herstellung eines üblichen IKT Produkts benötigt. Dazu gehören auch giftige Substanzen wie Blei, Quecksilber, Cadmium oder bromierte Flammschutzmittel. All diese Stoffe bedürfen gesonderter Recycling Maßnahmen oder können gesundheitsgefährdende Auswirkungen besitzen (Behrendt et al. 2007; Council 2008; Hilty 2011). Neben dem Rohstoffbedarf zur Produktion von IKT, wird für den gesamten Lebenszyklus eines IKT Produkts, von der Produktion über die Nutzungsphase bis hin zur Verwertung des Produktes, ein wachsender Energiebedarf erzeugt. Zusammen summierte

sich allein der weltweite Energiebedarf für die Nutzung von IKT im Jahre 2012 auf über 900TWh, was einer Energiemenge von 4,7% des weltweiten Energieverbrauchs entspricht (Lannoo et al. 2013; Van Heddeghem et al. 2014).

Gemäß der UN World Commission on Environment and Development ist eine Entwicklung nachhaltig, wenn sie „den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“ (Brundtland et al. 1987, S. 54). Im unternehmerischen und politischen Kontext hat sich dabei das Prinzip der Triple-Bottom-Line (Elkington 1998) durchgesetzt, das unternehmerischen Erfolg nicht allein anhand des finanziellen Erfolges bestimmt, sondern dem Gesamterfolg neben der ökonomischen Perspektive auch eine soziale und ökologische Perspektive beimisst (Norman und MacDonald 2004). Bei derzeitigen Ansätzen zur Gestaltung von nachhaltigem Konsum lassen sich dabei vier Strategien unterscheiden: Die Effizienzstrategie, die Konsistenzstrategie, die Suffizienzstrategie und regulatorische Strategien. Während die Effizienz- und die Konsistenzstrategie vor allem die technische Sichtweise betrachten, wird in der Suffizienz- und der regulatorischen Strategie eine Verhaltensänderung, getrieben durch ex- und intrinsische Motivation, verfolgt (Stengel 2011).

Bisher fanden vor allem effizienzorientierte und regulatorische Ansätze Anwendung. So findet auf der einen Seite die Gestaltung von Produkten oder Produktgruppen statt, die eine Reduktion des Material- und Energieverbrauchs, sowohl in der Produktions- wie auch in der Nutzungsphase vorsehen. Auf der anderen Seite wird versucht eine Sensibilisierung beim Konsumenten herbeizuführen, indem durch Weiterbildungs- und Informationsmaßnahmen ein Bewusstsein für die gegebene Problematik herbeigeführt werden soll. Des Weiteren wird die Diskussion von Nachhaltigkeitsansätzen zumeist mit einer festen Sender- und Empfängerrolle geführt. Derzeitige Forschungsansätze betrachten daher, bisher isoliert voneinander, vor allem effizienzorientierte und regulatorische Maßnahmen, die Handlungsempfehlungen auf Basis der Suffizienz- und Konsistenzdimension außer Acht lassen. Darüber hinaus kann attestiert werden, dass trotz einer Sensibilisierung der beteiligten Akteure und einer insgesamt positiven Einstellung gegenüber nachhaltigem Verhalten in Bezug auf IKT, noch kein klarer Trend hin zu nachhaltigerem Konsum belegt werden kann. Grund sind Kollektivgutproblematiken sowie Informationsasymmetrien, die trotz Wohlwollen seitens der Akteure zu keiner Änderung im Verhalten führen.

Die Wirtschaftsinformatik nimmt sich dieser Problematik bisher überwiegend im Rahmen einer Überwachungs-, Berichts- und Steuerungsfunktion an. Dazu werden hauptsächlich Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) eingesetzt, die in der Lage sind, die Umweltauswirkungen betrieblicher Prozesse offenzulegen und zu steuern (Marx Gómez 2014; Teuteberg und Marx Gómez 2014). Gestiegenes Interesse wurde in den letzten Jahren der Gestaltung nachhaltiger Technologieprodukte mit Hilfe von IT geschenkt. Die Perspektive, in der IT zur Überwindung von Umweltproblematiken angesehen wird, ist als "IT-for-Green" bereits als Thema für die Wirtschaftsinformatik etabliert und Teil von BUIS der nächsten Generation (BUIS 2.0). Die Gegenperspektive nimmt das Thema Green IT ein, das eine Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs von IT-Produkten anstrebt (Loos et al. 2011). Generell ist jedoch zu attestieren, dass die Miteinbeziehung von Konsumenten, Interessensgruppen und der Politik in den Entwicklungsprozess weitestgehend vernachlässigt wurde und primär Lösungsansätze zur Unterstützung des Produktionsprozesses gefunden wurden. Dies führt dazu, dass zwar Konsistenz- und Effizienzkriterien hinreichend Berücksichtigung finden, das Kriterium der Suffizienz jedoch darunter leidet, dass Interessen nicht involvierter Stakeholdergruppen vernachlässigt werden. An

dieser Stelle setzt der Ansatz dieses Beitrags an, indem Möglichkeiten für die Miteinbeziehung aller Interessensgruppen an dem Innovationsprozess gefunden werden sollen.

3 Forschungsmethodik

Ziel der langfristigen Forschungsarbeit innerhalb des Forschungsprojektes eCoInnovateIT ist die Entwicklung und Analyse eines Software Systems zur Unterstützung offener Innovation in allen Phasen des Lebenszyklusmodells von IKT Produkten. Dieser Beitrag verfolgt hierzu die Konzeptualisierung eines Rahmenmodells auf Basis eines Anforderungsprofils an die Entwicklung nachhaltiger IKT Produkte. Dazu werden die Perspektiven aus drei Forschungsrichtungen in ein Modell integriert, das als Grundlage für die weitere Forschungsarbeit dient. Zu den drei Perspektiven die eingenommen werden zählen die „Sustainability-Oriented Innovation“ nach Hansen und Grosse-Dunker (2012), die Öffnung des Innovationsprozesses gemäß des „Open Innovation“ Ansatzes nach Chesbrough (2012) und die Phasen im Lebenszyklusmodell von IKT (Hilty 2011).

Die Vorgehensweise innerhalb dieses Beitrags folgt dem methodischen Pluralismus, der eine Zusammenführung verschiedener Forschungsmethoden erlaubt (Becker und Pfeiffer 2006). In einem ersten Schritt werden auf Basis einer Literaturanalyse die Charakteristika, Gegensätze und potenziellen Schnittstellen der jeweiligen Forschungsrichtungen identifiziert. Im Anschluss findet mit Hilfe einer argumentativ-deduktiven Analyse die Erstellung eines gemeinsamen Anforderungsprofils statt. Die Bestimmung des Zielsystems geschieht dabei auf Basis der Auswertung des Ist-Zustandes und der Bewertung von offenen Innovationsmaßnahmen zur Überwindung des Problemstadiums. Im Folgeschritt werden die identifizierten Bestandteile der einzelnen Disziplinen und ihre Schnittstellen mittels einer konzeptionell-deduktiven Analyse in ein Rahmenmodell integriert, das sowohl die Grenzen der Zusammenführung aufzeigt, als auch die Migration der verschiedenen Konzepte darstellt.

Aufbauend auf diesem Beitrag schließt das Design und die Entwicklung einer prototypischen Softwarearchitektur auf Basis des Modells an. Diese ermöglicht die Simulation der Konzepte in den Partnerunternehmen des Projektkonsortiums und die Evaluation der Ergebnisse in der Praxis.

4 Identifikation nachhaltiger und offener Innovationskonzepte

Zur Darstellung der Vorgehensweise der Forschungsarbeit in diesem Beitrag werden die Phasen des Zielsystems sukzessiv aufgearbeitet, sodass zum Ende die Integration der individuellen Komponenten vorgenommen werden kann. Dazu zählt eine Literaturanalyse zu Sustainability-Oriented Innovation, dem Lebenszyklusmodell von IKT und der Methoden von Open Innovation. Die Ergebnisse aus jeder Phase werden im Folgeschritt zu einem integrativen Modell zusammengeführt, das als konzeptionelle Grundlage für einen späteren Prototypen dient.

4.1 Sustainability-Oriented Innovations

Seit der Begriff „Nachhaltige Entwicklung“ 1987 durch den Brundtland-Bericht definiert wurde, entstanden umfangreiche Diskussionen und Forschungen, welche die Frage aufwarfen, wie ein so breites und moralisches Konzept aus ökonomischer Perspektive adaptiert und angepasst werden kann. Die Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung bieten erhebliches Potenzial für das Innovationsmanagement. Die Anwendung von Nachhaltigkeit auf das Innovationsmanagement ist

dabei sowohl aus moralischer als auch wirtschaftlicher Perspektive wichtig (Salzmann et al. 2008). Dazu gibt es zwei Argumente, die diese Ansicht unterstützen. Zum einen erhöhen neue Regelungen und Gesetze in Sozial- und Umweltfragen den Druck zur Innovativität (“Regulierungs-Push”) (Fichter et al. 2006; Hockerts 2007; Preuss 2007). Zum anderen stellt Nachhaltigkeit eine neue Quelle für Ideen und Visionen, die zu neuen Geschäftsoportunitäten führen, dar (“Vision-Pull”) (Hart 1997; Day 1998).

In diesem Zusammenhang wurde das Konzept der „Sustainability-Oriented Innovations (SOI)“ von (Hansen et al. 2009) vorgestellt. SOI wird dabei ein generell positiver Effekt auf die Wertentwicklung des Unternehmens zugeschrieben. Der Begriff ist folgendermaßen definiert:

„Die kommerzielle Einführung einer neuen (oder verbesserten) Produkt (Dienstleistung), hybrider Leistungsbündel (HLB), oder reinen Dienstleistung, die – auf der Grundlage einer nachvollziehbaren (qualitativen oder quantitativen) vergleichenden Analyse – zu ökologischen und (oder) sozialen Vorteilen gegenüber der Vorgängerversion des physischen Lebenszyklus („from cradle to grave“) führt“ (Übersetzt von Hansen und Grosse-Dunker 2012, S. 1).

Gleichzeitig werden SOI als hoch riskante Innovationen angesehen, da die Auswirkungen der tatsächlichen Integration der Innovation zur nachhaltigen Entwicklung unbekannt sind. Ein solches Risiko wird als „Directional Risk“ bezeichnet (Paech 2005). Um die Directional Risk der SOI zu reduzieren, wurde von (Hansen et al. 2009) ein generisches Modell in Form eines Innovation Cubes entwickelt.

Der Sustainability Innovation Cube besteht aus drei Dimensionen: Target Dimension, Life Cycle Dimension und der Innovation Types Dimension. Die 'Target'-Dimension analysiert die Wirkungen der Innovationen auf ihre Effektivität in Bezug zu den Nachhaltigkeitszielen. Sie basiert auf dem Triple-Bottom-Line Konzept der nachhaltigen Entwicklung und ist in dessen drei Bestandteile untergliedert: Ökonomie, Ökologie und Soziales. Die 'Life Cycle'-Dimension fokussiert auf die Rolle des Lebenszyklus bezüglich der Nachhaltigkeitswirkungen von Produktinnovationen. Diese Dimension betrachtet den physischen Lebenszyklus „from cradle to grave“ zusätzlich zu nicht-ökonomischen Methoden der Lebenszyklusanalyse, einschließlich der ökologischen, sozialen und nachhaltigen Perspektiven. Die letzte Dimension beschreibt die 'Innovation Types'-Dimension. Ihre erste Komponente, die 'technologischen Innovationen', beschreibt Produkt- und produktbezogene Innovationen auf technischer Ebene. Demgegenüber stehen die Dimensionen 'Hybride Leistungsbündel (HLB)' und 'Geschäftsmodell', die Innovationen jenseits der technologischen Ebene darstellen (Hansen et al. 2009).

Aufgrund der Integration unterschiedlicher Dimensionen und der Reduktion der Directional Risk von Innovationsmaßnahmen in ein Nachhaltigkeitskonzept, dient der Sustainability Innovation Cube im Folgenden als Orientierungsgrundlage für die Integration nachhaltig orientierter Innovationsmaßnahmen in das Lebenszyklusmodell von IKT Produkten. Um die Auswirkungen der Nutzung von IKT ganzheitlich zu erfassen, wird im Folgeschritt eine Analyse des Lebenszyklus von IKT vorgenommen und im Anschluss darauf die Methoden von Open Innovation identifiziert, die in die Bereiche der nachhaltigen Innovation integriert werden können.

4.2 IKT Lebenszyklusmodell

Wenngleich die Produktion und die Nutzung von IKT zu einem gesteigerten Energie- und Ressourcenproblem führen, so trägt IKT auch zugleich zur Entlastung bei. Denn die Verwendung von IT in einer steigenden Anzahl alltäglicher Situation erzeugt Substitutionseffekte, die dazu

führen, dass digitale Medien und virtuelle Korrespondenzen an die Stelle von Verhaltensmustern treten, die belastende Effekte auf die Umwelt besitzen. So ersetzen elektronische Dokumente bereits verbreitet gedruckte Formate, elektronische Post verringert den Bedarf am klassischen Briefverkehr, Remote Arbeitsplätze erlauben die Durchführung verschiedenster beruflicher Tätigkeiten und Telekonferenzen ersetzen vielerorts die physische Präsenz. In all diesen Bereichen ersetzt IKT die Notwendigkeit eines physischen Objektes durch ein virtuelles Substitut, das eine Reduktion des CO₂ Ausstoßes, Produktivitätssteigerungen sowie finanzielle Vorteile ermöglicht (Lannoo et al. 2013).

Neben den oben genannten Substitutionseffekten erlaubt die Anwendung von IKT überdies eine effektivere und effizientere Prozesssteuerung hin zu einem reduzierten und optimierten Energie- und Ressourcenbedarf. Ein Beispiel für die Steuerung von Prozessen in Wirtschaft als auch im privaten Umfeld stellt die Nutzung von Smart Grids sowie die Integration von Smart Metern, dar. In diesem Fall kann IKT die Bedarfsmessung unterstützen und den Verbrauch mit dem verfügbaren Stromangebot in Einklang bringen. Ein weiteres Beispiel stellt der Trend zum intelligenten Wohnen dar. Auch hier führt eine intelligente Steuerung durch die Mittel von IKT zu einer Reduktion von Strom- und Heizkosten. Ähnlich kann ein durch IKT-gestütztes Transportplanungssystem Routen optimieren sowie Lager- und Lademengen dynamisch steuern (Lannoo et al. 2013).

Obwohl durch Substitutions- und Steuerungseffekte eine Effektivitätssteigerung zu erwarten ist, trifft dies nicht generell zu. Jevons' Paradoxon findet auch in der Nutzung von IKT Anwendung: Der technologische Fortschritt führt zwar zu einer effizienteren, letztlich aber auch zu einer erhöhten Nutzung eines Gutes, sodass die zunächst gewonnene Einsparung nicht zwangsweise zu einer Senkung des Gesamtverbrauchs führt. Man spricht in diesem Fall auch von einem ‚Rebound Effekt‘ (Hilty et al. 2011). So war es (Kooimey et al. 2011) möglich zu zeigen, dass zwar die Anzahl der Berechnungen pro kWh von IKT Produkten sich in den letzten 65 Jahren im Schnitt alle 1.5 Jahre verdoppelt hat, aber die Einsparungen eine gleichzeitige Verdopplung der Leistung pro PC gemäß Moores Law und eine Verdopplung der Anzahl installierter Rechner weltweit alle drei Jahre, zwischen 1980 und 2008, zu einem steigenden statt sinkenden Energiebedarf geführt hat (Kooimey et al. 2011).

Die genannten Effekte zeigen, dass eine systematische und ganzheitliche Analyse der Auswirkungen von IKT auf die Umwelt nicht nur den produkteigenen Lebenszyklus zu betrachten hat, sondern zudem die induzierten Nutzungsmuster gemäß einer Lebenszyklusanalyse betrachtet werden müssen. Es sollten darüber hinaus die durch den Konsum erzeugten Induktions-, Optimierungs-, und Substitutionseffekte beleuchtet werden. Der allgemeine Lebenszyklus eines IKT Produktes ist selbst untergliedert in Produktions-, Nutzungs- und End-of-Life-Phase (Hansen et al. 2009; Hilty 2011). In der Produktionsphase werden die Rohmaterialien bezogen und in das Endprodukt verarbeitet. In der Nutzungsphase liefert die Hardware induzierte Services an den Endverbraucher, bis das Produkt oder seine Bestandteile in der End-of-Life-Phase letztlich recycelt, wiederverwendet, in andere Systeme überführt oder entsorgt werden (Hilty 2011).

Die zusätzlich induzierten Prozesse und benötigten Hintergrundsysteme von IKT zeigen die Weitläufigkeit der benötigten Innovationsmaßnahmen auf. So würden Konsistenz- und Effizienzstrategien langfristig lediglich zu einem Rebound Effekt führen. Aufgrund dessen ist die Berücksichtigung von Innovationsstrategien zur Integration von Suffizienzaspekten eine Bedingung für die Unterstützung des Lebenszyklusmodells durch ein übergreifendes Softwaresystem. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es der Unterstützung aller beteiligten

Stakeholder auf Mikro- und Makroebene. Beispiele für beteiligte Akteure in der Produktionssteuerung und Nutzung von IKT sind Konsumenten, Konsumentengruppen, Industriekonsortien, Interessensvertretungen oder Politikorgane. Die Integration dieser Akteure in die Gestaltung von IKT Produkten hat die Öffnung der einzelnen Phasen des Lebenszyklusmodells zur Folge. Im Folgenden soll daher die Möglichkeit zur Erweiterung des Modells mit den Mitteln von Open Innovation erörtert werden.

4.3 Open Innovation

Das Konzept des Innovationsprozesses hat sich im letzten Jahrzehnt wesentlich geändert. Chesbrough (2003) beschreibt einen Paradigmenwechsel von Innovationen, weg von einem geschlossenen und hin zu einem offenen Modell. Innerhalb des alten, geschlossenen Modells, der „Closed Innovation“, konnten Forschungsprojekte nur zu Beginn des Innovationsprozesses miteinbezogen werden und nur am Ende des Innovationsprozesses als fertiges Produkt in den Markt ausgehen. Im Gegensatz dazu propagiert das neue Modell einen offenen Innovationsprozess. Hierbei können Projekte, Ideen und neue Technologien sowohl von internen als auch von externen Quellen ins Leben gerufen werden. Daneben können neue Technologien in verschiedene Stufen des Innovationsprozesses integriert werden. Außerdem können Projekte auf vielfältige Arten in den Markt ausgehen, nicht nur durch Marketing- und Vertriebskanäle des Unternehmens, sondern auch durch Lizenzierung oder Spin-off Ventures (Chesbrough 2006).

Open Innovation verwaltet hierbei die zwei Richtungen der Wissensströme über Organisationsgrenzen hinweg, anhand ihrer zwei Ausprägungsformen: ‚Outside-In‘ (Inbound) und ‚Inside-Out‘ (Outbound) Open Innovation (Chesbrough 2003; Lichtenthaler 2011; Chesbrough 2012; Chesbrough und Bogers 2014; West et al. 2014). Eine dritte Form stellt die Coupled Open Innovation nach (Gassmann und Enkel 2004) dar. Diese Form kombiniert Wissenszu- und abflüsse zwischen Akteuren des Innovationsprozesses. Open Innovation als neues Paradigma des Innovationsprozesses soll die Nachteile der vorherigen Paradigmen, wie Spillovers oder gebundenes geistiges Eigentum (Intellectual Property (IP)), überwinden (Kuhn 1962; Feyerabend 1981), da diese die Einführung von Nachhaltigkeitskonzepten durch Ausschluss von Akteuren behindern. Das Konzept der Open Innovation bietet durch seine drei Formen verschiedene Mechanismen zur Überwindung an. Einige dieser Mechanismen sind beispielhaft in Tabelle 1 dargestellt. Die Tabelle zeigt, dass vor allem im industriellen und akademischen Bereich einen Großteil ihrer Aufmerksamkeit der Outside-In Open Innovation widmen, während Inside-Out und die Coupled Formen weniger Verbreitung erfahren (Chesbrough und Bogers 2014).

Um die langfristige, ökonomische, ökologische und soziale Umweltverträglichkeit solcher Strategien zu gewährleisten, müssen Unternehmen die Notwendigkeit eines erweiterten Spektrums von Stakeholdern prüfen (Kilbourne 1998). Belz und Peattie (2012) haben in ihrem Buch „Sustainability Marketing: A global perspective“, das Konzept der Open Innovation und die Entwicklung von nachhaltigen Produkten und Dienstleistungen miteinander verknüpft. Sie haben das Konzept „Open Sustainability Innovation“ vorgestellt, das in Unternehmen besonders die R&D Abteilung offenlegt und verschiedene Arten von Stakeholdern in den Entwicklungsprozess von nachhaltigen Produkten und Dienstleistungen involviert.

Obwohl Open Innovation lediglich begrenzte Aufmerksamkeit in der Frage nach „Green“-Innovation zukommt, wurde das Konzept von Open Innovation im Kontext der Nachhaltigkeit in einigen Forschungen und Forschungsprojekten bereits eingeführt. Ein Beispiel stellt das GreenXchange (GX) Projekt aus dem Jahre 2010 von Nike dar. GX ist ein Web-basierter Marktplatz

für geistiges Eigentum und dient als ein Mechanismus zur Förderung der nachhaltigkeitsbezogenen Innovation durch IP-Lizenzierung (Ghafele und D O'Brien 2012). Ein weiteres Beispiel ist das Fairphone. Die Idee hinter diesem Projekt ist eine Plattform, welche die Grundgedanken eines fairen Handels und das Konzept von Open-Source Software aufgreift und auf das Hardware-Design des Fairphones anwendet. Nachhaltigkeit und Wissensaustausch stehen im Kern dieses Konzeptes. Darüber hinaus zielt die Kampagne darauf ab, dass sowohl die Entscheidungsträger als auch die Konsumenten in die Prozesse der Produktion des Smartphones integriert werden (Wernink und Strahl 2015).

Outside-In (Inbound)	Inside-Out (Outbound)	Coupled
Ausnutzung externer Wissensquellen durch interne Prozesse	Ausnutzung v. internem Wissen durch externe Vermarktungsprozesse	Kupplung v. externen Wissensquellen und Vermarktungsaktivitäten
<ul style="list-style-type: none"> - Akquisition - Sourcing/ Einlizenzierung - Beschaffung - Integration - Kommerzialisierung - Scouting - Universitäts-Forschungsprogramme - Startup-Unternehmen Finanzierung - Arbeit mit Vermittlern, Lieferanten und Kunden - Nutzung von Geheimhaltungsvereinbarungen - Crowdsourcing - Wettbewerbe und Turniere - Gemeinschaften - Spin-ins oder Spin-backs 	<ul style="list-style-type: none"> - Auslizenzierung v. IP und Technologien - Spenden v. IP und Technologien - Spin-outs - Corporate Venture Capital (CVC) - Joint Ventures und Allianzen 	<ul style="list-style-type: none"> - Strategische Allianzen - Joint Ventures - Konsortien - Netzwerke - Ökosysteme - Plattformen

Tabelle 1: Mechanismen der drei Formen der Open Innovation Vgl. Chesbrough und Bogers (2014)

4.4 Open Innovation und Sustainability-Oriented Innovation im Lebenszyklus von IKT

Um die vorgestellten Maßnahmen in ein Modell zusammenzuführen und ein integriertes Framework zur Gestaltung nachhaltiger, offener Innovationen zu entwickeln, wurden die vorgestellten Dimensionen des SICs von (Hansen et al. 2009) als Grundlage verwendet. Während der SIC als Framework entwickelt wurde, um die Nachhaltigkeitswirkungen von SOIs zu bewerten, soll im Folgenden eine Integration von Open Innovation, Sustainability-Oriented Innovation und dem Produktlebenszyklus von IKT anhand des Cubes aufgezeigt werden. In diesem Rahmen stellt die Verbindung der drei Dimensionen des Cubes die Zielausrichtung für das Framework dar. Dazu zählen technologische und nicht-technologische Innovationen von IKT als Innovationsformen sowie der Lebenszyklus von IKT gemäß der Life Cycle Dimension des SIC. Außerdem werden die Mechanismen der Open Innovation benutzt, um den Innovationsprozess zu führen und das Geschäftsmodell zu adaptieren (siehe Abbildung 1).

Das integrierte Framework zeigt die Triple Bottom Line als übergeordnete Zieldimension, welche durch ein angepasstes Lebenszyklusmodell von IKT sowohl als Treiber des veränderten IKT Produktions-, Nutzungs- und Verwertungsprozesses dient, gleichzeitig aber auch Veränderung im

Verhalten als abhängige Variable widerspiegelt. Während die Triple Bottom Line als Zieldimension fungiert, bilden die Ebenen der Open Innovation und der Sustainability-Oriented Innovation die wechselseitige Steuerungsfunktion zum Produktlebenszyklus von IKT. In diesem Zusammenspiel zeigt sich die Aufgabe der späteren Implementierung. Die aufgezeigten Methoden von Open Innovation ermöglichen eine Integration von Ideen, Visionen und dem Markt als auslösender Treiber („Pull Funktion“) und Green IT sowie politische Regulationen als steuernder und reglementierender Treiber („Push Funktion“).

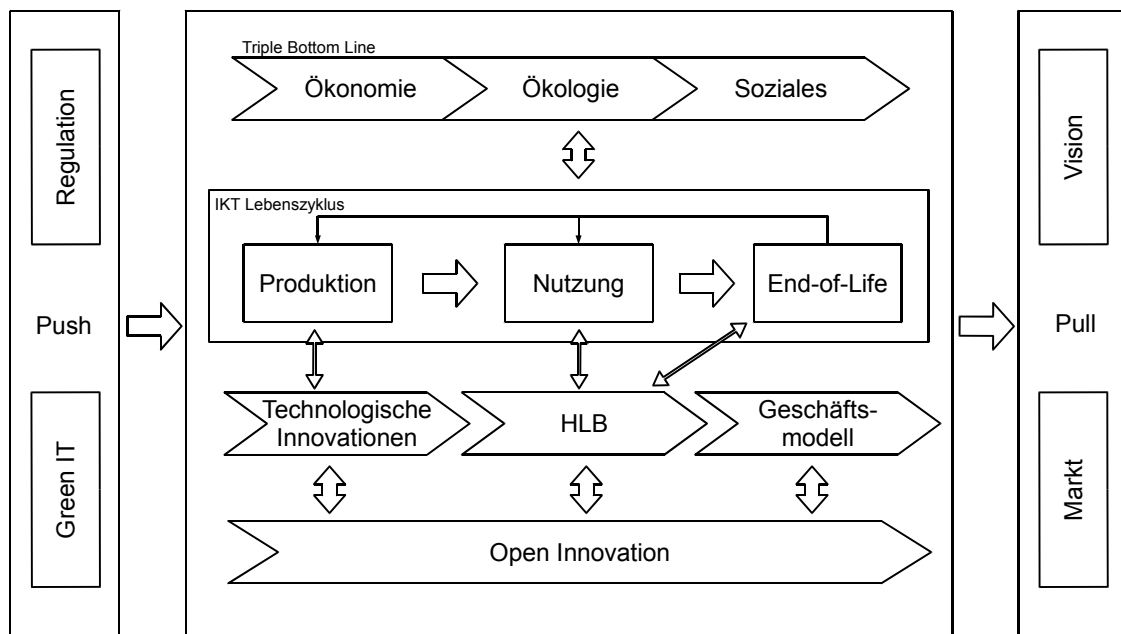


Abbildung 1: Integration von Sustainability-Oriented Innovation in den Lebenszyklus von IKT

Auf horizontaler Ebene werden somit die wechselseitigen Beziehungen innerhalb der individuellen Forschungsdisziplin berücksichtigt, während auf vertikaler Ebene der Informationsaustausch zwischen den jeweiligen funktionalen Bereichen stattfindet. Die horizontale Ebene der Triple Bottom Line spiegelt dabei die Auswirkungen der Innovationsmaßnahmen aus ökonomischen, ökologischen und sozialen Blickwinkeln wieder, sodass ihr eine Überwachungsfunktion zukommt. Die Sicht auf die Entwicklungsphasen des Endproduktes wird mittels des Lebenszyklusmodells von IKT in Produktions-, Nutzungs- und End-of-Life-Phase gegliedert. Die Komponenten der Sustainability-Oriented Innovation bilden schließlich das Bindeglied zwischen dem Lebenszyklus von IKT und der Integration von allen Stakeholdern mittels Open Innovation. Damit findet eine Zusammenführung von nachhaltigkeitsorientierten Innovationskonzepten und den Methoden von Open Innovation statt, die neben der Effizienz- und Konsistenzdimension auch Suffizienzkriterien berücksichtigt und damit eine ganzheitliche Veränderung im Verbrauch von IKT herbeiführt.

5 Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Arbeit bildet die Brücke zwischen einem nachhaltigkeitsorientierten Innovationsmanagement von IKT und der Öffnung des Produktlebenszyklus für alle beteiligten Stakeholder unter Zuhilfenahme der Methoden der Wirtschaftsinformatik. Die Umsetzung unterteilte sich dabei in die Identifikation der Innovationskonzepte, die Bestimmung von

Integrationsmaßnahmen, hin zur Konzeptualisierung eines Rahmenmodells, das die Maßnahmen offener Innovationskonzepte mit der nachhaltigen Gestaltung von IKT Produkten zusammenführt.

Auf Basis der Zielstellungen die für den Forschungsauftrag dieser Arbeit gestellt wurden, lassen sich folgende Erkenntnisgewinne bestimmen: Zunächst wurden Schnittstellen zwischen einem ganzheitlichen Lebenszyklusmodell von IKT und eines Sustainability-Oriented Innovation Konzeptes aufgezeigt. Darauf aufbauend wurde die Integration nachhaltiger und offener Innovationskonzepte an den gezeigten Schnittstellen des Lebenszyklusmodells anhand eines konzeptionellen Modells präsentiert. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse kann die Entwicklung eines Prototypens zur Unterstützung eines Nachhaltigkeitskonzeptes offener Innovationen erfolgen.

Die Frage nach dem Lebenszyklusmodell von IKT, das durch Öffnung der Unternehmensprozesse nach außen hin und mit Hilfe der Methoden von Green IT nachhaltiger gestaltet werden kann, wird dadurch im Folgeschritt sowohl auf Konsistenz, Effizienz und Suffizienz überprüft. Dies ermöglicht eine fundierte Auswertung, auf sozial- und politikwissenschaftlicher Ebene sowie aus Sicht des Innovationsmanagements, des Marketings und der Psychologie, durch Unterstützung der Projektpartner von ‚eCoInnovateIT‘.

Neben der Nutzung des Systems innerhalb des Projektes durch die beteiligten Projekt- und die Praxispartner, ermöglicht eine prototypische Implementierung die Aufdeckung von Grenzen in Bezug auf die technische Umsetzbarkeit und die Inanspruchnahme von Sustainability-Oriented Innovationen mittels einer solchen Plattform von Seiten der Anwender. In diesem Zusammenhang kann der implementierte Prototyp vor allem auf Motivationstreiber der Stakeholder und Technologieakzeptanz hin untersucht werden. Insbesondere im Rahmen einer Sentiment Analyse oder einer Netnographie der Nutzerdaten sind daraus Erkenntnisgewinne zu erwarten.

Danksagung:

Diese Arbeit ist Teil des Projekts "Nachhaltiger Konsum von Informations- und Kommunikationstechnologie in der digitalen Gesellschaft - Dialog und Transformation durch offene Innovation". Das Projekt wird vom Ministerium für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen und der VolkswagenStiftung aus Landesmitteln des Niedersächsischen Vorab gefördert (Projektnummer VWZN3037).

6 Literatur

- Becker J, Pfeiffer D (2006) Konzeptionelle Modellierung-ein wissenschaftstheoretischer Forschungsleitfaden. In: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2006). 3–19
- Behrendt S, Scharp M, Kahlenborn W, et al (2007) Seltene Metalle : Maßnahmen und Konzepte zur Lösung des Problems konfliktverschärfender Rohstoffausbeutung am Beispiel Coltan. Umweltbundesamt, Dessau
- Belz F-M, Peattie K (2012) Sustainability Marketing: A Global Perspective, 2. Auflage. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J
- Brown BJ, Hanson ME, Liverman DM, W. Merideth RJ (1987) Global sustainability: Toward definition. Environmental Management 11:713–719.
- Brundtland G, Khalid M, Agnelli S, et al (1987) Our Common Future (‘Brundtland report’). Oxford University Press, USA

- Chesbrough H (2012) Open Innovation. *Research Technology Management* 55:20–27. doi: 10.5437/08956308X5504085
- Chesbrough H (2006) Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. *Open innovation: Researching a new paradigm* 1–12.
- Chesbrough H, Bogers M (2014) *Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation*. Social Science Research Network, Rochester, NY
- Chesbrough HW (2003) *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press, Boston
- Council NR (2008) *Minerals, Critical Minerals, and the U.S. Economy*. The National Academies Press, Washington, DC
- Day RM (1998) *Beyond eco-efficiency: sustainability as a driver for innovation*. World Resources Institute, Washington D.C.
- Elkington J (1998) *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. New Society Publishers, Oxford
- Erdmann L, Hilty L, Goodman J, Arnfalk P (2004) *The future impact of ICTs on environmental sustainability*.
- Feyerabend PK (1981) *Problems of empiricism: Philosophical papers*. Cambridge University Press, Cambridge
- Fichter K, Noack T, Beucker S, et al (2006) *Nachhaltigkeitskonzepte für Innovationsprozesse*. Fraunhofer IRB, Stuttgart
- Gassmann O, Enkel E (2004) *Towards a theory of open innovation: three core process archetypes*. In: R&D management conference.
- Ghafele R, D. O'Brien R (2012) *Open innovation for sustainability: Lessons from the GreenXchange experience*. <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/40440/>. Abgerufen am 25. Aug. 2015
- Hansen EG, Grosse-Dunker F (2012) *Sustainability-Oriented Innovation*. Social Science Research Network, Rochester, NY
- Hansen EG, Grosse-Dunker F, Reichwald R (2009) *Sustainability innovation cube - a framework to evaluate sustainability-oriented innovations*. *International Journal of Innovation Management* 13:683–713. doi: 10.1142/S1363919609002479
- Hart SL (1997) *Beyond greening: strategies for a sustainable world*. *Harvard business review* 75:66–77.
- Hilty L, Lohmann W, Huang E (2011) *Sustainability and ICT—an overview of the field*. *Politeia* 27:13–28.
- Hilty LM (2011) *Information Technology and Sustainability: Essays on the Relationship between Information Technology and Sustainable Development*. BoD – Books on Demand, Norderstedt
- Hilty LM, Aebischer B (2015) *ICT for Sustainability: An Emerging Research Field*. In: *ICT Innovations for Sustainability*. Springer, 3–36

- Hockerts K (2007) Managerial perceptions of the business case for corporate social responsibility. CBS Center for Corporate Social Responsibility, Frederiksberg
- Kilbourne WE (1998) Green marketing: A theoretical perspective. *Journal of Marketing Management* 14:641–655.
- Koomey JG, Berard S, Sanchez M, Wong H (2011) Implications of Historical Trends in the Electrical Efficiency of Computing. *IEEE Annals of the History of Computing* 33:46–54. doi: 10.1109/MAHC.2010.28
- Kuhn TS (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press, Chicago
- Lannoo B, Lambert S, Van Heddeghem W, et al (2013) D8. 1. Overview of ICT energy consumption.
- Lichtenthaler U (2011) Open Innovation: Past Research, Current Debates, and Future Directions. *The Academy of Management Perspectives* 25:75–93.
- Loos PDP, Nebel W, Marx Gómez J, et al (2011) Green IT: Ein Thema für die Wirtschaftsinformatik? *Wirtschaftsinformatik* 53:239–247.
- Marx Gómez J (2014) Beitrag der IT zu einer nachhaltigen Entwicklung. In: *Nachhaltige Entwicklung: Aus der Perspektive verschiedener Disziplinen*, 1st edn. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Baden-Baden, 155–185
- Norman W, MacDonald C (2004) Getting to the Bottom of “Triple Bottom Line.” *Business Ethics Quarterly* 14:243–262. doi: 10.5840/beq200414211
- Paech N (2005) Richtungssicherheit im nachhaltigkeitsorientierten Innovationsmanagement. *Nachhaltige Zukunftsmärkte* 327–352.
- Preuss L (2007) Contribution of purchasing and supply management to ecological innovation. *International Journal of Innovation Management* 11:515–537.
- Salzmann O, Steger U, Ionescu-Somers A (2008) Determinants of corporate sustainability management: An empirical contingency approach. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 3:1–22.
- Stengel OS (2011) *Die Konsumgesellschaft in der ökologischen Krise*. Oekom Verlag, München
- Teuteberg F, Marx Gómez J (2014) Green Computing & Sustainability. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 47:6–17. doi: 10.1007/BF03340488
- Van Heddeghem W, Lambert S, Lannoo B, et al (2014) Trends in worldwide ICT electricity consumption from 2007 to 2012. *Computer Communications* 50:64–76.
- Wernink T, Strahl C (2015) Fairphone: Sustainability from the Inside-Out and Outside-In. In: D’heur M (ed) *Sustainable Value Chain Management*. Springer International Publishing, Cham, 123–139
- West J, Salter A, Vanhaverbeke W, Chesbrough H (2014) Open innovation: The next decade. *Research Policy* 43:805–811. doi: 10.1016/j.respol.2014.03.001

Green Knowledge Management – Eine grüne Form des Wissensmanagements

Mareike Dornhöfer¹ und Madjid Fathi¹

¹ Universität Siegen, Institut für Wissensbasierte Systeme und Wissensmanagement,
{m.dornhoefer | fathi} @uni-siegen.de

Abstract

Die Umsetzung von Nachhaltigkeit, Umweltmanagement und Green Ansätzen in Organisationen ist ein Forschungsthema, aber auch Praxisthema für heutige Unternehmen, um so ihre Umweltbilanz zu verbessern, aber auch ihre Position am Markt als umweltfreundliches Unternehmen zu etablieren. Der Artikel fokussiert die Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Green Ansätzen zur Umsetzung von Nachhaltigkeit und leitet daraus die Disziplin Green Knowledge Management, also eine grüne Form des Wissensmanagements zur Unterstützung von Nachhaltigkeitsthemen ab. Der Fokus liegt dabei zum einen auf der Bereitstellung des notwendigen Wissens für andere Green Disziplinen durch Wissensmanagementprozesse, aber auch auf der Zusammenführung von Wissen aus unterschiedlichen Quellen. Letzteres wird durch die Vorstellung eines Ansatzes für ein Umweltwissenssystem dargestellt, welches im Hinblick auf die eingesetzte Wissensrepräsentationsmethode auf semantische Ansätze im Sinne von Linked Environment Data setzt. Neben dem Umweltwissenssystem wird zur Unterstützung von Entscheidungssituationen ein Green Knowledge Management Cube als mögliches Modell zur Umsetzung von Green KM eingeführt.

1 Wissen zur Unterstützung von nachhaltigen Konzepten

Wissensmanagement stellt Modelle und Methoden zur Verfügung, welche Anwender in organisationalen Kontexten unterstützen deren Ressource „Wissen“ zusammenzuführen, zu strukturieren und prozessual zur richtigen Zeit den Mitarbeitern zur Verfügung zu stellen (Lehner 2012), (Probst et al. 2012). Wissen lässt sich dabei in unterschiedliche Arten klassifizieren: kollektives oder individuelles Wissen, explizites oder implizites Wissen der Organisation und ihrer Mitarbeiter, aber auch faktenorientiertes/deklaratives (know that) oder prozessuales Wissen (know how) (Frey-Luxemberger 2012), (Lehner 2012). Da implizites Wissen an eine Person gebunden ist, sind Maßnahmen notwendig deren Wissen zu explizieren und für andere Mitarbeiter nutzbar in einem Wissensmanagementsystem abzubilden. Eine Bereitstellung von aktuellem und entscheidungsrelevantem Wissen ist hierbei eine Schlüsselfunktion. Um dies zu gewährleisten ist kontinuierlich neues Wissen in die eigene Wissensbasis einzufügen und diese auf Aktualität zu überprüfen oder zu priorisieren. Die Wissensbasis ist dabei keine reine Datenbank aus Daten und

Informationen, sondern umfasst zusätzlich eine Sammlung der organisatorischen Fähigkeiten bestehend aus dem zuvor adressierten individuellen und kollektiven Wissen (Probst et al. 2012). Dieses Wissen wird als „*explizite[n] Wissensbasis*“ mit Hilfe einer Repräsentationsmethode wie etwa Case Based Reasoning kodifiziert und es lassen sich durch Inferenz-Mechanismen neue Erkenntnisse aus dieser ableiten (Bodendorf 2006, 147-148). Dieser Vorgang beinhaltet in sich bereits einen nachhaltigen Gedanken, denn ohne diesen kontinuierlichen Aktualisierungs- und Inferenzvorgang besteht die Gefahr, dass die Wissensbasis nicht mehr den realen Gegebenheiten innerhalb der Organisation entspricht, die Wissensqualität sinkt und das Wissen für die Mitarbeiter obsolet wird (Probst et al. 2012, 217).

Gemäß verschiedener Literatur (z.B. Möller 2010, 43, Mahmoud und Ahmad 2013, 55, Colman 2013, 14, Hilty und Aebischer 2015) wird der Begriff Nachhaltigkeit durch eine gleichzeitige Berücksichtigung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen z.B. bei Entwicklungen, Produkten und Services gesehen. Nachhaltigkeitsmanagement agiert dabei sowohl als Führungs-, als auch als Querschnittfunktion auf operativer Ebene (Brauweiler 2010) und bildet „*eine Brücke von der unternehmensinternen Sicht hin zu gesellschaftlichen und strategischen Aufgabenstellungen*“ (Colman 2013, 13). Es berührt in der Konsequenz Prozesse, Produkte oder Infrastruktur der Organisation sowie die organisational eingebundenen Stakeholder und Mitarbeiter, so dass jede nachhaltige Entwicklung und Entscheidung an den drei zuvor erwähnten Nachhaltigkeitskriterien gemessen werden sollte (Brauweiler 2010). Im Rahmen dieses Artikels wird die ökologische Nachhaltigkeit, welche zum Beispiel durch Umweltmanagement unterstützt wird, Schwerpunkt der Betrachtung sein. Umweltmanagement selbst ist aus betrieblicher Sicht eine Querschnittfunktion innerhalb einer Organisation, welche „*Produktion, Logistik, Forschung und Entwicklung, Marketing, Beschaffung, Controlling und die Finanzierung tangiert*“ (Wietschel 2002, 11). Dies trifft ebenso auf das Wissensmanagement zu, welches zur effektiven Etablierung auf normativer, strategischer und operativer Ebene einer Organisation umgesetzt werden sollte (Probst et al. 2012).

Geht man einen Schritt weiter und betrachtet die Zusammenhänge zwischen Organisationen, Informationssystemen und eingesetzter Software, so lassen sich hieraus ineinander verschachtelte Nachhaltigkeitslevel ableiten (Calero und Piattini 2015, 6-7): Die organisatorische Nachhaltigkeit bildet dabei den äußerten Level, in welchem Nachhaltigkeit von Geschäftsprozessen und der angebotenen Services enthalten sind. Eine Brücke zwischen diesen beiden Themenfeldern bildet die Nachhaltigkeit von Informationssystemen, welche wiederum Nachhaltigkeit in ICT und darunter in IT einschließen. Letzere beinhaltet schließlich die Nachhaltigkeit von Hardware und Software. Parallelen zu diesem Ansatz zeigen sich im späteren Verlauf des Beitrags, in welchem ineinandergreifende „Green Ansätze“ für die Entwicklung des Green Management Cubes ausgewählt und eingebunden wurden.

Neben Umweltmanagement, sind die gerade adressierten „Green Ansätze“ und „Green Technologien“ aktuelle Konzepte und Prozesse zur Umsetzung von ökologischen Nachhaltigkeitsaspekten. Die ökologische Nachhaltigkeit wird dabei auch als „*Green Level*“ definiert (Calero und Piattini 2015, 13). Am weitesten verbreitet sind hierbei sicherlich die Ansätze und Verfahren zu Green ICT, welche als entscheidende Rolle einer nachhaltigen Entwicklung gesehen werden (Hilty et al. 2011, 16). Green ICT fokussiert so simultan einen ökologisch nachhaltigen Lebenszyklus der ICT Technologie selbst, sowie eine nachhaltige Verbesserung anderer Lebens- und Arbeitsbereiche durch den Einsatz von ICT (Hilty et al. 2011), (Hilty 2013), (Hilty und Aebischer 2015), (Kern et al. 2013). Die Reduktion von Abfallprodukten und Treibhausgasen während des Lebenszyklus ist

dabei ein zentrales Ziel (Hilty und Aebischer 2015) und wird z.B. an anderer Stelle mittels Green Logistic oder Green Supply Chain Management verfolgt (Baresel-Bofinger und Ketikidis 2010). Sowohl Baresel-Bofinger und Ketikidis (2010), als auch Mickoleit (2010, 6-7) betonen dabei die Verbesserung der „*Environmental Performance*“, also der Umweltperformanz und in Konsequenz der Umweltbilanz einer Organisation. Hierbei ist gleichzeitig die Bedeutsamkeit und Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen nicht nur in der Außenwirkung, sondern auch durch die beteiligten Mitarbeiter von entscheidender Bedeutung. Eine Verbesserung des grünen Wissens und des grünen intellektuellen Kapitals der Organisation kann hierbei etwa zu der Verbesserung der Umweltperformanz führen (Baresel-Bofinger und Ketikidis 2010).

Green Ansätze sind somit in gewissem Maße als eine Komplementärdisziplin zu bestehenden Umweltmanagementansätzen zu sehen, so dass sich aus dem Blickwinkel einer Organisation die folgenden Kernfragen ergeben: (1) „*How can established companies successfully manage a fundamental transformation of their business model(s) based on green value propositions and value creation, thereby improving or sustaining economic performance?*“ und (2) wie ist es möglich die Lücke zwischen „*environments sustainability in business, business models, and organisations, change and innovation*“ zu schließen? (Sommer 2012, 12) Nowak und Leymann (2013), sehen ferner bei Organisationen Wissenslücken hinsichtlich des Vorgehens zur ökologischen Restrukturierung bestehender Prozesse der Organisation. Diese gilt es zu schließen, da nur durch vorhandenes Wissen eine grüne Prozessrestrukturierung hin zu Green Business Process Management ermöglicht werden kann. Für vom Brocke et al. (2012) wiederum liegt der Schlüssel in der Etablierung nachhaltiger Prozesse in einem zielgerichteten Einsatz von Informationssystemen. Geht man von den bestehenden Konzepten für Umwelt-informationssysteme (Zsifkovits und Brunner 2012), (Junker et al., 2010) aus, so stellt sich aus Blickwinkel des zu Beginn angesprochenen Wissensmanagements die Frage, inwiefern diese bereits das notwendige Wissen bereitstellen oder ob hier ein weiterer Schritt hin zu Umweltwissen notwendig wird, um eine weitergehende Verbesserung der Entscheidungsunterstützung für Green Maßnahmen zu ermöglichen. Aus diesem Blickwinkel wird im Folgenden ein Green Knowledge Management definiert, welches verschiedene der zuvor angesprochenen Aspekte aufgreift, um zum einen von dem klassischen Wissensmanagement hin zu einer grünen Variante im Sinne der Nachhaltigkeitsdefinition zu gelangen und zum anderen die Interaktion und Integration der bestehenden Green Ansätze durch gemeinsames Wissen zu unterstützen.

In Kapitel 2 wird Green Knowledge Management definiert, wobei sich dieses aus fünf Teilaspekten zusammensetzt, welche in den danach folgenden Kapiteln beleuchtet werden. Kern der Betrachtung ist dabei der Green Knowledge Management Cube zur Zusammenführung unterschiedlicher Green Disziplinen. Des Weiteren wird das Konzept eines Umweltwissenssystems aufgegriffen, welches eine nächste Stufe zu den bereits bestehenden Umweltinformationssystemen bilden soll. Abschließend folgen ein Fazit und Ausblick für die nächsten Entwicklungsschritte.

2 Green Knowledge Management – Ableitung von „Grünem Wissensmanagement“

2.1 Bestehende Green Ansätze und deren Interaktion bzw. Abhängigkeiten

Bevor die von den Autoren erarbeitete Definition für Green Knowledge Management (kurz Green KM) unter 2.2 gegeben und erläutert wird, soll zu Beginn noch einmal ein Blick auf die bereits

bestehenden Green Ansätze und Verfahren geworfen werden. Anhand derer Ziele, eventueller Interaktion und Abhängigkeiten zeigen sich Gründe für die Etablierung von Green KM auf. In den letzten 10 Jahren sind so etwa Ansätze wie Green Building, Green ICT, Green Computing, Green Engineering, Green Marketing, Green Controlling, Green Software Engineering, Green Logistics, Green Supply Chain Management, Green Health, Green Hospital, Green Information Systems, Green Office, Green Business Process Management oder Green Behavior entstanden, wobei diese Auflistung sicherlich nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann. Jede der genannten Disziplinen fokussiert ein bestimmtes Problem- oder Themengebiet einer Organisation, welches es im Hinblick auf Nachhaltigkeit zu optimieren gilt. Da eine detaillierte Betrachtung aller genannten Themen den Rahmen dieser Publikation übersteigen würde, wurden die Disziplinen ausgewählt, welche in gewissem Sinne ineinandergreifen müssen, um eine erfolgreiche nachhaltige Organisation zu etablieren.

Mit *Green Building* werden Verfahren beschrieben, welche sowohl die Bauweise eines Gebäudes, als auch dessen Ressourcenverbrauch speziell im Hinblick auf dessen Energieverbrauch, aber auch bzgl. des Raumklimas für die Mitarbeiter optimieren möchten (Mösle et al. 2011). Niedrig- oder Nullenergiehäuser (Umweltbundesamt 2015) sind dabei Ansätze ein Gebäude mittels erneuerbaren Energien möglichst effizient zu betreiben. Das Deutsche Gütesiegel für Nachhaltiges Bauen (DGNB), aber auch internationale Verfahren wie BREEAM (Großbritannien) oder LEED (USA), ermöglichen eine Zertifizierung eines Gebäudes im Sinne der Nachhaltigkeit (Mösle et al. 2011).

Neben dem Gebäude ist durch die Organisation die entsprechende Infrastruktur hinsichtlich Nachhaltigkeit zu optimieren. Im Dienstleistungssektor ist hierbei im Speziellen die ICT-Infrastruktur betroffen. Sowohl Arbeitsplatz-, als auch Rechenzentrums-umgebungen werden durch *Green ICT* fokussiert und eine Einsparung von Ressourcen durch Virtualisierung, Multi-Purpose-Systeme oder Thin-Clients angestrebt (Lampe 2010). Die Obsoleszenz von Hardware und ein damit verbundener kurzer Lebenszyklus sollten ebenso vermieden werden, da der Aufwand für ein Recycling dieser Hardware erneuten Energieaufwand und Abfallprodukte bedeuten (Hilty 2013), (Hilty und Aebischer 2015). Nachhaltigkeit im Bereich ICT teilt sich dabei in die beiden Hauptbereiche Nachhaltigkeit in ICT (Sustainability in ICT) und Nachhaltigkeit durch ICT (Sustainability by ICT) auf. Alternativ existieren die Bezeichnungen Green in IT und Green by IT, welche respektive Green in Software/Hardware und Green by Software/Hardware einschließen (Calero und Piattini 2015). Nachhaltigkeit durch ICT ist dabei ein strukturorientierter Ansatz (Hilty 2013) (z.B. durch die Nutzung von Kollaborations- oder Automationstools anstelle von Präsenzveranstaltungen (Calero und Piattini 2015)), während Nachhaltigkeit in ICT das Potential in der Entwicklung von Energie-effizienter Hardware bzw. Software sieht. Dabei sollte die Software an sich systematischer eingesetzt werden und zur Reduktion der verwendeten Energie der Hardware beitragen. Als Querschnittsaufgaben werden zudem die Weiterbildung hinsichtlich Nachhaltigkeit und systematische, interdisziplinäre Ansätze unter Nutzung von ICT gesehen. (Hilty 2013)

Während im Hinblick auf Green ICT der Fokus auf Hardware in der Literatur und Praxis bereits weit verbreitet erscheint, war bislang die Betrachtung der Entwicklung von nachhaltiger bzw. *Green Software* eher gering. Durch die immer weiter steigende Performanz der Hardware sind Entwickler heute nicht mehr zwingend dazu angehalten eine Ressourcen-optimierte Software zu erstellen, sondern können vielmehr „aus dem Vollen“ schöpfen, umgekehrt verursacht aber auch Ressourcen-intensive Software den Einsatz neuer ICT, also ggf. den Austausch noch funktionierender Hardware (Mahmout und Ahmad 2013, 55). Um diese Spirale aufzuhalten und die Entwickler auf dieses

Themengebiet aufmerksam zu machen, existieren Forschungsansätze und Modelle, welche ein Green Software Engineering anstreben, sprich eine nachhaltige Softwareentwicklung, Betrieb und Support (z.B. Mahmoud und Ahmad 2013, Kern et al. 2013, 89). Die beteiligten Stakeholder (z.B. Entwickler, Forscher, Normengremien, Organisationen welche ICT Services anbieten oder anwenden sowie die allgemeinen ICT Communities) sind zudem in der Pflicht, sich mit der nachhaltigen Entwicklung und Nutzung von Software auseinanderzusetzen und letztendlich mehr Transparenz hinsichtlich der Auswirkungen zwischen Softwaredesign und Energie- und Speicherverbrauch der Hardware zu schaffen (Hilty 2013, 284). Die Entwicklung und Bedeutung des Themas Green Software steht jedoch insgesamt noch am Anfang (Mahmout und Ahmad 2013, 55).

Zusammenfassend ist zu resümieren, dass die Kriterien Obsoleszenz, Abbau, Wiederverwendbarkeit und Recycling intrinsische Nachhaltigkeitskriterien bilden und bei dem Design, Entwicklung und Betrieb von Green ICT und Green Software Berücksichtigung finden müssen (Hilty 2013, 284).

Hiermit direkt verwandt ist das Themengebiet *Green Information Systems*, welches als Methode zum einen zur Unterstützung und Informationsbereitstellung für die weiteren Disziplinen einer Unternehmung dient, zum anderen aber auch den nachhaltigen Betrieb eines Informationssystems selbst adressiert (Loos et al. 2011, 248). Speziell der Zusammenhang zwischen Green Information Systemen und *Green BPM*, also einer nachhaltigen Ausgestaltung der Geschäftsprozesse der Organisation wird in der Literatur betont, u.a. durch (Jakobi et al. 2014) und (vom Brocke et al. 2013). Loos et al. (2011, 248) erwarten für die Zukunft eine direkte Verbindung zwischen den Themen Green Information Systems, Green BPM, Green IT und Green Logistic durch die Unterstützung bzw. Etablierung von Environmental Management Information Systemen (EMIS). Jakobi et al. (2014) wiederum sehen für die Zukunft eine Erweiterung des Green BPM Ansatzes hin zu einem kollaborativen Modell, welches zur Verbesserung des Nachhaltigkeitsbewusstseins und -verhaltens der Mitarbeiter und der Nachhaltigkeitsgestaltung der Prozesse eingesetzt werden soll. Hiermit wird eine direkte Verbindung zum Themengebiet *Green Behavior* geschlagen, da ohne die Beteiligung und dem Bewusstsein der Mitarbeiter keine grüne Veränderung möglich wird.

2.2 Definition von Green Knowledge Management

Wie bereits in der Voranalyse des Begriffs Nachhaltigkeitsmanagement definiert, sind die Themen Nachhaltigkeits-, Umwelt- und Wissensmanagement Querschnittsdisziplinen einer Organisation, so dass ein Zusammenspiel oder eine Unterstützung des Nachhaltigkeits- und Umweltmanagements durch Wissensmanagement empfehlenswert erscheint. Nur durch Zuführung des passenden Wissens können auch die richtigen Nachhaltigkeitsentscheidungen getroffen werden. Es stellt sich daraus ableitend die Frage, wieso das klassische Wissensmanagement an dieser Stelle nicht ausreichend erscheint. Dies liegt aus Sicht der Autoren hauptsächlich darin begründet, dass klassische Wissensmanagementmodelle generisch aufgebaut sind, sprich sie können in verschiedenen Anwendungskontexten eingesetzt werden, was ja auch durchaus gewünscht ist. Um jedoch gezielt die Unterstützung des Nachhaltigkeitsgedankens mittels Wissensmanagement (WM) zu betonen, empfiehlt es sich den klassischen WM-Ansatz dahingehend zu erweitern oder Modelle zur Unterstützung von Nachhaltigkeit, im speziellen ökologischer Nachhaltigkeit zu erzielen und so das Umweltmanagement innerhalb einer Organisation zu unterstützen. Hierzu sind Anforderungen abzuleiten, welche durch ein Green Knowledge Management erfüllt werden sollten. Diese umfassen die Unterstützung des Umweltmanagements, die Bereitstellung von Umweltwissen, die

Wiederverwendbarkeit und Vernetzung von Wissen, eine Zusammenführung von Wissen zu den weiteren Green Disziplinen und eine damit verbundene Entscheidungsunterstützung bei anstehenden Green Maßnahmen. Nur durch die ganzheitliche Betrachtung von Green Ansätzen ergibt sich für eine Organisation der erzielte Nutzen, da es fraglich ist inwiefern Einzelaktionen die gewünschte Verbesserung der Umweltbilanz in dem anvisierten Umfang erzielen. Die Bereitstellung von Wissen und die Erzielung von Prozess- und Verhaltensänderungen sind hierzu entscheidende Faktoren.

Greift man die definierten Anforderungen auf, so ist erkennbar, dass eine Wiederverwendbarkeit von Wissen oder die Anwendung desselben Wissens in unterschiedlichen Kontexten ein inhärentes Thema des Wissensmanagements ist. Die passende Speicherform und Aktualisierungskriterien und -rhythmen sind dabei von entscheidender Bedeutung (Bodendorf 2006). Im Sinne von Green KM ist vor allem der Einsatz von semantischen Technologien (Dengel 2012) interessant, da auf diese Weise Umweltinformationen eine Bedeutung und eine Vernetzung erhalten. Das diese Ansätze auch an anderer Stelle für das Umweltmanagement als bedeutsam angesehen werden, zeigt die Entwicklung im Bereich der Umweltinformationssysteme, für welche der Einsatz von Linked Environmental Data und somit idealerweise einer organisations-übergreifenden Vernetzung von Umweltinformationen angestrebt wird (Bandholtz und Fock 2012), (Umweltbundesamt 2014). Bereits 2010 wurde durch Junker et al. (2010, 1059) resümiert, dass im Bereich der Betrieblichen Umweltinformationssysteme zu häufig „*Insellösungen*“ gebaut würden und im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsdimensionen ein ganzheitlicher Blickwinkel fehlt. Diese beiden Gedanken werden, im Hinblick auf die Definition von Green KM und das später vorgestellte Umweltwissenssystem aufgegriffen. Ebenso wird darauf eingegangen, dass eine Wiederverwendung oder Recycling des Wissens erfolgen sollte, aber auch eine Reduktion von „überflüssigem“ Wissen, welches heute durch die schiere Informationsmenge die Auffindung von relevantem Wissen für Mitarbeiter erschwert. Bezüglich der bestehenden Wissensmanagementmodelle ist ein neues oder zusätzliches Instrument zu entwickeln, welches gezielt die im vorherigen Kapitel vorgestellten Green Disziplinen aufgreift und eine ganzheitliche Entscheidungsunterstützung von neuen Green Maßnahmen ermöglicht.

Im Einzelnen definiert sich **Green Knowledge Management** durch nachstehende Elemente:

1. Unterstützung des bestehenden Umweltmanagements durch passende Wissensmanagement-techniken
2. Einbringung von ökologisch nachhaltigen Ansätzen in bestehende Wissensmanagementmodelle und –methoden
3. Re-use, Recycling und Reduktion von Wissen
4. Integration von Green X Technologien in ein ganzheitliches Modell, um so redundante oder sich widersprechende Nachhaltigkeitsmaßnahmen zu vermeiden und Entscheidungsunterstützung zu ermöglichen.
5. Erweiterung von Umweltinformationssystemen hin zu Umweltwissenssystemen durch den Einsatz von semantischen Technologien

Zusammenfassend lässt sich Green Knowledge Management folgendermaßen definieren:

Green Knowledge Management gebraucht Wissensmanagementmodelle und –methoden zur Umsetzung und Förderung von ökologischer Nachhaltigkeit, einer damit verbundenen

Integration und Interaktion mit bestehenden Umweltmanagement- und Green-Ansätzen sowie der Vernetzung von Umweltinformationen hin zu Umweltwissen.

Im Anschluss an die theoretische Betrachtung und Definition von Green KM, sollen im Folgenden Ansätze zur Umsetzung vorgestellt werden. Im nachstehenden Kapitel wird ein Ansatz zur Umsetzung des in Punkt 4 angesprochenen Frameworks vorgestellt, im darauffolgenden Kapitel 4 dann das Konzept eines Umweltwissenssystems.

3 Umsetzung von Green Knowledge Management

3.1 Green Knowledge Management Cube

Basierend auf der im vorherigen Kapitel vorgestellten Definition für Green Knowledge Management wurde ein Modell bzw. Framework entwickelt, welches unterschiedliche Green Disziplinen in einem Ansatz zusammenführt und so als Entscheidungsunterstützungsinstrument für anstehende Green Maßnahmen Einsatz finden soll. Das Modell (siehe Bild 1) bildet einen Würfel, den sogenannten Green Knowledge Management Cube (Green KM Cube), welcher sich aus den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit, der Green Ansätze und des Wissensmanagements zusammensetzt. Jede der Dimensionen teilt sich wiederum mit den drei Nachhaltigkeitsebenen, verschiedenen Green Ansätzen und den vier Wissensmanagementphasen weiter auf. Dabei ist zu beachten, dass nicht bei jeder Maßnahme die Betrachtung aller Green Ansätze notwendig wird, wenn ersichtlich wird, dass die einzelnen Ansätze nicht tangiert werden. Auf der anderen Seite ermöglicht diese Dimension das Hinzufügen weiterer zu betrachtender Green Ansätze (als Green ... in der Abbildung dargestellt). Es wurde sich bei den ausgewählten Ansätzen auf die Ansätze beschränkt, welche in den meisten Organisationen von Bedeutung erscheinen. Die Themen Green Marketing oder Green Controlling können auch als spezifische Prozesse eines Green BPM gesehen werden. Gleiches gilt für Green Logistic und die damit verbundene Ausgestaltung von nachhaltigen Lieferprozessen.

Anhand einer vorherigen Analyse verschiedener Wissensmanagementmodelle (u.a. Probst et al. 2012) wurden die vier entscheidenden Phasen der initialen Wissensentwicklung, des Wissenstransfers zu den entsprechenden Stakeholdern, der Wissensanwendung im Sinne des Einsatzes des Wissens sowie einer Wissensbewertung identifiziert. Die Festlegung der Wissensziele erfolgt implizit durch die Festlegung der angestrebten Green Maßnahme oder der beteiligten Nachhaltigkeitszielsetzungen. Die Wissensmanagementphasen sind als iterativer Vorgang angelegt, sprich die Bewertung der Phasen kann während der Umsetzung der Maßnahme erneut erfolgen oder nachgebessert werden.

Die Umsetzung des Modells kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Da es sich um einen Würfel handelt bieten sich verschiedene Umsetzungsansätze zur „Aufschneidung“ an:

1. In der einfachsten Variante wäre eine Umsetzung innerhalb eines Tabellenkalkulationsprogramms möglich. Dies bietet die Vorteile, dass alle Sichten in einer Datei abgelegt sind und die monetären Auswirkungen einer Maßnahme direkt kalkuliert werden können. Als Nachteile ergibt sich, dass durch mehrere Mitarbeiter nur eine gemeinsame Bewertung abgegeben werden kann und zum Austausch die Datei unter den Mitarbeitern sequentiell bearbeitet werden muss.
2. In einer erweiterten Variante könnte der Würfel mittels einer Datenbank und entsprechenden Datenbanktabellen inkl. Anwenderoberfläche Umsetzung finden. Dies würde den Vorteil bieten,

dass je Maßnahme mehrere Bewertungen erfolgen können und die Datenbank bei einer Client-Server Realisierung von mehreren Anwendern gleichzeitig bearbeitet werden kann. Erweiterungen und Kalkulationsfunktionen sind ebenfalls gegeben. Der Implementierungsaufwand im Vergleich zu Variante 1 ist entsprechend höher.

3. Als weitere Alternative bietet sich die Umsetzung mittels eines Data Warehouse Systems an, welches anhand seiner inhärenten Architektur und Verfahren die Verarbeitung eines mehrdimensionalen Würfels mit sich bringt (Bauer und Günzel 2013, 119-123) (Bodendorf 2006, 40-41). Vorteil ist zudem eine mögliche spätere Zusammenführung oder Integration in das Umweltwissenssystem (siehe Kapitel 4). Nachteil bei kleinen Organisationen ist der erhöhte Aufwand für die Umsetzung, so dass dort durchaus mit einer einfacheren Variante gearbeitet werden kann.

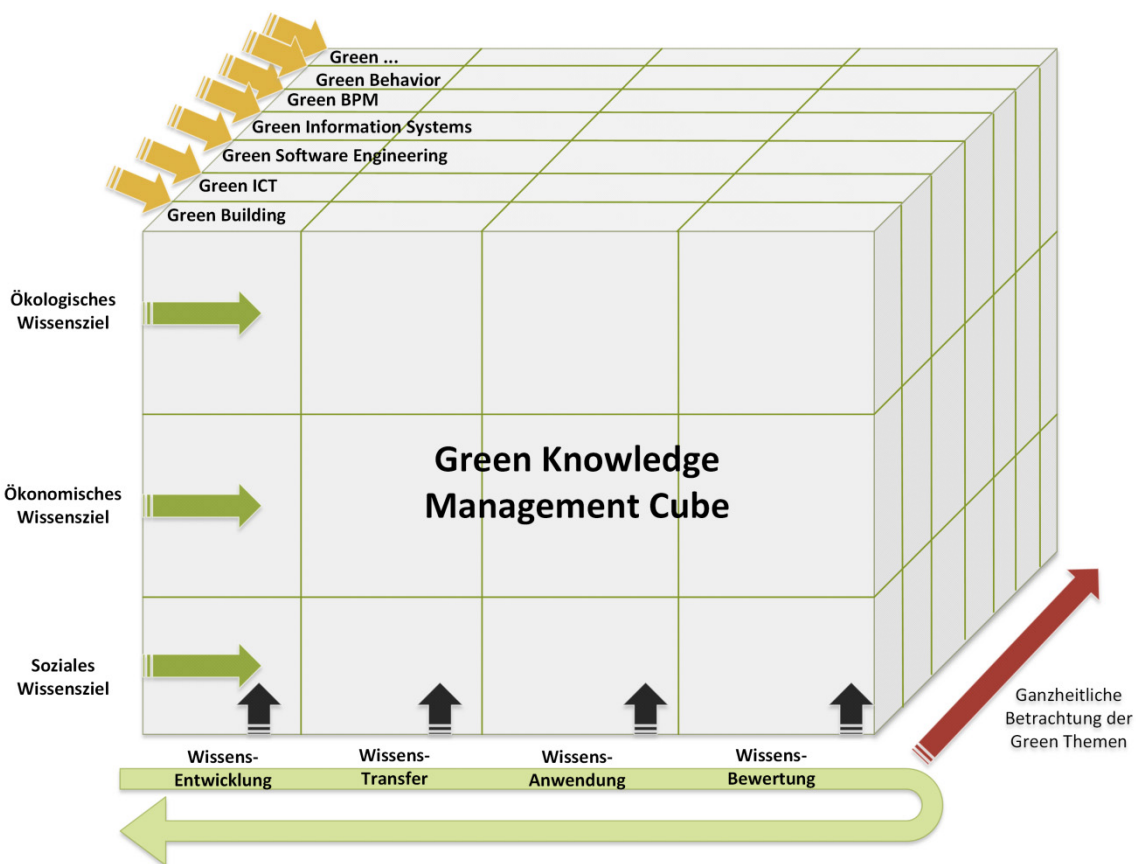


Bild 1: Green Knowledge Management Cube

3.2 Konzeption eines Umweltwissenssystems (UmweltWiS)

Als zweiten Ansatz zur Umsetzung von Green Knowledge Management soll an dieser Stelle kurz das entwickelte Konzept eines Umweltwissenssystems (UmweltWiS) (Dornhöfer und Fathi 2015) als Erweiterung eines Umweltinformationssystems vorgestellt werden. Das bereits vorgestellte Konzeptbild (Bild 2) des UmweltWiS wird an dieser Stelle nur zusammenfassend erläutert. Das UmweltWiS baut sich aus einer Architektur basierend auf Datenhaltung, Logik und Dialogkomponenten für Endanwender und Wissensingenieure auf. Hauptfokus liegt auf der Zusammenführung von unterschiedlichen Datenquellen und deren Vernetzung mit Hilfe von semantischen Technologien. Im Idealfall werden die einzubindenden Datenquellen bereits in

semantisch aufbereiteter Form bereitgestellt. Hierbei sind Linked (Open) Data Ansätze (Pellegrini et al. 2014) oder genauer Linked Environment Data (Bandholtz und Fock 2012), (Umweltbundesamt 2014) von großem Interesse. Es handelt sich dabei um vernetzte Graph-Strukturen basierend auf Semantic Web Technologien (Berners-Lee 2006), (Dengel 2012), (Pellegrini et al. 2014). Auf Basis der Vernetzung der Daten werden wiederum Abfragen und Inferenzmechanismen möglich. Zusätzlich lassen sich aus dem Bereich der Wissensanalyseverfahren z.B. Data oder Text Mining einsetzen. Der Wissensingenieur ist dabei für die Anreicherung der Daten und die Aktualisierung der Wissensbasis zuständig. In einer erweiterten Form ist es zudem denkbar, dass auch die Endanwender Wissen in die Wissensbasis laden, indem z.B. Bildmaterial von Umweltvorkommnissen direkt via App hochgeladen, Metadaten zu Umweltinformationen ergänzt oder kommentiert werden.

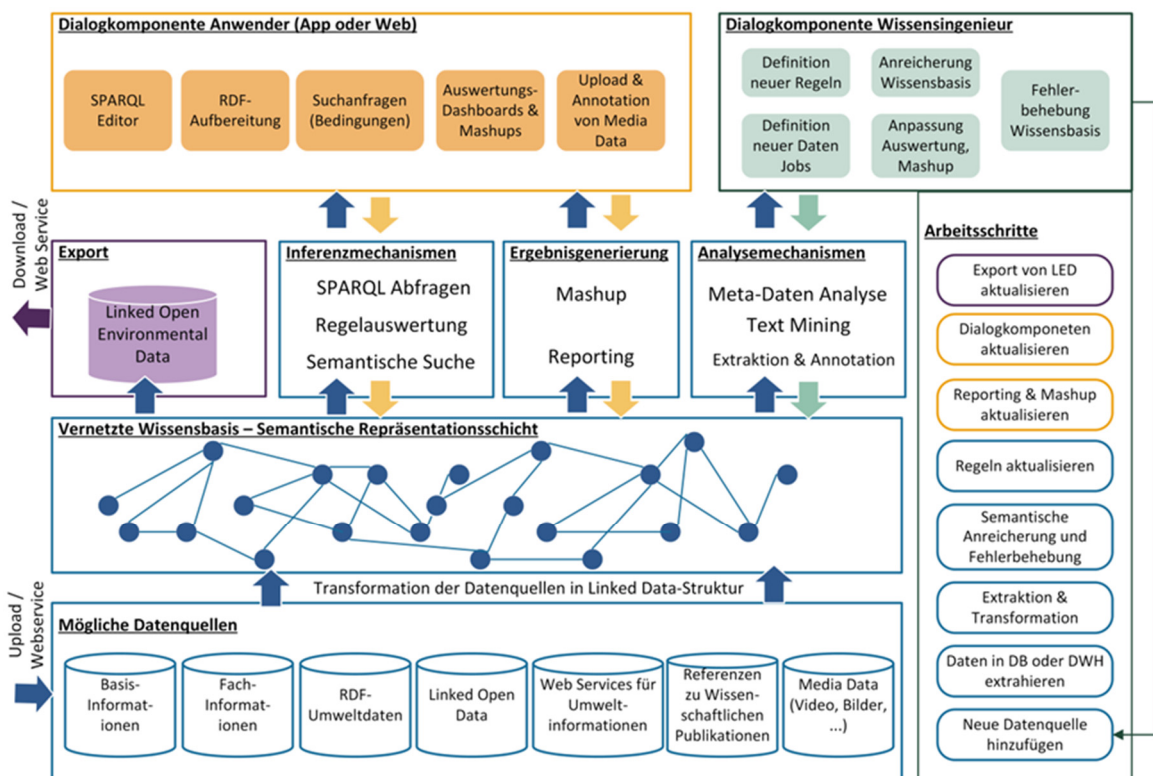


Bild 2: UmweltWiS (Dornhöfer und Fathi 2015)

4 Fazit und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurde ein Blick auf bestehende Green Ansätze zur Realisierung von ökologischer Nachhaltigkeit auf unterschiedlichen organisationalen Ebenen von der Infrastruktur über die Prozesse hin zum Verhalten der Mitarbeiter und deren Zusammenspiel beleuchtet. Darauf aufbauend wurde die Begründung für eine notwendige Erweiterung bzw. Ausrichtung von Wissensmanagementmodellen auf das Themengebiet Umweltmanagement adressiert, um schlussendlich eine grüne Variante in Form von Green Knowledge Management zu definieren. Dieses setzt sich aus fünf Teilaspekten zusammen, von welchen zwei in Form des Green Knowledge Management Cubes und des Umweltwissenssystems konzeptuell vorgestellt wurden. Der Green KM Cube ist dabei ein ganzheitliches Entscheidungsunterstützungsmodell für anstehende Green Maßnahmen innerhalb einer Organisation. Abhängig von dessen Umsetzung ist dieses ein Element

des Umweltwissenssystems, kann aber auch eigenständig verwendet werden. Das Umweltwissenssystem UmweltWiS wiederum strebt den Sprung der reinen Bereitstellung von Informationen hin zu vernetztem Umweltwissen an.

Die nächsten Schritte der Erforschung und Ausgestaltung von Green KM werden in der technischen Spezifikation und prototypischen Umsetzung der Konzepte Green KM Cube und UmweltWiS liegen, um diese in der Folge mittels Use Case Szenarien zu testen. Eine Zusammenführung beider Konzepte in eine Architektur ist ebenso denkbar.

5 Literatur

- Bandholtz T, Fock J (2012) Linked Environment Data - Getting Things Connected, In: Proceedings of the First European Data Forum (EDF), 6-7 Juni 2012, Kopenhagen, Dänemark
- Bauer A, Günzel H (Hrsg) (2013) Data Warehouse Systeme – Architektur, Entwicklung, Anwendung. 4. Auflage. dpunkt.verlag, Heidelberg
- Baresel-Bofinger ACR, Ketikidis, PH (2010) Using Green Knowledge for Implementing Environmental Supply Chain Management Practices in Greek Manufacturers. In: Proceedings of the 5th International Forum on Knowledge Asset Dynamics (IFKAD 2010), 24-25 Juni 2010, Matera, Italien
- Berners-Lee T (2006) Linked Data - Design Issues, W3C, <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>, 17.12.2015
- Bodendorf F (2006) Daten- und Wissensmanagement. 2. Auflage. Springer, Berlin Heidelberg
- Brauweiler J (2010) Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene. In: Kramer M (Hrsg) Integratives Umweltmanagement - Systemorientierte Zusammenhänge zwischen Politik, Recht, Management und Technik, Gabler Verlag, Wiesbaden, 63-77
- Calero C, Piattini M (2015) Introduction to Green in Software Engineering. In: Calero C, Piattini M (Hrsg.) Green in Software Engineering, Springer, Heidelberg, 3-30
- Colsman B (2013) Nachhaltigkeitscontrolling, Springer Gabler Fachmedien, Wiesbaden
- Dengel A (Hrsg.) (2012) Semantische Technologien - Grundlagen - Konzepte - Anwendungen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg
- Dornhöfer M, Fathi M (2015) UmweltWiS: Von Umweltinformationssystemen zu „Umweltwissenssystemen“? In: Umweltbundesamt (Hrsg.) Umweltinformationssysteme – Big Data – Open Data – Data Variety, Ergebnisse des 22. Workshops des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“, 07-08 Mai 2015, ISSN 2199-6571, Kassel, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltinformationssysteme-5>, Abgerufen am 17.12.2015, 127-139
- Frey-Luxemberger, M (2014) Wissensmanagement - Grundlagen und praktische Anwendung, 2. Auflage. Springer Vieweg, Wiesbaden
- Hilty LM, Lohmann W, Huang EM (2011) Sustainability and ICT – an Overview of the Field, In: Notizie di Politeia 27:104, 13-28
- Hilty LM (2013) How to improve the contribution of ICT to sustainability. In: Hilty LM, Aebischer B, Andersson G, Lohmann W (Hrsg) ICT4S 2013: Proceedings of the First International

- Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability, ETH Zürich, 14-16 Februar, APPENDIX, E-Collection ETH Institutional Repository, ISBN: 978-3-906031-24-8, 283-287
- Hilty LM, Aebischer B (2015) ICT for Sustainability: An Emerging Research Field. In: Hilty LM, Aebischer, B (Hrsg) ICT Innovations for Sustainability. Advances in Intelligent Systems and Computing 310, Springer International Publishing, 3-36
- Jakobi T, Castelli N, Nolte A, Stevens G, Schönau N (2014) Towards Collaborative Green Business Process Management. In: Marx Gómez J, Sonnenschein M, Vogel U, Winter A, Rapp B, Giesen N (Hrsg.): 28th International Conference on Informatics for Environmental Protection: ICT for Energy Efficiency, EnviroInfo 2014, Oldenburg, Deutschland, 10-12, September 2014, BIS-Verlag 2014, ISBN 978-3-8142-2317-9, 683-690
- Junker H, Marx Gómez J, Lang CV (2010) Betriebliche Umweltinformationssysteme. In: Schumann M, Kolbe LM, Breitner MH, Frerichs A (Hrsg.) Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, MKWI 2010, Göttingen, 23-25 Februar 2010, Proceedings. Universitätsverlag Göttingen 2010, ISBN 978-3-941875-31-9, 1045-1062
- Kern E, Dick M, Naumann S, Guldner A, Johann T (2013) Green Software and Green Software Engineering - Definitions, Measurements, and Quality Aspects. In: Hilty LM, Aebischer B, Andersson G, Lohmann W (Hrsg) ICT4S 2013: Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability, ETH Zürich, 14-16 Februar, E-Collection ETH Institutional Repository, ISBN: 978-3-906031-24-8, 87-94
- Lampe F (Hrsg) (2010) Green-IT, Virtualisierung und Thin Clients. Springer, Wiesbaden
- Lehner F (2012) Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. 4. Auflage. Hanser Verlag, Wien
- Loos P, Nebel W, Marx Gómez J, Hasan H, Watson RT, vom Brocke J, Seidel S, Recker J (2011) Green IT: A Matter of Business and Information Systems Engineering? Business & Information Systems Engineering Journal (BISE). Vol. 3, 4/2011: 245-252
- Mahmoud SS, Ahmad, I (2013) A Green Model for Sustainable Software Engineering. International Journal of Software Engineering and Its Applications. Bd. 7, Nr. 4: 55-74.
- Mickoleit A (2010) Greener and Smarter - ICTs, the Environment and Climate Change. OECD Green Growth Papers, No. 2010-01, OECD Publishing, Paris. doi: 10.1787/5k9h3635kdbt-en
- Möller L (2010) Nachhaltige Entwicklung – Wege zur ökologischen, ökonomischen und sozialen Zukunftsfähigkeit. In: Kramer M (Hrsg) Integratives Umweltmanagement - Systemorientierte Zusammenhänge zwischen Politik, Recht, Management und Technik. Gabler Verlag, Wiesbaden, 41-62
- Mösle P, Bauer M, Tzeschlock P, Kärner, H (2010) Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften. In: Spath D, Bauer W, Rief S (Hrsg) Green Office - Ökonomische und ökologische Potenziale nachhaltiger Arbeits- und Bürogestaltung. Gabler Verlag Springer Fachmedien, Wiesbaden, 39-62
- Nowak A, Leymann F (2013) Green Business Process Patterns - Part II. In: Proceedings der 6. Internationalen IEEE Konferenz: Service Oriented Computing & Applications (SOCA), 16-18. Dezember 2013, IEEE Computer Society, Kauai, Hawaii, USA, 168-173

- Pellegrini T, Sack H, Auer S (Hrsg) Linked Enterprise Data. Management und Bewirtschaftung vernetzter Unternehmensdaten mit Semantic Web. Springer Verlag, X.media.press, Berlin Heidelberg
- Probst G, Raub S, Romhardt K (2012) Wissens managen - Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 7. Auflage. Gabler Verlag, Wiesbaden
- Sommer A (2012) Managing Green Business Model Transformations. In: Herrmann C, Kara S (Hrsg) Series: Sustainable Production, Life Cycle Engineering and Management, Springer, Berlin
- Wietschel M (2002) Stoffstrommanagement. Peter Lang Verlag, Frankfurt a.M.
- Umweltbundesamt (2015) Neubau Bürogebäude "Haus 2019" in Berlin-Marienfelde. <http://www.umweltbundesamt.de/neubau-buerogebaeude-haus-2019-in-berlin>. Abgerufen am 17.12.2015.
- Umweltbundesamt (2014) Zusammenbringen was zusammengehört - Linked Environment Data - „LED“. <http://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/information-als-instrument/linked-environment-data>. Abgerufen am 17.12.2015.
- Vom Brocke J, Seidel, S, Recker J (2012) Green Business Process Management: Towards the Sustainable Enterprise. Springer, Berlin
- Zsifkovits H, Brunner, U (2012) Konzeption und Planung von Umweltinformationssystemen. In: Tschandl, M, Posch A (Hrsg) Integriertes Umweltcontrolling - Von der Stoffstromanalyse zum Bewertungs- und Informationssystem, Gabler Verlag, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 231-253

Carbon Footprint Apps – eine Analyse der Nutzungsintention

Burkhardt Funk¹, Arno Sagawe² und Peter Niemeyer¹

¹ Leuphana Universität Lüneburg, Department Wirtschaftsinformatik,
{funk|niemeyer}@uni.leuphana.de

² Universität Hamburg, Arbeitsbereich ITG, sagawe@informatik.uni-hamburg.de

Abstract

Verbraucher achten heute mehr denn je auf die Umweltwirkung von Produkten und Dienstleistungen, die sie kaufen oder in Anspruch nehmen. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Carbon Footprint. Carbon Footprint Apps (CFA) unterstützen Verbraucher dabei, sich über die durch ihr Verhalten und ihren Konsum verursachten Treibhausgasemissionen zu informieren. Der vorliegende Artikel stellt die Ergebnisse einer Studie dar, die auf Basis eines modifizierten Technologieakzeptanzmodells wichtige Faktoren (Umweltbedenken, Spaß, wahrgenommener Nutzen, Kontrollmöglichkeiten) für den Nutzungswunsch solcher Apps untersucht. Auf Basis einer Befragung von 206 Teilnehmern wird die Bedeutung der Faktoren ermittelt. Im Ergebnis zeigt sich, dass dem Spaß an der Nutzung einer CFA eine wichtigere Bedeutung als dem wahrgenommenen Nutzen der CFA bzw. dem Umweltbewusstsein der befragten Person zukommt.

1 Einleitung

In den letzten Jahren hat der Carbon Footprint (CFP) aus Sicht von Endverbrauchern als Maß für die Umweltwirkung von Produkten und Dienstleistungen an Bedeutung gewonnen. Der CFP misst die Umweltwirkung von Produkten, Dienstleistungen aber auch persönlichen Nutzungsgewohnheiten bspw. von Verkehrsmitteln. Wright et al. (2011) definieren den CFP wie folgt: “A measure of the total amount of carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄) emissions of a defined population, system or activity, considering all relevant sources, sinks and storage within the spatial and temporal boundary of the population, system or activity of interest. Calculated as carbon dioxide equivalent (CO₂e) using the relevant 100-year global warming potential (GWP100).” Keine andere Größe für die Umweltwirkung wird in der Öffentlichkeit so intensiv diskutiert wie der CFP. Weidema et al. (2008) führen das auf die Einfachheit sowohl im Hinblick auf die Erhebung als auch die Interpretierbarkeit zurück.

Carbon Footprint Apps unterstützen Verbraucher bei der Erhebung, Darstellung und Analyse der durch sie verursachten Treibhausgasemissionen. CFA existieren sowohl für Android als auch iOS und unterscheiden sich tlw. erheblich in ihrer Funktionalität. Während einige Apps sich bspw. auf die CO₂-Emissionen von Flugreisen konzentrieren, berücksichtigen andere ein breiteres Spektrum

an Dienstleistungen und Produkten. Manche Apps motivieren ihre Nutzer zu Spenden, die von der Höhe der verursachten Umweltwirkung abhängen und eingesetzt werden, um bspw. mit Aufforstungsprojekten die CO₂-Emissionen zu kompensieren. Tabelle 1 stellt eine Übersicht ausgewählter Apps dar.

Name	Version	OS	Rating	Rezens.	Downloads
Carbon Footprint	1.0	Android	3.0/5.0	2	100-500
Mein CO ₂ - Fußabdruck	1.2	Android	3.5/5.0	7	100-500
Carbon Footprint ACP	1.11	Android	4.8/5.0	5	10-50
CO ₂ -Footprint	1.0	iOS	4.0/5.0	-	-
My Carbon Footprint	1.0	Android	3.0/5.0	20	1000-5000
Carbon Emissions Calculator	1.1	Android	4.5/5.0	4	1000-5000
Green Footprint Calculator	1.4	Android	1.6/5.0	25	1000-5000
CarbonTrack	1.0	iOS	4.0/5.0	-	-
Changers - CO ₂ fit	1.1	iOS	4.0/5.0	-	-

Tabelle 1: Übersicht Carbon Footprint Apps (Stand: Januar 2015)

Die Konzeption der durchgeführten Studie wurde im Detail in Sagawe et al. (2015) beschrieben. Im Folgenden werden die wesentlichen Überlegungen der Untersuchung zur besseren Lesbarkeit zusammengefasst. Bisher unveröffentlicht und Gegenstand dieser Arbeit sind die Ergebnisse der empirischen Erhebung, an der 206 Teilnehmer¹ aus dem deutschsprachigen Raum im Alter über 18 Jahren teilgenommen haben. Die Analyse erfolgt mit Hilfe eines Strukturgleichungsmodells.

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 2 fasst die wesentlichen Bestandteile des Modells und die Hypothesen zu deren wechselseitigen Abhängigkeiten zusammen. Nach einer Beschreibung der Rahmenbedingungen der empirischen Erhebung, werden die Ergebnisse anhand des geschätzten Strukturgleichungsmodells diskutiert. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

2 Forschungsmodell

2.1 Technology Acceptance Model

Theoretische Grundlage der Arbeit ist das in der Wirtschaftsinformatik häufig genutzte Technology Acceptance Model (TAM), das ursprünglich von Davis (1989) entwickelt wurde. Das in Bild 1 dargestellte Modell erklärt, warum Personen eine bestimmte Technologie nutzen. Die wesentlichen Konzepte sind dabei der wahrgenommene Nutzen („Perceived Usefulness“ - PU) und die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit („Perceived Ease of Use“). Diese beiden Konzepte bestimmen die Neigung zur Nutzung einer bestimmten Technologie. In der vorliegenden Arbeit wird diese als Nutzungsintention (ITU) bezeichnet. Während das ursprüngliche Modell von Davis sich auf die Anwendung von Technologien in Organisationen bezieht, sind in den letzten drei Jahrzehnten viele Erweiterungen des Modells entstanden (Agarwal and Karahanna 2000; Koufaris 2002; Moon and Kim 2001).

¹ Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Artikel nur die männliche Sprachform verwendet, gemeint sind aber immer beide Geschlechter.

Für die vorliegende Studie wurde das TAM wie folgt modifiziert und einerseits um die drei Konstrukte Umweltbewusstsein („Environmental Concerns“ - EC), Kontrollfähigkeit („Perceived Behavioral Control“ - PBC) und Freude an der Nutzung („Perceived Enjoyment“ - PE) erweitert. Andererseits wurde die Benutzerfreundlichkeit nicht erhoben, da in der Studie nicht die tatsächliche Nutzung einer App untersucht wird, sondern (Sagawe et al. 2015) die Nutzungsintention auf Basis der Beschreibung einer App.

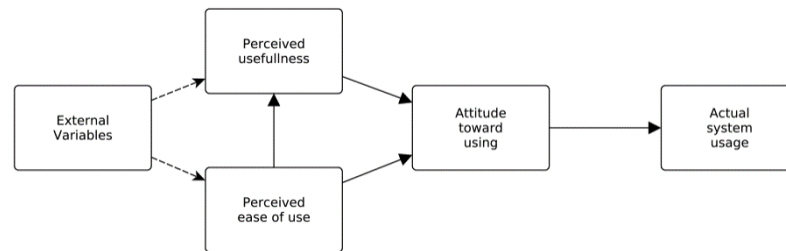


Bild 1: Technology Acceptance Model (Davis, 1989)

Da soziodemographische Daten nachgewiesenermaßen das Umweltbewusstsein beeinflussen (Clark et al., 2003; Shen and Saijo, 2008; Tanner, 1999) wird darüber hinaus Alter, Wohnort, Geschlecht, Ausbildung und Zahl der Kinder kontrolliert. Unsere Hypothesen sind in Bild 2 durch *H0* bis *H5* gekennzeichnet.

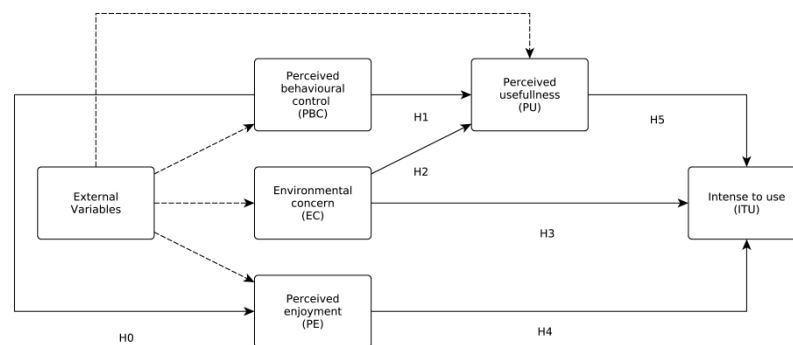


Bild 2: Forschungsmodell und Hypothesen

2.2 Hypothesen

Die Fähigkeit der Kontrolle ist ein Maß für die selbst wahrgenommene Fähigkeit des Nutzers die App nach eigenen Bedürfnissen anzupassen und zu nutzen (Lee et al., 2009). Es ist zu erwarten, dass diese Fähigkeit Einfluss auf den wahrgenommenen Nutzen (PU) und die Freude an der Nutzung (PE) hat:

H0: Kontrollfähigkeit (PBC) wirkt positiv auf die wahrgenommene Nutzungsfreude (PE).

H1: Kontrollfähigkeit (PBC) wirkt positiv auf den wahrgenommenen Nutzen (PU).

Als weitere latente Größe wird das von Kranz und Picot (2011) diskutierte Umweltbewusstsein verwendet, das sie als maßgeblichen Einflussfaktor für das faktische Umweltverhalten identifizieren (Kaiser et al., 1999). Kranz und Picot (2011) folgend ist ein positiver Zusammenhang mit der Nutzungsintention und dem empfundenen Nutzen von CFA zu erwarten:

H2: Umweltbewusstsein (EC) wirkt positiv auf den wahrgenommenen Nutzen (PU).

H3: Umweltbewusstsein (EC) wirkt positiv auf die Nutzungsintention (ITU).

Venkatesh und Bala (2008) weisen einen positiven Zusammenhang zwischen der Nutzungsintention und dem empfundenen Spaß bei der Verwendung einer Technologie nach. Dies stimmt insbesondere im Kontext von Spielen und Anwendungen mit spielerischen Elementen (Van der Heijden 2004). Eine Reihe von Arbeiten belegen diesen Zusammenhang auch für mobile Anwendungen (Hong & Tam 2006; Hong et al. 2006; Kim et al. 2007; Nysveen et al. 2005a; Nysveen et al. 2005b). Daraus ergibt sich die folgende Hypothese:

H4: Die Freude bei der Nutzung (PE) wirkt positiv auf die Nutzungsintention (ITU).

Wie bereits von Davis (1989) und anderen (Adams et al. 1992) nachgewiesen ist der wahrgenommene Nutzen einer Anwendung maßgeblich verantwortlich für ihre Nutzungsintention:

H5: Der wahrgenommene Nutzen (PU) wirkt positiv auf die Nutzungsintention (ITU).

Eine detailliertere Diskussion der Hypothesen findet sich in Sagawe et al. (2015).

3 Studienkontext

Zur Schätzung des vorgeschlagenen Modells wurde eine empirische Studie durchgeführt, deren Teilnehmerinnen und Teilnehmer über das Onlineportal clickworker.de im April 2015 gewonnen wurden. Sie erhielten dafür einen Betrag von 4,00 EUR. Dieser Ansatz zur Datenerhebung ist in den Sozialwissenschaften zunehmend zu beobachten (Gosling & Mason 2015). Eine umfassende Diskussion über die Nutzung von Crowdsourcing in den Sozialwissenschaften findet sich in Shank (2015). Insgesamt nahmen 206 Teilnehmerinnen und Teilnehmer, älter als 18 Jahre, aus Deutschland teil, die über ein Smartphone verfügen. Die deskriptive Statistik der Teilnehmer-eigenschaften stellen die Autoren gerne auf Anfrage zur Verfügung.

Die empirische Erhebung basierte auf einem Online-Fragebogen (s. Anhang 6.1), der zu jeder latenten Variable fünf Items umfasste, die wiederum anhand einer Likert-Skala von 1 bis 5 durch die Teilnehmer eingeschätzt werden konnten. Die Items wurden von validierten und etablierten Fragebögen abgeleitet und tragen so dem Kontext der Studie Rechnung. Für alle latenten Konstrukte des Modells wird ein reflektives Messmodell verwendet.

Bevor die Teilnehmer den Fragebogen beantworteten, mussten sie eine Beschreibung der Carbon Footprint App lesen (s. Anhang 6.2). Grund dafür war, dass so nicht nur derzeitige Nutzer an der Befragung teilnehmen konnten, sondern potentiell alle Personen nach ihrer Nutzungsintention befragt werden konnten.

4 Ergebnisse und Diskussion

Wie von Gefen et al. (2011) für den Fall explorativer Studien vorgeschlagen nutzen wir Partial Least Square (PLS) Path Modeling und schätzen das Strukturgleichungsmodell mit Hilfe von smartPLS 3 (Ringle et al. 2015). Dabei folgt die Analyse den Empfehlungen von Gefen et al. (2011) und Ringle et al. (2012) zur Evaluation des Mess- und Strukturmodells.

Indikator	EC	ITU	PBC	PE	PU
EC1	0,647	0,204	0,141	0,237	0,336
EC2	0,807	0,389	0,191	0,418	0,494
EC3	0,724	0,369	0,028	0,342	0,405
EC4	0,423	0,216	0,064	0,222	0,168
EC5	0,152	0,081	0,107	0,097	0,033
ITU1	0,394	0,910	0,315	0,746	0,705
ITU2	0,406	0,937	0,226	0,725	0,690
ITU3	0,480	0,903	0,199	0,697	0,693
ITU4	-0,117	0,169	-0,114	0,026	0,120
ITU5	0,343	0,727	0,065	0,448	0,501
PBC1	0,058	0,113	0,910	0,394	0,249
PBC2	0,163	0,204	0,921	0,452	0,307
PBC3	0,066	0,120	0,893	0,338	0,224
PBC4	0,116	0,127	0,856	0,369	0,245
PBC5	0,248	0,359	0,758	0,530	0,492
PE1	0,198	0,345	0,406	0,563	0,402
PE2	0,459	0,652	0,412	0,871	0,709
PE3	0,415	0,576	0,435	0,815	0,556
PE4	0,386	0,704	0,412	0,855	0,667
PE5	0,401	0,693	0,366	0,847	0,757
PU1	0,448	0,665	0,230	0,631	0,836
PU2	0,433	0,618	0,413	0,653	0,828
PU3	0,524	0,645	0,281	0,718	0,889
PU4	0,431	0,595	0,194	0,590	0,816
PU5	0,484	0,617	0,451	0,701	0,825

Tabelle 2: Übersicht der Kreuzladungen (fett gedruckte Werte sind pro Zeile die jeweils höchsten)

4.1 Messmodell

Die äußeren Ladungen der Indikatoren sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Die Ladungen auf die mit den jeweiligen Indikatoren verbundenen Konzepte übertreffen jeweils die Kreuzladungen bzgl. der anderen Konzepte. Der überwiegende Teil der Indikatoren erfüllt darüber hinaus den in der Literatur üblichen Schwellwert von 0,7. Ausnahmen bilden die Indikatoren PE1 (0,563; „App muss interessant gestaltet sein“), EC4 (0,42; „Trenne Müll“), EC5 (0,15; „Recht zur Ausbeutung der Umwelt“) und ITU4 (0,17; „Nutze bereits eine solche App“). Zur Schätzung der Signifikanz der Abhängigkeiten wird der Bootstrapping-Ansatz genutzt. Die t-Werte für EC5 (1,1), EC4 (4,2) und ITU4 (2,1) bestätigen im Vergleich zu den ansonsten hohen t-Werten (>9) der übrigen Indikatoren, dass EC4, EC5 und ITU4 nicht als Indikatoren geeignet sind. Vermutlich hat die Formulierung von EC5 zu Missverständnissen und letztendlich zur geringen Ladung geführt. Die geringe Ladung von ITU4 erklärt sich durch die Tatsache, dass nur wenige Studienteilnehmer tatsächlich eine CO₂-Apps nutzen und der daraus resultierenden geringen Streuung dieses Indikators (meist 1).

Die im Vergleich zu den Ladungen niedrigeren Kreuzladungen sind ein erster Hinweis auf die Diskriminanzvalidität der Konstrukte (Chin 2010). Die Diskriminanzvalidität wird durch Erfüllung des Fornell-Larcker-Kriteriums (Tabelle 3) bestätigt, das fordert, dass die durchschnittliche extrahierte Varianz (DEV) jedes einzelnen Konstrukts größer ist als die quadrierten Korrelationen zwischen den Konstrukten (Fornell und Larker 1981). Mit Ausnahme des Umweltbewusstseins erfüllen die übrigen Konstrukte (Tabelle 3) die Anforderung, dass Cronbach's Alpha > 0,7 ist (Cronbach und Meehl 1955). Diese Ausnahme trifft auch mit Blick auf den von Fornell und Larker (1981) geforderten Schwellwert der durchschnittlich extrahierten Varianz von DEV>0,5 zu.

Konzept	Cronbachs Alpha	DEV	Faktor-Reliabilität	EC	ITU	PBC	PE	PU
EC	0,532	0,360	0,703	0,600				
ITU	0,805	0,615	0,874	0,461	0,784			
PBC	0,920	0,756	0,939	0,168	0,238	0,869		
PE	0,852	0,638	0,896	0,476	0,760	0,503	0,799	
PU	0,895	0,704	0,922	0,555	0,749	0,378	0,787	0,839

Tabelle 3: Maße zur Konstruktbeurteilung

4.2 Strukturmodell

Die im zweiten Kapitel formulierten Hypothesen werden im Strukturgleichungsmodell durch die entsprechenden Pfadkoeffizienten repräsentiert. Alle Hypothese mit Ausnahme des Zusammenhangs zwischen dem Umweltbewusstseins (EC) und der Nutzungsintention (ITU) (Hypothese 3) werden bestätigt und weisen entsprechend hohe t-Werte auf (Tabelle 4 und Bild 3).

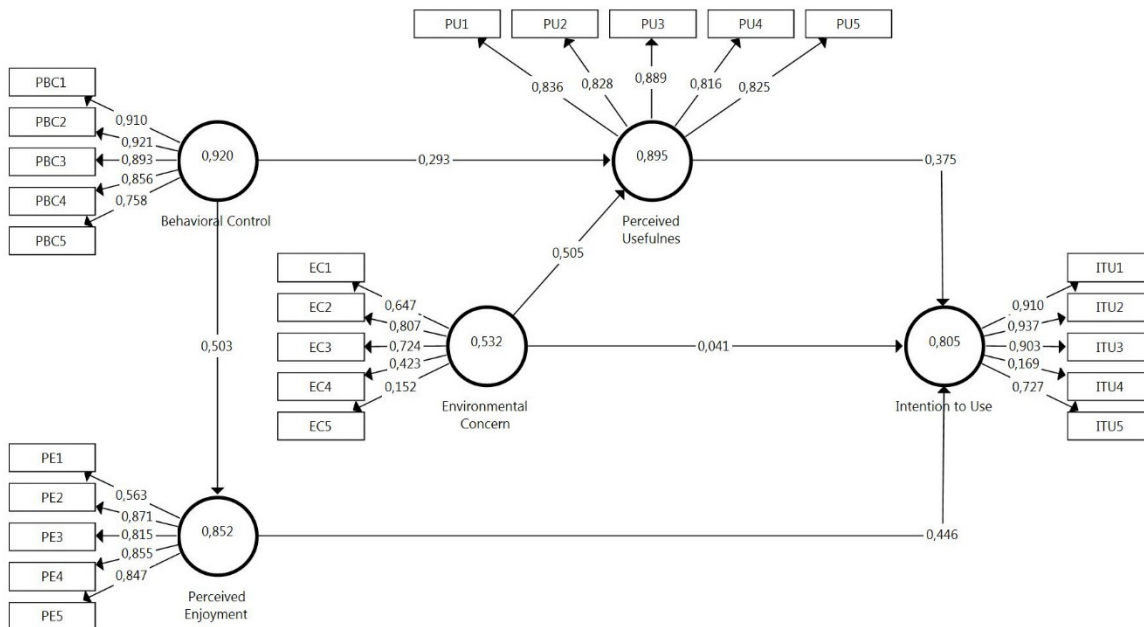


Bild 3: Strukturgleichungsmodell mit den angegebenen Ladungen (Messmodell) sowie den Pfadkoeffizienten (Strukturmodell). Die Werte innerhalb der durch Kreise dargestellten latenten Variablen sind die jeweiligen Cronbach's alpha

63% der Varianz der Nutzungsintention (ITU) wird durch das Modell, hier also die vorgelagerten Konstrukte Umweltbewusstsein (nicht signifikant), Spaß an der Nutzung und dem wahrgenommenen Nutzen erklärt. Für die beiden anderen abhängigen Konstrukte Spaß an der Nutzung und wahrgenommener Nutzen sind es 25% bzw. 39% der Varianz, die durch das Modell erklärt werden.

	Pfadkoeffizienten	t-Werte
EC -> ITU	0,041	0,720
EC -> PU	0,505	9,118
PBC -> PE	0,503	8,667
PBC -> PU	0,293	4,587
PE -> ITU	0,446	6,055
PU -> ITU	0,375	4,661

Tabelle 4: Pfadkoeffizienten und die entsprechenden t-Werte

4.3 Interpretation

Mit Blick auf den erklärten Teil der Varianz der abhängigen Konstrukte und der Signifikanz des Messmodells kann festgestellt werden, dass das Modell den Sachverhalt gut abbildet. Es überrascht, dass das Umweltbewusstsein keinen Einfluss auf die Nutzungsintention hat. Wir führen dies darauf zurück, dass dieses Konstrukt nicht geeignet operationalisiert wurde. Dies sollte in einer zukünftigen Studie mit veränderten Messmodell untersucht werden.

Für Anbieter von Carbon Footprint Apps ist der Wirkungszusammenhang zwischen Kontrollfähigkeit, Spaß an der Nutzung und der Nutzungsintention (PBC→PE→ITU) von Interesse. Dieser Zusammenhang zeigt, dass es wichtig ist, Nutzern Einfluss- und Gestaltungsmöglichkeiten bei der Verwendung der App zu geben. Dies steigert den erwarteten Spaß bei der Nutzung einer App und letztendlich den Wunsch diese tatsächlich zu nutzen. Es ist bemerkenswert, dass der Spaß eine so wesentliche Rolle in dieser Anwendung spielt, und zeigt gleichzeitig, wie potentielle Nutzer überzeugt werden können.

4.4 Limitationen

Die Interpretation der Ergebnisse sollte vor dem Hintergrund der folgenden Einschränkungen erfolgen: Erstens, die Studienteilnehmer wurden gefragt, ob sie über ein Smartphone verfügen und mit dem Konzept des Carbon Footprints vertraut sind. Ob die Nutzer tatsächlich einen tieferen Einblick in das Konzept haben, lässt sich nur eingeschränkt anhand der Kontrollfrage „Beschreiben Sie das Konzept des Carbon Footprints in eigenen Worten“ beurteilen. Die manuelle Durchsicht der Antworten auf die Kontrollfrage weist jedoch, dass Teilnehmer zumindest über ein rudimentäres Verständnis zu verfügen scheinen. Zweitens, die Teilnehmer erhielten eine Teilnahmevergütung, die bei einzelnen Personen dazu geführt haben mag, den Fragebogen nicht mit der nötigen Genauigkeit und Ernsthaftigkeit beantwortet zu haben. Dies lässt sich beispielsweise an Antworten erkennen, die keine oder wenig Varianz aufweisen (diese wurde ausgeschlossen). Drittens, die Zusammensetzung der Stichprobe ist sicherlich nicht repräsentativ – stattdessen handelt es sich um eine im Vergleich zur Gesamtbevölkerung jüngere und internetaffinere Gruppe. Viertens, Studien zur Nutzungsintentionen teilen stets den Nachteil, dass die befragten Personen die betrachtete Anwendung nicht im Detail kennt und eben nur die Absicht zur Nutzung bekunden soll.

4.5 Ausblick

Derzeit analysieren wir, inwieweit die soziodemographischen Merkmale, also insb. das Alter, Geschlecht und der höchste erworbene Bildungsabschluss Einfluss auf die Pfadkoeffizienten haben. Die Ergebnisse sollen im Vortrag auf der MKWI vorgestellt werden.

5 Literatur

- Adams DA, Nelson RR, Todd PA (1992) Perceived Usefulness, Ease of Use, and Usage of Information Technology: A Replication. *MIS Quarterly* 16(2): 227–247
- Agarwal R, Karahanna E (2000) Time Flies When You're Having Fun: Cognitive Absorption and Beliefs about Information Technology Usage. *MIS Quarterly* 24(4):665–694
- App Store (2015) Apps for iOS smartphones. <http://store.apple.com/com>. Accessed 15 Feb 2015
- Clark CF, Kotchen MJ, Moore MR (2003) Internal and external influences on pro-environmental behavior: Participation in a green electricity program. *Journal of Environmental Psychology* 23(3):237–246
- Chin WW (2010) How to Write Up and Report PLS Analyses. In Vinzi VE et al., eds, „Handbook of Partial Least Squares“ Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 655-690.
- Cronbach LJ, Meehl PE (1955) Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52, 281–302.
- Davis FD (1989) Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13(3):319–339
- Emarketer (2015) Worldwide Smartphone Usage to Grow 25% in 2014. <http://www.emarketer.com/Article/Worldwide-Smartphone-Usage-Grow-25-2014/1010920>. Accessed 29 Apr 2015
- GooglePlay (2015) Apps for Android smartphones. <https://play.google.com/store>. Accessed 15 Feb 2015
- Gosling SD, Mason W (2015). Internet research in psychology. *Annual review of psychology*, 66, 877-902.
- Hong S-J, Tam KY (2006) Understanding the Adoption of Multipurpose Information Appliances: The Case of Mobile Data Services. *Information Systems Research* 17(2):162–179
- Hong SH, Tam K, Kim J (2006) Mobile data service fuels the desire for uniqueness. *Communications of the ACM* 49(9):89–95
- Kaiser FG, Wölfing S, Fuhrer U (1999) Environmental attitude and ecological behaviour. *Journal of Environmental Psychology* 19(1):1–19
- Kim H-W, Chan HC, Gupta S (2007) Value-based Adoption of Mobile Internet: An empirical investigation. *Decision Support Systems* 43(1):111–126
- Koufaris M (2002) Applying the Technology Acceptance Model and Flow Theory to Online Consumer Behavior. *Information Systems Research* 13(2):205–223

- Kranz J, Picot A (2011) Why are Consumers Going Green? The Role of Environmental Concerns in Private Green-IS Adaption. In: Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems (ECIS) at AIS Electronic Library (AISeL), Helsinki, 9–11 June 2011
- Lee H-J, Lim H, Jolly LD, Lee J. (2009) Consumer Lifestyles and Adoption of High-Technology Products: A Case of South Korea. *Journal of International Consumer Marketing* 21(2):153–167
- Moon JW, Kim YG (2001) Extending the TAM for a World-Wide-Web context. *Information & Management* 38(4):217–230
- Nysveen H, Pedersen PE, Thorbjørnsen H (2005a) Intentions to use mobile services: Antecedents and cross-service comparisons. *Journal of the Academy of Marketing Science* 33(3):330–346
- Nysveen H, Pedersen PE, Thorbjørnsen H (2005b) Explaining intention to use mobile chat services: moderating effects of gender. *Journal of Consumer Marketing* 22(5):247–256
- Ringle CM, Sarstedt M, Straub DW (2012) Editor's comments: a critical look at the use of PLS-SEM in MIS quarterly. *MISQ* 36(1) iii-xiv
- Ringle CM., Wende S, Becker JM (2015) SmartPLS 3. Boenningstedt: SmartPLS GmbH, <http://www.smartpls.com>
- Sagawe A, Funk B, Niemeyer P (2015) Modeling the Intention to use Carbon Footprint Apps. Proceedings of the Conference on Information Technologies in Environmental Engineering 2015. Springer Verlag
- Shank DB (2015) Using Crowdsourcing Websites for Sociological Research: The Case of Amazon Mechanical Turk. *The American Sociologist*. Springer. Online first: 1-9
- Shen J, Saijo T (2008) Reexamining the relations between socio-demographic characteristics and individual environmental concern: Evidence from Shanghai data. *Journal of Environmental Psychology* 28(1):42–50
- Tanner C (1999) Constraints on Environmental Behaviour. *Journal of Environmental Psychology* 19(2):145–157
- Van der Heijden H (2003) Factors influencing the usage of websites: the case of a generic portal in The Netherlands. *Information & Management* 40(6):541–549
- Van der Heijden H (2004) User Acceptance of Hedonic Information Systems. *MIS Quarterly* 28(4):695–704
- Venkatesh V, Bala H (2008) Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences* 39(2):273–315
- Weidema BP, Thrane M, Christensen P, Schmidt J, Løkke S (2008) Carbon Footprint. *Journal of Industrial Ecology* 12(1):3–6
- Wright LA, Kemp S, Williams I (2011) ‘Carbon footprinting’: towards a universally accepted definition. *Carbon Management* 2(1):61–72

6 Anhang

6.1 Fragebogen

Jede der folgenden Fragen war anhand einer Likertskala mit Werte von 1 bis 5 zu beantworten. Die Indikatoren EC5 und ITU5 sind negativ formuliert und wurden vor der Analyse umkodiert.

PBC - Kontrollfähigkeit

1. Ich kann die CO₂-App ohne Hilfe von anderen bedienen. (PBC1)
2. Ich bin in der Lage die CO₂-App zu bedienen. (PBC2)
3. Ich habe das nötige Wissen und die Fähigkeiten die CO₂-App zu bedienen. (PBC3)
4. Mein Wissen über das Konzept des CO₂-Fußabdrucks ist ausreichend, um die App zu nutzen. (PBC4)
5. Mit der CO₂-App habe ich die Kontrolle über meinen CO₂-Fußabdruck. (PBC5)

EC - Umweltbewusstsein

6. Die modernen Zivilisationen zerstören die Umwelt. (EC1)
7. Wenn Konzepte wie der CO₂-Fußabdruck nicht genutzt werden, wird sich der Klimawandel noch stärker auswirken. (EC2)
8. Wenn möglich reise ich mit der Bahn anstatt mit dem Flugzeug, um das Klima und die Umwelt zu schützen. (EC3)
9. Ich trenne Müll. (EC4)
10. Wir Menschen haben das Recht die Umwelt nach unseren Vorstellungen zu formen bzw. uns aus der Umwelt zu nehmen, was wir benötigen. (EC5)

PE – Spaß an der Nutzung

11. Die CO₂-App muss interessant gestaltet sein. (PE1)
12. Es bereitet mir Freude meinen CO₂-Fußabdruck mit einer CO₂-App zu protokollieren. (PE2)
13. Ich habe keine Probleme damit, die App und das Protokollieren meines CO₂-Fußabdrucks in meiner Freizeit durchzuführen. (PE3)
14. Eine Vielzahl an Funktionen in der CO₂-App weckt meine Neugier. (PE4)
15. Die CO₂-App zu nutzen bereitet mir auch über einen längeren Zeitraum Freude. (PE5)

PU – Wahrgenommener Nutzen

16. Als umweltbewusster Mensch erleichtert eine CO₂-App meinen Alltag, bei Entscheidungen und beim Handeln. (PU1)
17. Die CO₂-App dokumentiert auf eine effiziente Weise die Richtigkeit meines ökologischen Lebensstils. (PU2)
18. Die Nutzung der CO₂-App unterstützt meinen Lebensstil. (PU3)
19. Die Nutzung der CO₂-App verbessert meine Lebensqualität. (PU4)
20. Ich kann die CO₂-App sinnvoll nutzen. (PU5)

ITU - Nutzungsintention

21. Sobald ich diese CO₂-App auf meinem Smartphone habe, würde ich diese nutzen. (ITU1)
22. Ich beabsichtige eine solche CO₂-App in der Zukunft zu nutzen. (ITU2)
23. Ich werde meinen Freunden und Bekannten eine solche CO₂-App empfehlen. (ITU3)
24. Ich benutze eine solche CO₂-App schon. (ITU4)
25. Ich werde eine solche CO₂-App nicht nutzen. (ITU5)

6.2 Erläuterung vor Bearbeitung des Fragebogens

Bevor Teilnehmer den Fragebogen beantworten konnten, wurde ihnen folgender Text angezeigt, der die Funktion der Carbon Footprint App erläutert:

Der CO₂-Fußabdruck entsteht beim Konsumieren von Produkten (Lebensmittel, Textilien etc.) und der Nutzung energieintensiver Dienstleistungen (bspw. Fliegen, Busreisen). Angenommen Sie hätten eine App auf Ihrem Smartphone vorinstalliert, die es Ihnen ermöglicht Ihren persönlichen CO₂-Fußabdruck zu berechnen. Die Nutzung der App ist kostenfrei. Alle Funktionen der App sind selbst erklärend und daher schnell zu erlernen. Die App wird von einem europäischen Dienstleister angeboten. Die Daten werden sicher gespeichert und nicht weiter ausgewertet bzw. an Dritte weitergegeben.

Die Erhebung der benötigten Daten für den CO₂-Fußabdruck ist einfach. Hierfür existieren mehrere Eingabemethoden: Die Kamera des Smartphones kann als Scanner genutzt werden (Barcodes, QR-Codes usw.). Technologien wie NFC, Bluetooth u.ä. des Smartphones können als Sensoren genutzt werden, um Produkte zu erkennen. Des Weiteren ist die App in der Lage Daten auf dem Smartphone automatisch zu analysieren (wie bspw. Termine im Kalender, digitale Fahr- und Eintrittskarten, elektronische Bezahlvorgänge). Es ist aber auch möglich die Daten per Hand einzugeben.

Die App stellt den CO₂-Fußabdruck unterschiedlich und auf unterhaltsame Weise dar. Tägliche, monatliche, jährliche Auswertungen werden angeboten. Dabei wird der persönliche CO₂-Fußabdruck unter anderem ins Verhältnis zum Klimawandel gestellt. Beispielsweise kann eine Hochrechnung erfolgen, die zeigt, wie sich das persönliche Konsumverhalten auf die Erderwärmung bzw. Erdabkühlung verhält.

Außerdem bietet die CO₂-App unterschiedliche Spiele an, wie „Verbrauche heute 10 % weniger CO₂ als gestern“, „Nimm heute die öffentlichen Verkehrsmittel, und spare x-Tonnen CO₂“ usw. Diese Spiele können auch im Internet mit anderen App-Nutzern gespielt werden („Wer ist der umweltfreundlichste CO₂-App-Nutzer?“). Der persönliche CO₂-Fußabdruck kann in sozialen Netzwerken (wie Facebook, Twitter etc.) geteilt werden.

Konzept für eine Anwendung zur Abwicklung von Material Compliance-Anforderungen auf Basis digitaler Objektgedächtnisse (Extended Abstract)

Patrick Lübbecke¹, Peter Fettke¹, Peter Loos¹, Christian Berres² und Josef Burgard³

¹ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH und Universität des Saarlandes, Institut für Wirtschaftsinformatik {vorname.zuname}@iwi.dfki.de

² tec4U-Solutions GmbH, 66115 Saarbrücken, c.berres@tec4u-solutions.com

³ Mansystems Deutschland GmbH, 66123 Saarbrücken, josef.burgard@mansystems.de

Abstract

Die gesetzlichen Vorschriften aus den Verordnungen REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) und RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*) regeln den Umgang mit reglementierten Stoffen in Unternehmen. REACH sieht eine umfassende Melde- und Informationspflicht bzgl. reglementierter Stoffe für Unternehmen vor, die diese Stoffe verarbeiten oder vertreiben. Betroffene Unternehmen müssen einen enormen Aufwand für die Beschaffung der Stoffdaten entlang der Lieferkette betreiben. Während sich im Automobilbau bereits eine zentrale Plattform etablierten konnte, in der alle Unternehmen in der Lieferkette ihre Stoffdaten auf Anfrage zugänglich machen, so existiert etwas Vergleichbares in anderen Bereichen von Industrie und Handel noch nicht. Grund hierfür ist der Mangel an Vertrauen, der viele Unternehmen davon abhält, sensible Daten wie Stücklisten oder Rezepturen in einer zentralen Plattform zu hinterlegen. Mit diesem Beitrag wird die Architektur eines Informationssystems vorgestellt, das Unternehmen entlang der Zuliefererkette bei der Beschaffung notwendiger Stoffdaten unterstützt.

1 Einführung¹

Der Umweltschutz nimmt in den westlichen Industrieländern einen immer stärkeren Stellenwert ein und wirkt sich unmittelbar auf den Handlungsspielraum von Unternehmen aus. Die Umweltschutzverordnungen REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) und RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*) stellen umfangreiche Anforderungen an Unternehmen, die umweltschädliche Stoffe verarbeiten oder damit handeln. So beispielsweise umfassende Informationspflichten bei der Verarbeitung von oder dem Handel mit gesundheitsgefährdenden Stoffen.

¹ Diese Publikation erscheint zur Wahrung des Datenschutzes als verkürzter Abstract. Interessenten können jedoch den Vollbeitrag nach Anfrage von den Autoren erhalten.

Die Wirtschaftsinformatik bringt sich mit der Konzeption, Entwicklung und dem Betrieb von Informationssystemen, darunter auch betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS), bei der Erfüllung dieser gesetzlichen Anforderungen ein (Rautenstrauch 2013). Wesentliche Konzepte zur Stärkung des Umweltschutzes unter Verwendung von Informationssystemen sind in den vergangenen Jahren unter dem Schlagwort Green IT bzw. IT-for-Green entwickelt worden (Loos et al. 2011).

Mit den digitalen Objektgedächtnissen wurden zudem Verfahren entwickelt, mit denen Produkte mit einer eigenen „Identität“ ausgestattet und wichtige Informationen an den Objekten gespeichert werden können, so etwa deren Zusammensetzung (Wahlster 2013). Diese Verfahren entstammen Forschungsdisziplinen der Kerninformatik und wurden bislang von der Wirtschaftsinformatik kaum für die Gestaltung innovativer Umweltinformationssysteme adaptiert. Infolgedessen wird, was die Verbreitung dieser Technologie vor allem in mittelständischen Unternehmen betrifft, deren Potenzial noch nicht vollständig ausgeschöpft. Hier kann die Wirtschaftsinformatik mit der Implementierung des Konzepts in innovativen Informationssystemen einen Beitrag zur weiteren Verbreitung leisten. Die Forschungsfrage, die in diesem Beitrag somit beantwortet werden soll, lautet: wie lassen sich digitale Objektgedächtnisse zur Erstellung innovativer Informationssysteme im Bereich des betrieblichen Umweltmanagements (BUIS) anwenden? Diese Frage soll im Folgenden mit der Vorstellung einer konkreten Ausprägung der Architektur eines BUIS beantwortet werden.

Ziel dieses Beitrags ist es demnach, ein Konzept für ein betriebliches Umweltinformationssystem im Bereich der Material Compliance vorzustellen. Das Informationssystem soll bei der Umsetzung der Compliance-Anforderungen aus RoHS und REACH helfen. Hierfür setzt das System auf ein agentenbasiertes Verfahren für die Kontaktaufnahme mit Herstellern entlang der Lieferkette und zum automatisierten Austausch von Stoffdaten zwischen den Akteuren der Lieferkette unter Einbeziehung digitaler Objektgedächtnisse. Die empfangenen Daten werden vom System auf Plausibilität und Korrektheit geprüft (Risiko- und Compliance Check).

2 Das Anwendungsszenario

Das vom BMBF geförderte Projekt SiCoCheC (*Sicherer Compliance Checker aus der Cloud*) befasst sich mit der Erstellung einer Lösung für die Umsetzung der gesetzlichen Informationspflichten von Unternehmen, die sich aus den beiden Verordnungen RoHS und REACH ergeben. Diese stellen Unternehmen vor die Pflicht, Auskunft über gesundheitsgefährdende Stoffe in den Produkten zu geben, die sie selbst herstellen, weiterverarbeiten oder mit denen sie handeln (Bunke et al. 2010). Hierzu brauchen die Unternehmen die betreffenden Informationen für alle Komponenten, die entlang der Zulieferkette in Zwischenprodukte eingeflossen sind. Gleichzeitig sehen viele Industriebetriebe entlang der Zuliefererkette die eigenen Stücklisten oder Rezepturen als Betriebsgeheimnis an und geben die notwendigen Informationen entweder nur widerwillig oder unvollständig als sogenannten teildeklarierten Datensatz heraus. Bei dieser Art von Datensatz werden keine konkreten Angaben zu enthaltenen Inhaltsstoffen oder deren Mengen gemacht, sondern lediglich attestiert, dass die Höchstgrenzen von gesetzlich regulierten Inhaltsstoffen wie Blei, Quecksilber oder Cadmium nicht über ihre zulässige Höchstkonzentration hinaus in homogenen Werkstoffen enthalten sind (RoHS). Die Umsetzung einer solchen Plattform auf Basis teildeklarierten Datensätze ist aus mehreren Gründen problematisch:

1. Die Liste regulierter Stoffe sowie deren Höchstgrenzen unterliegen Veränderungen, da im Fall von REACH zweimal jährlich eine Aktualisierung der beiden Parameter erfolgt.
2. Für zahlreiche Stoffe existieren Ausnahmeregelungen, die ebenfalls zeitlichen Befristungen unterliegen. So ist die Verwendung von Blei in homogenen Werkstoffen lediglich bis zu einer Konzentration von 0,1 % erlaubt. Eine von zahlreichen Ausnahmeregelungen erlaubt jedoch die Verwendung von Blei bei der Herstellung bestimmter Glasprodukte über die zulässige Konzentration hinaus.

Dies stellt die Verarbeiter und Hersteller regelmäßig vor die Herausforderung, die Datensätze möglichst vollständig von den Zulieferern zu erheben, um im Falle der Gesetzesänderung die betroffenen Produkte nicht erneut abfragen zu müssen.

3 Bisherige Lösungsansätze

In der Praxis existieren bislang zwei verschiedene Lösungen. Gerade kleinere Unternehmen, die Produkte geringer Komplexität herstellen, beschränken sich darauf, eigene Datenbanken mit den erforderlichen Gefahrstoffen aufzubauen (*dezentrale Lösung*). Unterstützt werden diese Aktivitäten durch Informationssysteme wie etwa *MDS.web*, *SAP EHS Management* oder durch Consulting-Unternehmen, welche die Beschaffung der notwendigen Informationen für ihre Klienten im Rahmen einer professionellen Dienstleistung übernehmen (Schiffleitner et al. 2012).

Im Automobilbau hat sich mit dem von HP betriebenen System IMDS (*Internationales MaterialDatenSystem*) eine zentrale Plattform etabliert. Die Plattform wird in Zusammenarbeit mit namhaften Automobilherstellern wie Ford, Opel, Volkswagen und Volvo entwickelt und von nahezu allen Erstausrüstern verwendet, die die jeweiligen Hersteller beliefern. Die Vorteile dieses Systems liegen in dem geringen Erfassungsaufwand durch die Hersteller der Endprodukte, da die Materialdaten durch die Zulieferer in IMDS hinterlegt werden müssen. Während sich ein solches System im Automobilbau aufgrund der Marktmacht von wenigen, großen Herstellern etablieren konnte (Schiffleitner et al. 2012), findet sich etwas Vergleichbares außerhalb des Automobilbaus derzeit nicht und ist auf absehbare Zeit aufgrund der genannten Gründe auch nicht zu erwarten.

Der vorgestellte Lösungsansatz grenzt sich dahingehend von diesen beiden Paradigmen ab, als dass nun auch kleine Unternehmen durch die agentenbasierte Beschaffung der Materialdaten größere Datenbestände einfach verwalten können. Im Gegensatz zu IMDS kann zudem auch von Personen außerhalb der Zuliefererkette auf die freigegebenen Materialdaten zugegriffen werden.

4 Anforderungen an die Systemarchitektur

Um eine breite Akzeptanz bei den Teilnehmern einer zentralen Material Compliance-Plattform zu erreichen, muss die zu entwickelnde Architektur die spezifischen Anforderungen der verschiedenen Interessensgruppen erfüllen. Zunächst handelt es sich bei den auszutauschenden Daten im Regelfall um sensible Produktionsdaten in Form von Stücklisten oder Rezepturen. Diese Daten werden von vielen Unternehmen als Betriebsgeheimnis gesehen und daher nur zögerlich weitergegeben. Dies stellt hohe Anforderungen an den Datenschutz sowie die Datensicherheit, vor allem dann, wenn die Daten auf Cloud-Servern liegen, auf die standortunabhängig zugegriffen werden kann (Lübbecke et al. 2013).

Unternehmen lassen sich hinsichtlich der Anforderung an die Datenhaltung in zwei Typen einordnen. Für Typus A stellt die Herausgabe von Stücklisten oder Rezepten kein unternehmenskritisches Problem dar. Dies kann z. B. bei Produzenten von Gütern der Fall sein, die leicht imitierbar sind (Barney 1991). Der zweite Typus beinhaltet Unternehmen, welche die Daten entweder nicht vollständig (teildeklariert) oder zwar volldeklariert, jedoch nicht der breiten Öffentlichkeit zugänglich machen wollen.

5 Diskussion und Ausblick

Vor allem kleine und mittelständische Unternehmen verfügen häufig nicht über die personellen Ressourcen, um ein eigenes Material Compliance Management-System im Unternehmen zu etablieren und greifen daher auf Drittanbieter zurück. Mit der vorgeschlagenen Anwendung können die Unternehmen die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen sicherstellen, ohne ein übermäßiges Maß an Personal für die Einholung der Informationen binden zu müssen.

Derzeit befindet sich die Software noch in der Konzeptionsphase, weshalb eine Prototypisierung noch zu erfolgen hat. Unterstützend zur Konzeption wird aktuell eine empirische Erhebung erstellt, mit der die Zielgruppen (Stofflieferanten, Materiallabore, Endanwender) über den Nutzen des vorgeschlagenen Konzepts befragt werden. Der Fokus liegt hier vor allem auf der Einbindung der Prozesse zur Datenakquisition und deren praktischer Umsetzbarkeit durch die Unternehmen, Labore und Endanwender. Die Evaluierung der Architektur erfolgt im Anschluss an die o. g. Befragung durch Abgleich der vorgestellten Architektur mit den technischen Anforderungen, die wiederum aus den Ergebnissen der Befragung abgeleitet werden. Eine Validierung der Funktionsfähigkeit einzelner Komponenten und Konzepte erfolgt durch prototypische Implementierung und Test der jeweiligen Komponenten in der frühen Entwicklungsphase.

Danksagung: Diese Arbeit wurde finanziell gefördert durch das BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung), Forschungsprojekt SiCoCheC (FKZ: 01IS15022D).

6 Literatur

- Barney J (1991) Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management* 17(1):99-120
- Bunke D, Zangl S, Hermann A, Blum C, Wurbs J (2010) Ersatz oder Ergänzung? Schnittstellen zwischen REACH und produktbezogenen Regelungen am Beispiel von Bauprodukten. *Umweltwiss Schadst Forsch* 22(1):36-45
- Loos P, Nebel W, Gómez JM, Hasan H, Watson RT, vom Brocke J, Seidel S, Recker J (2011) Green IT: Ein Thema für die Wirtschaftsinformatik? *Wirtschaftsinformatik* 53(4):239-247
- Lübbecke P, Anton T, Lackes R (2013) Cross-Border Risk Factors of Cloud Services: Risk Assessment of IS Outsourcing to Foreign Cloud Service Providers. In: O'Conner L (Hrsg) 5th International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), Bristol, UK, 2013. IEEE, pp 565-572
- Rautenstrauch C (2013) Betriebliche Umweltinformationssysteme: Grundlagen, Konzepte und Systeme. Springer, Berlin
- Schiffleitner A, Bley T, Schneider R, Wimpf D-P (2012) Stakeholder Perspectives on Business Model Requirements for a Sustainability Data Exchange Platform Across Supply Chains. *Electronics Goes Green 2012+*, Berlin, 9-12 Sept. 2012
- Wahlster W (2013) SemProM: foundations of Semantic Product Memories for the Internet of Things. Springer, Berlin

Nachhaltiges Innovationsmanagement in KMU: Eine empirische Untersuchung zu Living Labs as a Service

Johanna Meurer¹, Corinna Ogonowski¹, Gunnar Stevens^{1,2} und Volker Wulf¹

¹ Universität Siegen, Wirtschaftsinformatik und Neue Medien, vorname.name@uni-siegen.de

² Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Wirtschaftsinformatik, gunnar.stevens@h-brs.de

Abstract

Die neue europäische Umweltstrategie der Integrierten Produktpolitik fordert von produzierenden kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) eine eigenverantwortliche und produktbezogene Nachhaltigkeitsstrategie. Obgleich die Gestaltung von IKT-Services in nachhaltigkeitsrelevanten Bereichen ein großes Marktpotential verspricht, birgt das Innovationsmanagement für KMU einige Risiken. Um diese Herausforderungen zu adressieren motiviert diese Arbeit *Living Labs*, als Innovationsinfrastruktur, um den spezifischen Bedarfen von KMU für ein nachhaltiges Innovationsmanagement gerecht zu werden. Auf der Basis von 15 semi-strukturierten Interviews mit 7 KMU, die IKT-Lösungen in den Bereichen Wohnen und Mobilität entwickeln, wurden Herausforderungen sowie etablierte Strategien für ein nachhaltiges Innovationsmanagement erhoben sowie Potenziale und mögliche Risiken von Living Labs exploriert. Die Studie zeigt KMU spezifische Bedarfe auf, die eine Anpassung des Living Lab Ansatzes als Service-Dienstleistungen erforderlich machen.

1 Einleitung

Auf der Grundlage der veränderten ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen, wie sie durch die Integrierte Produktpolitik (IPP) angestoßen wurden, wird nachhaltiges Wirtschaften für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) zu einem wichtigen Zukunftsthema (vgl. Heßling 2006; Grothe und Marke 2012). Experten gehen sogar davon aus, dass Innovationen im Bereich nachhaltiger Gestaltung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) einen beträchtlichen Zukunftsmarkt für KMU bereitstellen können (Green 2006), der auch von Führungskräften hervorgehoben wird (vgl. Bonini et al. 2010; Maaß und Fürhmann 2012).

Gleichzeitig zeigt eine Reihe von Studien Innovationshemmnisse im Nachhaltigkeitssegment von KMU auf (vgl. Green 2006; Grothe 2011; Grothe und Marke 2012). Allgemein werden Rahmenbedingungen wie Zeitnot, Finanz- und Ressourcenknappheit als relevante Einflussgrößen für die Gestaltung von Innovationsprozessen in KMU eingestuft (vgl. Van de Vrande et al. 2009; Hering et al. 2013; Stickel et al. 2015). Nach Fichter und Clausen (2013) stellen diese KMU-spezifischen Charakteristika insbesondere Hemmnisse für das Innovationsmanagement im Nachhaltigkeitssegment dar, weil gerade dieses als besonders Ressourcenintensiv gilt.

Darüberhinaus ist die Untersuchung von lösungsorientierten Ansätzen im Bereich nachhaltiger Innovationsentwicklung wissenschaftlich noch stark unterrepräsentiert. Dieser Beitrag fokussiert daher das Thema nachhaltiges Innovationsmanagement in KMU und fragt insbesondere nach den Potenzialen und Herausforderungen einer Nutzer-zentrierten Entwicklung in KMU.

Um diese Forschungslücke zu adressieren, wird die Innovationsinfrastruktur von *Living Labs* vorgestellt. Darunter wird ein Innovationsrahmen verstanden der relevante Stakeholdergruppen am Entwicklungsprozess in (semi-)realen Anwendungskontexten über die verschiedenen Stufen der Kontextuntersuchung, der Ko-Kreation, des Experimentierens und der Produktevaluation integriert. Dieser Ansatz verspricht sowohl den KMU-spezifischen Besonderheiten gerecht zu werden (vgl. Ogonowski et al. 2015), als auch einer nachhaltigen Entwicklung von IKT Lösungen (vgl. von Geibler et al. 2013). Allerdings deuten erste Arbeiten darauf hin, dass der stark forschungsorientierte Ansatz für die industrielle Nutzung von KMU einiger Anpassungen bedarf (Corallo et al. 2013). Insbesondere Ogonowski et al. (2015) arbeiten das Potenzial zur Nutzung von *Living Labs as a Service* aus, um den Ansatz für KMU leichter zugänglich zu machen.

Zur weiteren Exploration der Potenziale und möglicher Risiken von Living Labs haben wurde eine empirische Interview-Studie mit 15 Experten aus 7 KMU durchgeführt. Alle Unternehmen entwickeln in den nachhaltigkeitsrelevanten Bereichen Wohnen und Mobilität IKT-Lösungen und haben bereits erste eigene Erfahrungen mit Living Labs sammeln können. Es werden zunächst die Herausforderungen und Strategien der KMU für ein Nutzer-zentriertes Innovationsmanagement im Rahmen nachhaltiger Gestaltung exploriert und Potenziale von Living Labs herausgearbeitet. Abschließend werden dieser Ergebnisse diskutiert und Dienstleistungsstrategien entwickelt, wie KMU von *Living Labs as a Service* profitieren können, um ein nachhaltiges Innovationsmanagement zu forcieren.

2 Nachhaltige Innovationsentwicklung und Potenziale von Living Labs

Es werden zunächst Herausforderungen für eine IKT-Gestaltung in nachhaltigkeitsrelevanten Bereichen von KMU erörtert und anschließend die Innovationsinfrastruktur von Living Labs motiviert. Obgleich Living Labs vielversprechende Eigenschaften mit sich bringen, die eine nachhaltige Innovationsentwicklung in KMU begünstigen können, ist anzunehmen, dass der Ansatz, der aus einer stark forschungsmotivierten Entwicklung entstanden ist, stärker auf die wirtschaftlichen Bedarfe von KMU angepasst werden muss. Dazu soll insbesondere die Adaption von *Living Labs as a Service* als ein geeigneter Lösungsansatz vorgestellt und im Folgenden näher auf seine Potentiale und Risiken untersucht werden.

2.1 Nachhaltiges Innovationsmanagement in KMU

Die Entwicklung von IKT-Lösungen in nachhaltigkeitsrelevanten Bereichen wie „Wohnen“, „Mobilität“ oder „Konsum“ verspricht gerade für KMU enorme Marktchancen (vgl. Heßling 2006; Grothe and Marke 2012). Relativ flexible Organisationsstrukturen, direkte Kommunikationswege oder die Zusprennung einer ausgeprägten Kundennähe, gelten als charakteristische Eigenschaften und werden grundsätzlich als strukturelle Vorteile bewertet, um Innovationen wie die Gestaltung von IKT für das Nachhaltigkeitssegment zu adressieren (vgl. Grothe et al. 2011). In der Unternehmenspraxis zeigt sich jedoch, dass trotz der vermeintlich guten Voraussetzungen, Märkte für nachhaltigkeitsrelevante IKT-Lösungen nur sehr zögerlich reagieren (vgl. Maaß and Führmann 2012). Insbesondere Green (2006), Grothe (2011) oder Grothe und Marke (2012) haben die

Herausforderungen und Risiken für KMU zur Erschließung der neuen Marktsegmente untersucht. Sie zeigen, dass vor allem Faktoren wie Zeitnot, Finanz- und Ressourcenknappheit, aber auch ein fehlender Marktüberblick enorme Innovationshürden darstellen können. Es ist anzunehmen, dass die Entwicklung von nachhaltigen IKT-Lösungen die Situation verschärft. Es werden nicht nur finanzielle und zeitliche Investitionen relevant, auch fehlt es insgesamt an verwertbarem Nutzerwissen und an Erfahrungswissen über die Zusammenhänge entlang der Wertschöpfungskette.

Erste Einsichten in ein KMU-indiziertes Innovationsmanagements, das an Nachhaltigkeit orientiert ist, finden sich bei von Geibler et al. (2013; 2014). Sie weisen auf die geringe Systematisierung und Formalisierung des Innovationsmanagements in KMU hin, die aber relevant werden, wenn nachhaltigkeitsrelevante Faktoren, wie etwa ‚Rebound Effekte‘ adressiert werden sollen. Sonnberger und Deuschle (2014) heben das Fehlen von technisch-methodischem Wissen hervor, um nachhaltige IKT-Lösungen zu entwickeln und adressieren die Bedeutung einer Nutzer-zentrierten Entwicklung (vgl. Von Hippel 1994; Chesbrough 2003). Zwar beleuchten insbesondere jüngere Untersuchungen organisationale und strukturelle Besonderheiten von Nutzer-zentrierten Innovationsprozessen in KMU (vgl. Van de Vrande et al. 2009; Hering et al. 2013; Stickel et al. 2015), spezifische Besonderheiten vor allem in Nachhaltigkeits-relevanten Bereichen wurden jedoch bislang kaum untersucht. Ausnahmen bilden die Untersuchungen von Spagnolli et al. (2011) und Schwartz et al. (2014) über den Einsatz von Living Labs zur Forcierung nachhaltiger IKT-Lösungen eines Heim-Energie-Management-Systems sowie Meurer et al. (2013) zu Mobiliätslösungen. Es mangelt jedoch nach Fichter und Clausen (2013) an geeigneten Lösungsvorschlägen, die auch die KMU-spezifischen Anforderungen ernst nehmen. Um diese Bedarfe zu adressieren, soll im Folgenden die Innovationsinfrastruktur der Living Labs für eine Nutzer-zentrierte Entwicklung in Nachhaltigkeits-relevanten Bereichen vorgestellt werden.

2.2 Living Labs als Innovationsinfrastruktur

Der Living Lab Ansatz wurde vom MIT Media Lab für die Erforschung dynamischer und komplexer Wechselwirkungen von Bedarfen und Möglichkeiten zur Entwicklung innovativer IKT-Systeme entwickelt und im Rahmen der EU geförderten Initiative 'European Network of Living Labs (ENoLL)' als Nutzer-zentrierte Innovationsinfrastruktur weiterentwickelt, die vier Kerngebiete adressiert:

- Die explorative Untersuchung von innovativen Nutzungsformen, Kontexten und Marktchancen.
- Die interaktive Entwicklung zwischen Nutzern und Produzenten sowie möglichen weiteren Akteuren der Wertschöpfungskette.
- Das experimentelle Umsetzen von Anwendungsszenarien im realen oder realweltlichen Umfeld mit Nutzern und Akteuren der Wertschöpfungskette.
- Die kriteriengestützte Evaluation von Konzepten, Produkten und Services (vgl. Eriksson et al. 2005).

Living Labs können demnach sowohl als räumliche und methodische Infrastrukturen verstanden werden, in denen Nutzer gemeinsam mit zentralen Stakeholdern der Wertschöpfungskette in (semi-)realistischen Umgebungen in einen offenen Innovationsprozess treten (vgl. Folstad 2008). Sowohl der enge Bezug zum Anwendungskontext, als auch die frühzeitige und kontinuierliche Integration

von Nutzern in Innovationsprozesse, fördert die Erfolgswahrscheinlichkeit von Innovationen und hilft die damit verbundenen Risiken zu minimieren (vgl. Hellfeld et al. 2015; Ley et al. 2015).

Nach von Geibler et al. (2013, von Geibler et al. (2014) stellen diese Eigenschaften theoretische Anknüpfungspunkte zur Adressierung eines nachhaltigen Innovationsmanagement bereit. Zum einen erlauben Living Labs durch die Integration und Anwendung vielfältiger Methodenkombinationen entlang (agiler) Produktentwicklungszyklen einen Zugang zu wenig explorierten Kontexten (vgl. Folstad 2008), wovon die Nutzer-zentrierte Entwicklung in Nachhaltigkeitsrelevanten Bereichen profitieren könnte. Zum anderen bietet der Ansatz auch die Möglichkeit, ein vernetztes Akteursumfeld in unterschiedliche Phasen des Innovationsprozesses einzubinden. Gerade für Innovationen im Nachhaltigkeits-Segment, die häufig Kooperationen verschiedener Marktakteure entlang der Wertschöpfungsketten erforderlich machen, können Netzwerke und Kooperationen (Industrie, Wissenschaft, Kommunen, Industrie- und Handwerkskammern oder Industrieverbänden etc.) als unterstützend angenommen werden (vgl. Grothe et al. 2011).

Neben den genannten Potenzialen zeichnet sich jedoch ab, dass die praktische Realisierung eines Living Labs für einzelne KMU sehr komplex, aufwendig und erneut mit enormen Risiken behaftet sein kann. Ogonowski et al. (2015) entwerfen zur Adressierung dieser Herausforderungen ein erstes Konzept von Living Labs *as a Service*. Indem KMU von Living Labs als Service-Dienstleistungen für ein nutzerzentriertes Innovationsmanagement gebrauch machen, können sie von den Vorteilen profitieren und gleichzeitig die Risiken gering halten. Eine detaillierte Untersuchung von Living Labs *as a Service* steht allerdings noch aus und stellt insbesondere für den Bereich des nachhaltigen Innovationsmanagements in KMU ein Forschungsdesiderat dar, das folgend näher untersucht werden soll.

3 Methodisches Vorgehen

Um die Potenziale und Herausforderungen von Living Labs (*as a Service*) zur nachhaltigen Innovationsentwicklung zu eruieren, konzentriert sich diese Arbeit auf zwei Anwendungsbereiche, die als zentrale Marktsegmente nachhaltiger Innovationen verstanden werden (von Geibler et al. 2014): IKT zur Unterstützung von Mobilität und Smart Home Anwendungen. Insgesamt wurden 15 Experteninterviews mit Vertretern aus KMU in den Bereichen Wohnen und Mobilität geführt. Da auch die KMU-Landschaft eine große Heterogenität in ihren Produktlinien und Strukturen aufweist und häufig auf Kooperationsnetzwerke aufbaut, wurde bei der Auswahl der Interviews darauf geachtet, eine gewisse Bandbreite von Hard- und Software-Lösungen abzudecken, die weite Teile der gegenwärtigen Wertschöpfungsketten beider Bereiche, widerspiegeln.

Dazu wurden zunächst innovative Unternehmen aus beiden Schlüsselmärkten identifiziert, die sowohl einen Fokus auf die Gestaltung nachhaltiger IKT-Systeme legen, als auch eine nutzernahe Entwicklung praktizieren und bereits erste Erfahrungen mit Living Labs sammeln konnten. Für den Bereich Mobilität wurden insgesamt vier Unternehmen interviewt (*MS1*, *MS2*, *MS3*, *MS4*). *MS* beschreibt den Bereich von Mobility Services. Im Bereich Wohnen wurden drei Unternehmen (*SH1*, *SH2*, *SH3*) interviewt, wobei *SH* für Akteure im Smart Home Markt steht. Tabelle 1 zeigt eine detaillierte Übersicht der insgesamt 15 Interviewpartner.

Im Bereich Mobilität ist *MS1* mit 80 Mitarbeitern in der Entwicklung IKT-basierter Produktivsysteme zur Nutzung nachhaltiger Mobilitätsmodi tätig. Sie betreiben einen eigenen Showroom, den sie zu Explorationszwecken nutzen und legen einen Schwerpunkt auf Nutzerzentrierte Entwicklungsmethoden. *MS2* bietet als Softwareunternehmen mit 27 Mitarbeitern

flexible Lösungen rund um das Thema Navigation an. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Backend-Entwicklung von individuell darstellbaren Karten, optimierter Routenplanung und der Navigation für definierte Nutzergruppen. Als B2B-Unternehmen liegt die Präferenz eher auf einem Zugang zu breiten Kooperationsnetzwerken. Mit ebenfalls 27 Mitarbeitern ist *MS3* ein Designunternehmen, das im Bereich Design Thinking und UUX mit Forschern und Entwicklern bereits stark kooperiert, um Produkte, Services und Geschäftsmodelle in innovativen Bereichen wie z.B. "Urbanität und Mobilität" zu explorieren. *MS4* ist mit 11 Mitarbeitern recht klein und sehr jung im Bereich Softwareentwicklung und Design tätig. Mit ihren Dienstleistungen adressieren sie eine Servicenische für die Nutzung von Elektrofahrzeugen und sind sehr daran interessiert ihre Methodenkompetenz auszubauen und weiterzuentwickeln.

Unternehmen	Funktionen der Interviewpartner in Unternehmen
<i>MS1</i> – Softwareunternehmen für Produktivsysteme	Leiter Fachgebiet "Mediengestützte Mobilität" Projektkonzeption und -management
<i>MS2</i> – Hardwareentwickler für Navigationssysteme	Eigentümer und Geschäftsführer Technischer Leiter
<i>MS3</i> – Interaction Design	Projektmanager und UUX Designer
<i>MS4</i> – Softwareunternehmen und UUX für Elektrofahrzeuge	Eigentümer und Geschäftsführer
<i>SH1</i> – Smart Home Gerätehersteller	Director Product Marketing Smart Home Senior Software Engineer Design, Verification & Testing Productmarketing Manager
<i>SH2</i> – Softwareunternehmen für Smart Home Middleware	Project Manager Lab Manager Software Engineering
<i>SH3</i> – Designgetriebenes Softwareunternehmen, UI / UX Design für Smart Home Anwendungen und nachhaltige Energien	Scrum Master/Head of Project Management Creative Director Senior Art Director UI / UX Mobile Developer

Tabelle 1: Übersicht der Unternehmen und Funktionen der Interviewpartner

Für den Smart Home Bereich beschreibt *SH1* ein Unternehmen mit ca. 200 Mitarbeitern, das eine eigene Smart Home Produktlinie vertreibt und Hardware-Komponenten für Heim-Netzwerke entwickelt. Frühzeitig wurde ein hauseigenes User Sample aufgebaut und als Testbett aktiv in den Entwicklungsprozess involviert. Als Anbieter einer Middleware-Lösung für Smart Home, Internet of Things und Smart Energy Anwendungen verorten sich *SH2*. Das Unternehmen ist mit ca. 140 Mitarbeitern ebenfalls als größeres KMU einzuordnen. Der Endnutzerkontakt ist für *SH2* weniger von Interesse als eine enge Kommunikation zu unterschiedlichen Hardwareherstellern und Unternehmen, die für die UI-Gestaltung von Smart Home-Lösungen verantwortlich sind. *SH3* ist ein wachsendes KMU mit 13 Mitarbeitern, das Entwicklungs- und Beratungsleistungen sowie Design von innovativer Software, Apps und digitalen Produkten im Bereich Internet of Things, Energie und Elektromobilität anbietet. Endnutzer sind die zentrale Zielgruppe der Produktlösungen von *SH3*. Nutzerbedarfe zu verstehen und entsprechend zu adressieren ist eine ihrer Kernaufgaben, die sie gerne systematischer durch Nutzerkontakt stärken wollen.

Für die Datenerhebung wurden 60-120-minütige problemzentrierte Interviews geführt (vgl. Witzel and Reiter 2012), um Tätigkeitsbeschreibungen, Erfahrungen und Einschätzungen rund um das

Thema des nachhaltigen Innovationsmanagements zu eruieren. Anhand eines semistrukturierten Leitfadens wurden die Experten zur Beschreibung der Organisation des nachhaltigen Innovationsmanagements und der Entwicklungsprozesse sowie der damit einhergehenden Herausforderungen und Risiken gebeten. Es wurde nach Erfahrungen und einer Bewertung des Living Lab Ansatzes im Allgemeinen und *as a Service* im Speziellen gefragt. Alle Interviews wurden durch Audio-Aufzeichnungen dokumentiert und anschließend transkribiert. Zusätzlich wurden Notizen in Form von Beobachtungs- und Gedankenprotokollen gesammelt. Alle Daten gingen in die Analyse ein, die in Anlehnung an die qualitative Inhaltsanalyse (vgl. Mayring 2010) vorgenommen wurde. Die Auswertung der Daten erfolgte anhand von zwei Leitfragen, die sich im Zuge der Analyse als zentrale Aspekte eines nachhaltigen Innovationsmanagements in KMU herausstellten: (I) Welche strukturalen und methodischen Herausforderungen einer nachhaltigen IKT-Entwicklung werden genannt? und (II) Wie werden Living Labs (*as a Service*) zur Adressierung der Herausforderungen eingeschätzt?

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Interviewstudie zu nachhaltigem Innovationsmanagement in KMU für die Bereiche Mobilität und Wohnen erläutert. Dazu wird zunächst auf die strukturalen und methodischen Herausforderungen eingegangen und anschließend die Einschätzung von Living Labs (*as a Service*) im Kontext einer nachhaltigen Gestaltung dargelegt.

4.1 Strukturele und methodische Herausforderungen

In allen Interviews wurde die Innovationsleistung zur Entwicklung nachhaltiger IKT-Lösungen als eine komplexe und herausfordernde Aufgabe mit oft unkontrollierbaren Risiken geschildert. Strukturelle Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung wurden bereits in sehr frühen Phasen des Innovationsprozesses verortet.

So beschreiben *MS2*, *SH1* und *SH2*, dass in beiden Innovationsfeldern (Smart Home und Mobilitäts-Unterstützungssysteme) eine umfassende *fachliche Expertise* erforderlich ist, die über das eigene Domänenwissen weit hinaus reiche. *MS1* arbeitet dazu „häufig mit mehreren Unternehmen zusammen. Jeder deckt seinen Bereich ab, für den er die spezifischen Kompetenzen aufweist. Wenn möglich versuchen wir auch eine Begleitforschung zu integrieren. [...] Wir wollen besser verstehen wie Mobilität funktioniert und wie dazu technische Systeme unterstützend wirken können“ (*MS1*). Während der Konzeption werden beispielsweise Diskussionen mit Experten im Bereich Sicherheitsinformatik, Sozial- und Verkehrswissenschaften geführt, um methodische Fragestellungen oder das Thema Tracking und Datenschutz sowie Nutzerakzeptanz in Zusammenhang mit ethischen und rechtlichen Fragestellungen abzudecken. Dieses müsse oft von externen Unternehmen eingekauft werden und stellt daher ein zusätzliches Risiko dar.

Ferner wird die Schwierigkeit beschrieben, nachhaltige IKT-Systeme für den Kunden „erfahrbar“ und „kommunizierbar“ zu machen (*MS1*, *MS3*). *SH2* beschreibt die Herausforderung wie folgt: „Dem Kunden fehlt oft ein Vorstellungsvermögen von dem, was sie in Auftrag geben möchten. Der Markt fordert aber gleichzeitig von uns, dass wir in einem frühen Stadium detaillierte Anforderungen ausweisen, [und] das ist dann natürlich schwierig“ (*SH2*). Gerade IKT-Lösungen, die stark in die Alltagswelt der Nutzer eingebettet sind, wie Mobilitäts- oder Smart Home-Lösungen, seien im Vorfeld oft nur schwierig abschätzbar. Da aber eine möglichst umfassende und realitätsnahe Anforderungsanalyse für die Abwicklung der formalen Prozesse (Angebotserstellung

und Projektmanagement) notwendig ist, wird die Verständigung mit dem Kunden auf eine gemeinsame Produktvorstellung als ein zentrales Bedürfnis in den Interviews artikuliert: „*Wir hätten natürlich gerne dass der Kunde schon mit mehr Wissen zu uns kommt und weiß, was er möchte. Aber das ist eigentlich illusorisch, das passiert nie*“ (SH2). Oft seien größere Beratungsleistungen nötig, um den Kunden „abzuholen“. Zu oft komme es zu Fehlentwicklungen, weil technische Entscheidungen ohne entsprechendes Nutzerwissen zu früh im Innovationsprozess getroffen wurden und müssen dann zeit- und kostenaufwendig nachgearbeitet werden.

Eine weitere Schwierigkeit wird in der Vereinbarkeit von Nachhaltigkeit und Kunden bzw. Nutzerbedarfen gesehen. Ein plastisches Anwendungsbeispiel wird von MS3 beschrieben. Nach der erfolgreichen Implementierung von Carsharing auf einer bekannten Mobilitätsplattform sollte eine Ridesharing Komponente hinzugefügt werden. Vor der Umsetzung gab es einen Rollout mit einem Forschungspiloten, der im Zuge einer Forschungs Kooperation von Mitarbeitern unter realitätsnahen Bedingungen getestet wurde: „*Wir haben eigentlich alles richtig gemacht, die Leute waren motiviert. [...] Doch obgleich Sharing-Konzepte in der Literatur gut belegt sind, nach dem Motto ‚sharing is caring‘, mussten wir lernen, dass es in unserem Fall nicht geklappt hat. [...] Dazu brauchten wir halt erst echte real-life Tests*“ (MS3). MS3 leitete daraus ab, dass Tests in der Realwelt von zentraler Bedeutung für den Markterfolg eines Produktes sind. Auch SH1 beschreibt realweltliche Aneignungsstudien für Smart Home-Lösungen als unerlässlich, um Nutzungsbedarfe gezielt zu adressieren und um der eigenen „Betriebsblindheit“ entgegenzuwirken.

Eine weitere, oft artikuliert Herausforderung kann als *methodische Kompetenz* zusammengefasst werden. Dies umfasst nicht nur die Auswahl einer geeigneten Methode aus einem breiten Portfolio, sondern auch die Adressierung der geeigneten Nutzergruppe, die kompetente Durchführung bis hin zur Analyse und verständlichen Ergebnisaufbereitung. Obwohl die Bedeutung von Nutzerwissen für ein gutes Innovationsmanagement von allen KMU als sehr wichtig eingeschätzt wird, ist eine systematische Nutzerintegration und Bewertung nicht bei allen KMU gleichermaßen gegeben. Es fehlte häufig Zeit, Personal, aber auch entsprechendes Wissen über geeignete Tools und Methoden. So stellte etwa SH3 fest: „*Es fehlt einfach an Erfahrung und Wissen, wie diese [Methoden] leicht in die Prozesse des Projektmanagements integriert werden können und einen Mehrwert statt Mehrarbeit bedeuten*“. Entsprechend wurden in den Interviews sehr unterschiedliche Strategien beschrieben, wie die Nutzer-zentrierte Entwicklung in den jeweiligen KMU adressiert wird: Während MS1 erläutert, dass eigens eine Abteilung gegründet wurde, um sozio-technische Fragestellungen für ein nachhaltiges Innovationsmanagement zu adressieren, berichtet SH3 das genau aus diesem Grund die methodische Innovationsarbeit an ein externes Unternehmen ausgelagert wurde. Dabei sei das Vertrauen in die Kompetenz des Dienstleisters, der die Nutzertests durchführt entscheidend, denn die Auswahl an Nutzern, Durchführung und Analyse habe großen Einfluss auf die Qualität der Ergebnisse und die Produktgestaltung. Besonders häufig wurde eine In-House-Strategie beschreiben: „*wenn ich zu einem Thema Sachen zwei- oder dreimal höre, dann gucke ich mir die Sachen an*“ (SH1). Feedback werde nur dann berücksichtigt, wenn es sich in der gehäuften Meldung von Fehlern darstellen lässt. Bei der Bewertung des Feedbacks wurden auch personelle und zeitliche Aufwände sowie Qualifikationen angesprochen, die oft nicht intern geleistet werden können: „*man muss wirklich gut wissen was man rauskriegen will. [Die Analyse] hat sich als viel Aufwändiger und schwieriger erwiesen als gedacht*“ (MS4).

Als ein letzter, aber dennoch äußerst relevanter Aspekt kann die Konzeption von *Geschäftsmodellen einer Nutzer-zentrierten Entwicklung* beschrieben werden. So berichtet SH3, dass die Zahlungsbereitschaft bei Kunden für Maßnahmen einer Nutzer-zentrierten Entwicklung häufig

hinter der Entwicklungsarbeit zurück bleibt. Positionen für Interaction Design, User Interface Design und User Experience fielen häufig zu gering aus, da es kaum messbare Werte gibt, die dem Kunden den Mehrwert greifbar machen können. Wenn der Auftraggeber nicht dafür zahlen möchte, würden diese Positionen im Angebot als Entwicklungsleistung verkauft. *„Daher verschwinden sozusagen Aufgaben die wir erfüllen, oder erfüllen wollen, oder auch umsetzen, dann in dieser Position der Entwicklung. Die Notwendigkeit hierfür heben wir natürlich hervor und in Vorgesprächen findet das natürlich statt, also wir müssen darauf achten, darauf achten, darauf achten“* (SH3). Obgleich auf der Seite der KMU die Nutzer-zentrierte Entwicklung bereits einen wichtigen Teil der Entwicklung ausmacht, fehlen Strategien und Best Practices die helfen, sie auch dem Kunden zu kommunizieren und im Bestfall sie durch monetäre Größen nachvollziehbar zu machen.

4.2 Einschätzung von Living Labs aus Sicht von KMU

Auf der Grundlage des eigenen Erfahrungswissens schätzten die interviewten KMU die Potenziale und Herausforderungen von Living Labs ein. Als ein zentraler Vorteil von Living Labs wurde der *explorative und experimentelle Charakter* beschrieben, um Nutzer und weitere relevante Stakeholder bereits in frühen Phasen der Innovations- und Entwicklungsprozesse zu involvieren. Wie MS3 berichtet, brauche man *„bei ja-nein-Fragen, oder ‚kauf-ich-kauf-ich nicht‘ [...] kein Living Lab“*. Dagegen sei der *„Living Lab-Ansatz extrem interessant, wenn es um große Probleme sozialer Relevanz geht“* (MS3). *„Wenn ich mich maximal schlecht in die Zielgruppe hineinversetzen kann, oder Bedürfnisse nur schwer kommunizierbar sind, [...] Stichwort ‚wicked problems‘, dann reichen die üblichen Methoden nicht. [...] z.B. beim abstrakten Thema wie Energie. Um diese Alltagshandlungen und Experiences zu verstehen, da brauchen wir reale Bedingungen, um ganz genau hinsehen zu können“* (MS3). Living Labs rentieren sich folglich dann, wenn es sich noch um wenig erforschte Kontexte handelt, die ein hohes Maß an explorativen und experimentellen Maßnahmen erfordern, wie es aktuell auch im Nachhaltigkeitskontext der Fall ist.

Darüber hinaus wurde ein klarer Vorteil von Living Labs als *halb-öffentlicher Innovationsraum* kommuniziert: *„Living Lab bedeutet für uns einen geschützten aber auch öffentlichen Raum zu haben, indem wir [unsere Services nutzen] und diese ein Stück weit in den Echtbetrieb überführen können. [...] Nicht nur das abgeschottete Labor, sondern ein transparentes Lab das mit der Außenwelt verbunden und mit realweltlichen Bedingungen konfrontiert ist“* (MS1). MS3 berichtet zum Thema E-Mobility, dass die Möglichkeit eines eigenen Fuhrparks und der relativ freien Nutzung über mehrere Wochen hinweg, ein ganz anderes Nutzer-Feedback ermöglichte als standardisierte Evaluationen auf Teststrecken. Im Beta-Sample von SH1 haben die Tester *„das Hardware-Set an die Hand bekommen und durften dafür natürlich auch relativ frei mit dem Set spielen. Also, nicht nur stumpf nach Testplan, sondern die waren wirklich frei in ihrer Art und Weise das System zu benutzen. [...] Dadurch sind dann Dinge aufgepoppt, an die wir nicht gedacht haben. Und das ist einfach ein extrem wertvolles Feedback“* (SH1).

Auch der Vorzug von Living Labs als *physische Orte einer frühen Visualisierung* wurden häufig betont: Die Möglichkeit auch frühe Prototypen für den Nutzer anschaulich darzustellen und komplexe Zusammenhänge möglichst einfach an den Endnutzer zu kommunizieren, wird als eine wesentliche Stärke des Ansatzes, insbesondere für neue und noch wenig explorierte Kontexte wie nachhaltige IKT-Systeme, verstanden. Die Nutzung von Living Labs wurde in diesem Zusammenhang auch zur Steigerung der Akzeptanz von neuen Entwicklungen positiv bewertet: *„Insbesondere bei neuen Technologien, was man noch nicht kennt, kann das Living Lab helfen das*

Thema stärker voran zu bringen, erfahrbar zu machen, sodass es sich die Leute im Alltag vorstellen können“ (MS3). Abstrakte Themen wie autonome Systeme oder Datamining schüren häufig Ängste. Living Labs fordern eine frühe Kommunikation mit den Nutzern und können dadurch helfen die Distanz zur Technik aufzubrechen.

Neben den genannten Vorteilen wurden auch einige Herausforderungen genannt: Besonders bei den kleineren KMU ist der Einsatz personeller Ressourcen für eine Nutzer-zentrierte Entwicklung als kritisch bewertet wurden. Living Labs stellen in diesem Zusammenhang eine Hürde dar, weil sie einen erhöhten Aufwand für den Betrieb und die Nutzer-zentrierte Entwicklung erforderlich machen: *SH3* betont in diesem Zusammenhang den Aufwand Test-Nutzer zu identifizieren, da sie *„beim zweiten Mal auch schon wieder verbraucht (sind). Also wenn beim zweiten Mal der Beta-Tester an dem Punkt ist, dann überspringt er ihn auch schon. Deshalb sind frische Leute die besten Tester in dem Moment, die uns helfen. [...] Das heißt, man muss dann irgendwann die Teilnehmerzahl wieder vergrößern oder anderes, frisches Blut da reinbringen“ (SH1)*. Daher wurde die Anpassung von Living Labs *as a Service* als durchweg positiv bewertet, die es KMU erlaub bedarfs- und ressourcengerecht Living Labs zu nutzen. Die Herausforderung liegt dann in der konkreten Realisierung und Umsetzung der Living Lab Service-Dienstleistungen, um einen möglichst einfachen und bedarfsgerechten Zugang für KMU zu ermöglichen.

Ein weiter Bedarf zur Anpassung des Ansatzes an KMU spezifische Anforderungen wurde in *Kompetenz- oder Kooperationsnetzwerken* gesehen, die einen Wissensaustausch auf einer Experten-Ebene entlang der Wertschöpfungskette sicherstellen sollen: *„Wo wir versuchen ein fachkundiges Publikum aus Experten, Politikern, Leuten aus Wirtschaft und Wissenschaft zusammen zu bringen, mit denen man einen bestimmten Themenaustausch fördert. [...] Der Reflexionsprozess wird durch diesen Diskurs angestoßen. Das kann nicht einmalig, sondern muss kontinuierlich geschehen“ (MS1)*. Das Lab wird folglich auch als ein Ort der Vernetzung und Experimentierfläche verstanden, um in einem realweltlichen Setting Ideen, Prototypen und Konzepte in einem frühen Stadium der Entwicklung zu testen und zu kommunizieren. Die stärkere Integration von *Showrooms* als Experimentierfläche und Orte für Kommunikation und Austausch erhalten somit eine stärkere Gewichtung als fester Bestandteil in Living Lab Service-Dienstleistungen.

5 Diskussion und Ausblick

Ausgangspunkt dieser Studie war die Beobachtung, dass trotz der vermeintlich guten Voraussetzungen für KMU die Märkte für nachhaltigkeitsrelevante IKT-Lösungen nur sehr zögerlich adressiert werden (vgl. Maaß and Führmann 2012). Vor allem Faktoren wie Zeitnot, Finanz - und Ressourcenknappheit oder ein fehlender Marktüberblick stellen für KMU enorme Herausforderungen und Risiken zur Erschließung neuer Marktsegmente bereit (vgl. Green 2006, Grothe 2011; oder Grothe und Marke 2012). Die Interviewstudie mit 7 KMU aus den Bereichen Mobilität und Smart Home hat gezeigt, dass die Entwicklung von nachhaltigen IKT-Lösungen diese Situation weiter verschärft. Es werden nicht nur finanzielle und zeitliche Investitionen relevant, insgesamt fehlt es auch an verwertbarem Nutzer- und Erfahrungswissen über die Zusammenhänge entlang der oft komplexen Wertschöpfungsketten nachhaltiger IKT-Produkte. Der Living Lab Ansatz wird zwar grundsätzlich als interessant bewertet, um diesen Herausforderungen zu begegnen, doch machen die Interview-Ergebnisse analog zu den Ergebnissen aus der Arbeit von Ogonowski et al. (2015) auch deutlich, dass größere Anpassungen notwendig sind, damit KMU von

den Vorteilen profitieren können. Insbesondere das häufig wenig institutionalisierte Innovationsmanagement in Verbindung mit einer geringen Ressourcenausstattung erschwert den eigenen Betrieb von Living Labs in KMU, da der erforderliche Koordinationsaufwand als zu groß eingeschätzt wird. Daher wird die Bereitstellung von Living Labs *as a Service* als eine Chance gesehen, um den genannten marktwirtschaftlichen Zwängen im Sinne einer nachhaltigen Innovationsentwicklung zu begegnen. Die Services könnten je nach Bedarfslage und finanziellen Ressourcen individuell genutzt werden. In dieser Studie wurden insgesamt vier Kernbereiche identifiziert, die für die Nutzung von Living Labs *as a Service* aus der KMU Sicht als relevant erachtet wurden:

- Der Vorteil einer *explorativen und experimentellen Entwicklung* im Rahmen von Living Labs kann für KMU als Dienstleistung zugänglich gemacht werden in dem ein breites Methoden-Portfolio in Kombination mit Beratungs-Dienstleistungen zur Nutzung, Durchführung und Auswertungen zur Verfügung gestellt wird. Es gilt hier insbesondere noch weiter zu explorieren, wie und in welcher Form die Services zusammengestellt werden können. Eine Idee zur Realisierung liefert die Baustein-Metapher wie bei Ogonowski et al. (2015) beschrieben.
- Living Labs waren für die interviewten KMU ferner als „geschützte“ Innovationsräume interessant. Darunter wurde beispielsweise die Möglichkeit verstanden Produkt-Tests unter realen Bedingungen vorzunehmen, ohne das Marktrisiko des „Scheiterns“ zu befürchten. Entsprechend stellt das „Nutzer-Management“ in realen Umgebungen einen zentralen Bedarf dar, den es in das Service-Portfolio zu integrieren gilt.
- Von zentraler Bedeutung zur Begegnung nachhaltiger Innovationsrisiken von KMU haben sich zudem Living Labs als *physische Orte* herausgestellt. Physisch kann zum einen im Sinne der Realwelt verstanden werden, aber auch als eine artifizierte Laborumgebung, in der unter kontrollierten Bedingungen Tests und Evaluationen durchgeführt werden können. Insbesondere die Fokussierung auf reale Nutzungssituationen steigert dabei nicht nur die Aussagekraft gewonnener Erkenntnisse, sondern wirkt sich auch positiv auf nachhaltigkeitsrelevante Aspekte der Innovationsentwicklung aus. Showrooms können zudem zentrale Orte des Austauschs und der Wissensvermittlung werden. Sie können helfen, die komplexen Technologien zu veranschaulichen, „erfahrbar“ und „kommunizierbar“ zu machen.
- Ein weiter Bedarf für KMU-spezifische Anpassungen des Ansatzes wurde in *Kompetenz- oder Kooperationsnetzwerken* gesehen, die einen Wissensaustausch auf einer Experten-Ebene entlang der Wertschöpfungskette sicherstellen können. Die durch Living Labs bereitgestellte Infrastruktur wird folglich auch als ein Ort der Vernetzung verstanden, um den vielfältigen und oftmals komplexen Anforderungen einer fachlich übergreifenden Expertise gerecht zu werden.

Diese Untersuchung kann nur erste Einblicke in die Potenziale und Herausforderungen zur Nutzung von Living Lab *as a Service* in den nachhaltigen Innovationskontexten Mobilität und Smart Home bieten. Diese Ergebnisse basieren auf den Einschätzungen von 15 Interviews und zeigen weiteren Forschungsbedarf zu dem Thema auf. Insbesondere wird in zukünftigen Untersuchungen interessant sein, wie sich Living Labs *as a Service* weiter ausdifferenzieren und sich in das Tagesgeschäft von KMU integrieren lassen. Dabei ist sowohl der (rechtliche) Kooperationsrahmen zwischen den Service-Anbietern und KMU zu untersuchen, als auch die einzelnen Service-Dienstleistungen und wie diese von KMU tatsächlich genutzt werden können.

Danksagung:

Diese Arbeit wurde gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (FKZ:01MU14001A) und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ: 01UT1418C).

6 Literatur

- Bonini S, Gorner S, Jones A (2010) How companies manage sustainability. McKinsey Glob Surv March 2010.
- Chesbrough H (2003) The logic of open innovation: managing intellectual property. Calif Manage Rev 45:33–58.
- Corallo, Angelo, Maria Elena Latino, and Grazia Neglia. "Methodology for User-Centered Innovation in Industrial Living Lab." ISRN Industrial Engineering 2013 (2013).
- Eriksson M, Niitamo VP, Kulkki S (2005) State-of-the-art in utilizing Living Labs approach to user-centric ICT innovation—a European approach.
- Fichter K, Clausen J (2013) Schritte zum nachhaltigen Unternehmen: zukunftsweisende Praxiskonzepte des Umweltmanagements. Springer-Verlag.
- Folstad A (2008) Living Labs for Innovation and Development of Information and Communication Technology: A Literature Review. Electron J Virtual Organ Netw 10:99–131.
- Green K (2006) Industrial ecology and spaces of innovation. Edward Elgar Publishing.
- Grothe A, Goldmann G, Marke N, Yildiz Ö (2011) Herausforderungen des Wissenstransfers zwischen Hochschule und Unternehmen. Ökol Wirtsch-Fachz 26:47.
- Grothe A, Marke N (2012) Nachhaltiges Wirtschaften—eine besondere Herausforderung für KMU. Nachhalt Wirtsch Für KMU Oekom Verl Münch 26–35.
- Hellfeld S, Oberweis A, Wessel T (2015) Plattform zur prozessgetriebenen Entwicklung von anwenderinduzierten Innovationen in domänenübergreifenden Anwendungsszenarien. HMD Prax Wirtsch 1–10.
- Hering D, Kraft X, Schwartz T, Wulf V (2013) Usability-Hindernisse bei Software entwickelnden KMU. In: Mensch & Computer Workshopband. pp 9–18.
- Heßling T (2006) Einführung der Integrierten Produktpolitik in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Technische Universität München.
- Ley B, Ogonowski C, Mu M, et al (2015) At home with users: a comparative view of Living Labs. Interact Comput 27:21–35.
- Maaß F, Führmann B (2012) Innovationstätigkeit im Mittelstand: Messung und Bewertung. IfM Materialien, Institut für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn.
- Mayring P (2010) Qualitative Inhaltsanalyse. Springer.
- Meurer, J, Stein M, and Stevens G. (2013) Living Labs zur Gestaltung innovativer Mobilitätskonzepte für ältere Menschen. Mensch & Computer Workshopband. 2013.

- Ogonowski C, Jakobi T, Stevens G, Meurer J (2015) Living Lab As A Service: Das Living Lab als Dienstleistungsbaukasten zur Nutzer-zentrierten Entwicklung und Evaluation innovativer Smart Home Lösungen.
- Schwartz T, Stevens G, Jakobi T, et al (2014) What People Do with Consumption Feedback: A Long-Term Living Lab Study of a Home Energy Management System. *Interact Comput* iwu009.
- Sonnberger M, Deuschle J (2014) Maßnahmen zur Eindämmung von Rebound-Effekten im Wohn- und Mobilitätsbereich: Ergebnisse aus zwei Expertenworkshops.
- Spagnolli A, Corradi N, Gamberini L, et al (2011) Eco-feedback on the go: Motivating energy awareness. *Computer* 44:38–45.
- Stickel O, Ogonowski C, Jakobi T, et al (2015) Praktiken der Nutzerintegration im Entwicklungsprozess von KMU.
- Van de Vrande V, De Jong JP, Vanhaverbeke W, De Rochemont M (2009) Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges. *Technovation* 29:423–437.
- von Geibler J, Erdmann L, Liedtke C, et al (2013) Living Labs für nachhaltige Entwicklung: Potenziale einer Forschungsinfrastruktur zur Nutzerintegration in der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie.
- von Geibler J, Erdmann L, Liedtke C, et al (2014) Exploring the potential of a German living lab research infrastructure for the development of low resource products and services. *Resources* 3:575–598.
- Von Hippel E (1994) “Sticky information” and the locus of problem solving: implications for innovation. *Manag Sci* 40:429–439.
- Witzel A, Reiter H (2012) *The problem-centred interview*. Sage.

Mobility 2020 – IKT-gestützte Transformation von Autohäusern zum regionalen Anbieter nachhaltiger Mobilität

Benjamin Wagner vom Berg¹, Meike Cordts², Thomas Gaebelein³, Jorge Marx Gómez¹, Alexander Sandau¹, Daniel Stamer¹ und Karsten Uphoff²

¹ Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Abt. Wirtschaftsinformatik I / VLBA, benjamin.wagnervomberg@uni-oldenburg.de

² ecco ecology + communication Unternehmensberatung GmbH, cordts@ecco.de

³ Braasch Gruppe, toni.gaebelein@vw-braasch.de

Abstract

Thema dieser Ausarbeitung ist die IKT-gestützte Transformation von Autohäusern zu regionalen Anbietern nachhaltiger Mobilität. Autohäuser bringen spezifische Voraussetzungen mit, die ein nachhaltiges, auf motorisiertem Individualverkehr basierendes Mobilitätsangebot ermöglichen. Dieses ist insbesondere in kleinen Städten oder ruralen Gebieten sinnvoll, wo die Mobilität der Menschen stark vom eigenen Pkw dominiert und das Angebot öffentlicher Verkehrsmittel eingeschränkt ist. Als wesentliche Vorarbeit dient die „Konzeption eines SusCRM für Anbieter nachhaltiger Mobilität“ (vgl. Wagner vom Berg 2015), die im Rahmen des nationalen Forschungsprojekts „Schaufenster für Elektromobilität Niedersachsen“ evaluiert wurde. Das Konzept wird auf Autohäuser angewendet und für die spezifische Situation angepasst. Die Anforderungen hierfür wurden in der Potential- und Machbarkeitsstudie „Regionales Car-Balancing (ReCaB)“ an der CvO Universität Oldenburg erhoben. Als wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung des angedachten Mobilitätsangebots wird eine entsprechende IKT-Lösung gesehen und die Ausarbeitung mündet daher in einem Vorschlag für eine geeignete IKT-Architektur auf Basis des SusCRM (Sustainability Customer Relationship Management).

1 Einleitung

Unternehmen, Politik und Öffentlichkeit realisieren heutzutage immer mehr, dass unsere Ressourcen begrenzt sind und weitere verschiedenartige Probleme in der ökonomischen, sozialen und ökologischen Dimension aus unserem wirtschaftlichen Handeln und Konsumverhalten resultieren (vgl. Belz and Peattie 2009).

Im Zusammenhang von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen spielt der Mobilitätssektor eine zentrale Rolle und gehört zu den relevantesten Umsetzungsfeldern eines nachhaltigen Konsums (Deutscher Bundestag 1998, S. 9). 26% der weltweiten CO₂-Emissionen werden durch die

Verbrennung von fossilen Treibstoffen im Verkehr erzeugt. 35% des gesamten Energiebedarfs innerhalb der EU werden durch den Transport von Gütern und Personen verbraucht, 71% davon im Straßenverkehr (vgl. EEA Energy Environment Agency 2011).

In der Betrachtung des Verkehrsmittel-Mix, des sogenannten Modal Split, ist festzustellen, dass ein Großteil unserer Mobilität auch heute noch durch den motorisierten Individualverkehr (MIV) realisiert wird, während dieser gleichzeitig in der Regel die negativsten Effekte hinsichtlich der Nachhaltigkeit bewirkt. So wurde im Jahr 2010 in Deutschland 76% der Mobilität durch den MIV realisiert (Statistisches Bundesamt 2013, S. 7), während dieser gleichzeitig 79% der CO₂-Emissionen verursachte (Statistisches Bundesamt 2013, S. 42). In der langfristigen Perspektive wird weltweit nochmals mit einem Anstieg der durch den MIV verursachten Emissionen von 50% bis zum Jahr 2050 gerechnet, wodurch sich ein akuter nationaler und internationaler Handlungsbedarf ergibt (International Transport Forum 2010, S. 25).

Bei allen aufgezeigten durch Mobilität verursachten negativen Effekten ist es eine Tatsache, dass die Gewährleistung individueller Mobilitätsbedürfnisse für die Aufrechterhaltung unseres heutigen ökonomischen und sozialen Lebensstils von essentieller Bedeutung ist. Es gilt also einen Weg zu finden, diese individuellen Mobilitätsbedürfnisse mit den Prinzipien der Nachhaltigkeit in Einklang zu bringen und die negativen Effekte von Mobilität möglichst zu reduzieren. Dies bedingt die Schaffung nachhaltiger Mobilitätsangebote als Ersatz oder auch Ergänzung für die Mobilität auf Basis des eigenen Pkw.

In diesem Zusammenhang spielt die ökologisch verträgliche und ökonomisch effiziente Ausgestaltung von Dienstleistungen neben Innovationen bei Produkten und Produktionsprozessen eine zentrale Rolle (Steding et al. 2004, S. VII). Bei Unterstellung eines weiterhin steigenden Konsums des Einzelnen, bei gleichzeitiger Verdopplung der Weltbevölkerung, muss der Ressourcenverbrauch der Industriegesellschaften in den kommenden 50 Jahren um 90% sinken (Ceschin 2010, S. 440). Diese prognostizierte Entwicklung führt zwangsläufig zu einem Überdenken besitzorientierter Konsumpraktiken. Die sogenannte Produkt-Dienstleistungs-Systeme (PDL) basieren auf dem Konzept der funktionalen Nutzung, das die Bedürfnisbefriedigung durch die Nutzung von Produkten und nicht deren Besitz in den Vordergrund stellt (Hinterberger et al. 2008, S. 16). Eines der bekanntesten Beispiele für PDL-Systeme stellt das Carsharing dar.

Während die drei großen deutschen Automobilhersteller nicht zuletzt aufgrund der veränderten Konsumgewohnheiten mit eigenen Carsharing-Angeboten (car2go / Daimler, Drive Now / BMW, Quicar / VW) teilweise schon erfolgreich am Markt agieren, gilt dies für den Automobil-einzelhandel weitestgehend nicht. Dabei ist die aktuelle Situation des automobilen Einzelhandels – dessen Geschäftsmodell als regional gebundene KMU heute in erster Linie aus dem Verkauf von Fahrzeugen und dem zugehörigen Service besteht – existenziell bedrohlich. Umsätze, Margen und Mitarbeiterzahlen sinken stetig. Experten prognostizieren zudem, dass mittel- bis langfristig die private Nachfrage nach neuen Fahrzeugen in Westeuropa noch dramatischer einbrechen wird. (vgl. Dudenhöfer 2011)

Eine Transformation zum Mobilitätsdienstleister bietet hier ggf. Chancen für die Autohäuser, die Existenz langfristig zu sichern und gleichzeitig einen Beitrag zu einer nachhaltigeren Mobilität zu leisten (vgl. Diez und Reindl 2002). Eine Kombination neuer Dienstleistungsangebote wie dem Carsharing oder auch Carpooling mit dem bestehenden Leistungsportfolio birgt in diesem Zusammenhang ein interessantes Synergiepotential (vgl. Mehl und Kuhnert 2013). Hierzu sind jedoch die Anpassung des Geschäftsmodells und eine Integration neuer und alter Prozesse

zwingend notwendig. Als zentraler Enabler zur Umsetzung und Synchronisation bestehender und neuer Prozesse im Autohaus sowie der Kundenprozesse ist eine innovative IKT-Architektur notwendig (Mehl und Kuhnert 2013, S. 44).

Gleichzeitig erscheint die Etablierung von Autohäusern als Mobilitätsanbieter ein vielversprechender Lösungsansatz für die Mobilitätsprobleme ruraler Räume und kleiner Städte zu sein. Das Beispiel der Hersteller zeigt, dass Carsharing-Angebote sich zunächst in großen Städten wie Hamburg, Berlin oder München etablieren. Die Gründe liegen hier in der Wirtschaftlichkeit (insbesondere in den zentralen Bereichen) und dem größeren Kundenpotential besonders für ein flexibilisiertes Floating-Carsharing (Wilke 2007, S. 168). Flexible, innovative Konzepte wie das Floating-Carsharing funktionieren jedoch bisher nur in Ballungszentren bzw. eingegrenzten Arealen. Dies resultiert aus der Tatsache, dass die Fahrzeuge nicht an festen Standorten stehen, sondern innerhalb eines Stadtgebiets vom Kunden an beliebigen Orten abgestellt und dort vom nächsten Kunden wieder aufgenommen werden. Dieses kundenfreundliche Konzept ist aber nur bei einer hohen Bevölkerungs-/Kundendichte tragfähig, da sonst entweder hohe Aufwände für die Disposition der Fahrzeuge entstehen oder die Auslastung signifikant sinkt. Autohäuser haben den großen Vorteil, dass sie bei neuen Angeboten wie dem Carsharing auf bereits existierende Ressourcen in Form von Fahrzeugen und Personal zurückgreifen können. Zudem existiert entsprechende Infrastruktur in Form von Verkaufs- und Servicestätten flächendeckend. Dabei ist es auch möglich, entscheidende Impulse zur Durchsetzung nachhaltigerer Technologien wie dem Elektroauto (EV) zu setzen. Neue Mobilitätsdienstleistungen können dabei als „Verkaufsinstrument“ dienen, um die immer noch bestehenden Vorbehalte gegenüber EV's abzubauen. Während in der Stadt Carsharing-Angebote eher eine Konkurrenz zum stark ausgebauten ÖPNV darstellen, kann das Carsharing-Angebot in der Fläche die ÖPNV-Nutzung befördern (Stutzbach et al. 2001)

Im Zusammenhang mit der Elektromobilität spielt die multimodale Mobilität, also die kombinierte Nutzung mehrerer Verkehrsmittel, eine wichtige Rolle. So können technisch bedingte Nachteile hinsichtlich Reichweite und Flexibilität (Diehlmann et al. 2012, S. 43) durch die kombinierte Nutzung bspw. mit der Bahn ausgeglichen werden. Multimodale Mobilität ermöglicht es aber auch generell, Nachteile gegenüber der Mobilität mit dem eigenen Pkw auszugleichen, indem Modi wie zu Fuß gehen, Rad fahren, ÖPNV und Carsharing kombiniert werden. Aus Perspektive des Reisenden wird jenes Verkehrsmittel gewählt, das situationsabhängig die Bedürfnisse am besten befriedigt (Dziekhan 2011, S. 338). Die eigentliche Transportfunktion tritt so unabhängig vom genutzten Verkehrsmittel in den Vordergrund. Multimodale Mobilität beinhaltet damit die generelle Chance, sich nachhaltiger zu bewegen, indem die Auslastung der Fahrzeuge erhöht wird.

Die Integration von IKT in das Angebot spielt bei nachhaltigen Mobilitätsdienstleistungen eine zentrale Rolle, z. B. bei der Planung intermodaler Wegekettens oder beim Finden eines Carsharing-Fahrzeugs (s. Car2go). Die Schaffung und Anpassung der Anwendungssysteme ist sowohl auf Anbieter- als auch auf Kundenseite zwingend erforderlich. Zum einen, um nachhaltige Mobilitätsangebote erst zu ermöglichen, zum anderen aber auch um sie attraktiver zu gestalten und die Angebote aktiv mit dem Argument der Nachhaltigkeit zu vermarkten. Die hier vorgestellte Lösung lehnt sich in diesem Zusammenhang hinsichtlich der generellen Konzeption und insbesondere der IKT-Architektur an der Arbeit „Konzeption eines Sustainability Customer Relationship Management (SusCRM) für Anbieter nachhaltiger Mobilität“ an (vgl. Wagner vom Berg 2015). Die Arbeit liefert ein informationstechnisches Konzept für die Entwicklung eines Sustainability Customer Relationship Management (SusCRM) für Anbieter nachhaltiger Mobilität

mit verschiedenen Konzeptionsebenen inklusive eines Architekturvorschlags. Wesentliches Ziel ist die Änderung des Mobilitätsverhaltens der Kunden unter Berücksichtigung der Anbieterziele, der Kundengewinnung und Kundenbindung. Die Konzeption richtet sich an alle Anbieter nachhaltiger Mobilität z. B. Öffentliche Verkehrsanbieter, aber auch an neue Mobilitätsdienstleister, z. B. im Rahmen des Carsharing und Carpooling sowie multimodale Mobilitätsanbieter. Die zentralen Anforderungen für ein SusCRM für Mobilitätsanbieter z. B. mit der informationstechnischen Unterstützung des Kunden bei der intermodalen Reiseplanung werden hier für den Fall des Autohauses umgesetzt. Das hier entwickelte System lässt sich somit auch in die „Systeme zum absatzintegrierten Umweltschutz“ der BUIS einordnen (s. Bild 1).

Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS)								
Auskunfts- u. Berichtssysteme		Ökocontrolling-systeme		Systeme zum absatzintegrierten Umweltschutz		Systeme zum produktionsintegrierten Umweltschutz		
Staat	Gesellschaft	Kennzahlen-systeme	Ökobilanzierungs-systeme	Marketing-orientierte Systeme	Konsum-orientierte Systeme	Input-orientierte Systeme	Prozess-orientierte Systeme	Output-orientierte Systeme
Überbetriebliche Nachhaltigkeitsberichterstattung				Umweltinformationsmanagement				

Bild 1: Erweiterung der BUIS (Wagner vom Berg 2015, S. 77 in Anlehnung an Marx Gómez 2008)

Der absatzintegrierte Umweltschutz stellt eine entscheidende Ergänzung der BUIS dar, da in einer marktorientierten Ökonomie die Nachfrage von Gütern entscheidend für Art und Menge der Produktion ist. Somit greift diese Perspektive letztlich auf einer früheren Ebene als der produktionsintegrierte Umweltschutz. Die Kunden werden im Rahmen konsumorientierter Systeme direkt einbezogen, indem ihnen u. a. umwelt- und nachhaltigkeitsrelevante Informationen zu ihrem persönlichen Konsum als Entscheidungsgrundlage bereitgestellt werden.

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der EFRE-geförderten Potential- und Machbarkeitsstudie „ReCaB – Regionales Car-Balancing“ aus dem Jahr 2014 vorgestellt. Im Rahmen eines induktiven Forschungsansatzes wurde hier mit qualitativen Forschungsmethoden durch die Carl von Ossietzky Universität untersucht, inwiefern eine Transformation des Autohauses zum regionalen Mobilitätsanbieter möglich ist. Als empirischer Untersuchungsgegenstand diente die Braasch Autohausgruppe in Oldenburg und die Studie wurde mit Unterstützung der ecco Unternehmensberatung GmbH durchgeführt. Der Fokus der Untersuchung lag auf der Nutzung bestehender Ressourcen innerhalb eines neuen Geschäftsmodells, bei gleichzeitiger Integration des alten Geschäftsmodells sowie der Identifizierung von Synergiepotentialen. Untersucht wurde in diesem Zusammenhang insbesondere die bedarfsseitige, ökonomische und technische Machbarkeit. Hierauf und auf weitergehenden Überlegungen mit Partnern aus dem Automobileinzelhandel wird eine IKT-Architektur für Autohäuser erstellt, die als zentraler Enabler für die angestrebte Transformation des Autohauses dient. Der Name „Mobility 2020“ für die Architektur wurde in Anlehnung an das Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2020 die Anzahl von 1 Mio. EV's auf deutschen Straßen zu erreichen, gewählt.

2 Marktbedarf und Machbarkeitsanalyse

Ein wesentliches Ziel von ReCaB war die Untersuchung des autohauspezifischen Carsharing-Prozesses hinsichtlich kundenorientierter Machbarkeit. Dabei ging es insbesondere um die Frage,

wie der Carsharing-Prozess von Kundenseite bewertet wird und ob sich ein entsprechender Bedarf ableiten lässt – insbesondere außerhalb der großen Ballungsräume in ruralen oder rural geprägten Gegenden. In Vorarbeit wurden hierzu bestehende Studien und Publikationen zum Thema Carsharing untersucht und Hinweise zur Gestaltung und Bewertung von Carsharing-Modellen dokumentiert. Diese wurden mit dem autohauspezifischen Carsharing-Prozess abgeglichen und die Machbarkeit, sowie der Bedarf bewertet. Die nach der Literatur- und Studienanalyse unbeantworteten Fragestellungen, die häufig durch die Einzigartigkeit des Autohausansatzes oder regionale Gegebenheiten begründet waren, wurden im Anschluss innerhalb von qualitativen Fokusgruppen mit Geschäfts- und Privatkunden beantwortet. Folgende Fragestellungen sollten vorrangig beantwortet werden und deren Ergebnisse werden hier knapp zusammengefasst:

1. Wer sind die Zielgruppen eines Carsharing-Angebots im Autohaus und welchen Nutzen wollen sie mit einem Carsharing erzielen?
2. Ist auf Kundenseite Bedarf für Carsharing-Angebote des Autohauses vorhanden und inwieweit werden Autohäuser als geeignete Anbieter von Carsharing bewertet?
3. Welche Hinweise ergeben sich auf die Gestaltung von Carsharing-Prozessen im Allgemeinen und insbesondere auf den zuvor entwickelten autohauspezifischen Carsharing-Prozess?

Bei der Untersuchung der Zielgruppen wurde zunächst die grundsätzliche Unterscheidung zwischen Privat- und Geschäftskunden getroffen.

Für die Identifikation der Zielgruppen im Privatkundenbereich wurden in Anlehnung an das Konzept der sozialen Milieus und hierauf aufbauende Studien im Bereich Carsharing (vgl. Wilke et al. 2007; Teiwes-Kügler 2006) wesentliche Erkenntnisse gewonnen. Als eine wesentliche Zielgruppe für Carsharing-Angebote wurden innerhalb der Untersuchung die Milieus „Bildungsliberal“ und „Bildungskleinbürger“ identifiziert. Die Einstellung der bildungsliberalen Nutzers mit häufig antimateriellen und ökologischen Nutzenkalkülen im Rahmen des Carsharings ist jedoch gegenüber Autohäusern als Anbietern von materiell-fokussierten Gütern konsequenterweise als verhalten einzuschätzen und das Zielgruppenpotenzial daher als fraglich einzustufen. Diesem kann jedoch mit einer stark ökologisch ausgeprägten Marketingstrategie im Rahmen eines SusCRM-Ansatzes ggf. entgegengewirkt werden. Es ist weiterhin davon auszugehen, dass je weiter die Verbreitung von Carsharing-Angeboten aus dem Autohaus voranschreitet und zum „Normalbild“ gehört, die genannten negativen Implikationen bei der Zielgruppe abnehmen. Durch das konsequente Wachstum von Carsharing und dem damit einhergehenden Interesse weiterer Zielgruppen an der Dienstleistung, können zudem weitere, ggf. autohausaffinere Kunden für das Carsharing im Autohaus gewonnen werden. Gerade diese schätzen entsprechend der Ergebnisse der Fokusgruppen das Autohaus als einen sehr verlässlichen Partner ein, dessen Angebot im Vergleich zu anderen Carsharing-Anbietern als qualitativ hochwertiger einzustufen ist. Das Potenzial ist hier, auch im Vergleich zu Wettbewerbern, folglich besonders groß.

Eine Einteilung der Zielgruppen in Milieus ist im Rahmen der ebenfalls für das Carsharing bedeutenden Geschäftskunden nicht möglich. Hier liegen keine entsprechenden Studien vor und quantitativer Forschungsbedarf ist vorhanden. Allerdings konnte im Rahmen der durchgeführten Fokusgruppen die These aufgestellt werden, dass zwischen drei Zielgruppen unterschieden werden kann:

1. Unternehmen mit eigenem Fuhrpark (meist größere Unternehmen): Für diese Unternehmen ist Carsharing eine Option zur Spitzenlastabdeckung, ein Hol- und Bringservice der Fahrzeuge ist hier obligatorisch. Auf der anderen Seite sind diese Unternehmen unter Umständen an der

Einführung eines durch ein Autohaus betriebenen Corporate Carsharing im Rahmen des Flottenmanagements interessiert.

2. Unternehmen mit eigenem Fuhrpark, größter Mobilitätsbedarf im Bereich spezieller Transporte (z. B. bestimmte Handwerks- oder Montagebetriebe, aber auch stark industrielle Unternehmen): Auf Grund der Notwendigkeit spezieller Transportvorrichtungen und Bestückung sind die Fahrzeuge nicht durch ein Carsharing ersetzbar. Denkbar ist aber die Nutzung von Carsharing im kaufmännisch geprägten Teil des Unternehmens.
3. Unternehmen ohne eigenen Fuhrpark (meist kleinere Unternehmen oder Unternehmen mit eher geringem und unregelmäßigem Mobilitätsbedarf): Für diese Unternehmen ist die Nutzung des „öffentlichen“ Carsharings eine Option zur Grundlastabdeckung, da ein eigener Fuhrpark ökonomisch uninteressant ist.

Eine weitere wichtige Erkenntnis in diesem Zusammenhang war, dass die Nutzung von Mobilität in Unternehmen zum Teil heterogen und ohne zentrale Steuerung oder Kenntnisnahme einer zentralen Einheit geschieht. Ein Carsharing-Anbieter kann hier folglich eine bedeutende Beratungsfunktion wahrnehmen, in dessen Rahmen er die Mobilitätsbedarfe aufnehmen, evaluieren und erst im Anschluss das optimierte Mobilitätskonzept z. B. innerhalb des Flottenmanagements für den Kunden erarbeiten kann. Dieses kann auch eine konkrete Berücksichtigung und Integration der spezifischen Betriebsprozesse beinhalten.

Im Bereich der Geschäftskunden sowie der Privatkunden kommt dem einfachen und komfortablen Charakter einer Carsharing-Dienstleistung, das heißt einem einfachen Zugang zum System, zu den Fahrzeugen und den Stationen, eine hohe Bedeutung zu. Die größten Nutzungshemmnisse bestehen in dem Durchbrechen bestehender Mobilitätsroutinen, weshalb die neue Dienstleistung in die bestehenden und häufig einfachen Mobilitätsroutinen (Nutzung eines PKW) nahtlos integrierbar sein sollte. Besonders affin zum Wechsel ihrer Mobilitätsroutinen sind diejenigen, die sich in Lebenssituationen befinden, in denen sie sich nach neuen Routinen umschauen (z. B. Geburt eines Kindes, Umzug). Für das Carsharing-Angebot im Autohaus bedeutet dies, dass es von besonderer Bedeutung ist, das Carsharing in die bestehenden Dienstleistungen zu integrieren und so die Schnittstellen besonders reibungslos zu gestalten. Die geforderte Simplizität der Dienstleistung findet sich daneben auch in ganz konkreten Beispielen wie der Forderung nach einfach zu bedienenden Kleinfahrzeugen. Bei den Geschäftskunden ist das Bestreben nach Einfachheit noch ausgeprägter zu finden als bei den Privatkunden. Hier sind u.a. Forderungen nach einem Hol- und Bringservice für die Carsharing-Fahrzeuge, sowie ein Tankservice durch den Carsharing-Anbieter deutliche Forderungen.

Die gewonnenen Erkenntnisse führen zu der Überzeugung, dass es eine starke Berechtigung für Carsharing und andere Mobilitäts- und Dienstleistungsangebote aus dem Autohaus gibt. Diese resultiert insbesondere aus der Tatsache, dass bestehende Strukturen und Prozesse im Autohaus zur Erfüllung der genannten Bedürfnisse genutzt werden können, um sich von bestehenden Carsharing-Angeboten abzugrenzen und gleichzeitig über Synergien wirtschaftlich anbieten zu können. Diese Synergiepotentiale sollen im Folgenden dargestellt werden. Während sich in ReCaB im Wesentlichen auf das Carsharing fokussiert wurde, wurden dabei auch andere (Mobilitäts-) Dienstleistungen umfänglich in die Betrachtung aufgenommen.

3 Darstellung des Synergiepotentials in Leistungen und Prozessen

Innerhalb dieses Kapitels werden ohne Anspruch auf Vollständigkeit die Leistungen und die damit verbundenen Prozesse des „traditionellen“ Stammgeschäfts und die möglichen neuen Mobilitätsdienstleistungen gegenüber gestellt. Ziel ist es, beispielhaft anhand dieser Darstellung aufzuzeigen, wie diese sinnvoll miteinander verknüpft werden können, bzw. wie auch verbesserte Angebote mit hoher Wettbewerbsfähigkeit und Kundenfreundlichkeit aufgrund der Synergieeffekte möglich werden. Bild 2 zeigt hierzu zunächst eine Übersicht der Leistungen von Stammgeschäft und neuen Mobilitätsdienstleistungen.

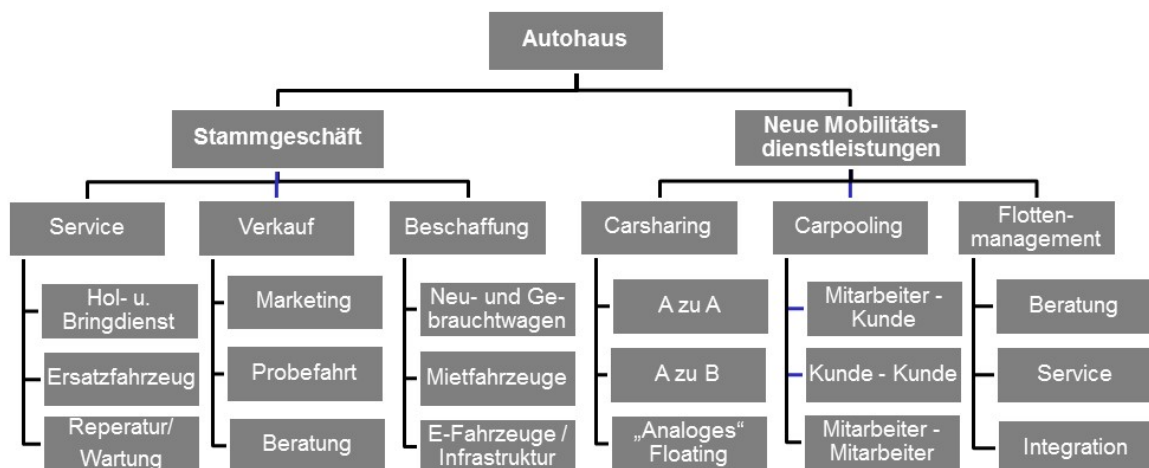


Bild 2: Leistungsübersicht Stammgeschäft / neue Mobilitätsdienstleistungen

Neben dem genannten Carsharing sind hier die weiteren Mobilitätsdienstleistungen Carpooling und Flottenmanagement aufgeführt. Das Carpooling bezeichnet die parallele Nutzung eines Fahrzeugs von mehreren Personen. Durch die Erhöhung der Auslastung werden Ressourcen geschont und Emissionen eingespart, was z. B. bei einer Berechnung der CO₂-Emissionen auf Basis von Personenkilometer offensichtlich wird. Im Autohaus sind mehrere sinnvolle Kombinationen möglich. So können sich nicht nur Kunden ein Auto teilen, sondern auch Mitarbeiter Kunden befördern (als zusätzliche Dienstleistung) oder andere Mitarbeiter mitnehmen. Gelingt eine sinnvolle Synchronisation aller Fahrten auf Basis eines vollständigen Fahrtenpools (Kundenfahrten, Werksverkehr, Heimfahrten Mitarbeiter etc.), so lassen sich hier sowohl hinsichtlich der Kosteneffizienz aber auch hinsichtlich der Nachhaltigkeit enorme Synergiepotentiale nutzen.

Weiterhin ermöglicht eine Kombination des „Mitarbeiter-Mitarbeiter Carpoolings“ mit dem schon etablierten Hol- und Bringdienst innerhalb des Werkstattservice eine neue Form des Carsharings, das hier „analoges Floating-Carsharing“ genannt wird. Bei diesem muss der Kunde das Fahrzeug nicht an einer Station abholen, sondern das Fahrzeug wird an Orte seiner Wahl (z. B. zu Hause) von einem Autohaus-Mitarbeiter geliefert und dort wieder abgeholt. Eine solche Fahrt kann bspw. mit der Heimfahrt des Mitarbeiters kombiniert werden und dieser könnte am nächsten Tag von einem anderen Mitarbeiter wieder mit zum Arbeitsplatz genommen werden. Innerhalb von ReCab wurde in diesem Zusammenhang die Wohnorte der 180 Mitarbeiter der Autohausgruppe Braasch analysiert und ein hoher Abdeckungsgrad für das regionale Einzugsgebiet der Gruppe festgestellt. Es lässt sich mit dem analogen Floating-Carsharing somit eine sehr kundenfreundliche Dienstleistung mit hohem Komfort und ggf. stark reduzierten Kosten zu einem attraktiven Preis

anbieten. Das hierfür erforderliche Matching von Routen ist jedoch sehr komplex und nur mit Hilfe des Einsatzes von IKT lösbar.

Die neuen Mobilitätsdienstleistungen bieten auch Chancen das Stammgeschäft zu fördern. Diese Chancen finden sich z. B. im Verkauf, indem Fahrzeuge im Carsharing-Angebot im Alltag getestet, mit Probefahrten kombiniert oder EV's eingesetzt werden. Bild 3 zeigt einen generischen Carsharing-Prozess, um die Synergieeffekte auf der Prozessebene beispielhaft zu veranschaulichen.

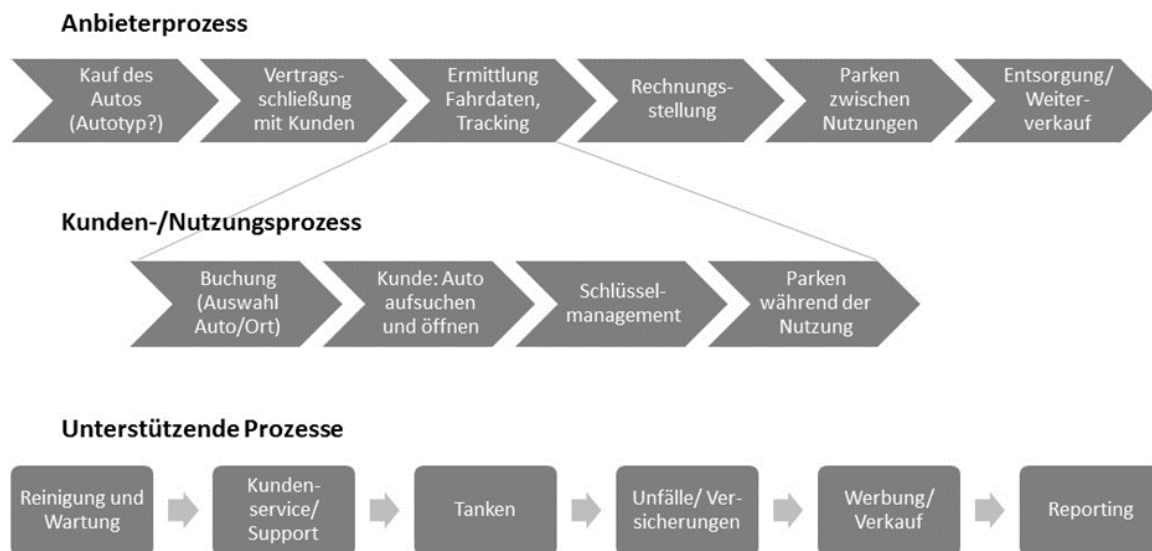


Bild 3: Prozesslandkarte eines generischen Carsharing-Angebots

Es wird deutlich, dass sowohl bei den Anbieter- als auch bei den Unterstützungsprozessen viele Prozesse existieren, die Überschneidungen mit denen des Stammgeschäfts haben. Dies gilt bspw. für den Beschaffungsprozess, die Rechnungsstellung, aber auch für Reinigung und Wartung.

Um jedoch die vorhanden Synergiepotentiale auszuschöpfen, ist eine Synchronisation und Abstimmung wichtiger Prozesse erforderlich. Dieses kann nur durch eine Integration und Anpassung der vorhandenen IKT-Lösungen sowie der Entwicklung neuartiger Anwendungen sowohl für den Kunden als auch den Anbieter ermöglicht werden.

4 Softwarearchitektur Mobility 2020

Im Folgenden wird eine mögliche Architektur zur Realisierung der skizzierten Transformation des Autohauses zu einem regionalen Anbieter nachhaltiger Mobilität vorgestellt. Die Architektur wurde auf Basis der beschriebenen Anforderungen und in Anlehnung an die bestehende Konzeption der Softwarearchitektur für das SusCRM für Anbieter nachhaltiger Mobilität (Wagner vom Berg 2015, S. 191) entwickelt. Bild 4 zeigt die Architektur im Überblick.

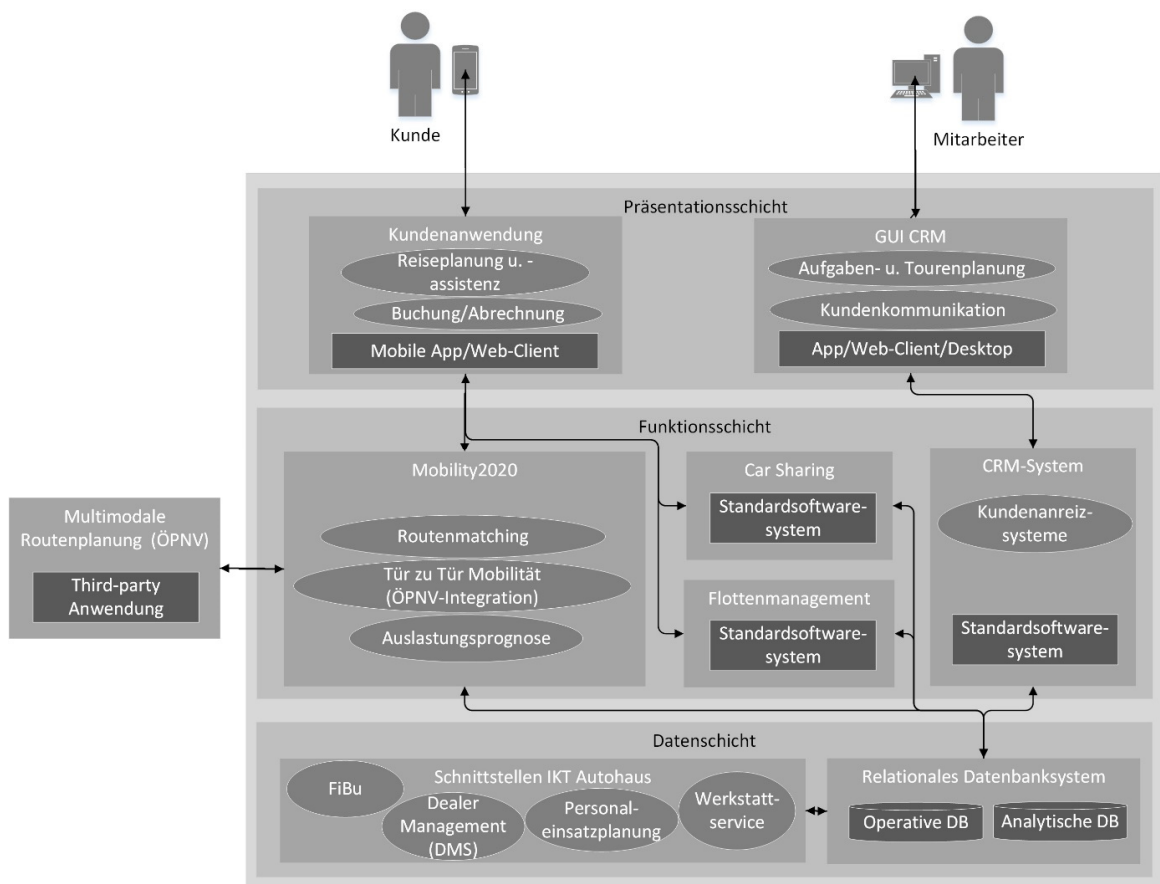


Bild 4: Softwarearchitektur Mobility 2020

Für den Architekturaufbau wurde eine klassische Drei-Schichten-Architektur mit einer Daten-, einer Funktions- und einer Kommunikationsschicht gewählt. In der Datenschicht befindet sich neben der operativen auch eine analytische Datenbank. Die analytische Datenbank ermöglicht Analysen, u. a. für die Auslastungsprognosen der Carsharing-Fahrzeuge, die bspw. eine Optimierung der Fahrzeugbuchung bei E-Fahrzeugen ermöglichen. Weiterhin werden auf den vorhandenen Daten Analysen für das CRM bspw. in Form von Kundensegmentierungen und der Identifikation passender Angebote vorgenommen werden. Die operative Datenbank dient in erster Linie als Datenschicht für das Anwendungssystem „Mobility 2020“ und es kann hierfür die existierende Datenbank des CRM-Systems genutzt werden. Dies birgt spezifische Vorteile und hat sich im Kontext des SusCRM sowohl konzeptionell als auch in der praktischen Umsetzung im Schaufenster Elektromobilität bewährt (Wagner vom Berg 2015, S. 227 ff.). In der Datenschicht sind weiterhin die Schnittstellen zu den bereits vorhandenen Systemen im Autohaus von hoher Bedeutung, um die skizzierten Synergiepotentiale zu ermöglichen.

Hauptanwendung in der Funktionsschicht ist das Anwendungssystem „Mobility 2020“. Dieses realisiert die spezifischen Funktionen, um das kombinierte Angebot von Mobilitätsdienstleistungen zu ermöglichen. Es existieren am Markt bereits zahlreiche etablierte Standardlösungen für das Carsharing und das Flottenmanagement. Diese werden in der Regel als Appliance, also als eine Kombination von Hardware (im Fahrzeug) und Software ausgeliefert. Die Lösungen sind dabei sowohl für den jeweiligen Fahrzeughersteller als auch herstellerunabhängig verfügbar und müssen in das System auf der Datenebene integriert werden. Für die Ermöglichung einer multimodalen Reiseplanung werden entsprechende Informationen und Routenberechnungen für den ÖPNV

benötigt. Im Gegensatz zu den Anwendungen für das Carsharing und das Flottenmanagement ist hier eine Schnittstelle zu einem externen System nötig. Marktführer ist hier das System HAFAS der Firma Hacon (www.hafas.de). Dieses verfügt über entsprechende Schnittstellen, die bspw. per ReST angesprochen werden können. Das CRM-System stellt neben den angepassten Standardfunktionalitäten für Marketing, Vertrieb und Service zusätzliche Funktionalitäten zur Verfügung, die das Setzen von Anreizen, insbesondere auf Basis von Nachhaltigkeitsinformationen ermöglicht, wie sie bereits im Rahmen des SusCRM realisiert wurden. Das vorgestellte Anreizsystem (Wagner vom Berg 2015, S. 166 ff.) muss entsprechend des spezifischen Carsharing-Anwendungsfalls angewendet werden. So können instrumentelle Motive mit der Setzung informationsbasierter Anreize bedient werden, z. B. durch Informationen zum direkten Vergleich der Gesamtkosten für die besitzorientierte Fahrzeugnutzung (für das spezifische Fahrzeugmodell des Kunden) mit einer Carsharing-Nutzung auf Basis des individuellen Mobilitätsprofils. Eine einfache Möglichkeit wäre weiterhin die Setzung belohnungsbasierter Anreize mit Hilfe eines Bonusprogramms für die Carsharing-Nutzung.

In der Präsentationsschicht sind auf Anbieterseite eine Oberfläche für die Kundenkommunikation sowie die Aufgaben- und Tourenplanung für die Mitarbeiter notwendig. Diese muss auch mobil erreichbar sein, weil die Mitarbeiter hierüber auch unterwegs Informationen benötigen, welche Strecken sie mit welchem Fahrzeug zurücklegen müssen. Die Tourenplanung schließt dabei aus oben genannten Gründen auch explizit die Strecken zwischen Arbeitsplatz und Wohnort ein. Diese Funktionen können über die CRM-Anwendung realisiert werden, z. B. den in der Regel im Standard existierenden Servicekalender. Entsprechende Anpassungen müssen jedoch im Rahmen eines Customizing vorgenommen werden. Von besonderer Bedeutung ist in der Präsentationsschicht die Kundenanwendung. Bei vollständiger Integration der vorhandenen Mobilitätsmöglichkeiten (eigene und externe Angebote) kann sie dem Kunden als zentrales Instrument für seine gesamte Reiseplanung und -realisierung dienen. Dieses wäre in einer langfristigen Perspektive wünschenswert, da somit auch eine maximale Kundenbindung erreicht werden kann. Der Kunde erhält hier im Rahmen des SusCRM-Ansatzes bspw. auch Informationen darüber, wie hoch der CO₂-Ausstoß für eine gewählte Mobilitätsoption ist und kann diese mit der Option des eigenen Pkw vergleichen. Allerdings ist der Integrationsaufwand sowohl auf der Präsentations- als auch auf den darunterliegenden Ebenen hoch und eine starke Abhängigkeit von den Drittanbietern der anderen Systeme gegeben. In vielen Fällen kann aber auch auf bereits realisierte Funktionen des SusCRM zurückgegriffen werden.

Die dargestellte Softwarearchitektur ist zunächst als Idealvorstellung zu interpretieren und deren Umsetzung ist mit Herausforderungen behaftet. Ziel sollte es trotzdem sein, mit entsprechend flexiblen Schnittstellen, ein Paket aus Standardsoftwarelösungen zu erstellen, da die hohen Kosten, die in der Regel mit Individualsoftwarelösungen einhergehen, von den knappen Budgets in Autohäusern nicht abgedeckt werden.

5 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Ausarbeitung hat die Möglichkeiten für die Transformation von Autohäusern zu Anbietern nachhaltiger Mobilität skizziert. Aufgrund der aufgezeigten Synergieeffekte auf der Markt-, Leistungs- und Prozessebene und nicht zuletzt auch wegen der schlechten Perspektive im Stammgeschäft, erscheint der aufgezeigte Weg für Autohäuser als eine große Chance. Die grundsätzliche Machbarkeit wurde zumindest für den Bereich des Carsharing innerhalb der

vorgestellten Studie ReCaB nachgewiesen. Dies gilt auch für die hier nicht dargestellte Wirtschaftlichkeit des Geschäftsmodells. Die Umsetzung im Carsharing-Bereich hat bereits in der Realität begonnen und es gibt mittlerweile eine Reihe von Autohäusern, die eigene Angebote auf den Markt bringen. Dies ist jedoch nur ein erster Schritt auf dem Weg zu einem umfassenden regionalen Anbieter nachhaltiger Mobilitätsdienstleistungen entsprechend der SusCRM-Konzeption. Dieser Weg erscheint jedoch insbesondere in ruralen Bereichen, in denen öffentliche Verkehrsangebote stark auf dem Rückzug sind, als folgerichtig.

Für die vollständige Umsetzung ist eine wie hier vorgestellte IKT-Unterstützung zwingend erforderlich. Eine Umsetzung aus eigener Anstrengung ist den Autohäusern sowohl aufgrund mangelndem Know Hows als auch aufgrund knapper IT-Budgets nicht möglich. Sie sind darauf angewiesen, dass entsprechende (Standard-) Lösungen entwickelt und auf dem Markt verfügbar gemacht werden.

Die Carl von Ossietzky Universität strebt in diesem Zusammenhang die Entwicklung eines ersten Prototypen an und kann hier auf zahlreichen Vorarbeiten aufbauen. Ein entsprechendes Projektvorhaben unter Einbezug von Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft mit dem Titel „E-magine“ befindet sich momentan in der Begutachtung beim Bundesministerium für Wirtschaft.

6 Literatur

- Belz F, Peattie K (2009) Sustainability Marketing: a global perspective. Wiley & Sons, West Sussex
- Ceschin F (2010) How to facilitate the implementation and diffusion of sustainable Product-Service Systems? In: Ceschin F, Vezzoli C, Zhang J (eds) Sustainability in Design: Now!: Challenges and Opportunities for Design Research, Education and Practice in the XXI Century. Greenleaf Publishing, Sheffield, pp 440–454
- Deutscher Bundestag (1998) Konzept Nachhaltigkeit - Vom Leitbild zur Umsetzung: Abschlussbericht der Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt". Universitäts-Buchdruckerei, Bonn
- Diehlmann J, Häcker J, Lousanoff Nd (2012) Automobilmanagement. Automobilmanagement
- Diez W, Reindl S (2002) Produkt Mobilität – Vom Automobilhersteller zum Mobilitätsanbieter. http://www.buergerimstaat.de/3_02/anbieter.htm. Abgerufen am 14.12.2015.
- Dudenhöfer F (2011) Ferdinand Dudenhöffer: "2012 wird ein schweres Jahr". <http://www.automotiveit.eu/ferdinand-dudenhoffer-wir-mussen-uns-auf-ein-schweres-jahr-einstellen/blickpunkt/id-0031134>. Abgerufen am 14.12.2015.
- Dziekan K (2011) Öffentlicher Verkehr. In: Schwedes O (ed) Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung, 1. Aufl. VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden, Wiesbaden, pp 317–340
- EEA Energy Environment Agency (2011) Transport final energy consumption by mode. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-final-energy-consumption-by-mode/assessment>. Abgerufen am 02.06.2013.
- Hinterberger F, Burger E, Jasch C, Kaltenecker I, Hammerl B (2008) PDL Strategien: Erarbeitung von bedarfsfeld- und branchenspezifischen Strategien zur Entwicklung und Umsetzung von

Produkt-Dienstleistungsinnovationen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. BMVIT, Wien

International Transport Forum (2010) Transport Outlook 2010: The Potential for Innovation. <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/10Outlook.pdf>. Abgerufen am 30.10.2014.

Marx Gómez J (2008) Betriebliches Umweltinformationssystem. <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/informationssysteme/Sektorspezifische-Anwendungssysteme/Umweltinformationssystem%2C-betriebliches/index.html/?searchterm=buis>. Abgerufen am 01.12.2014.

Mehl R, Kuhnert F (2013) Automotive Retail – Die Zukunft beginnt jetzt. NTT Data Deutschland GmbH.

Statistisches Bundesamt (2013) Verkehr auf einen Blick. https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/BroschuereVerkehrBlick0080006139004.pdf?__blob=publicationFileblob=publicationFile. Abgerufen am 13.06.2013.

Steding D, Hermann A, Lange M (2004) Carsharing - sozialinnovativ und kulturell selektiv?: Möglichkeiten und Grenzen einer nachhaltigen Mobilität. Universität Münster Zentrum für Umweltforschung, Münster

Stutzbach M, Raabe T, Pfrieder R, Becker UJ (2001) Machbarkeitsstudie zum Thema Carsharing in der Fläche (CIF), BMBF.

Teiwes-Kügler C (2006) Milieubeschreibungen einschließlich Beschreibungen der Mobilitätsmuster zur repräsentativen Stichprobe der Nicht-Kundenbefragung. BMWi, Sehnde

Wagner vom Berg B (2015) Konzeption eines Sustainability Customer Relationship Managements (SusCRM) für Anbieter nachhaltiger Mobilität. Univ., Diss.-Oldenburg, 2015. Oldenburger Schriften zur Wirtschaftsinformatik, Vol. 17. Shaker, Aachen

Wilke G, Böhler S, Bongardt D, Schäfer-Sparenberg C (2007) Zukunft des Carsharing in Deutschland, Wuppertal

Teilkonferenz

Informationssysteme in der Finanzwirtschaft

Innovation in der Finanzbranche ist ein hochaktuelles Thema, das derzeit in Wissenschaft und Praxis viel diskutiert wird. Angetrieben wird die Entwicklung innovativer Ideen vor allem durch die zunehmende Anzahl neuer Anbieter, die mit kreativen Lösungen zu Produkten und Kundenansprache in den Markt eintreten. Ebenso förderlich ist die noch immer andauernde Neuausrichtung etablierter Institute in Folge veränderter Marktbedingungen nicht zuletzt auch als Folge der Finanzkrise.

Moderne Informations- und Anwendungssysteme stellen insbesondere in der Finanzwirtschaft ein strategisches Asset dar, um Innovationen und Veränderungen effektiv umzusetzen. Neuartige Konzepte bringen allerdings auch eine Reihe von Herausforderung mit sich und eröffnen Raum für zahlreiche Fragestellungen. Welche Anwendungen bieten erfolgversprechendes Potenzial und wie lassen sie sich im Rahmen bestehender bzw. neu zu entwickelnder Geschäftsstrategien einsetzen?

Die Beiträge zu dieser Teilkonferenz greifen die genannten Themengebiete auf und beschäftigen sich sowohl mit konkreten Einzellösungen in der operativen Praxis als auch mit generellen Auswirkungen auf der übergeordneten Strategieebene. Auf der einen Seite werden die Potenziale einer mobile iPad-Applikation im Rahmen des Kundenberatungsprozesses untersucht. Ein weiterer Beitrag beschäftigt sich mit Big Data-Anwendungsfällen im Bankwesen und leitet daraus ein entsprechendes Strategie-Framework ab. Am anderen Ende des Spektrums steht eine Literaturanalyse, welche die grundlegenden Auswirkungen der Digitalisierung auf die Geschäftsmodelle der Finanzindustrie zum Inhalt hat.

Susanne Leist, Matthias Goeken, Thomas Falk

(Teilkonferenzleitung)

Big Data – Anwendungsbereiche und Strategie Framework im Bankwesen

Sascha Hoberecht¹ und Rainer Alt²

¹ Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, sascha.hoberecht@uni-leipzig.de

² Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, rainer.alt@uni-leipzig.de

Abstract

Mit dem Themenbereich Big Data ist in vielen Branchen die Hoffnung auf Nutzenpotenziale verbunden. Ausgehend von allgemeinen Potenzialen untersucht der Beitrag konkrete Big Data Anwendungsfälle im Bankwesen und identifiziert die mit der Umsetzung verbundenen Herausforderungen. Als wichtige Voraussetzung um diesen zu begegnen, definiert der Beitrag ein Big Data- Strategie Framework zur Ausgestaltung einer eigenständigen Big Data-Strategie. Hierzu adressiert das Big Data-Strategie Framework die wesentlichen Teilbereiche der Big Data-Strategie und vertieft deren Ausgestaltung im Bankwesen.

1 Einleitung

Wie bei vielen Modebegriffen sind die mit Big Data verbundenen Begriffsinhalte heterogen. Während frühe Definitionen eher technische Aspekte adressieren, beziehen sich jüngere Begriffsdefinitionen auch auf die betriebswirtschaftlichen Potenziale sowie den geschäftlichen Wert bzw. „Value“ von Big Data (Chen et al. 2014). So definieren beispielsweise (Fosso Wamba et al. 2015, 235) Big Data „... as a holistic approach to manage, process and analyse 5 Vs (i.e., volume, variety, velocity, veracity and value) in order to create actionable insights for sustained value delivery, measuring performance and establishing competitive advantages“. Die Definition verdeutlicht zwei Aspekte. Einerseits sind Methoden und Verfahren zur Verarbeitung und Analyse großer Datenmengen notwendig. Andererseits ist Big Data Mittel zum Zweck, um einen Mehrwert für das Unternehmen zu generieren. Insofern stellen die neuen technologischen Möglichkeiten Rahmenbedingungen zur Realisierung der geschäftlichen Potenziale aus Big Data dar.

In vielen Branchen verfestigt sich zunehmend das Bewusstsein bezüglich dem Wert ihrer Daten. Für den Finanzsektor zeigt eine aktuelle BARC-Untersuchung, dass 45% der befragten Unternehmen zukünftig die Umsetzung von Big Data Initiativen anstreben. Die Studie macht aber auch deutlich, dass der Umsetzungsgrad und die operative Nutzung von Big Data aktuell noch gering sind. 22% der Befragten haben Pilotanwendungen gestartet und bei lediglich 20% der Unternehmen sind Big Data Initiativen schon Bestandteil der Unternehmensprozesse (Bange et al. 2015).

Die Realisierung und Umsetzung konkreter Anwendungsfälle ist mit Herausforderungen verbunden. Zum einen stehen die aus Big Data generierten Informationen im Fokus der Betrachtung und ermöglichen erst mit ihrer produktiven Nutzung einen geschäftlichen Nutzen. Dazu sind unter anderem die richtigen Datenquellen auszuwählen und zu analysieren. Zur Interpretation der Analyseergebnisse und zur produktiven Umsetzung von Big Data im Unternehmen sind darüber hinaus Projektteams mit interdisziplinärem Wissen erforderlich (Wielki 2013).

Die Realisierung der avisierten Nutzenpotenziale in Verbindung mit der Überwindung komplexer Herausforderungen kann nur erfolgen, wenn Transparenz über die relevanten Daten, Informationsflüsse, Wechselbeziehungen und Verantwortlichkeiten besteht. Hierbei sind auch die Effekte von Big Data auf die Unternehmensstrategie und -prozesse zu berücksichtigen. Die Definition einer eigenständigen Big Data-Strategie ist in diesem Zusammenhang ein Ansatzpunkt zur Schaffung dieser Transparenz (van Geenen et al. 2015).

Dieser Beitrag fokussiert auf die Forschungsfrage nach den Elementen einer Big Data-Strategie und der Ausgestaltung eines Frameworks zur Konkretisierung dieser Elemente aus Sicht einer Bank. Zur Beantwortung der Forschungsfrage widmet sich Kapitel 2 den Einsatzbereichen von Big Data im Bankwesen und leitet Spezifika dieser Anwendungsbereiche ab. Kapitel 3 stellt einen ersten Ansatz zur Strategieentwicklung dar. Kapitel 4 fasst die wesentlichen Erkenntnisse und Einschränkungen zusammen und unternimmt einen Ausblick auf künftige Forschungsfragen.

2 Big Data Anwendungsbereiche im Bankwesen

2.1 Forschungsmethodik

Zur Bestimmung von Big Data Anwendungsfällen im Bankwesen dient ein mehrstufiges Vorgehen, dass sowohl theoretische als praktische Erkenntnisse einbezieht. Der erste Schritt fokussiert auf die Analyse bereits bestehender wissenschaftlicher und praxisorientierter Studien zu Big Data Anwendungsszenarien. Hierbei bestand die Zielsetzung darin, allgemeine Nutzenpotenziale und Einsatzszenarien von Big Data abzuleiten. Einen Ausgangspunkt bieten die Innovationspotenzialanalyse zu Big Data Management (Markl et al. 2013) sowie der Beitrag von (Gluchowski 2014) (s. Tabelle 1). Diese Beiträge werten 12 Studien hinsichtlich Big Data Potenzialen und Anwendungsfällen aus. Zusätzlich sind drei weitere Studien in die Auswertung einbezogen (s. Tabelle 2). Kriterien bei der Auswahl dieser Studien waren neben der Aktualität, die öffentliche Verfügbarkeit sowie der inhaltliche Bezug zu Big Data Anwendungsszenarien.

Veröffentlichung	Titel	Anzahl Studien	Herausgeber der berücksichtigten Studien	Zeitraum
(Markl et al. 2013)	Innovationspotenzialanalyse für die neuen Technologien für das Verwalten und Analysieren von großen Datenmengen	9	BARC, BITKOM, TCS Capgemini, computing research, Experton Group, Fraunhofer IAIS, Interxion, TNS	2012 2013
(Gluchowski 2014)	Empirische Ergebnisse zu Big Data	4	Tdwi/ SAP, BITKOM, Fraunhofer IAIS, Steria Mummert Consulting	2012 2013

Die Studie des Fraunhofer IAIS wurde bei beiden Veröffentlichungen berücksichtigt.

Tabelle 1: Big Data Studien zu Big Data Anwendungsfällen und Potenzialen

Herausgeber	Titel der Studie	Jahr
BARC-Institut	Big Data Analytics	2014
BITKOM	Potenziale und Einsatz von Big Data	2014
BARC-Institut	Big Data Use Cases 2015	2015

Tabelle 2: Zusätzliche Studien zu Big Data Anwendungsfällen

Ein weiterer Schritt hat zur Bestimmung relevanter Szenarien für die Finanzindustrie die allgemeinen und branchenübergreifenden Nutzenpotenziale und Anwendungsfälle von Big Data in ein allgemeines Bankmodell eingeordnet. Dieses Bankmodell bildet einen Ordnungsrahmen für alle bankfachlichen Prozesse (Alt et al. 2009). Die Zielstellung bestand darin, mögliche Big Data Anwendungsfälle im Bankwesen zur Vorbereitung der Fokusgruppeninterviews vorzugeben. Innerhalb der Fokusgruppeninterviews haben die Fachexperten die vorgegebenen Anwendungsfälle unter Umsetzungs- (Realisierbarkeit kurzfristig oder mittelfristig gegeben) und Nutzenaspekten (die Umsetzung des Big Data Szenarios schafft einen Mehrwert für das Finanzinstitut) bewertet und hinsichtlich der Bankenspezifika weiter konkretisiert. Jede der drei Fokusgruppen umfasste jeweils acht Fachexperten, die aus Vertretern der Partnerunternehmen (Schweizer Banken und IT Provider) des Konsortialforschungsprojektes CC Sourcing bestanden. Die Fokusgruppeninterviews ergaben 16 relevante Anwendungsszenarien für Banken. (siehe Kapitel 2.3.)

2.2 Allgemeine Potenziale von Big Data

Aus der Analyse der in Kapitel 2.1 aufgeführten Veröffentlichungen und Studien konnten folgende übergreifende Potenzialbereiche und beispielhafte Anwendungsbereiche von Big Data abgeleitet werden (siehe Tabelle 3). Tabelle 3 stellt keine abschließende Aufzählung aller möglichen Big Data Anwendungsfälle dar und diente als Ausgangspunkt für die Ermittlung konkreter Anwendungsfälle von Big Data im Bankwesen.

Allgemeine Potenzialbereiche von Big Data	Beispielhafte Anwendungsfälle
Analytische Anwendungsfälle	schnellere Datenanalysen / Erhöhung der Aussagekraft der Datenanalysen / Verbesserung der Qualität der Datenanalysen
Kundenorientierte Anwendungsfälle	Verbesserung Kundenbindung, Kundenkenntnis, Kundenclusterung, Kampagnenmanagement / Erhöhung der Kundenzufriedenheit / kundenindividuelles Pricing
Prozessorientierte Anwendungsfälle	Prozessoptimierungen / Verbesserung der Steuerung operativer Prozesse / Verringerung von Prozesskosten
Entscheidungsorientierte Anwendungsfälle	Verbesserung / Beschleunigung / Automatisierung von Entscheidungen / Ergänzung der Entscheidungsgrundlage / Prognoserechnungen
Umsatzorientierte Anwendungsfälle	Umsatzerhöhungen / Erstellung von Absatzprognosen / Erhöhung Cross und Up-Selling / Profitabilitätsanalysen / Identifikation von Kaufmustern
Produktorientierte Anwendungsfälle	Entwicklung neuer Produktideen und Dienstleistungen / Optimierung Preisgestaltung
Marktorientierte Anwendungsfälle	Entwicklung neuer Geschäftsmodelle / besseres Marktverständnis / Durchführung von Trendanalysen und Wettbewerbsanalysen
Risikoorientierte Anwendungsfälle	Aufbau von Prognose und Frühwarnsystemen / Sicherstellung der Compliance / Betrugserkennung / Risikominimierung

Tabelle 3: Allgemeine Potenzialbereiche und beispielhafte Anwendungsfälle von Big Data

2.3 Einsatzszenarien von Big Data im Bankwesen

Für das Bankwesen konnten infolge der Auswertung der Fokusgruppeninterviews folgende relevante Anwendungsszenarien identifiziert werden (siehe Tabelle 4). Der prozentuale Anteil jedes Einzelszenarios ergibt sich als Verhältnis der Stimmen pro Anwendungsszenario zu der Gesamtanzahl aller abgegebenen Stimmen der 24 Fachexperten. Jeder Einzelexperte konnte hierbei maximal drei Szenarien als relevant kennzeichnen. Von somit 72 möglichen Stimmen sind 71 in die Auswertung eingeflossen. Dabei überwiegen vertriebsorientierte Big Data Szenarien mit 69% deutlich, jedoch waren auch Einsatzbereiche im Risikomanagement (27%) und im Rahmen der Unternehmenssteuerung (4%) denkbar.

Die nähere Untersuchung der gewählten Szenarien verdeutlicht, dass die mit einem Einsatz von Big Data assoziierten allgemeinen branchenübergreifenden Nutzenpotenziale aufgegriffen und in konkreten bankspezifischen Big Data Projekten umgesetzt werden. In Abhängigkeit von der bankfachlichen Frage- oder Problemstellung können zukünftig aus Optimierungs-, Entscheidungs- oder Individualisierungsaspekten sowie vor dem Hintergrund neuer Erlösmöglichkeiten weitere Big Data Projekte Beachtung finden.

Bankbereich	Anwendungsszenario	Anteil in %	Anteil Bankbereich in %
Vertrieb	Auswertung interner und externer Daten zur genaueren Kundensegmentierung	15%	69%
	kundenspezifische Produktangebote	17%	
	Verbesserung der Kundenbindung infolge besserer Informationen aus Big Data Analysen	10%	
	individuelles, zielgruppenspezifisches Marketing	7%	
	Entwicklung innovativer Produkte	6%	
	Überwachung von Kundenportfolios bzgl. Markteinflüssen – Bereich: Anlegen	4%	
	Churn Management	3%	
	Überwachung von Kundenportfolios bzgl. Markteinflüssen – Bereich: Finanzieren	3%	
	Erhöhung der Servicequalität	3%	
	Optimierung von Vertriebsprozessen	1%	
Risiko- management	effizienteres Risikomanagement	8%	27%
	Verbesserung der Einhaltung regulatorischer Vorgaben	8%	
	Fraud Detection bei Kreditkartenzahlungen	7%	
	Zahlungsverkehrsüberwachung	3%	
Unternehmens- steuerung	Planung/ Steuerung/ Kontrolle	3%	4%
	erweiterte Datenspeicherung / Datenverarbeitung in Echtzeit	1%	

Tabelle 4: Überblick über Big Data Anwendungsfälle im Bankwesen

2.4 Herausforderungen bei Big Data Initiativen im Bankwesen

Neben der Bestimmung von Big Data Anwendungsszenarien im Bankwesen, bestand eine weitere Zielsetzung der Fokusgruppeninterviews in der Eruiierung kritischer Erfolgsfaktoren und

Herausforderungen zur Umsetzung dieser Szenarien. Grundsätzlich liefert die Literatur zahlreiche Faktoren, die für den Erfolg von Big Data Projekten zu beachten sind. Beispielhaft sei in diesem Zusammenhang auf die Arbeiten von (Fosso Wamba et al. 2015), (McAfee und Brynjolfsson 2012), (Jin et al. 2015) und (King 2014) verwiesen.

Insbesondere (King 2014) liefert einen umfassenden Überblick über die Barrieren von Big Data im Unternehmenskontext und kennzeichnet sechs Herausforderungen als relevant für den Erfolg durch Big Data: Daten, Ethik, Gesellschaft/Kultur, Organisation, Rechtslage, Technologie. Die Fokusgruppeninterviews haben gezeigt, dass insbesondere die Themen Daten, Technologie und Rechtslage für Banken relevante Problemfelder darstellen. Aus diesem Grund werden die aufgelisteten Bereiche im Weiteren näher erörtert. Hierbei werden für jedes Kriterium die allgemeinen branchenübergreifenden Aspekte gemäß (King 2014) den speziellen Problemstellungen im Bankwesen gegenübergestellt (siehe Tabelle 5).

Datenauswahl	
Allgemeine Barrieren	Spezifika im Bankwesen
<ul style="list-style-type: none"> - Vielzahl unterschiedlicher Datenquellen mit unterschiedlichen Datenformaten - Kombination unterschiedlicher Datenquellen - Qualität der Datensätze und der darauf aufbauenden Analyseergebnisse - Datenzugang unter rechtlichen Aspekten 	<ul style="list-style-type: none"> - umfangreiche interne Datenbasis mit strukturierten Daten ist vorhanden - interne Datenbasis wird nicht vollumfänglich genutzt - insbesondere Transaktionsdaten für Big Data Analysen relevant - Sensordaten aktuell eher nicht relevant - hohe Sensibilität der Kunden in Bezug auf die Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten - starke Regulierung - Datenschutzgesetze erschweren die Umsetzung von Big Data Projekten
Technologie	
<ul style="list-style-type: none"> - technologische Herausforderungen variieren je Branche und konkretem Big Data Einsatzfall - in Abhängigkeit vom Einzelfall sind unterschiedliche Technologiekombinationen möglich - Kriterien bei der Technologieauswahl: Integration und Verarbeitung unterschiedlicher Datenquellen, Umsetzung von Datenschutzanforderungen, Datenmenge, Analyseverfahren, Echtzeitanforderungen 	<ul style="list-style-type: none"> - die historisch gewachsene Bankinfrastruktur ist in der Regel nicht auf die Verarbeitung unstrukturierter Daten ausgelegt → Integration von Technologien zur Berücksichtigung unstrukturierter Daten notwendig - ein Großteil der IT Budgets wird zur Umsetzung regulatorischer Vorhaben benötigt - aktuell Vielfach keine eigenständige Big Data Infrastruktur in den Banken - unterschiedliche Big Data Applikationen werden zur prototypischen Umsetzung ausgewählter Cases getestet - die Regulierung bedingt Technologien zur Sicherstellung des Datenschutzes
Regulation	
<ul style="list-style-type: none"> - Beachtung unterschiedlicher gesetzlicher Vorgaben im Big Data Kontext - Datenschutzrichtlinien von besonderer Bedeutung - Verabschiedung klarer Regeln und Richtlinien sowie Definition von Verantwortlichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> - die starke Regulierung des Banksektors erschwert die Umsetzung von Big Data - Einholung gesonderter Einverständniserklärungen des Kunden bei der Verarbeitung personenbezogener Daten im Big Data Kontext notwendig - Herausforderung bei international tätigen Großbanken: Einhaltung vieler nationaler Datenschutzbestimmungen - aktuell vielfach keine internen Regelungen beispielsweise zur Data Governance vollumfänglich vorhanden

Tabelle 5: Gegenüberstellung allgemeiner Big Data Barrieren (King 2014) und Spezifika im Bankwesen (aus Fokusgruppen- und Experteninterviews)

Im Bankwesen resultieren insbesondere aus der starken Regulation spezielle Anforderungen für Big Data. Um diesen Anforderungen in Verbindung mit den allgemeinen Barrieren zu begegnen, gilt eine Big Data-Strategie als kritischer Erfolgsfaktor (BITKOM 2013).

3 Framework von Big Data im Bankensektor

3.1 Literatur zu Big Data-Strategie

Teilaspekte einer Big Data-Strategie finden sich in der Literatur. So beschäftigen sich (Woerner und Wixom 2015) mit dem Einfluss von Big Data auf die Strategie eines Unternehmens sowie neuen Möglichkeiten und Veränderungen, welche sich beim Geschäftsmodell ergeben. (Bhimani 2015) untersucht ebenfalls, wie sich Big Data auf die Strategie eines Unternehmens auswirkt. Dabei fokussiert der Autor jedoch mehr auf die Rolle und den Einfluss aus Big Data gewonnen Informationen. (Lake und Drake 2014) argumentieren, dass Big Data sowohl einen Einfluss auf die bestehende Strategie des Unternehmens hat, als auch den Prozess der Strategieentwicklung beeinflusst. Weiterhin adressieren sie Implikationen auf die Datenanalyse sowie Probleme im Zusammenspiel zwischen IT- und Business Strategie. Andere Autoren geben einen Überblick über die Potenziale im Zusammenhang mit Big Data und zeigen darauf aufbauend, welche Herausforderungen und Anpassungen im Unternehmen zu bewältigen sind (Chen et al. 2014; Vossen et al. 2015; LaValle et al. 2010). Ein explizites „Big Data Strategy Framework“ stellen (Kabir und Carayannis 2013) vor, das die strategische Ausrichtung des Wissensmanagement im Zusammenhang mit Big Data Initiativen fokussiert. Hierbei werden Aspekte zu den Voraussetzungen sowie zu den prozessualen Gesichtspunkten analysiert und erläutert.

Als zentralen Erfolgsfaktor für Big Data gilt die Notwendigkeit einer wertorientierten Big Data-Strategie. Diese Strategie muss eine Verbindung zur Unternehmensstrategie aufweisen und definiert die Vision, das Vorgehen, die Roadmap sowie die ausführbaren Schritte und Initiativen. Im Rahmen der Strategiedefinition sollten sowohl die Fachbereiche als auch die IT-Abteilung beteiligt werden. Zentraler Punkt der Strategie ist es, einen geschäftlichen Mehrwert für das Unternehmen zu generieren (BITKOM 2013). (Williams 2014) greift ebenfalls den Begriff der „Business-Driven“ Big Data-Strategie auf und grenzt diesen gegen eine „Discovery-Based“ Strategie ab. Hierbei betont er, dass eine Big Data-Strategie im Einklang mit dem Unternehmen stehen sowie einen Mehrwert schaffen muss. Insofern ist ein zentraler Punkt einer „Business-Driven“ Big Data-Strategie, dass es eine klare Verbindung zwischen der Unternehmensstrategie, den Geschäftsprozessen und dem Big Data Investment geben muss.

Die Analyse der bestehenden Literatur hat gezeigt, dass Teilaspekte einer Big Data-Strategie bereits einer intensiven Diskussion unterliegen. Zur Definition einer vollumfänglichen Big Data- Strategie bedarf es jedoch eines Ansatzes, der all diese Teilaspekte kombiniert berücksichtigt.

3.2 Big Data-Strategie Framework

Die Erarbeitung einer Big Data-Strategie schafft die Grundlagen und Rahmenbedingungen für ein strukturiertes Vorgehen bei der Umsetzung von Big Data, indem die beschriebenen Herausforderungen aufgegriffen und strukturiert sowie entsprechende Lösungsalternativen fixiert werden (King 2014). Im Rahmen dieses Beitrages stellt das Big Data-Strategie Framework einen generischen Lösungsansatz zur Definition einer Big Data Strategie dar, indem es die einzelnen Komponenten der Lösung beschreibt. Die Ausführungen in Kapitel 3.1 haben verdeutlicht, dass

eine Big Data-Strategie eine Verbindung zur Unternehmensstrategie aufweisen sollte, eine Vision vermittelt sowie das Vorgehen zur Erreichung dieser Vision fixiert, indem Herausforderungen und entsprechende Lösungsalternativen adressiert werden. Zur Umsetzung der Vision wird mit der wertorientierten Big Data-Strategie ein erster strategischer Ansatz in der Literatur diskutiert.

Zur Vertiefung der bisherigen Erkenntnisse zur Big Data-Strategie dienten drei Experteninterviews mit dem Ziel, die Regelungsbereiche einer Big Data-Strategie sowie deren Ausgestaltung zu eruieren. Aus den Erkenntnissen der Literatur und den Experteninterviews wurde eine erste Version des Big Data-Strategie Frameworks abgeleitet. Ein Review sowie die iterative Weiterentwicklung des entstandenen Strategie Frameworks erfolgte durch Fachexperten von Schweizer Banken und IT Provider. In diesem Zusammenhang fanden zwei weitere Fokusgruppeninterviews mit jeweils fünf Teilnehmern statt. Die erweiterte Version des Big Data-Strategie Frameworks wurde durch alle 16 Partnerunternehmen (21 Teilnehmer) des Konsortialforschungsprojektes einem weiteren Review unterzogen und hinsichtlich der praktischen Anwendbarkeit getestet. Bild 1 stellt den bisherigen Stand des Big Data-Strategie Frameworks überblicksartig dar.

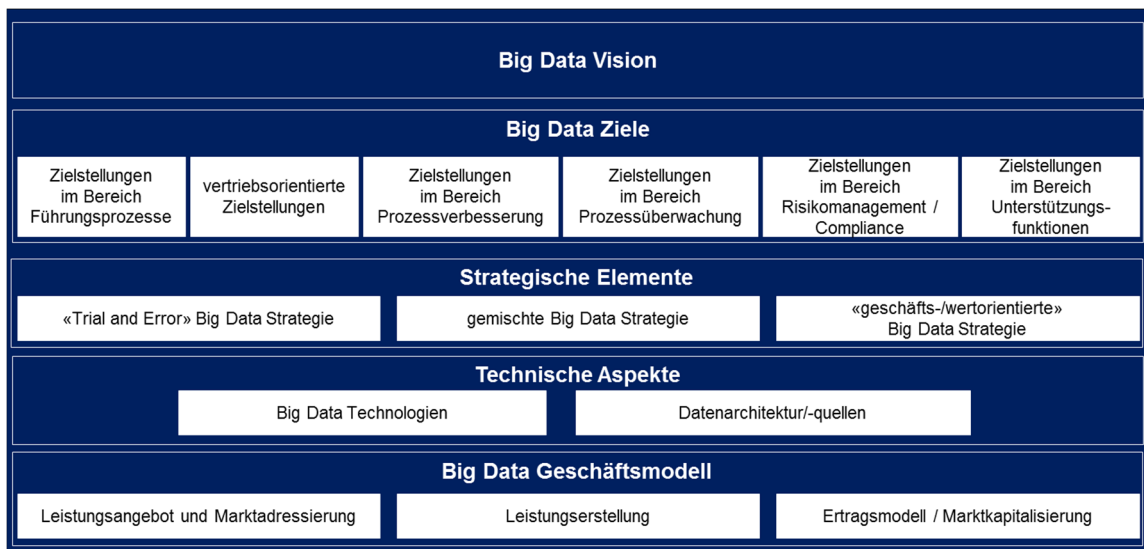


Bild 1: Big Data-Strategie Framework

3.3 Elemente des Big Data-Strategie Framework

3.3.1 Big Data Vision

Nach (Müller-Stewens und Lechner 2011) steht eine Vision am Anfang der Strategieentwicklung. Diese ist ein Abbild einer zukünftigen Wirklichkeit, die das Unternehmen anstrebt. Übertragen auf den Big Data Kontext bedeutet dies, dass zu definieren ist, zu welchem Zweck das Unternehmen Big Data einsetzt und welche Vorteile es sich daraus verspricht. Dabei darf die Big Data Vision nicht isoliert betrachtet werden, sondern muss sich an den Gegebenheiten innerhalb der Bank orientieren. Die Vision bezieht alle Bankbereiche ein und zeigt Entwicklungstendenzen auf. Die Unternehmensstrategie und die IT-Strategie gelten in diesem Zusammenhang als wichtige Rahmenbedingungen (van Geenen et al. 2015).

Die Definition einer Big Data Vision im Bankenumfeld unterscheidet sich nicht grundsätzlich von Big Data Visionen in anderen Branchen. Die Fokusgruppen- und Experteninterviews haben gezeigt, dass Banken bereits Visionen bezüglich Big Data formuliert haben. Diese Visionen greifen die

allgemeinen Nutzenpotenziale von Big Data auf (s. Kapitel 2.2) und wenden diese auf einzelne Bankbereiche an. Viele Visionen sind breit gefasst und bedingen eine weitere Konkretisierung durch die Definition detaillierter Big Data Ziele.

3.3.2 Big Data Ziele

Zentrale Zielsetzungen leiten sich aus der Vision ab und dienen der Spezifizierung der Strategie (Müller-Stewens und Lechner 2011). Die Untersuchung konkreter Big Data Anwendungsszenarien im Bankenumfeld (s. Kapitel 2.3) hat gezeigt, dass aufbauend auf den allgemeinen Nutzenpotenzialen Unternehmen zahlreiche Ziele verfolgen. Zur genaueren Strukturierung der Big Data Zielsetzung im Bankenumfeld nutzt das Framework das erwähnte Bankmodell. Dieses unterscheidet Führungsprozesse, Vertriebsprozesse, Ausführung und Abwicklung, transaktionsbezogene Prozesse, transaktionsübergreifende Prozesse sowie Supportprozesse (Alt et al. 2009).

Im Bereich der Teilprozesse „Ausführung und Abwicklung“, „transaktionsbezogene Prozesse“ und „transaktionsübergreifende Prozesse“ haben die Interviews gezeigt, dass Big Data insbesondere auf Prozessverbesserungen und –überwachungen abzielt. Weiterhin sind gemäß dem Bankmodell die Bereiche Risikomanagement und Compliance dem Bereich „transaktionsübergreifende Prozesse“ zuzuordnen. Aufgrund der Expertenmeinungen und der Untersuchung von Big Data Einsatzszenarien kommt diesem Bereich jedoch eine besondere Bedeutung im Zusammenhang mit Big Data zu. Aus diesem Grund wurde eine eigene Zielkategorie etabliert.

3.3.3 Strategische Aspekte

Aus der Analyse der bisherigen Big Data Anwendungsfälle in Verbindung mit den Ergebnissen der Interviews ging hervor, dass insbesondere der Nutzen aus konkreten Big Data Anwendungsfällen für die Banken nicht eindeutig zu bestimmen ist. In Banken werden unterschiedliche Anwendungsfälle im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten untersucht und prototypisch umgesetzt. Ziel ist es, relevante Erkenntnisse für die langfristige operative Implementierung von Big Data zu erlangen. Insofern folgt das Vorgehen einer „Trial and Error“ Big Data-Strategie. Ein Kernpunkt dieses Vorgehens ist die nicht vorhandene Verbindung zwischen der Geschäftsstrategie, den relevanten Geschäftsprozessen und den Investitionen in Big Data.

Dem entgegensetzt definiert (Williams 2014) den Ansatz einer wertorientierten Big Data-Strategie. Die eindeutige Verbindung zwischen der Geschäftsstrategie, den relevanten Geschäftsprozessen sowie den Investitionen in Big Data ist hier ein zentraler Punkt des strategischen Vorgehens. Dies impliziert, dass der konkrete Nutzen von Big Data sowie der Anwendungsfall im Vorfeld der Big Data Investitionen bekannt sind (Williams 2014).

Nach Meinung der Fachexperten stellen beide strategischen Ansätze Extremausprägungen dar. In der Praxis kommen sowohl Elemente einer „Trail and Error“ Big Data-Strategie als auch einer „geschäftorientierten Big Data-Strategie“ zur Anwendung. Dieser als „gemischte Big Data-Strategie“ definierte Ansatz initiiert die konkreten Big Data Anwendungsfälle aus den Geschäftseinheiten bzw. Business Units einer Bank heraus, wodurch bereits eine grobe Einschätzung des Nutzenpotenzials vorhanden ist. Insofern kann eine lose Verbindung zur Geschäftsstrategie und den Geschäftsprozessen hergestellt werden. Die Umsetzung erfolgt jedoch im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, was eine nachträgliche Veränderung des ursprünglichen Big Data Anwendungsfalles nach sich ziehen kann.

3.3.4 Technische Aspekte

Nach (Fosso Wamba et al. 2015) befassen sich viele wissenschaftliche Veröffentlichungen mit technischen Fragestellungen im Zusammenhang mit Big Data. Auch die praxisorientierte Literatur stellt die Wichtigkeit der Technologie zur Erreichung der Big Data Ziele heraus und adressiert darüber hinaus Herausforderungen, die bei der praktischen Umsetzung zu berücksichtigen sind (BITKOM 2014). Die Auswahl der geeigneten Technologie kann somit ausschlaggebend für den Erfolg oder Misserfolg eines Big Data Projektes sein. Im Rahmen des Auswahlprozesses sind Kriterien wie Datenvolumen, Komplexität der Daten, Realtime Anforderungen, Verarbeitungsleistung für komplexe Rechnungen, Programmier- und Verarbeitungsparadigmen für große Datenmengen sowie Herausforderungen beim Zusammenspiel unterschiedlicher Technologien zur Datenhaltung, Verarbeitung und Visualisierung (Jin et al. 2015; Vossen et al. 2015; BITKOM 2014) zu beachten und vor dem Hintergrund konkreter Big Data Szenarien im Vertriebsbereich, Risikomanagement oder der Unternehmenssteuerung zu bewerten.

Zu beachten ist ferner, dass der konkrete Einsatzfall die notwendigen Datenquellen und in der Folge auch die geeignetste Technologie determinieren (BITKOM 2014). Die richtige Datenauswahl als kritischer Erfolgsfaktor beeinflusst die Beschaffung und Kombination von internen und externen Datenquellen. Infolge des exponentiellen Datenwachstums steht eine Vielzahl von Daten in unterschiedlichen Formaten zur Verfügung. Des Weiteren führt die Tatsache, dass viele Daten in unstrukturierter Form vorliegen dazu, dass beispielsweise relationale Datenbanken oder Standardanalysetools an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit stoßen. Insofern ist für eine einfache Verarbeitung und Mischung der unterschiedlichen Datenquellen die Anpassung der bestehenden IT-Architektur und -Infrastruktur notwendig (Wielki 2013). Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass im Rahmen der Big Data-Strategie der konkrete Big Data Anwendungsfall hinsichtlich der notwendigen Datenquellen zu analysieren ist. Darauf aufbauend ist das technologische Konzept zur Verarbeitung dieser Datenquellen zu definieren.

3.3.5 Big Data Geschäftsmodell

Umsatzorientierte Big Data Anwendungsszenarien fanden sich insbesondere im Vertriebsbereich. Daten gelten hier nicht mehr als „Nebenprodukt“ aus Anwendungssystemen, sondern besitzen zunehmend einen eigenständigen Wert. Dieser Wert variiert nach dem Anwendungsfall und kann in Abhängigkeit der konkreten Ausgestaltung neben neuen Geschäftsmodellen auch ganze Wertschöpfungsnetzwerke etablieren. Drei zentrale Fähigkeiten sind auf diesem Weg zu beachten. Einerseits sind die neuen Datenquellen sinnvoll syntaktisch, semantisch und pragmatisch miteinander zu verknüpfen. Weiterhin können im Rahmen der Datenverarbeitung Kooperationen mit spezialisierten Partnern sinnvoll sein. Als dritter Punkt sollten die Daten so erfasst werden, dass eine Nutzung in unterschiedlichen Anwendungsszenarien gegeben ist (Schermann et al. 2014).

Nach (Müller-Stewens und Lechner 2005) stellt das Geschäftsmodell eine Konkretisierung der Vision und Zielsetzungen des Unternehmens dar. Dazu müssen die Dimensionen Leistungsangebotsmodell, Vermarktungsmodell, Leistungserstellungsmodell sowie Erlösmodell entsprechend definiert werden. Im Rahmen der strategischen Big Data Positionierung sind die einzelnen Dimensionen im Hinblick auf den konkreten Big Data Anwendungsfall zu definieren. Insbesondere die dargestellten Big Data Szenarien aus dem Geschäftsbereich Vertrieb eignen sich aufgrund der Fähigkeit zur Erlösgenerierung für die Etablierung neuer oder der Transformation bestehender Geschäftsmodelle. Bei wertorientierter Big Data-Strategie wird hierdurch auch die Unternehmensstrategie aktiv beeinflusst.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die konzeptionelle und praktische Auseinandersetzung mit Big Data Anwendungsbeispielen hat gezeigt, dass mit dem Einsatz von Big Data die Verbesserung von Entscheidungen, neue Geschäftsmodelle und Erlösströme sowie eine verbesserte Kundenfokussierung realisiert werden sollen. Diese generellen Nutzendimensionen unterscheiden sich im Bankwesen nicht grundlegend von anderen Industrien. Aufbauend auf diesen allgemeinen Innovationspotenzialen sind im Bankenwesen unter Umsetzungs- und Nutzenüberlegungen aktuell vor allem Projekte in den Bereichen Vertrieb und Risikomanagement anzutreffen. Darüber hinaus sind jedoch auch Anwendungsfälle im Rahmen der Gesamtbanksteuerung denkbar.

Den Möglichkeiten aus Big Data stehen Herausforderungen gegenüber, die auf die Notwendigkeit eines strukturierten Vorgehens hindeuten. Hierbei sind insbesondere die Aspekte in Bezug auf die Datenauswahl, die Technologie, rechtliche Rahmenbedingungen sowie die Organisation des Unternehmens zu beachten. Jeder dieser Bereiche weist branchenunspezifische Aspekte auf, die auch innerhalb des Bankwesens relevant sind. Ergänzend hierzu konnten Spezifika ermittelt werden, die bei Big Data Anwendungsszenarien im Bankensektor speziell zu beachten sind. Insbesondere die starke Regulierung, die Sensibilität der Kunden in Bezug auf die Verarbeitung personenbezogener Daten sowie die historisch gewachsenen IT Banksysteme stellen Problem-bereiche dar.

Das vorgestellte Big Data-Strategie Framework unterscheidet die Bereiche Big Data Vision, Big Data Zielsetzungen, strategischer Ansatz, technische Aspekte sowie Big Data Geschäftsmodell. Das Framework erlaubt einen ersten umfassenden Blick auf die Teilbereiche einer Big Data-Strategie. Zur weiteren Differenzierung und Erhöhung der Aussagekraft sollten Folgearbeiten eine weitere Spezifizierung der einzelnen Teilbereiche des Strategie Frameworks aufgreifen. Hierbei können branchenfremde Fallbeispiele einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn bewirken. Um die direkte Nutzung des Frameworks sicherzustellen, bedarf es im weiteren Forschungsverlauf zudem einer Weiterentwicklung hin zu einem Referenzmodell, welches auf der in der Wirtschaftsinformatik etablierten Referenzmodellforschung aufbaut.

Im Fokus der weiteren Forschungsaktivitäten steht zudem die Erweiterung des bestehenden Big Data-Strategie Frameworks um Aspekte einer Big Data Governance. Grundlagen hierzu finden sich bei (Soares 2012). Hiernach muss eine Big Data Governance klare Regeln und Richtlinien sowie Verantwortlichkeiten in Bezug auf Themenbereiche wie Datenmanagement, Optimierung von Datenstrukturen oder Sicherheitsaspekte bereitstellen.

5 Referenzen

- Alt R, Bernet B, Zerndt T (2009) Transformation von Banken: Praxis des In- und Outsourcings auf dem Weg zur Bank 2015. Business Engineering. Springer, Berlin, Heidelberg
- Bange C, Grosser T, Janoschek N (2015) Big Data Use Cases 2015: Getting real on data monetization. BARC Research Study. URL: <http://barc.de/docs/big-data-use-cases>. Abgerufen am 08.07.2015
- Bhimani A (2015) Exploring big data's strategic consequences. Journal of Information Technology 30(1):66–69

- Chen M, Mao S, Liu Y (2014) Big Data: A Survey. *Mobile Networks and Applications* 19(2):171–209
- BITKOM (2013) Management von Big-Data-Projekten: Leitfaden. URL: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Management-von-Big-Data-Projekten.html>. Abgerufen am 16.07.2014
- BITKOM (2014) Big-Data-Technologien - Wissen für Entscheider: Leitfaden. URL: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Big-Data-Technologien-Wissen-fuer-Entscheider.html>. Abgerufen am 22.06.2014
- Fosso Wamba S, Akter S, Edwards A, Chopin G, Gnanzou D (2015) How ‘Big Data’ can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics* 165:234–246
- Gluchowski P (2014) Empirische Ergebnisse zu Big Data. *HMD* 51(4):401–411
- Jin X, Wah BW, Cheng X, Wang Y (2015) Significance and challenges of big data research. *Big Data Research* 2(2):59–64
- King S (2014) Big Data: Potential und Barrieren der Nutzung im Unternehmenskontext. Univ., Diss.—Innsbruck, 2013. Springer VS, Wiesbaden
- Lake P, Drake R (2014) Information systems management in the big data era. *Advanced information and knowledge processing*. Springer, Cham, Heidelberg
- LaValle S, Lesser E, Shockley R, Hopkins MS, Kruschwitz N (2010) Big data, analytics and the path from insights to value. *MIT sloan management review* 52(2):21–32
- Markl V, Löser A, Hoeren T, Krcmar H, Hensen H, Schermann M, Gottlieb M, Buchmüller C, Uecker P, Bitter T (2013) Innovationspotentialanalyse für die neuen Technologien für das Verwalten und Analysieren von großen Datenmengen (Big Data Management). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin
- McAfee A, Brynjolfsson E (2012) Big Data: The Management Revolution. *Harvard Business Review* 90(10):60–68
- Müller-Stewens G, Lechner C (2005) *Strategisches Management: Wie strategische Initiativen zum Wandel führen*. 3. aktualisierte Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart
- Müller-Stewens G, Lechner C (2011) *Strategisches Management: Wie strategische Initiativen zum Wandel führen*, 4., überarb. Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart
- Schermann M, Hensen H, Buchmüller C, Bitter T, Krcmar H (2014) Big Data: Eine interdisziplinäre Chance für die Wirtschaftsinformatik. *WI* 56(5):281–287
- Soares S (2012) *Big data governance: An emerging imperative*, 1. printing. MC Press, Boise, Idaho
- van Geenen W, Dorschel W, Dorschel J (2015) Big Data in der Kreditwirtschaft. In: Dorschel J (Hrsg) *Praxishandbuch Big Data: Wirtschaft—Recht—Technik*. Springer Gabler, Wiesbaden
- Vossen G, Lechtenböcker J, Fekete D (2015) Big Data in kleinen und mittleren Unternehmen: Eine empirische Bestandsaufnahme. *Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik*, Münster

-
- Wielki J (2013) Implementation of the Big Data concept in organizations – possibilities, impediments and challenges. In: Ganzha M (Hrsg) Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)
- Williams S (2014) Big Data Strategy Approaches: Business-Driven or Discovery-Based? *BI* 19(4):9
- Woerner S, Wixom B (2015) Big Data: Extending the business strategy toolbox. *Journal of Information Technology* 30(1):60–62

Mobile First auch in Beratungsprozessen des Private Banking? Entwicklung und Validierung einer iPad-Applikation

Christian Ruf¹, Andrea Back¹ und Marc Burkhardt¹

¹ Universität St.Gallen, christian.ruf@unisg.ch, andrea.back@unisg.ch, marc.burkhardt@student.unisg.ch

Abstract

Finanzdienstleister büßten seit der Finanzkrise Kundenvertrauen ein. Als Folge davon betreten Finanztechnologie-Unternehmen den Markt und bewerben digitale Dienstleistungen als kostengünstige Alternative. Dieser Trend ist vermehrt im Private Banking, der Beratung von vermögenden Kunden zu beobachten. Um als Bank konkurrenzfähig zu bleiben, versprechen sich Praktiker und Wissenschaftler in der Anwendung von mobilen Applikationen neue Vorteile. Trotz dieser Potenziale stehen viele Banken im Digitalisierungsprozess noch am Anfang. Der vorliegende Artikel untersucht demnach, welche Design-Anforderungen (DA) für die Umsetzung einer orts- und zeitunabhängigen Beratung erfolgskritisch sind. Die iPad-Applikation, welche anhand bereits publizierten DA entwickelt wurde, deckt sich nach Einschätzung der Experten mit den Kundenbedürfnissen. Jedoch existieren für eine solche Applikation weitere Funktionen, deren Nützlichkeit es in zukünftigen Forschungsvorhaben zu evaluieren gilt. Solche Funktionen beziehen sich u.a. auf innovative Visualisierungstechniken von komplexen Finanzthemen.

1 Einleitung

Während der Finanzkrise im Jahre 2008 verspielten Finanzdienstleister und Banken substantielles Vertrauen in der Öffentlichkeit und bei ihren Kunden. Als Folge dieser negativen Assoziationen fanden diverse Unternehmensgründungen in der Finanztechnologie statt, welche die Geschäftsmodelle von traditionellen Finanzdienstleistern herausfordern (Brunner 2015). Dies betrifft vermehrt die Beratung von vermögenden Privatbankenkunden, oder das sogenannte Private Banking (Leonard 2015).

Zudem sind Finanzdienstleister auch mit einer Flut an neuen Regulierungen konfrontiert, welche großen Druck auf die Margen ausüben (Memminger 2014). Diese Gesetzgebungen erfordern, dass die Berater ihre Kunden besser über mögliche Risiken informieren und Gespräche umfassender dokumentieren. Um gegenüber neuen Fintech-Unternehmen konkurrenzfähig zu bleiben und diese regulatorischen Anforderungen besser umzusetzen, erhoffen sich Praktiker in der Digitalisierung von Beratungsprozesse, u.a. mit mobilen Applikationen, sowohl Mehrwerte für Kunden zu schaffen

als auch Effizienzsteigerungen zu realisieren (Memminger 2014; Brunner 2015). Trotz der anerkannten Relevanz, befinden sich Finanzdienstleistungsunternehmen in diesem Digitalisierungsprozess noch am Anfang. Während 75% der Privatbankenkunden mit einem investierbaren Kapital von mehr als 1 Million Euro solche digitalen Angebote fordern, erfüllen erst 25% der Finanzdienstleister diese Anforderungen (Beardsley et al. 2015). In dieser Arbeit soll untersucht werden, wie Finanzdienstleister in Beratungsprozessen mit solchen vermögenden Privatbankenkunden erfolgreiche mobile Applikationen anbieten können. Der Stand der heutigen Forschung erhob und evaluierte unterschiedliche Design-Anforderungen (DA) einer mobilen Applikation für die Beratung im Private Banking (bspw. Nussbaumer et al. (2012) oder Kilic et al. (2015)). Weiter wurden solche Anforderungen in Fokusgruppen und Experteninterviews anhand prototypischer Umsetzungen validiert (Ruf et al. 2015). Diese Studie baut auf dem Stand der Forschung auf und hat zum Ziel, anhand der erhobenen DA eine Instanziierung und Validierung mittels einer eigens entwickelten nativen iPad-Applikation auszuführen. Die Forschungsfrage lautet wie folgt:

Wie wird eine native iPad-Applikation zur Beratung von vermögenden Privatbankenkunden, welche anhand von bereits publizierten DA entwickelt wurde, gemäß Einschätzungen von Experten beurteilt?

Im nachfolgenden Kapitel werden die theoretischen Grundlagen erläutert. Die theoretische Kontribution der Arbeit liegt in der Konsolidierung von DA für die Gestaltung einer iPad-Applikation für einen spezifischen Teil des Beratungsprozesses. In Kapitel 3 werden der Forschungsansatz und die Methode näher vorgestellt. Als Teil eines gestaltungsorientierten Forschungsvorhabens wird in diesem Artikel die Instanziierung des Artefaktes, die Evaluation und die Kommunikation adressiert. Eine Zwischen- und Endevaluation mittels einer Fokusgruppe mit Experten und Projektleiter sollen darüber Aufschluss geben. Die Resultate dieser Evaluation sind in Kapitel 4 zusammengefasst, worauf eine Diskussion mit Limitationen und der Zusammenfassung folgen.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 (Mobiler) Beratungsprozess im Private Banking

Ein Beratungsprozess oder Vermögensberatungsprozess beinhaltet unterschiedliche Phasen (ISO 2011). Dabei wird zwischen dem Affluent-Kundensegment und dem Segment für High Net Worth Individuals (HNWI) unterschieden. Letzteres weist ein investierbares Vermögen von mindestens 1 Million Euro auf. In diesem Artikel liegt der Schwerpunkt auf dem HNWI-Kundensegment, weil dieses für traditionelle Finanzdienstleister eine große wirtschaftliche Bedeutung aufweist (Finews 2015). Trotz geringer IT-Affinität dieses Kundensegments wird seitens HNWI vermehrt erwartet, dass Banken digitale Dienstleistungen u.a. auch auf mobilen Geräten anbieten (Beardsley et al. 2015). Während bestehende Forschung sich mit dem Einsatz von mobilen Geräten wie Tablets in der ortsgebundenen Beratung beschäftigt (bspw. Nussbaumer et al. 2012 oder Kilic et al. 2015), konzentriert sich die vorliegende Arbeit auf Beratungsprozesse, welche orts- und zeitunabhängig stattfinden können. Die Beratung auf einem mobilen Gerät, wie bspw. auf einem Tablet, unterscheidet sich von der traditionellen ortsgebundenen Beratung nicht primär in der Abfolge der einzelnen Schritte. Vielmehr können Berater und HNWI neue Funktionen, wie bspw. die interaktive Visualisierung von Portfolioinformationen oder die Kommunikation mittels Chat, nutzen.

Weiter fokussiert sich der vorliegende Beitrag auf einen spezifischen Ausschnitt aus dem kompletten Beratungsprozess, dem Überwachen und Anpassen des Finanzplanes. In diesem Prozessschritt ist es für den HNWI essenziell, dass bei Marktturbulenzen der Berater erreichbar ist und zeitnahe Anpassungen am Portfolio vorgenommen werden können. Diese Reaktionsfähigkeit der Bank ist speziell für das HNWI-Segment von zentraler Bedeutung und stellt auch ein klares Differenzierungsmerkmal gegenüber Finanztechnologie-Unternehmen dar (Katzeff 2015).

2.2 Design-Anforderungen (DA) zur Erhöhung der Beratungsqualität, des Kundenvertrauens und der Transparenz

Gemäß aktuellen Studien befindet sich die Adoption oder die Nutzung von digitalen Angeboten, wie der einer iPad-Applikation, noch in den Anfängen. Traditionelle Kommunikationskanäle, wie bspw. Email oder das Telefon, werden seitens Kunden im Private Banking nach wie vor bevorzugt (Consileon 2015). Um die Nutzung zu beschleunigen, nehmen drei Konstrukte Einfluss auf die raschere Verbreitung von einer solchen Informationstechnologie. Es sind dies die Qualität der Dienstleistung, das Vertrauen und der damit verbundene Ausgleich von Informationsasymmetrien im Beratungsprozess (Zhou 2012; Nussbaumer et al. 2012). Zu jedem dieser drei Konstrukte seien nachfolgend DA aufgeführt, welche aus der bestehenden Literatur abgeleitet werden.

Als erstes sind für die Steigerung der Beratungsqualität **(DA1) hochwertige Informationen** aus Kundensicht entscheidend. Aufgrund unzähliger Informationen, welche im Internet angeboten werden, sind Kunden überfordert, diese systematisch zu verarbeiten. Umso wichtiger wird es für Kundenberater, dass über eine solche iPad-Applikation individualisierte und spezifisch für den Kunden aggregierte Informationen dargestellt werden (Alt and Puschmann 2012). Solche hochwertigen Informationen gilt es prominent in der Applikation, bspw. direkt in der Übersicht beim Einstieg dem Kunden anzuzeigen (Buhl et al. 2007; Möwes et al. 2011).

(DA2) Proaktive Empfehlungen stellen wichtige Funktionen einer iPad-Applikation dar (Möwes et al. 2011). Updates hinsichtlich des Kundenportfolios oder aktuellen Events müssen möglichst zeitnah kommuniziert werden. Eine mobile Applikation bietet hier große Potenziale, zeit- und ortsunabhängig den Kunden mit neusten Informationen zu versorgen. Demnach sollte die Applikation bspw. Push-Notifikationen unterstützen, damit der Kunde beim Eintreffen von neuen Nachrichten auf dem Laufenden bleibt. Auch die Benachrichtigung per Textnachricht könnte eine Option darstellen.

Weiter ist die **(DA3) einfache und intuitive Bedienung** eine wichtige Voraussetzung für die Qualität der Beratung (Korner and Zimmermann 2000; Dai and Salam 2010). In der Diskussion mit Forschenden und Praktiker steht diese DA auch oft in Zielkonflikt mit der Sicherheit der mobilen Applikation. Im optimalen Fall soll dieser Prozess einfach und gleichzeitig möglichst sicher gestaltet sein.

Für die Stärkung des Vertrauens sind aus Kundensicht **(DA4) Datenschutz und Privatsphäre** entscheidend. Die Literatur betont, dass für den Kunden nachvollziehbar sein sollte, welche Informationen über ihn gesammelt werden und wie diese seitens der Bank verwendet werden. Zudem sollte er zu jeder Zeit die Möglichkeit haben, diese Datensammlung und -auswertung in den Einstellungen anzupassen (Felfernig et al. 2006; Buhl et al. 2007). Demnach sollte der HNWI bspw. direkt beim erstmaligen Öffnen der Applikation auf diese Konfigurierbarkeit hingewiesen werden.

Als nächstes soll auch die **(DA5) soziale Präsenz und die Erreichbarkeit des Beraters** Vertrauen bilden. Für HNWI ist die langjährige Beziehung zum Berater erfolgskritisch (Korner and

Zimmermann 2000; Dai and Salam 2010). Folglich gilt es diese Beziehung auch auf einem mobilen Gerät abzubilden. Zentrales Element dabei ist, dass der Kundenberater gut erreichbar ist und auch persönliche Informationen zum Expertennetzwerk zur Verfügung gestellt werden (**DA6 Zugang zum Expertennetzwerk**). Dabei spielt es eine untergeordnete Rolle, welcher Kommunikationskanal, bspw. Chat oder Video-Chat, verwendet wird, sondern dass die Verfügbarkeit dieser Personen gewährleistet ist (Ruf et al. 2015). Damit der Berater und das Investment Advisory Team jedoch nicht überlastet sind, sollten Mitarbeiter der Bank ihre persönliche Verfügbarkeiten im Kalender eintragen. Für HNWI ist damit ersichtlich, ob ein Berater online und verfügbar ist. Trotz Abwesenheit des Beraters kann der HNWI aber jederzeit eine persönliche Nachricht hinterlassen und wird informiert, bspw. mittels Push-Notifikation, sobald der Berater seine Anfrage beantwortet.

Ziel	Design-Anforderung (DA)	Quelle
Qualität der Beratung	DA1: Hochwertige Informationen Informationen auf der Einstiegsseite müssen aus Kundensicht individuell aufbereitet und in aggregierter Form dargestellt werden.	Alt and Puschmann 2012; Buhl et al. 2007; Möwes et al. 2011
	DA2: Proaktive Empfehlungen Mit proaktiven Push-Nachrichten soll der Kunde informiert werden, wenn zeitkritische Empfehlungen des Beraters eintreffen.	Möwes et al. 2011
	DA3: Einfache und intuitive Bedienung Die Applikation soll sich durch eine einfache und intuitive Bedienung auszeichnen.	Korner and Zimmermann 2000
Stärkung des Vertrauens	DA4: Datenschutz und Privatsphäre Der Kunde soll jederzeit vollständige Kontrolle über seine Daten haben. Insbesondere soll vom Kunden konfiguriert werden können, welche Informationen mit der Bank geteilt werden.	Felfernig et al. 2006; Buhl et al. 2007
	DA5: Soziale Präsenz und Erreichbarkeit des Beraters Der Kunde soll den Berater mittels Direktnachricht jederzeit kontaktieren können. Sollte der Berater abwesend oder nicht erreichbar sein, sieht der Kunde den entsprechenden Status.	Korner and Zimmermann 2000
	DA6: Zugang zum Expertennetzwerk Für den Kunden steht ein Netzwerk an Experten zur Verfügung. Einerseits soll der Kunde Blogeinträge dieser Experten einsehen oder auch direkt mit diesen Personen in Kontakt treten können.	
Ausgleich von Informationsasymmetrien	DA7: Simulationen von Portfolioveränderungen Der Kunde soll die gleichen Informationen und Analysewerkzeuge haben wie der Berater. Damit sollen eigenständige Analysen durchgeführt werden.	Alt and Puschmann 2012; Nussbaumer et al. 2012
	DA8: Transparenz von Informationen Sämtliche Informationen und Empfehlungen des Beraters sollen in einer Historie von Direktnachrichten gespeichert werden. Damit soll der Kunde jederzeit nachvollziehen können, welche Empfehlungen des Beraterteams zu besserer Performance geführt haben.	Buhl et al. 2007; Alt and Puschmann 2012; Nussbaumer et al. 2012

Tabelle 1: Anforderungen an eine iPad-Applikation

Als **DA7 Simulation von Portfolioveränderungen** versteht die Literatur den Ansatz, dem Kunden die gleichen Werkzeuge und Informationen wie dem Kundenberater zur Verfügung zu stellen (Alt and Puschmann 2012; Nussbaumer et al. 2012). Dies umfasst im Besonderen die Simulation von Veränderungen aufgrund des Verkaufs oder Zukaufs von neuen Wertschriften oder Anpassungen aufgrund veränderter Risikofähigkeit oder Risikotoleranz. Solche Möglichkeiten zur selbstständigen Portfolioanalyse sollten dem Kunden zur Verfügung gestellt werden. Damit werden Informationsasymmetrien abgebaut und dem Kunden Transparenz geboten.

Mit der **DA8 Transparenz von Informationen** sollen die Empfehlungen des Berater-Teams sowie der Experten als Historie für den Kunden hinterlegt sein. Auf diese Weise lässt sich nachvollziehen, inwiefern diese Dienstleistungen zu besserer Performance geführt haben und welche Transaktionskosten und Gebühren angefallen sind (Buhl et al. 2007). Die Umsetzung dieser DA kann direkt über eine Chat-Historie erfolgen, welche sämtliche Interaktionen dokumentiert und archiviert.

3 Methode und Vorgehensweise

Diese Arbeit ist Teil eines Design-Science-Research-Projektes (Hevner et al. 2004). Dabei gilt es problemlösungsorientiert Artefakte und Theorien zu gestalten und diese zu validieren. Das Ziel ist nicht nur Bedürfnisse aus Sicht der Praxis zu befrieden, sondern auch einen Wissenszuwachs in der Theorie zu erreichen. Grundsätzlich wird in diesem Forschungsfeld zwischen unterschiedlichen Artefakt-Typen unterschieden. Konstrukte beziehen sich auf Worte oder Symbole, Modelle auf Abstraktionen und Repräsentationen, Methoden auf Algorithmen und Prozesse sowie Instanziierungen auf implementierte Systeme oder Prototypen (Gregor and Hevner 2013). Im vorliegenden Artikel wird der letzte Artefakt-Typ, eine Instanziierung, evaluiert.

	Position	Berufserfahrung	Organisation	Anzahl Mitarbeiter
Endevaluation	Bereichsleiter Privatkunden	17 Jahre	Privatbank	> 10'000
	Business Project Manager	10 Jahre	Privatbank	> 10'000
	Business Project Manager	2 Jahre	Privatbank	> 10'000
	Head of Private Banking	> 20 Jahre	Consulting	60
	Innovation Strategist	4 Jahre	Privatbank	> 10'000
	Managing Director	> 20 Jahre	Privatbank	> 10'000

Tabelle 2: Experten in der Endevaluation

Um frühzeitig Feedback von Experten einzuholen und um möglichst adäquat den Kundenbedürfnissen Rechnung zu tragen, wurden zwei Evaluationszyklen durchlaufen. Die Evaluation findet also ex-ante und ex-post statt (Pries-Heje et al. 2008). Die Zwischenevaluation umfasste einen Fokusgruppenworkshop mit vier Doktoranden, welche bereits mehrjährige Erfahrung in der Entwicklung von mobilen Applikationen, in interaktivem Design oder in der Finanzindustrie mitbringen. Ebenfalls wurden zwei Experteninterviews mit Praktikern durchgeführt. Solche Fokusgruppen liefern wertvolles Feedback aus den Diskussionen (Farinha and Silva 2013).

Die Endevaluation fand in einer Fokusgruppe mit insgesamt sechs Experten statt. Dieses Expertenteam beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit der Digitalisierung von Beratungsprozessen in der Finanzindustrie. Zudem sind die Personen in leitenden Positionen von solchen Digitalisierungsprojekten in ihren Unternehmen und bringen ein gutes Verständnis der Bedürfnisse der HNWI sowie der Berater mit. Um die native iPad-Applikation zu validieren, sammelten wir von den Experten in der Diskussion Feedback ein und versendeten im Anschluss einen Fragebogen. Der Fragebogen orientierte sich dabei an den Qualitätskriterien aus der Anforderungserhebung (IEEE 1998). Anhand dieser Kriterien überprüften wir, ob die native iPad-Applikation den Bedürfnissen der HNWI gerecht wird. Die Experten hatten die Wahl, auf einer 5-Punkte-Likert-Skala von „ich stimme voll und ganz zu“ bis „ich stimme überhaupt nicht zu“ den Prototyp zu validieren.

4 Prototyp und iPad-Applikation

Anhand der aus der Theorie abgeleiteten Ziele „Qualität der Beratung“, „Stärkung des Vertrauens“ und „Ausgleich von Informationsasymmetrien“ sowie den dazugehörigen DA wurde der Prototyp als iPad-Applikation umgesetzt. Wir wählten für die Umsetzung die Entwicklungsumgebung Xcode und die Programmiersprache Objective-C, weil im Forschungsprojekt das nötige Wissen und die Erfahrung vorhanden war. Dies stellt ein legitimes Kriterium für die Umsetzung eines Artefaktes dar (Venable et al. 2012). Grundsätzlich können anhand der DA auch Lösungen auf anderen (mobilen) Betriebssystemen oder auf einer HTML5-Umgebung realisiert werden.

4.1 Qualität der Beratung

Zur ersten **DA1 (hochwertige Informationen)** wurde die Einstiegsseite für den Kunden so gestaltet, dass der heutige Stand des Kundenportfolios in aggregierter Form dargestellt wird. Dabei wurden die unterschiedlichen Portfolios bzw. die Strategien aufgeführt mit dem aktuellen Nettovermögen, der Performance (zeitgewichtete Rendite) sowie Angaben zum „Health“ bzw. Gesundheitszustand mit einer Angabe von maximal 5 Sternen. Damit ist die Abweichung zu vordefinierten Strategien gemeint, bzw. inwieweit der heutige Stand die Risikofähigkeit und Risikotoleranz des Kunden reflektiert.

Sollte das Portfolio nicht mehr der Anlagestrategie entsprechen, wurde das Feature der **DA2 (proaktiven Empfehlungen)** implementiert. Mit einem Klick auf die jeweilige Portfoliostrategie erhält der Kunde wichtige Hinweise, wie er sein Portfolio wieder auf die Risikofähigkeit, Risikotoleranz und die erwartete Rendite anpassen kann. Beispiele dafür sind Währungsrisiken, die Allokation von gewissen Anlagen oder Klumpenrisiken. Ist der Kunde nicht eingeloggt, erhält er einen Hinweis per Push-Notifikation, die ihm einen Handlungsbedarf signalisiert. Die ersten zwei DA sind in Bild 1 grafisch illustriert.

Die **DA3 (einfache und intuitive Bedienung)** wurde im zweiten Kapitel als Anforderung für eine qualitativ hochwertige Beratung genannt. Bei der Gestaltung der Nutzeroberfläche wurde auf die iOS Human Interface Guidelines Rücksicht genommen (Apple 2015). Diese Empfehlungen beziehen sich unter anderem auf die intuitive Navigation innerhalb der Applikation mit unterschiedlichen „Tab Bars“ oder dem „Split View“, wie es in Bild 1 dargestellt ist.

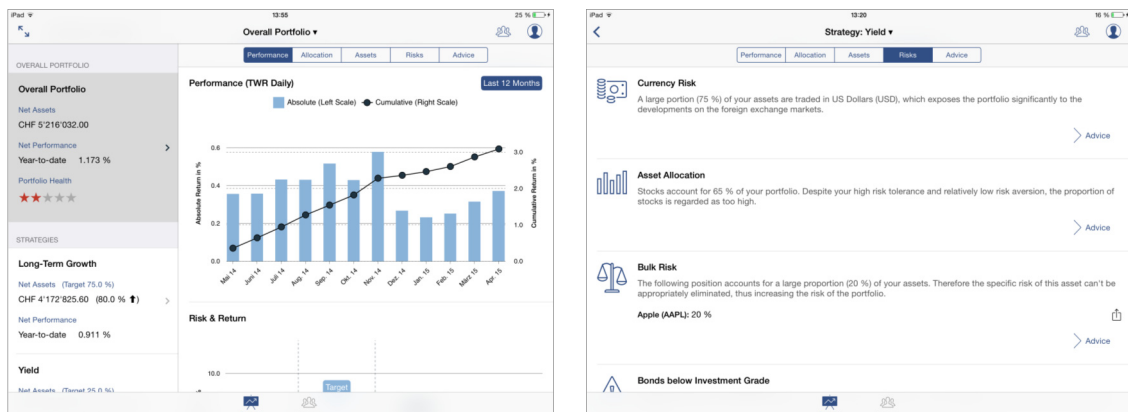


Bild 1: Design-Anforderungen (DA) der qualitativ hochwertigen Beratung

4.2 Stärkung des Vertrauens

Um das Vertrauen in die Applikation zu stärken und als Folge die Adoption aus Kundensicht zu beschleunigen, ist **DA4 (Datenschutz und Privatsphäre)** eine Anforderung. Dabei sind nicht nur das Authentifizierungsverfahren und die Verschlüsselung der übermittelten Inhalte wichtige Voraussetzungen, sondern auch die Transparenz hinsichtlich der Informationen, welche der Kunde mit der Bank und seinem Berater teilt. Diese Einstellungen soll der Kunde schnell und einfach einsehen und bei Bedarf anpassen können. In der Applikation haben wir prominent drei Konfigurationsmöglichkeiten angeboten. Es kann gewählt werden, ob Nutzungsdaten automatisch an das Support-Team übermittelt, sein persönliches Verhalten in der Applikation nachverfolgt und ob auf die Kontaktliste zugegriffen werden darf (Bild 2).

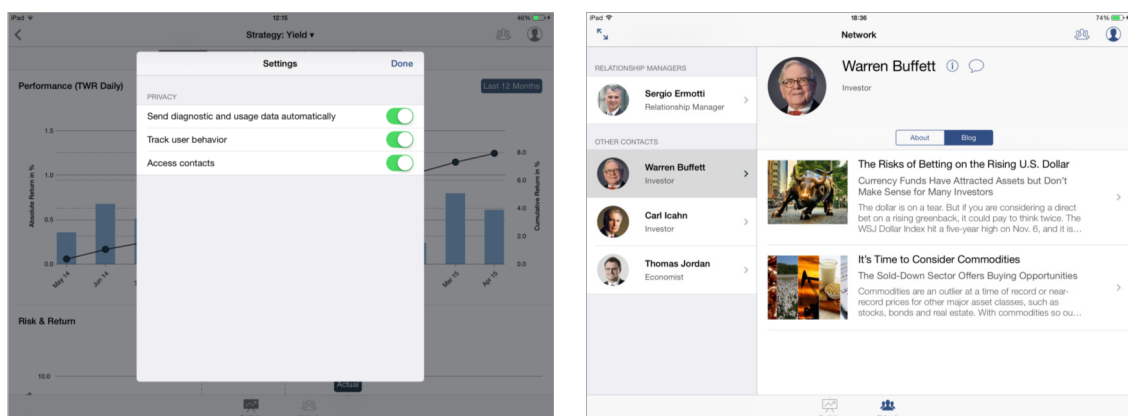


Bild 2: Design-Anforderungen (DA) der Stärkung des Vertrauens

Auch hinsichtlich **DA5 (soziale Präsenz und Erreichbarkeit des Beraterteams)** sowie **DA6 (Zugang zum Expertennetzwerk)** soll Bild 2 illustrieren, wie diese Anforderungen umgesetzt wurden. Im vorliegenden Beispiel hat der Kunde Zugriff zu seinem persönlichen Berater sowie drei Experten aus dem Investment Advisory Team. Zu allen Personen kann der Kunde weitere Informationen über deren neuste Blogbeiträge und Publikationen ansehen. Weiter hat der Kunde die Möglichkeit, mit diesen Personen per Direktnachricht in Kontakt zu treten. Ist der Online-Status

der Experten grün, kann diese Funktion auch als Chat genutzt werden. Mit seinem persönlichen Berater steht es dem Kunden zudem offen, auch physische Besprechungstermine direkt in der Applikation zu vereinbaren.

4.3 Ausgleich von Informationsasymmetrien

Der Herausforderung der asymmetrischen Informationen zwischen Berater und Kunden soll innerhalb der Applikation durch zwei Elemente begegnet werden. Als erstes Element zielt die Applikation darauf ab, dem Kunden die gleichen Werkzeuge zur Verfügung zu stellen (**DA7 Simulation von Portfolioveränderungen**), wie dies der Kundenberater heute hat. Damit kann der Kunde selbstständig ein Rebalancing seines Portfolios vornehmen oder unterschiedliche Auswirkungen von solchen Anpassungen im Portfolio auf die Risk-Return-Kennzahl evaluieren. Dies wurde so in Bild 3 veranschaulicht. Selbstverständlich steht es dem Kunden nach wie vor offen, den Berater zu kontaktieren, welcher diese Konfigurationen gemeinsam mit dem Kunden vornehmen kann. Bei solchen Gesprächen und Anpassungen am Portfolio ist es für den Kunden hinsichtlich Transparenz zentral, dass Gebühren, Transaktionskosten, der realisierte Gewinn bzw. Verlust klar ausgewiesen werden (**DA8 Transparenz von Informationen**). Diese Anforderungen wurden gemäß Bild 3 implementiert.

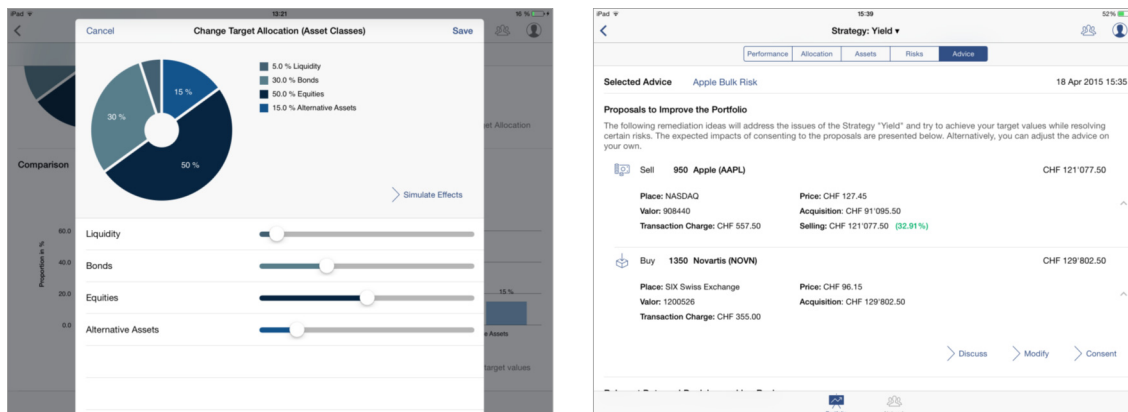


Bild 3: Design-Anforderungen (DA) des Ausgleichs von Informationsasymmetrien

5 Resultate

Im Rahmen der Endevaluation mit den sechs Experten wurde mittels einer offenen Diskussion allgemein Feedback zur iPad-Applikation eingefordert. Zudem wurde im Anschluss mit Hilfe eines Fragebogens (Tabelle 3) die Instanziierung der iPad-Applikation anhand der Qualitätskriterien validiert (IEEE 1998).

Grundsätzlich stimmten sämtliche Experten überein, dass die iPad-Applikation eine große Benutzerfreundlichkeit aufweist. Dies kommt auch im Fragebogen zum Ausdruck (eine Mehrheit der Teilnehmenden (4.2) stimmte zu, dass Einfachheit als Kriterium erfüllt ist).

Auch wenn die Experten der Meinung waren, dass das Artefakt die Anforderungen beinhaltet (3.8), war die Rückmeldung hinsichtlich Berücksichtigung der umfassenden Abdeckung von Kundenbedürfnissen (3.3) kritischer. Dies deutet darauf hin, dass weitere Features ergänzt werden könnten.

Weiter sind nicht nur die zentralen Funktionen in der Applikation vorhanden, sondern wird auch aus Prozesssicht die Beratung zwischen Berater und Kunde angemessen unterstützt (4.2).

Innerhalb der Evaluation durch die Experten waren die Konsistenz der DA und deren Umsetzung ein wichtiger Faktor, welche positiv beurteilt wurden (4.2). Dieser Transfer von den DA hin zu einer adäquaten Umsetzung in einem Artefakt ohne widersprüchliche Assoziationen scheint also geglückt. Dem einher geht auch die Rückmeldung hinsichtlich logischer Umsetzung der DA innerhalb der iPad-Applikation (4.5).

Als letztes bewerteten sämtliche Experten das Compliance-Kriterium positiv (3.8). Lediglich im länderübergreifenden Vermögensberatungsgeschäft müssten weitere Anforderungen berücksichtigt werden.

Die iPad-Applikation...	Evaluation*
<i>... ist einfach und kundenfreundlich.</i>	4.2 (ich stimme zu)
<i>... deckt die Kundenbedürfnisse umfassend ab.</i>	3.3 (ich stimme teilweise zu)
<i>... unterstützt aus Kundensicht den Beratungsprozess.</i>	4.2 (ich stimme zu)
<i>... ist konsistent.</i>	4.2 (ich stimme zu)
<i>... beinhaltet die zentralen Anforderungen aus Kundensicht.</i>	3.8 (ich stimme teilweise zu)
<i>... ist aus Compliance-Sicht umsetzbar.</i>	3.8 (ich stimme teilweise zu)
<i>... ist logisch.</i>	4.5 (ich stimme zu)

*Mittelwert auf einer Skala von 5= „ich stimme voll und ganz zu“, 4= „ich stimme zu“, 3= „ich stimme teilweise zu“, 2= „ich stimme nicht zu“, bis 1= „ich stimme überhaupt nicht zu“

Tabelle 3: Feedback zur iPad-Applikation in der Endevaluation

6 Diskussion und Limitationen

In sämtlichen Fragen nahmen die Experten eine positive Position ein. Im Speziellen wurden die Vorteile einer iPad-Applikation im Vergleich zu herkömmlichen Kommunikationsmitteln, wie bspw. Email, betont. Nichtsdestotrotz gibt es Verbesserungspotenziale, welche zukünftige Forschungsarbeiten und auch Praktiker bei der Gestaltung von solchen Informationssystemen berücksichtigen können.

Als ersten Punkt sei die Verfügbarkeit des Beraters angesprochen. Aus Kundensicht ergeben sich Vorteile, wenn jederzeit Direktnachrichten über mobile Geräte an den jeweiligen Berater versendet werden können. Aus Bankensicht steht dem ein Aufwand gegenüber. Kann der Berater unter diesen Voraussetzungen noch die gleiche Qualität in der Beratung mit der gleichen Anzahl an Kunden gewährleisten? Auch die Frage, ob der Kunde für diese höhere Verfügbarkeit zusätzlich bezahlen soll, wurde in der Fokusgruppe intensiv diskutiert. Ein eindeutiger Konsens wurde allerdings nicht gefunden. Klar wurde lediglich, dass dieses sehr sensible Thema vertieft analysiert werden muss.

In diesem Zusammenhang scheint die Akzeptanz des Beraters eine wichtige Rolle einzunehmen. Ein Zitat aus der Fokusgruppe soll dies verdeutlichen: „*Bei der Kommunikation sitzt der Berater am Machthebel*“. Folgendes Zitat zielt in die gleiche Richtung: „*Die Nutzungsbarrieren bei den Beratern müssen überwunden werden*“. Dieser Artikel ging primär auf DA aus Kundensicht ein. Es sei jedoch betont, dass der Erfolg einer solchen iPad-Applikation eng mit der Akzeptanz des Beraters verknüpft ist.

Hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit wurde in der Diskussion erwähnt, dass man sich vertieft mit der Darstellungsform von abstrakten Finanzthemen beschäftigen soll. Das Ziel ist es, in einer spielerischen Form den Kunden mit solchen Themen zu konfrontieren. Die Experten meinten denn auch, dass Emotionen im Vordergrund stehen sollen: „*Die Inhalte müssen emotionalisiert werden*“. Solche neuen Darstellungsformen auf mobilen Geräten werden aktuell auf Wearable-Plattformen, wie den Smartwatches, diskutiert. Diese könnten als Inspirationsquellen für die Weiterentwicklung von Banking-Applikationen im Allgemeinen dienen. Hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit wurde zudem diskutiert, dass gewisse Informationen je nach Kenntnisstand und Erfahrungsschatz den Kunden überfordern können. Dies spricht klar für anpassungsfähige Dashboards, welche je nach individuellen Präferenzen modifiziert werden können. Viele Banken bieten bereits heute die Möglichkeit, sich Startseiten in der Applikation selbstständig einzurichten.

Als weiteres Feature kam zum Vorschein, dass sich die Beratung des Kunden rund um sogenannte „Life Events“ drehen könnte. Je nach Situation, bspw. Hochzeit, Hauskauf, Nachfolgeplanung etc., könnten eigene Dossiers angelegt werden, anhand derer der Kunde mit Experten diskutieren und Anpassungen am Portfolio vornehmen könnte.

Als Limitation sei angefügt, dass auf eine Integration in eine bankinterne Systemlandschaft verzichtet wurde. Eine Integration hätte den Projektumfang vergrößert und die Komplexität der Evaluation gesteigert. Ein Experte führte dazu aus: „*Das größte Hindernis ist die Integration in den Architektur-Zoo der Banken*“.

Weiter wurden für die Evaluation Kundenberater und leitende Personen aus der Finanzbranche hinzugezogen, welche ein fundiertes Know-how und langjährige Erfahrung in Digitalisierungsprojekten vorweisen können. Diese Erfahrung zeichnet sich durch ein tiefgreifendes Verständnis der Kundenbedürfnisse aus. Nichtsdestotrotz hätte wohl eine Evaluierung mit einer größeren Stichprobe von Experten und mit HNWI die externe Validität der Resultate weiter gefestigt. Dies wäre für zukünftige Forschungsarbeiten auch insofern relevant, als dass HNWI oftmals nicht zu den technologischen Vorreitern gehören und sich durch hohe Affinität in digitalen Themen auszeichnen. Trotzdem bestätigen unterschiedliche Studien, dass genau solche Zielgruppen in Zukunft hohe Erwartungen an die Digitalisierung von Finanzdienstleistungen haben (Beardsley et al. 2015). Zudem sei an dieser Stelle erwähnt, dass Compliance-Vorgaben nicht als explizite DA untersucht wurden. In der Evaluation wurde diesem Kriterium jedoch Rechnung getragen. Die Experten stimmten teilweise zu, dass das Vorhaben auch aus dieser Optik umsetzbar ist. Zukünftige Arbeiten sollten diesem Kriterium zusätzliches Gewicht beimessen.

7 Zusammenfassung

Der vorliegende Artikel hatte zum Ziel, anhand der identifizierten DA eine prototypische iPad-Applikation zu entwickeln, welche einen orts- und zeitunabhängigen Beratungsprozess im Private Banking ermöglicht. Im Rahmen von zwei Evaluationszyklen mit Kundenberatern und Experten aus der Finanzindustrie wurde bestätigt, dass die Applikation den Kundenbedürfnissen gerecht

wird. Trotz der positiven Evaluation geben die Ergebnisse Anlass, weitere Forschungsprojekte zu initiieren. Die Experten betonten die Notwendigkeit, sich über neue Visualisierungsformen Gedanken zu machen. Applikationen auf Wearable-Geräten könnten als neue Inspirationsquellen dienen. Die Compliance der ortsunabhängigen länderübergreifenden Vermögensberatung ist ein Thema, welches lediglich in der Evaluation berücksichtigt wurde. Schließlich gilt es eine solche iPad-Applikation in die Systemlandschaft eines Finanzdienstleisters zu integrieren und mit echten Kundendaten anzureichern. Zukünftige Forschungsarbeiten sollen die Nützlichkeitsbeurteilung der Instanziierung zu diesen offenen Fragen weiterführen.

8 Literatur

- Alt R, Puschmann T (2012) The rise of customer-oriented banking - electronic markets are paving the way for change in the financial industry. *Electron Mark* 22:203–215. doi: 10.1007/s12525-012-0106-2
- Apple (2015) iOS Human Interface Guidelines. goo.gl/cTTtVM. Accessed 7 Sep 2015
- Beardsley B, Kessler D, Naumann M, et al (2015) Overcoming the Digital Dilemma in Wealth Management. In: BCG Perspect. goo.gl/7JJbAv. Accessed 4 May 2015
- Brunner S (2015) Digitalisierung: Banken stehen am Scheideweg. In: Credit Suisse. <http://goo.gl/Mddvfl>. Accessed 24 Feb 2015
- Buhl HU, Kaiser M, Winkler V (2007) Beratungsindividualisierung in der Finanzdienstleistungsbranche Umsetzungskonzepte und rechtliche Rahmenbedingungen. *Wirtschaftsinformatik* 49:26–33. doi: 10.1007/s11576-007-0005-x
- Consileon (2015) 30 unter 30 - Was junge Vermögende von ihrer Bank erwarten.
- Dai H, Salam AF (2010) An Integrative Framework of Service Convenience, Service Consumption Experience, and Relational Exchange in Electronic Mediated Environment (EME). In: ICIS 2010 Proceedings. Paper 185.
- Farinha C, Silva MM (2013) Requirements Elicitation With Focus Groups : Lessons Learnt. In: ECIS 2013 Completed Research.
- Felfernig A, Isak K, Kreutler G, et al (2006) Knowledge representations for the interactive selling of financial services. *Inf Syst E-bus Manag* 5:143–166. doi: 10.1007/s10257-006-0042-9
- Finews (2015) UBS: Wealth-Management-Bank für Europa. <http://goo.gl/DBwliZ>. Accessed 28 Feb 2015
- Gregor S, Hevner AR (2013) Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. *MIS Q.* 37:337–A6.
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design Science in Information Systems Research. *MIS Q* 28:75–105.
- IEEE (1998) IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. *IEEE Std 830-1998* 1–40.
- ISO (2011) ISO 22222:2005 - Personal Financial Planning. <http://goo.gl/P8qqXa>.

- Katzeff P (2015) Is Your Robo-Advisor Ready For A Market Crash? In: investors.com. <http://goo.gl/f17id9>. Accessed 24 Nov 2015
- Kilic M, Heinrich P, Schwabe G (2015) Coercing into Completeness in Financial Advisory Service Encounters. In: Proceedings of the 18th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing - CSCW '15. ACM Press, New York, New York, USA, New York, USA, pp 1324–1335
- Korner V, Zimmermann H-D (2000) Management of customer relationship in business media-the case of the financial industry. In: System Sciences, 2000. Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences. p 10 pp. vol.2
- Leonard S (2015) Will 2015 See The Death Of The Robo Advisors? In: TechCrunch. <http://goo.gl/JqnSnR>. Accessed 2 Mar 2015
- Memminger M (2014) Surviving the Valley of Death Wealth Management 2020. In: PwC Switz. <http://goo.gl/eSVYRa>. Accessed 28 Feb 2015
- Möwes T, Puschmann T, Alt R (2011) Service-based Integration of IT-Innovations in Customer-Bank-Interaction. In: Wirtschaftsinformatik Proceedings 2011. p Paper 102.
- Nussbaumer P, Matter I, Reto à Porta G, Schwabe G (2012) Designing for Cost Transparency in Investment Advisory Service Encounters. *Bus Inf Syst Eng* 4:347–361. doi: 10.1007/s12599-012-0237-1
- Pousttchi K, Schurig M (2004) Assessment of today's mobile banking applications from the view of customer requirements. *Syst. Sci.* 2004. Proc. 37th Annu. Hawaii Int. Conf. 10 pp.
- Pries-heje J, Baskerville R, Venable JR (2008) Strategies for Design Science Research Evaluation. In: ECIS 2008 Proceedings. p 87
- Ruf C, Back A, Bergmann R, Schlegel M (2015) Elicitation of requirements for the design of mobile financial advisory services – instantiation and validation of the requirement data model with a multi-method approach. In: 48th Hawaii International Conference on System Sciences (Kauai, Hawaii).
- Venable J, Pries-Heje J, Baskerville RL (2012) A Comprehensive Framework for Evaluation in Design Science Research. *Proc 7th Des Sci Res Inf Syst Technol* 7286:423–438. doi: 10.1007/978-3-642-29863-9_31
- Zhou T (2012) Understanding users' initial trust in mobile banking: An elaboration likelihood perspective. *Comput Human Behav* 28:1518–1525. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.03.021>

Auswirkungen der Digitalisierung auf die Geschäftsmodelle der Finanzindustrie – Eine strukturierte Literaturanalyse auf der Grundlage des Business Model Canvas

Julian Schmidt¹ und Paul Drews²

¹ Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, 2schmidt@informatik.uni-hamburg.de

² Leuphana Universität Lüneburg, Institut für elektronische Geschäftsprozesse,
paul.drews@leuphana.de

Abstract

Unternehmen der Finanzindustrie setzen sich derzeit intensiv damit auseinander, welche Konsequenzen sich aus der fortschreitenden Digitalisierung für sie ergeben. In der Praxis und in der Wissenschaft werden verschiedene Sichten auf diese Herausforderung entwickelt, die bisher jedoch zu wenig integriert sind. In diesem Artikel wird eine Literaturrecherche zu wissenschaftlicher und praxisorientierter Literatur zum Thema Digitalisierung vorgestellt. Der Business Model Canvas (BMC) wird verwendet, um die Einflussfaktoren und Auswirkungen der Digitalisierung auf Unternehmen der Finanzindustrie zu strukturieren. Dabei konnte herausgestellt werden, dass die Digitalisierung sämtliche Geschäftsmodellkomponenten beeinflusst. Darüber hinaus wurde deutlich, dass der Digitalisierung von Geschäftsprozessen auch zukünftig eine Schlüsselfunktion zukommt. Dieser Kernbereich ist im Sinne der Ambidextrie sowohl effizienter zu gestalten als auch durch Innovationen an den Schnittstellen zu Kunden und Partnern weiterzuentwickeln.

1 Einleitung

Der Begriff Digitalisierung wird von den Medien, den Unternehmen und der Forschung verwendet, um einen derzeit in vielen Unternehmen ablaufenden Veränderungsprozess zu beschreiben. Die mit diesem Begriff verbundenen Änderungen sind jedoch je nach Branche und Unternehmen sehr unterschiedlicher Natur. In der Literatur wurde die Digitalisierung der Finanzindustrie bisher überwiegend anhand von Teilfragestellungen analysiert. So existieren beispielsweise Arbeiten, die die Geschäftsprozesse im Bereich der Multi- und Omnikanäle analysieren (Pavlovski 2013). Andere Veröffentlichungen untersuchen die Auswirkungen einzelner Technologien aus den Bereichen Social, Mobile, Analytics, Cloud und Internet of Things, die unter dem Begriff SMACIT zusammengefasst werden (Ross et al. 2015). Eine strukturierte Untersuchung der Auswirkungen der Digitalisierung von der strategischen Geschäftsprozessarchitektur über die fachlichen bis zur Ebene einzelner Geschäftsprozesse ist bisher nicht durchgeführt worden.

Dieser Artikel ist wie folgt gegliedert: Zunächst wird eine Einordnung des Trends Digitalisierung vorgenommen und der Trend wird in seinen Grundzügen beschrieben. Anschließend wird das Vorgehen zur Durchführung einer systematischen Recherche zu wissenschaftlicher und praxisorientierter Literatur zum Thema beschrieben. Die identifizierte Literatur wurde zur strukturierten Betrachtung den neun Komponenten des Business Model Canvas zugeordnet. In Abschnitt vier wird die Auswertung unterschiedlicher Definitionen des Trends Digitalisierung beschrieben. In Abschnitt fünf werden die Auswirkungen anhand des BMC detailliert beschrieben.

2 Historie und Fokus der Digitalisierung

Mit dem Begriff der Digitalisierung werden heute fundamentale Veränderungen in fast allen Industriezweigen beschrieben (Veit et al. 2014). Bahnbrechende Neuerungen in den Geschäftsmodellen der Unternehmen, neue Technologien, flexible und vergleichbare Produkte sowie Social Media stehen in der Literatur oftmals als Synonym für dieses neue Zeitalter. Insbesondere die Beschleunigung des Technologiewandels und der starke Wettbewerb haben die Unternehmen in den letzten Jahren unter Druck gesetzt (Osterwalder et al. 2010).




	Handwerkskunst der IT	IT Industrialisierung	Digitalisierung
			
Fokus	Technologie	Prozesse	Geschäftsmodelle
Fähigkeiten	Programmierung Systems Management	IT Management Service Management	Digital Leadership
Engagement	Isoliert, Getrennte Betrachtung von intern und extern	Betrachtung von Mitar- beitern als Kunden, keine Einbindung externer Kunden	Betrachtung von Mitarbeitern als Partner, Einbindung externer Kunden
Output	Automatisierung und Innovation wieder- kehrender Aufgaben	Services und Lösungen, Effizienz und Effektivität	Digitale Geschäftsinnovationen, neue Arten von „Werten“

Tabelle 1: Zeitalter und deren Eigenschaften bis zu Digitalisierung (Gartner 2014a)

Dieser Druck der stetigen Veränderungen wird von CIOs und der IT-Organisation als hohes Risiko und als Möglichkeit für neue Geschäftsfelder gesehen (Gartner 2015). Hierfür müssen Unternehmen insbesondere eine ausgewogene Balance aus Risikoaversion, Effizienz und Effektivität etablieren. Trotz dieser hohen Relevanz für Unternehmen ist der Themenbereich der Digitalisierung in der Wirtschaftsinformatik in der Literatur sehr facettenreich und unterschiedlich beschrieben. Dabei ist die Digitalisierung aus den bereits etablierten Themenbereichen „Handwerkskunst der IT“ und „Industrialisierung“ hervorgegangen beziehungsweise stellt die neuste Weiterentwicklung dar, wie in Tabelle 1 dargestellt. Die Handwerkskunst der IT konzentrierte sich auf die Technologie und ist auch unter dem Begriff der Automatisierung bekannt (Gartner 2014a). In dieser Stufe wurden technologische Optimierungen isoliert voneinander durchgeführt und eine strikte Trennung zwischen dem Unternehmen und der Außenwelt realisiert. Die nächste Stufe war die Industrialisierung der IT. In dieser Stufe wurde der Fokus auf Prozesse gelegt und die IT als

Management-Disziplin begriffen. Seit Jahren versucht das Management, die Relevanz kundenbezogener Tätigkeiten hervorzuheben (Sokolovsky und Löschenkohl 2005).

Als Erfolgsfaktoren der IT-Industrialisierung nennen Sokolovsky und Löschenkohl (2005) insbesondere die Konzentration auf die Kernkompetenzen, die Schnelligkeit, Agilität und Flexibilität sowie das Aufbrechen und die Optimierung der Wertschöpfungskette. Die Industrialisierung der IT verbesserte die Prozesse und Services, etablierte Standards und das Business IT Alignment dadurch, dass die Mitarbeiter als interne Kunden betrachtet wurden (Gartner 2014a). Die heutige Digitalisierung nimmt die Geschäftsmodelle in den Blick und fordert eine hochgradig integrierte Innovationsfähigkeit in der Prozessoptimierung sowie der Nutzung digitaler Technologien (Gartner 2014a). Eine strukturierte Herangehensweise an diese Herausforderung ist die einzige Möglichkeit für Unternehmen, die Themenvielfalt und die bisher verborgenen Zusammenhänge der Aufgabenfelder zu meistern. Zu diesem Zweck wird die nachfolgende Literaturrecherche den Themenbereich Digitalisierung aus verschiedenen Perspektiven analysieren und diese Perspektiven zu einem Gesamtbild der Digitalisierung zusammenfügen.

3 Vorgehen der Literaturrecherche

Im Rahmen einer systematischen Literaturrecherche wurden die drei Phasen Literatursuche, Literaturbeschaffung und Literaturverwertung durchlaufen (Okoli und Schabram 2010). Diese Phasen sind in Abbildung 1 in entsprechender Reihenfolge aufgeführt. In der ersten Phase, der Literatursuche, wurde eine unsystematische Suche zum Begriff Digitalisierung unter Nutzung verschiedener elektronischer Literaturdatenbanken durchgeführt. Im Ergebnis führte die unsystematische Suche zu einem Überblick über die Definitionen, Themenbereiche und Anwendungsbeispiele der Digitalisierung. Auf dieser Basis wurde eine Suchwortliste erstellt, um nachfolgend eine systematische Literaturrecherche durchzuführen (Okoli und Schabram 2010). Hierfür wurde Suchwortliste erstellt. Oberbegriffe für die Digitalisierung konnten nicht aufgedeckt werden, sodass für die strukturierte Literaturrecherche auf diese verzichtet wurde. Verwandte Begriffe der Digitalisierung sind die englischsprachigen Pendanten „digital transformation“, „digital revolution“, „digitalisation“ und „digitalization“. Die systematische Literaturrecherche nach vom Brocke et al. (2009) wurde mit englischen und deutschen Begriffen durchgeführt. Zusätzlich zur Suchwortliste wurde festgelegt, welche Datenbanken, Journalen und Konferenzen für die Suche verwendet werden sollten. Zunächst wurden fünf elektronische Datenbanken aus dem Bereich der Wirtschaftsinformatik durchsucht, die anhand ihres Bestands an Literatur sowie der Qualität der Literatur ausgewählt wurden (Knackstedt and Winkelmann 2006). Zusätzlich wurden die acht Journale des Basket of Eight der AIS, fünf internationale Konferenzen sowie Google Scholar in die Literatursuche einbezogen. Die Datenbanken, Journale und Konferenzen wurden im Rahmen der Literatursuche anhand der Begriffe aus der Suchwortliste durchsucht. Die Vorauswahl der Literatur wurde anhand des Titels, des Abstracts sowie der Schlüsselwörter der Quellen getroffen, um die Anzahl der Treffer auf solche zu reduzieren, die im direkten Zusammenhang zum Themenbereich Digitalisierung stehen. Ziel war es, praxisnahe Literatur und wissenschaftliche Literatur zu identifizieren, um die Sichtweise von Unternehmen auf die Digitalisierung einzubeziehen.

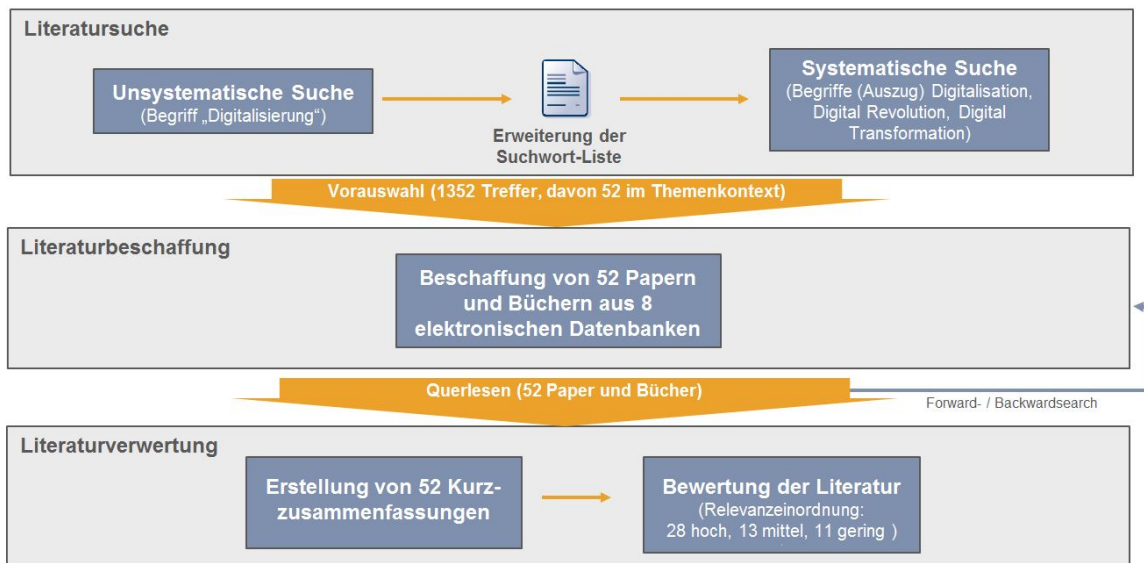


Abbildung 1: Vorgehen Literaturrecherche (vgl. Okoli and Schabram (2010))

Im Ergebnis wurden 52 Quellen zum Themenbereich der Digitalisierung ohne Branchenbezug vorausgewählt und beschafft. Im Rahmen der Literaturverwertung wurden Exzerpte (Rüdiger 1997) zur Definition und den Themenfelder der Digitalisierung erstellt. Zusätzlich wurde die vorausgewählte Literatur nach den Begriffen „Bank“ und „Versicherung“ sowie deren englischen Pendanten durchsucht. Anhand der Exzerpte und der Ergebnisse der Prüfung des Bezugs zur Finanzindustrie wurde die Relevanz der Quellen bewertet. 28 der 52 Literaturergebnisse wurden als sehr relevant eingestuft. Die inhaltliche Systematisierung der Literaturergebnisse wurde durch die Nutzung einer Mind Map (Rüdiger 1997) erreicht.

4 Definition des Begriffs Digitalisierung

Auf Grund der häufigen Nennung des Begriffs Digitalisierung war vor der Literaturrecherche davon auszugehen, dass eine Vielfalt von Definitionen für die Digitalisierung verwendet wird. Die Auswertung der Suchergebnisse zeigte jedoch, dass lediglich vier der 52 Quellen eine Definition aufgeführt haben. Dagegen enthielten alle Quellen Themen, die der Digitalisierung zugerechnet werden können. Dies spricht insbesondere dafür, dass es sich noch um ein junges Themengebiet handelt, zu dem bisher weder in der Forschung der Wirtschaftsinformatik noch in der Praxis eine klare Begriffsbildung stattgefunden hat.

Jahn und Pfeiffer (2014) stützen diese Vermutung und stellen heraus, dass die Digitalisierung mehr als die Nutzung sozialer Medien wie Facebook, Twitter, Youtube, Pinterest oder Instagram darstellt. In Keuper et al. (2013) wird die Digitalisierung als Hype beschrieben, für den sich bisher noch kein einheitliches Verständnis durchgesetzt hat. Weiterhin wird dem Vorurteil widersprochen, dass die Digitalisierung nur die Übertragung von analogen Informationen in ein digitales Medium umfasst. In Ihrer Studie „Digital Readiness“ definieren Jahn und Pfeiffer (2014) drei Schwerpunkte für die Digitalisierung in Unternehmen die strategische (Neu-)Ausrichtung des Geschäftsmodells, die konsequente Nutzung neuer Wachstumschancen sowie die Notwendigkeit des kulturellen Wandels.

Diese drei Bereiche zeigen deutlich, dass die Digitalisierung eine Aufgabe für das Top-Management darstellt. Ohne eine Führungsebene, die den Weg für eine Digitalisierungsstrategie

bereitet, können diese Schwerpunkte in Unternehmen nicht operativ umgesetzt werden. Die Operationalisierung kann nur vollzogen werden, wenn die Digitalisierung in Unternehmen nicht nur als Marketinginstrument verstanden wird, sondern insbesondere die Einbindung der Kunden nachhaltig erhöht wird (Jahn und Pfeiffer 2014). Keuper et al. (2013) erweitern diese Sicht, indem sie nicht nur vom Kunden, sondern vom übergreifenden Begriff Mensch sprechen. Damit wird in dieser Quelle die Digitalisierung aus Sicht der Menschen mit den Begriffen Vernetzung, Omnipräsenz und der Always-On Kultur beschrieben (ebd.). Die damit einhergehende Schnelllebigkeit in der digitalen Welt nutzen vor allem Start-ups, um mit ihrer hohen Agilität in den Wettbewerb mit etablierten Unternehmen treten zu können (Jahn und Pfeiffer 2014). Die Digitalisierung ist in diesem Zusammenhang nicht als eigenständig, sondern überlappend zu einer Vielzahl weiterer aufstrebender Strategien, wie Multikanalintegration, eCommerce oder Mobile zu betrachten (Gartner 2014a).

KPMG (2014) beschreibt, dass die Wertschöpfung in der Digitalisierung durch das Zusammenspiel neuer Technologien und Herangehensweisen wie sozialen Medien, Analytics, Cloud, Mobile und Gamification entsteht. Damit beschreibt KPMG (2014) die Digitalisierung wie auch (Gartner 2014a) und Jahn und Pfeiffer (2014) als eine strategische Komponente, die einen starken Einfluss auf Geschäftsmodelle besitzt. Im Gegensatz zur Definition der Digitalisierung wird in den meisten Quellen der starke Einfluss auf das Geschäftsmodell als das Kernelement der Digitalisierung beschrieben. In Brenner et al. (2014) werden beispielsweise als Themenschwerpunkte in der Digitalisierung Geschäftsmodelle und Daten angesehen. Dies begründen Koye and Auge-Dickhut (2014) damit, dass Unternehmen bisher in alten Denk- und Geschäftsmodellmustern verharren und dadurch heute umfangreiche Adaptionsprozesse notwendig sind. Insbesondere aus diesem Grund müssen die Unternehmen neben der Industrialisierung des heutigen Geschäftsmodells zeitgleich die strategische und strukturelle Umsetzung der Digitalisierung bewältigen. Daher stehen fast alle traditionellen Geschäftsmodelle vor der Herausforderung auf die steigende Digitalisierung des Marktes zu reagieren und die eigenen Geschäftsmodelle entsprechend anzupassen (Cziesla 2014).

In der Literatur werden auch konkrete Vorschläge zur Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen wie die Incentivierung durch Erfolgsbeteiligung unterbreitet (Carl und Enzweiler 2014). Die Möglichkeit zur Weiterentwicklung der Geschäftsmodelle ist jedoch nach Jahn and Pfeiffer (2014) die höchste von drei Stufen, die im Rahmen der Digitalisierung erreicht werden kann. Auf der Stufe eins wird die Digitalisierung durch das Management lediglich als Kommunikationskanal betrachtet (ebd.). Auf der Stufe zwei trägt die Digitalisierung auch zum Return on Investment bei (ebd.). Erst auf der dritten Stufe wird die Digitalisierung wirklich als Treiber neuer Geschäftsmodelle verstanden (ebd.). Diese Denkweise führt dazu, dass die Innovations-, Wachstums-, und Wettbewerbsfähigkeiten zielführend in die Digitalisierung des Geschäftsmodells einfließen können. Für eine tiefergehende Analyse der Digitalisierung wird im Folgenden der BMC als Ordnungsrahmen verwendet, um die Themenfelder der Digitalisierung einzuordnen.

5 Auswirkungen der Digitalisierung auf Geschäftsmodelle in der Finanzindustrie

5.1 Der Business Model Canvas als Analyserahmen für Veränderungen von Geschäftsmodellen

In der Literatur besteht bisher kein einheitliches Verständnis zum Thema Geschäftsmodelle (Rusnjak 2014). Dennoch wird für einen ganzheitlichen Überblick über die Kernelemente eines Geschäftsmodells häufig der Business Model Canvas (BMC) zitiert und als sinnvolle Möglichkeit zur Strukturierung von Literaturrecherchen aufgefasst (Buur und Mitchell 2011; Böhmann et al. 2013). Ein Geschäftsmodell umfasst nach Osterwalder et al. (2010) den Nutzen eines Unternehmens für Kundensegmente, die Architektur und Partner zur Erstellung, Vermarktung und Auslieferung dieses Nutzens unter Berücksichtigung der notwendigen Ressourcen. Der BMC stellt in diesem Zusammenhang ein Werkzeug zur Beschreibung, Analyse und Entwurf von Geschäftsmodellen zur Verfügung (Osterwalder et al. 2010). Damit ist der BMC geeignet, um eine initiale strukturierte Analyse der Themenfelder der Digitalisierung in Bezug auf die Einflüsse und Auswirkungen auf das Geschäftsmodell durchzuführen.

5.2 Einbettung der Literaturergebnisse in den Business Model Canvas

Die innerhalb der Literaturrecherche ausgewählte Literatur mit einer hohen Relevanz für die Beschreibung eines oder mehrerer Themenfelder der Digitalisierung wurden in den BMC eingeordnet. Abbildung 2 zeigt die Einordnung der wichtigsten Quellen zu den Bereichen der BMC. Die in Abbildung 2 aufgeführten Aussagen sind nachfolgend inhaltlich dargestellt

Schlüsselpartnerschaften: Die Schlüsselpartnerschaften werden erheblich von der Digitalisierung beeinflusst. IBM (2014) spricht von einer Neuerfindung der Beziehungen zwischen Unternehmen. Auch Cziesla (2014) bekräftigt dieses Statement und betont, dass diese Neuerfindung insbesondere durch digitale Technologien ermöglicht wird, die es erlauben, über ein länderübergreifendes Netzwerk mit potenziellen Partnerunternehmen in Kontakt zu treten. In der Finanzindustrie werden integrierte Venture-Einheiten und sogenannte Innovationslabore gegründet, um solche potenziellen Partnerschaften zu prüfen Cziesla (2014).

Schlüsselaktivitäten: Innerhalb der Schlüsselaktivitäten steht die Unterstützung des Nutzers digitaler Kanäle durch die Weiterentwicklung von Strukturen und Geschäftsprozessen im Vordergrund (Brenner et al. 2014). Dabei stehen Unternehmen vor der Herausforderung, die bestehenden Geschäftsprozesse und Strukturen weiter zu industrialisieren und parallel innovative Neuerungen der Digitalisierung zu integrieren (Koye und Auge-Dickhut 2014). Aus diesem Grund ist das bereits aus der Industrialisierung bekannte Themenfeld der Optimierung der Wertschöpfungskette weiterhin relevant. Besonderes Augenmerk gilt dabei den Geschäftsprozessvarianten (Gaskin et al. 2012). Geschäftsprozesse mit fester sequentieller Abfolge von Aktivitäten und hoher Variation in der Komposition einzelner Aktivitäten stehen dabei unter stärkerem Einfluss der Digitalisierung als andere Geschäftsprozessvarianten (ebd.).

Schlüsselressourcen: Die Schlüsselressourcen sind eine der Komponenten des BMC, die am stärksten von der Digitalisierung betroffen sind. In 90 Prozent der ausgewerteten Literatur werden Themen beschrieben, die diesem Bereich zuzuordnen sind. Eine Schlüsselressource ist die Organisationskultur. Unternehmen müssen ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter als wertvollstes Gut begreifen (KPMG 2014). Nur Unternehmen mit einer hohen Innovationsaffinität, insbesondere

im Bereich Technologie (Scott 2007), können die Digitalisierung aktiv mitgestalten. Daher müssen in den IT-Bereichen die Kompetenzen für die digitalen Themenfelder aufgebaut werden (Gartner 2014b). Unternehmen, die ein hohes Alter aufweisen, tendieren in diesem Zusammenhang eher zu einer schwachen Innovationsfähigkeit im Bereich der digitalen Technologie (Scott 2007).

<p>Schlüsselpartnerschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Neuerfindung von B2B-Beziehungen ▪ Nutzung digitaler Technologien, die ein länderübergreifendes Netzwerk mit potentiellen Partnerunternehmen bieten ▪ Etablieren von Venture-Einheiten und Innovations-laboren 	<p>Schlüssellaktivitäten</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Weiterentwicklung von Strukturen und Geschäftsprozessen (Industrialisierung und Innovation) ▪ Betrachtung unterschiedlicher Geschäftsprozessvarianten und deren notwendiger Veränderung 	<p>Wertangebote</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Produktendifferenzierung durch sich schnell ändernde Kundenanforderungen ▪ Verhaltensorientierung von Produkten ▪ Innovative Produkte ▪ Verschiebung des Marktverhältnisses von einem verkäufer- zu einem käuferorientierten Markt 	<p>Schlüsselressourcen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mitarbeiter müssen als wertvollstes Gut begriffen werde ▪ Aufbau und Förderung einer Innovationskultur ▪ Durchsetzen schneller und flexibler Entscheidungsprozesse ▪ Wohldefinierte, standardisierte und wiederverwendbare Architekturbausteine ▪ Integrationsfähigkeit der eingesetzten digitalen Technologie untereinander 	<p>Kundenbeziehungen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wandel von vorsehbaren Kundenwünschen zu sich stetig ändernden Erwartungen ▪ Nutzung von Big Daten und Analytics zur Erstellung von Kundenprofilen ▪ Sicherstellung von herausragendem Service (insbesondere bei Outsourcing) 	<p>Kanäle</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausbau des Omnichannel-Ansatzes ▪ Verbesserung der Kommunikations- und Kollaborationsmöglichkeiten ▪ Verschiebung der Kundenschnittstelle in vielen Fällen zur ortsunabhängigen und unpersönlichen Kommunikation 	<p>Kundensegmente</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Feingranulare Betrachtung und Priorisierung von Kundensegmenten ▪ Aufstrebende Kernsegmente „Economy“ und „Premium“ ▪ Übergreifende Bewertungssysteme und –portale etablieren eine stärkere Transparenz gegenüber Online-Angeboten, Beratern und Maklern 	<p>Erlösströme</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einnahmequellen werden in der Digitalisierung im Zusammenhang mit Produkten und Kundensegmenten diskutiert, eine explizite Betrachtung der Einnahmequellen ist im Rahmen der Literaturrecherche nicht deutlich geworden
<p>Kostenstruktur</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzierung von Produktionskosten ▪ Ökonomische Nutzung von Ressourcen, insbesondere durch ein ausgeprägtes Nachhaltigkeitsmanagement 							

Abbildung 2: Themenfelder der Digitalisierung in der Business Model Canvas

Aus diesem Grund müssen vor allem diese Unternehmen eine Transformation der Denkweise vollziehen, um mit den sich schnell ändernden Herausforderungen der Digitalisierung Schritt halten zu können. Organisationshierarchien sollten durch Dezentralisierung reduziert werden, um durch kurze Entscheidungsprozesse schneller agieren zu können (Lasi et al. 2014).

Neben der Organisation muss auch die Architektur der Unternehmen wohldefiniert und standardisiert sein sowie auf einer wiederverwendbaren Technologie basieren (Scott 2007). In diesem Themenfeld sind insbesondere ereignisbasierte Architekturen aufstrebend, weil diese ein hohes Maß an Flexibilität besitzen (Wang et al. 2013). Die eingesetzte digitale Technologie muss zudem aufeinander abgestimmt (Andriole 2012) sein. Digitale und physische Technologien müssen integriert betrieben werden (Berman 2012). Beispiele solcher digitaler Technologien der letzten zwei bis fünf Jahre sind In-Memory-Datenbanken, 3D-Druck, biometrische Authentifizierung und Sprachsteuerung (Bojanova 2014). Die Vielfalt eingesetzter digitaler Technologien führte und führt weiterhin zu einem täglich steigenden Informationsaufkommen, welches in allen drei Bereichen, der Sammlung, dem Umgang und der Verarbeitung (Keuper et al. 2013) optimiert werden muss (Sola et al. 2015).

Wertangebote: Die Digitalisierung verändert auch die Wertangebote von Geschäftsmodellen. Der erste Bereich ist die Produktdifferenzierung. Die Produktdifferenzierung ist eine Folge der dynamischeren Kundenbedürfnisse entsprechend angepasste Produkte zu erfordern (Jahn und Pfeiffer 2014). Eine weitere Form der Produktdifferenzierung sind nach Ambacher et al. (2014) verhaltensorientierte Produkte, die beispielsweise in Echtzeit an das Surfverhalten und Konsumverhalten (Koye und Auge-Dickhut 2014) des individuellen Kunden angepasst werden. Damit verschiebt sich das Marktverhältnis von einem verkäufer- in einen käuferorientierten Markt, in dem die Käufer die Bedingung für den jeweiligen Handel definieren (Lasi et al. 2014).

Kundenbeziehungen: Die Kundenbeziehungen unterliegen im Rahmen der Digitalisierung grundlegenden Veränderungen. Die Kundenwünsche stehen im Wandel von statischen und vorhersehbaren zu sich an den Markt und Wettbewerb anpassenden Erwartungen (Jahn und Pfeiffer 2014). Dieses veränderte Nutzungsverhalten der Medien fordert Unternehmen immer häufiger heraus, allerdings reagieren viele Unternehmen anstatt aktiv zu agieren (Lembke und Honal 2015). Unternehmen sind dazu aufgefordert den Fokus auf die entscheidenden Kundeninteraktionen zu legen (Berman 2012; Bain & Company 2014a). Themen wie Big Data und Analytics stellen dabei die wichtigen Werkzeuge zur Verfügung (IBM 2014), um exakte Nutzerprofile und Konsumverhalten für die Erstellung passgenauer Finanzprodukte bereitzustellen (Koye und Auge-Dickhut 2014). Ein Problem stellt insbesondere das Outsourcing von internetnahen Dienstleistungen dar, welches zu Zeit- und Qualitätsverlusten bei der Interaktion mit den Kunden führt (Lembke und Honal 2015). Die Kundenbindung kann nach Bain & Company (2014b) in der Finanzindustrie nur noch durch innovative Produkte und einen herausragenden Service etabliert werden.

Kanäle: Im Bereich der Kanäle stehen die Ansätze Omnikanäle (Bain & Company 2014c) sowie verbesserte Kommunikation und Kollaboration mit Kunden (Sola et al. 2015) im Vordergrund. Das Ziel dieser Ansätze in der Finanzindustrie ist die Verbesserung des Kundenerlebnisses bei der Interaktion mit den Unternehmen (Carl und Enzweiler 2014). Dies wird durch integrierte und nebeneinander bestehende Kommunikationskanäle erreicht. Die Schnittstellen zu Kunden werden im Kontext der Digitalisierung von ortsgebundenen und persönlichen zu den ortsunabhängigen und unpersönlichen verschoben (Ambacher et al. 2014).

Kundensegmente: In diesem Bereich stehen die Priorisierung der Kundensegmente und Geschäftsfelder im Fokus (Bain & Company 2014a). Speziell in der Finanzindustrie haben Unternehmen bisher ohne oder mit einer geringen Segmentierung der Kunden agiert. Die Digitalisierung ermöglicht und erfordert eine feingranulare Betrachtung. Zwei aufstrebende Kernbereiche sind „Economy“ und „Premium“ (Ambacher et al. 2014). Der Bereich „Economy“ steht in der Finanzindustrie für Kunden, die eine bestimmte Qualität eines Produktes zum besten am Markt verfügbaren Preis erhalten wollen. Somit steht in diesem Bereich das Preis-Leistungs-Verhältnis im Vordergrund. Im Bereich „Premium“ sind Kunden eingeordnet, die ein genau an die eigenen Bedürfnisse abgestimmtes Produkt auf höchster qualitativer Ebene wünschen. In beiden Bereichen werden Online-Angebote, Berater und Makler transparenter und vergleichbarer durch die Entstehung übergreifender Bewertungssysteme und Portale (Ambacher et al. 2014).

Einnahmequellen / Kostenstruktur: Die beiden Themenbereiche Kostenstruktur und Erlösströme werden im Umfeld der Digitalisierung im Bereich der Finanzindustrie weniger diskutiert. In der Literatur sind allgemeine Themenfelder aus anderen Branchen referenziert wie die Reduzierung von Produktionskosten (Sola et al. 2015) und die ökologische und ökonomische Nutzung von Ressourcen aufgeführt (Lasi et al. 2014).

6 Diskussion

Die Nutzung des BMC zur Strukturierung der Literatur hat sich als hilfreich herausgestellt. Die in der Literatur beschriebenen Auswirkungen und Handlungsfelder der Digitalisierung konnten den einzelnen Komponenten des BMC eindeutig zugeordnet werden. Die beiden Komponenten Einnahmequellen und Kostenstruktur konnten nur allgemeinen Aussagen zur Digitalisierung gefüllt werden, da die Literatur hierzu bisher nur wenige Informationen enthält.

Die Auswirkungen Digitalisierung auf die Geschäftsmodelle von Unternehmen der Finanzindustrie betreffen insbesondere die integrierte Innovationsfähigkeit in der Prozessoptimierung und die Nutzung digitaler Technologien für die Realisierung von Omnikanalarchitekturen sowie für die Unterstützung der Produktentwicklung (Gartner 2014a). Weiterhin wird die Digitalisierung als Transformationsprozess mit drei Stufen beschrieben (Jahn and Pfeiffer 2014). Die Nutzung digitaler Technologien wird im BMC insbesondere in den Schlüsselressourcen und den Kanälen eingeordnet. Die integrierte Innovationsfähigkeit ist nach Ross et al. (2015) zweiteilig zu betrachten. Der erste Teil bezieht sich auf die Innovationsfähigkeit der Kundenbindung. Dabei werden die Komponenten Kundenbeziehung, verwendete Kanäle, Kundensegmente sowie die konkret angebotenen Produkte bzw. Wertversprechen betrachtet. Zu diesem Bereich gehört auch der Aufbau und die Verwaltung des Partnernetzwerks welches durch die Komponente Schlüsselpartnerschaften abgebildet ist. Der zweite Teil umfasst die integrierte Innovationsfähigkeit in der Optimierung der internen Prozesse. Koye und Auge-Dickhut (2014) konkretisieren diese integrierte Innovationsfähigkeit durch die Begriffe Industrialisierung und Innovationsfähigkeit in der Komponente Schlüsselaktivitäten. Innerhalb der Komponente Schlüsselaktivitäten wird die Optimierung der Prozesse in Bezug auf die Unterstützung der Innovationsfähigkeit und Industrialisierung als Kernthema hervorgehoben. Wobei die Innovationsfähigkeit ebenfalls stark in der Komponente der Schlüsselressourcen insbesondere in Bezug auf Organisation und Technologie diskutiert wird. Dieses Kernthema wird ebenfalls von Ross et al. (2015) aufgegriffen und als Rückgrat der Digitalisierung bezeichnet. Dieses Rückgrat umfasst eine Reihe von Kernaktivitäten sowie Back-Office-Geschäftsprozessen, die sich durch geringe Kosten, hohe Qualität, Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie Flexibilität und

Anpassungsfähigkeit auszeichnen (ebd.). Damit befinden sich die Unternehmen in der Digitalisierung im Produktivitätsdilemma, der Ambidextrie (Benner und Tushman 2003). Einerseits muss die von Jahn und Pfeiffer (2014) beschriebene zweite Stufe der Industrialisierung der Geschäftsprozesse zur Effizienzsteigerung vorangetrieben werden. Andererseits sind im den Bereichen mit Nähe zu Kunden und Partnern Innovationsaktivitäten erforderlich. Ohne Grundstein industrialisierter Geschäftsprozesse können den zunehmend feingranularer definierten Kundensegmenten der Finanzdienstleister keine individuellen Produkte unter der Nutzung verschiedener Kommunikationskanäle in der erforderlichen Geschwindigkeit angeboten werden. Die Wege, wie die Geschäftsprozesse der Finanzdienstleister diese Ambidextrie realisieren können, werden in der vorliegenden Literatur kaum beschrieben, obwohl gerade der Übergang von der zweiten zur dritten Stufe der Digitalisierung derzeit als kritischer Erfolgsfaktor angesehen werden kann.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgangspunkt für diesen Artikel ist die Vermutung, dass die Digitalisierung als ein neuer Entwicklungsschritt nach der Industrialisierung der IT betrachtet werden kann. Viele Unternehmen - auch in der Finanzindustrie – befinden sich noch am Anfang dieses Entwicklungsschritts. Eine einheitliche Definition für die Digitalisierung ist in der Literatur bisher nicht zu finden. Es besteht dagegen Einigkeit darüber, dass die Digitalisierung Einfluss auf alle Bereiche der Geschäftsmodelle nimmt. Der BMC wurde als Ordnungsrahmen für die Systematisierung der Literatur verwendet. Die Einordnung der Literatur in den BMC hat gezeigt, dass die Kernthemen der Digitalisierung in der Finanzindustrie die Themen Kundenbeziehung, digitale Technologien umfassen. Übergreifend über alle Bereiche der Finanzindustrie sind die Themen Industrialisierung und die Innovationsfähigkeit der Geschäftsprozesse ein Erfolgsfaktor zur Erreichung der letzten Ausbaustufe der Digitalisierung. Allerdings wird genau dieses Rückgrat der Digitalisierung in der Literatur vernachlässigt. In der weitergehenden Forschung wird aus diesem Grund untersucht werden welchen Reifegrad die Geschäftsprozesse in der Finanzindustrie in Bezug auf die Digitalisierung heute besitzen und wie die letzte Ausbaustufe der Digitalisierung erreicht werden kann.

8 Literatur

- Ambacher N, Knapp D, Jánszky SG (2014) Versicherungen 2020: Kunden, Makler, Changeprozesse. Online: http://www.2bahead.com/trendstudien/versicherungen_2020. Abgerufen am: 20.09.2015
- Andriole SJ (2012) Seven indisputable technology trends that will define 2015. *Commun Assoc Inf Syst* 30:4
- Bain & Company (2014a) Versicherungsreport 2014. Online: http://www.bain.de/Images/140701_Bain-Studie_Versicherungsreport%202014_FINAL.pdf. Abgerufen am: 28.04.2015
- Bain & Company (2014b) Auf dem Weg zur Retail-Bank der Zukunft. Online: http://bain.de/Images/140707_Bain%20Brief_Auf%20dem%20Weg%20zur%20Retail-Bank%20der%20Zukunft_Final.pdf. Abgerufen am: 28.05.2015

- Bain & Company (2014c) Loyalty in Retail Banking 2013. Online: http://bain.de/Images/BAIN_REPORT_Loyalty_in_Retail_Banking_2013.pdf. Abgerufen am: 28.05.2015
- Berman SJ (2012) Digital transformation: opportunities to create new business models. *Strategy Leadersh* 40:16–24
- Böhmman T, Warg M, Weiß P (eds) (2013) *Service-orientierte Geschäftsmodelle*. Springer Berlin Heidelberg
- Bojanova I (2014) The Digital Revolution: What's on the Horizon? *IT Prof* 16:8–12
- Benner MJ, Tushman ML (2003) Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited, *Academy of management review*, 28(2), pp. 238–256
- Brenner W, Karagiannis D, Kolbe L, et al. (2014) User, Use & Utility Research. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 56:65–72
- Buur J, Mitchell R (2011) The business modeling lab. In: *Proceedings of the Participatory Innovation Conference*. pp 368–373
- Carl M, Enzweiler K (2014) Trendstudie: „Das Omnichannel-Management der Zukunft: Wie Versicherer ihren Kundendialog zukunftssicher gestalten“. Online: <http://www.2bahead.com/studien/trendstudie/detail/trendstudie-omnichannel-management-fuer-versicherungen/>. Abgerufen am: 27.04.2015
- Cziesla T (2014) A Literature Review on Digital Transformation in the Financial Service Industry. *BLED 2014 Proceedings Paper 18*
- Gartner (2014a) Taming the Digital Dragon: The 2014 CIO Agenda. Online: https://www.gartner.com/imagesrv/cio/pdf/cio_agenda_insights2014.pdf. Abgerufen am: 20.09.2015
- Gartner (2014b) Life and P&C Insurance CIOs Need to Boost Their Digital IT Capabilities. Online: <http://www.gartner.com/technology/research/content/insurance.jsp>. Abgerufen am: 28.04.2015
- Gartner (2015) Flipping to Digital Leadership. Online: http://www.gartner.com/imagesrv/cio/pdf/cio_agenda_insights2015.pdf. Abgerufen am: 20.09.2015
- Gaskin J, Lyytinen KJ, Yoo Y, Pentland B (2012) The Effects of Digital Intensity on Combinations of Sequential and Configural Process Variety
- IBM (2014) Digital reinvention. Online: http://www.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=XB&infotype=PM&appname=GBSE_GB_TI_USEN&htmlfid=GBE03589USEN&attachment=GBE03589USEN.PDF. Abgerufen am: 28.04.2015
- Jahn B, Pfeiffer M (2014) Die digitale Revolution — Neue Geschäftsmodelle statt (nur) neue Kommunikation. *Mark Rev St Gallen* 31:79–93
- Keuper F, Hamidian K, Verwaayen E, et al. (eds) (2013) *Digitalisierung und Innovation*. Springer Wiesbaden
- Knackstedt R, Winkelmann A (2006) Online-Literaturdatenbanken im Bereich der Wirtschaftsinformatik: Bereitstellung wissenschaftlicher Literatur und Analyse von Interaktionen der Wissensteilung. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 48:47–59
- Koye B, Auge-Dickhut S (2014) Big Data als Game Changer. *Z Führ Organ* 83:386–391

- KPMG (2014) Transforming Insurance. Online: <https://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/transforming-insurance/Documents/insurers-fast-changing-digital-world-v4-fs.pdf>. Abgerufen am: 28.04.2015
- Lasi H, Fettke P, Kemper H-G, et al. (2014) Industry 4.0. *Bus Inf Syst Eng* 6:239–242
- Lembke G, Honal A (2015) Die digitale Transformation als Treiber digitaler Markenführung. *Mark Rev St Gallen* 32:62–69
- Okoli C, Schabram K (2010) A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. *SSRN Electron J*
- Osterwalder A, Pigneur Y, Clark T (2010) *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Wiley, Hoboken, NJ
- Pavlovski C (2013) A Multi-Channel System Architecture for Banking. *Int J Comput Sci Eng Appl* 3:1–12
- Ross, JW, Sebastian I, Fonstad NO (2015) ‘Define your Digital Strategy - Now’. *CISR Research Briefing, Volume XV, Number 6*. Online: http://cizr.mit.edu/blog/documents/2015/06/18/2015_0601_digitalstrategy_rosssebastianfonstad-pdf/. Abgerufen am: 01.09.2015
- Rüdiger J (1997) *Wissenschaftliches Arbeiten: Literaturbeschaffung und -auswertung, Präsentation von Ergebnissen, Erstellung von schriftlichen Arbeiten*. Westdeutscher Verlag, Opladen
- Rusnjak A (2014) *Entrepreneurial Business Modeling*. Springer Wiesbaden
- Scott JE (2007) An e-Transformation Study Using the Technology-Organization-Environment Framework. *BLED 2007 Proc* 55
- Sokolovsky Z, Löschenkohl S (eds) (2005) *Handbuch Industrialisierung der Finanzwirtschaft*. Gabler Verlag, Wiesbaden
- Sola J, Gonzalez A, Lazaro O (2015) Future Internet Technologies and Platforms to Support Smart, Digital and Virtual and Business Processes for Manufacturing. In: Lauras M, Zelm M, Archimède B, et al. (eds) *Enterprise Interoperability*. Wiley, Hoboken, NJ, pp 53–58
- Veit D, Clemons E, Benlian A, et al. (2014) Geschäftsmodelle: Eine Forschungsagenda für die Wirtschaftsinformatik. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 56:55–64
- vom Brocke J, Simons A, Niehaves B, et al. (2009) Reconstructing the giant: On the importance of rigour in documenting the literature search process. In: Newell S, Whitley EA, Pouloudi N, et al. (eds). pp 2206–2217
- Wang Y, Kung L, Byrd TA (2013) Leveraging event-driven it architecture capability for competitive advantage in healthcare industry: A mediated model. In: *Proceeding of Thirty Fourth International Conference on Information Systems, Milan*

Teilkonferenz

IT- und Software-Produktmanagement in Internet-of-Things-basierten Infrastrukturen

In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche Arbeiten zum Internet der Dinge (Internet of Things; IoT) veröffentlicht. Dies zeigt, dass IoT in vielfältigen Dimensionen als Forschungsgebiet adressiert wird. Insbesondere durch die Benennung von Industrie 4.0 als Anwendungsgebiet im Rahmen der Produktion haben sich eine Reihe von Forschungsfragen in der Grundlagenforschung sowie der angewandten und industriellen Forschung ergeben. Gemeinsam ist den Fragestellungen sowie prototypischen Anwendungen im Bereich des IoT, dass es sich primär um spezialisierte Lösungen handelt und eine Integration in eine allgemeine, übergeordnete Infrastruktur nur ansatzweise betrachtet wird. In diesem Sinne besteht im Bereich einer übergreifenden Infrastruktur als Basis der unterschiedlichen Anwendungsbereiche (Industrie 4.0, smartCar, smartOffice, smartMaintenance, smartCities usw.) nach wie vor erheblicher Forschungsbedarf. Dabei müssen Fragestellungen betrachtet werden, die sich mit dem grundlegenden Aufbau einer solchen Infrastruktur (z.B. Middlewaresysteme, Verteilungsplattformen usw.) beschäftigen, als auch Fragestellungen bzgl. grundsätzlicher Dienste, die im Rahmen einer solchen Infrastruktur bereitgestellt werden müssen.

Zahlreiche derartiger Fragestellungen sind Gegenstand des IT- und Software-Produktmanagements, das in Internet-of-Things-basierten Infrastrukturen vor besonderen Herausforderungen steht: Ansätze und Technologien des IoT verändern das Produkt(verständnis) radikal und führen zu immer kürzeren und gleichzeitig komplexeren Produktlebenszyklen, auf die auch das IT- und Software-Produktmanagement (flexibel) reagieren muss. Dieses befasst sich nämlich als integrative Querschnittsaufgabe mit der Planung und Steuerung des gesamten Produktlebenszyklus und erfolgt dabei auf unterschiedlichen (Abstraktions-)Ebenen – von den Daten und dem technischen Basissystem, über Basis- und Business-Services, bis hin zum Anwendungssystem im Geschäftsprozess und der Wertschöpfung in Informationssystemen.

*Georg Herzwurm, Helmut Beckmann, Jens Borchers, Marco Kuhrmann, Martin Mikusz,
Thorsten Spitta*

(Teilkonferenzleitung)

SIMMI 4.0 – Vorschlag eines Reifegradmodells zur Klassifikation der unternehmensweiten Anwendungssystemlandschaft mit Fokus Industrie 4.0

Christian Leyh¹, Thomas Schäffer² und Sven Forstenhäusler²

¹ Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Informationssysteme in Industrie und Handel, christian.leyh@tu-dresden.de

² Hochschule Heilbronn, Studiengang Wirtschaftsinformatik, thomas.schaeffer@hs-heilbronn.de

Abstract

In diesem Beitrag wird ein Reifegradmodell (SIMMI 4.0) zur Einordnung einer unternehmensweiten Anwendungssystemlandschaft in den Kontext Industrie 4.0 auf Basis der spezifischen Anforderungen dieses Themenkomplexes vorgestellt. Die Entwicklung des Modells folgt dabei dem Vorgehensmodell von Becker et al. (2009) und den darin vorgeschlagenen acht Phasen. Auf Basis einer Literaturanalyse mehrerer artverwandter und themenverwandter Reifegradmodelle wird dabei gezeigt, dass bestehende Reifegradmodelle für diesen spezifischen Anwendungskontext nicht konzipiert sind. Somit ergibt sich die Notwendigkeit, ein neues Modell für diesen Anwendungsfall zu konzipieren. Daher stellt dieser Beitrag nicht nur das Reifegradmodell an sich vor, sondern vielmehr werden auch die Problemrelevanz und die Motivation dargestellt sowie die einzelnen Entwicklungsschritte hin zu SIMMI 4.0 dargelegt.

1 Ausgangssituation und Motivation

Einer Herausforderung, denen sich Unternehmen aktuell gegenübersehen, ist die Digitalisierung des Unternehmens und der Unternehmensprozesse meist auch verbunden mit dem Schlagwort „Industrie 4.0“. Weltweite digitale Vernetzung, Automatisierung einzelner oder gar aller Geschäftsprozesse und die Umstrukturierung bestehender Geschäftsmodelle sind nur einige wenige Auswirkungen, die dabei in diesem Zusammenhang nennen sind. Die Veränderungen, denen sich die Unternehmen stellen müssen, sind enorm und nicht mehr alleine auf Branchen beschränkt, die durch ihre Produkte oder Dienstleistungen auf moderne Technik angewiesen sind. Die Bereiche dieser Veränderungen sind vielfältig und betreffen auch in großen Teilen die Anwendungssystemlandschaft der Unternehmen. Angefangen bei dem Einsatz von Enterprise Resource Planning (ERP)-Systemen zur ganzheitlichen Unterstützung und Planung von betriebswirtschaftlichen Abläufen im Unternehmen, über die Erhöhung der Präzision von Fertigungstechniken mit Hilfe von Computer-Aided-Design (CAD)-, Computerized-Numerical-Control (CNC)- und Computer-Aided-Manufacturing (CAM)-Programmen bis hin zur zunehmenden Vernetzung der klassischen horizontalen Wertschöpfungskette hin zu einem komplexen Wertschöpfungsnetzwerk (BDI und

Berger 2015). Diese Netzwerke und die Nutzung von passfähigen Anwendungssystemen sind Grundlagen für ein Unternehmen, das sich mit Blickpunkt Industrie 4.0 ausrichten möchte / muss. Diesbezüglich bedingt eine Ausrichtung mit Blick auf Industrie 4.0 eine starke Digitalisierung der Unternehmen. Dabei besteht die Herausforderung für Unternehmen darin, die zunehmende Verflechtung von virtuellen, digitalen Programmen und realen Dingen bzw. Produkten in ihrem Geschäftsalltag zu erkennen, um anschließend die Prozesse anpassen, erweitern oder optimieren zu können (Schlick et al. 2014).

All diesen Punkten sehen sich mittlerweile nicht mehr nur die Großunternehmen gegenübergestellt. Vielmehr öffnen sich auch vermehrt KMU dem Komplexthema der Industrie 4.0 und versuchen, ihre Geschäftsprozesse und Geschäftsmodelle in diese Richtung umzugestalten. Dass die zunehmende Transformation des Geschäftsalltages neben diesen Chancen auch Risiken für bestehende Geschäftsmodelle birgt, liegt nahe. So bedeuten solch tiefgreifende Veränderungen der Unternehmensstruktur Investitionen sowie temporäre Ausfälle einzelner Unternehmensbereiche bei der Umrüstung, die neben dem Alltagsgeschäft getragen werden müssen. Deren Realisierung scheint jedoch in Anbetracht der zunehmenden nationalen und internationalen Konkurrenz unumgänglich. Heute schon müssen sich beispielsweise die kleinen und mittleren Industrieunternehmen vor allem dem Umgang mit neuen Informations- und Kommunikationstechniken (IKT) zur Abwicklung von Produktions- und Geschäftsprozessen stellen (Rauh und Seynstahl 2012). E-Mail und das Internet als Hauptkommunikationsmittel nehmen stetig an Bedeutung zu, computergestützte Programme präzisieren die Fertigung und Managementsysteme unterstützen das operative Tagesgeschäft. Insgesamt schwimmt im Zuge der zunehmenden Digitalisierung der Unternehmen die Abgrenzung wertschöpfender und unterstützender Prozesse immer weiter, wodurch eine Transformation von ursprünglich nachgelagerten Prozessen zu einem ganzheitlichen Wertschöpfungsnetzwerk erfolgt (BDI und Berger 2015). Um sich dieser Entwicklung stellen zu können ist der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik unabdingbar. Jedoch fehlt an dieser Stelle oftmals die Kenntnis des Digitalisierungsgrades der Unternehmen. Hier existieren bereits einige Studien (z.B. Beckmann und Schäffer 2014; BDI und Berger 2015; Schäffer und Beckmann 2014), die über verschiedene Befragungstechniken erheben, welche Informations- und Anwendungssysteme in Unternehmen (vor allem KMU) verwendet werden bzw. wie sich die IT-Landschaft der Unternehmen ausgestaltet. Hier stellt sich jedoch die Frage, wie eine IT-Landschaft ausgestaltet sein muss, damit sich ein Unternehmen im Bereich der Industrie 4.0 „bewegen“ kann. Welche Systeme werden in welcher Art und Weise zu welchem Zweck benötigt – dies erkennen und einschätzen zu können, ist nach wie vor eine Herausforderung für Unternehmen.

An dieser Stelle setzt der vorliegende Beitrag an. Es soll für Unternehmen ein Handwerkszeug (z.B. ein Reifegradmodell) bereitgestellt werden, damit sich die Unternehmen aus Sicht der Anwendungssystemlandschaft besser einordnen können, um die eigene Systemlandschaft in die Anforderungen von Industrie 4.0 an Systemlandschaften einzuordnen. Daraus ergeben sich zwei zentrale Forschungsfragen für diesen Beitrag:

1. Wie muss ein Reifegradmodell ausgestaltet sein, um die Anwendungssystemlandschaft von Unternehmen in das Thema Industrie 4.0 einzuordnen?
2. Welche bereits existierenden Reifegradmodelle können genutzt / adaptiert werden, um einem Industrie 4.0 – Reifegradmodell bezogen auf die Anwendungssystemlandschaft der Unternehmen gerecht zu werden?

Um diese Fragen zu beantworten und um ein passendes Reifegradmodell vorzuschlagen ist der Beitrag wie folgt aufgebaut. Im sich der Motivation anschließenden Kapitel werden kurz die begrifflichen Grundlagen dargelegt und das Vorgehen zur Entwicklung eines Reifegradmodells wird theoretisch erläutert. Kapitel 3 stellt den Kern dieses Beitrags dar. In diesem Kapitel wird das Reifegradmodell SIMMI 4.0 und dessen Entstehen beschrieben, bevor der Beitrag mit einem kurzen Fazit und dem Ausblick auf weitere Schritte endet.

2 Grundlagen

2.1 Industrie 4.0

Die vierte Stufe der industriellen Revolution, Industrie 4.0, steht für die zunehmende Digitalisierung von Produkten und Systemen und deren Vernetzung untereinander. Hierbei verbindet sich die physikalische mit der virtuellen Welt. Fokussiert werden soll sich hierbei auf die Erhöhung der Automatisierung, die Flexibilisierung sowie die Individualisierung der Produktion und der sich darin befindlichen Prozesse (Kagermann et al. 2013; Lemke und Brenner 2014) Die Charakteristiken der Industrie 4.0 sind u.a. „die horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke, die vertikale Integration und die digitale Durchgängigkeit des Engineerings über die gesamte Wertschöpfungskette“ (Kagermann et al. 2013, S. 24). Eine allgemeingültige Definition gibt es jedoch für diesen Begriff nicht. Allerdings lässt sich aus den erwähnten Beschreibungen und weiteren Charakteristika von Industrie 4.0 eine Definition ableiten, die diesem Beitrag für den Begriff „Industrie 4.0“ zu Grunde liegt:

Industrie 4.0 beschreibt den Wandel von einer zentralen, hin zu einer sich selbst steuernden flexiblen Produktion, in der Produkte und Systeme und alle Prozessschritte des Engineerings digitalisiert sind und untereinander vernetzt Informationen austauschen und diese entlang der vertikalen und der horizontalen Wertschöpfungskette und darüber hinaus in Wertschöpfungsnetzwerken weitergeben.

2.2 Reifegradmodell

Reifegradmodelle sind Referenzmodelle, die sich unter Zuhilfenahme von Entwicklungsstufen mit dem aktuellen Entwicklungszustand und den Änderungen in Organisationen und deren eingesetzten Technologien befassen (Mettler 2010). Die Entwicklungsstufen stehen synonym für die Reifegrade. Der Reifegrad definiert einen bestimmten Entwicklungszustand innerhalb eines Skalenbereiches, bestimmt durch einen Anfangspunkt (niedrigster Entwicklungsgrad) und einem Endpunkt (höchster Entwicklungsgrad). Dabei steht ein Wechsel in einen höheren Grad gleichbedeutend für eine Verbesserung in der zu bewertenden Domäne. Das Reifegradmodell dient dabei als Bewertungsinstrument. Ein Reifegrad beinhaltet die jeweiligen Merkmale vorher festgelegter Objekte und deren erforderlichen Ausprägungen (Becker et al. 2009).

2.3 Vorgehensweise bei der Erstellung des Reifegradmodells

Nach Becker et al. (2009) lässt sich ein Reifegradmodell als Artefakt auffassen und unterliegt damit den Grundsätzen einer konstruktionsorientierten Forschung (Design Science). Die Entwicklung eines Reifegradmodells folgt dabei im Allgemeinen den Phasen: Problemidentifizierung, Konstruktion und Evaluation. De Bruin et al. (2005) entwickelten auf Basis der Erkenntnisse des Business Process Maturity Model (BPMM) und des Knowledge Management Capability

Assessment (KMCA) ein generisches Phasenmodell mit sechs Schritten: Scope, Design, Populate, Test, Deploy und Maintain. Wohingegen Becker et al. (2009) für den Entwicklungsprozess von Reifegradmodellen basierend auf den sieben Richtlinien (R) zur Durchführung von Design Science (R1: Artefakte als Designergebnis; R2: Problemrelevanz; R3: Evaluation; R4: Forschungsbeitrag; R5: Stringenz der Forschungsmethode; R6: Design als Suchprozess; R7: Kommunikation der Forschungsergebnisse) nachfolgende Anforderungen definieren (vgl. Tabelle 1).

#	Anforderungen zur Entwicklung von Reifegradmodellen nach Becker et al. (2009)	Referenzierte Richtlinie Design Science nach Hevner et al. (2004)
A1	Vergleich mit existierende Reifegradmodellen	R1, R4
A2	Iteratives Vorgehen	R6
A3	Evaluation	R3, R6
A4	Multimethodisches Vorgehen	R5
A5	Aufzeigen der Problemrelevanz	R2
A6	Problemdefinition	R2
A7	Adressatengerechte Ergebnisbereitstellung	R7
A8	Wissenschaftliche Dokumentation	R7

Tabelle 1: Anforderungen zur Entwicklung von Reifegradmodellen (Becker et al. 2009)

Aus diesen Anforderungen heraus, geben Becker et al. (2009) ein Vorgehensmodell vor zur Entwicklung eines Reifegradmodells mit folgenden acht Phasen: (1) Problemdefinition; (2) Vergleich bestehender Reifegradmodelle; (3) Festlegung der Entwicklungsstrategie; (4) Iterative Reifegradmodellentwicklung; (5) Konzeption von Transfer und Evaluation; (6) Implementierung der Transfermittel; (7) Durchführung der Evaluation und (8) Verwerfen des Reifegradmodells. Dies aufgreifend und mit Blick auf bereits erfolgreiche Reifegradmodellentwicklungen nach diesem Vorgehensmodell (siehe z.B. Böhm et al. 2013, Hecht 2014), dessen iterativer Vorgehensweise und der vollumfänglichen Dokumentationsanleitung des Konstruktionsprozesses auch zur Beurteilung der Validität und Reliabilität des Modells für den wissenschaftlichen Diskurs, wird auch die Entwicklung des Reifegradmodells SIMMI 4.0 (System Integration Maturity Model Industry 4.0) dem Vorgehensmodell von Becker et al. (2009) folgen.

3 Entwicklung des Reifegradmodells (Multimethodisches Vorgehen)

Das in diesem Beitrag vorgestellte Reifegradmodell SIMMI 4.0 befindet sich gemäß dem Vorgehensmodell nach Becker et al. (2009) in Phase 4 "iterative Reifegradmodellentwicklung". Im Nachfolgenden werden die Inhalte und Ergebnisse der Phasen 1 bis 4 erläutert. Ferner wird das Reifegradmodell SIMMI 4.0 nach der ersten Entwicklungsiteration als Vorschlag vorgestellt.

3.1 Problemdefinition

Wie bereits in Kapitel 1 erwähnt, gewinnt das Thema „Industrie 4.0“ zunehmend an Bedeutung und wird sich in seiner Vielfalt in den Unternehmen ausbreiten. Neben den organisatorischen Herausforderungen und der Frage nach dem richtigen Geschäftsmodell, wird die IT wieder einmal mehr vor eine Integrationsaufgabe weiterer Systeme gestellt werden. Die homogene Anwendungssystemlandschaft der 1990er und 2000er Jahre bricht auf in kleinere heterogene Systeme, da die Anforderungen, die sich den Unternehmen mit Fokus auf Industrie 4.0 stellen, durch ein „großes,

allumfassendes“ System nicht abgedeckt werden können. Daraus resultiert auch die Notwendigkeit, dass ein Unternehmen in der Lage sein muss, seine Anwendungssystemlandschaft zu klassifizieren und zu analysieren, um zu erkennen, ob diese ausreichend und passfähig ist für die Anforderungen der Industrie 4.0. Hierzu bedarf es einem Hilfsmittel (z.B. ein Reifegradmodell), welches dem Unternehmen die Einordnung seiner Anwendungssystemlandschaft bzw. auch der Landschaften seiner Geschäftspartner ermöglicht.

3.2 Vergleich bestehender Reifegradmodelle

Laut der Anforderung A1 (vgl. Tabelle 1) ist die Notwendigkeit der Entwicklung eines neuen Reifegradmodells zu begründen. Hierzu wurden nach eingängiger Literaturrecherche ca. 50 überwiegend wissenschaftliche Beiträge zu Reifegradmodellen analysiert und auf deren Passfähigkeit hinsichtlich Industrie 4.0 bewertet. Dazu wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

Schritt 1: Erstellung eines **Klassifikationsschemas** nach dem Reifegradmodelle systematisch analysiert und bewertet werden können: Mit den Anforderungen zur Entwicklung von Reifegradmodellen nach Becker et al. (2009) wurden unter Einbeziehung von Mettler (2010) die wesentlichen Kriterien für das Klassifikationsschema zur Analyse und zur Bewertung der zu untersuchenden Reifegradmodelle aufgestellt. In Tabelle 2 ist dieses Schema exemplarisch dargestellt.

Schritt 2: Durchführung einer **Literaturrecherche** (in drei unterschiedlichen Ausprägungsstufen): **(1) Fokus:** Reifegradmodelle im Kontext von Industrie 4.0, **(2) Fokus:** allgemeine Reifegradmodelle zu Software und **(3) Fokus:** artverwandte Reifegradmodelle zu Industrie 4.0 mit dem Aspekt der zwischenbetrieblichen Integration. Im Rahmen der ersten Literaturrecherche „**Reifegradmodelle im Kontext zu Industrie 4.0**“ wurden folgende Publikationsdatenbanken ausgewählt: EBSCO, SpringerLink, Science Direct, Emerald und WISO. Zusätzlich wurden in den Konferenzbänden folgender Konferenzen gesucht: ECIS, ICIS, AMCIS, HICSS und Wirtschaftsinformatik (WI). Die Suchabfrage wurde mit folgenden Suchbegriffen und Kombination im Zeitraum von 2000 bis 2015 durchgeführt: (Industrie 4.0 ODER Industry 4.0) UND (Reifegradmodell ODER Maturity Model ODER Capability Model ODER Process Improvement Model ODER Maturity Grid). Das Ergebnis dieser Recherche waren 15 wissenschaftliche Beiträge, die näher analysiert wurden. Im Rahmen der zweiten Literaturrecherche „**allgemeine Reifegradmodelle zu Software**“ wurden aufgrund der Häufigkeitsbenennung durch Wendler (2012) folgende sechs Reifegradmodelle zur Analyse ausgewählt: CMM(I), ISO 9000, SPICE (Software), BPMM (OMG), Cobit-CMM, Crosby's Maturity Grid. Ferner wurden die Reifegradmodelle SOA MM und Cloud Computing Maturity Model analysiert. Im Rahmen der dritten Literaturrecherche „**artverwandte Reifegradmodelle zu Industrie 4.0 mit dem Aspekt der zwischenbetrieblichen Integration**“ wurden 24 Beiträge nach Frick und Gäb (2015) zur Klassifizierung ausgewählt.

Die Liste aller analysierten Beiträge sowie die daraus resultierende Klassifikation (gemäß Tabelle 2) sind nicht Bestandteil dieses Beitrags, können jedoch bei den Autoren angefragt werden.

Schritt 3: Klassifikation der Beiträge und **Beurteilung** der Notwendigkeit: Die in Schritt 2 ausgewählten 53 Beiträge zu Reifegradmodellen wurden anhand des Klassifikationsschemas aus Schritt 1 analysiert und bewertet. Die Analyse hat gezeigt, dass die vorgestellten Reifegradmodelle durchschnittlich 5 Stufen und zahlenmäßig sehr unterschiedliche Dimensionsausprägungen je Stufe

haben. Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass die wenigsten Beiträge tatsächlich dem Vorgehensmodell nach Becker et al. (2009) folgen und nahezu fast allen eine gründliche Evaluierung der Reifegradmodelle in der Praxis fehlt. Überwiegend stellen diese Beiträge einen ersten Vorschlag eines Modells dar.

#	Merkmal	Erläuterung
M1	Titel des Beitrags	Angabe des Beitragstitels in der entsprechenden Publikation.
M2	Erscheinungsjahr	Angabe in welchem Jahr der Beitrag veröffentlicht worden ist.
M3	Land	Angabe über das Herkunftsland der Autoren.
M4	Zusammenfassung	Angabe einer eigenständigen, kurzen und aussagekräftigen Beschreibung des Beitrags bzw. Aufführung des Abstract
M5	Name des Reifegradmodells	Angabe eines spezifischen Namen und Abkürzung des Reifegradmodells
M6	Branche / Anwendungsbereich	Angabe, ob das Reifegradmodell spezifisch für eine Branche bzw. Anwendungsbereich entwickelt worden ist.
M7	Unternehmensgröße	Angabe, ob das Reifegradmodell spezifisch für eine bestimmte Unternehmenskategorie entwickelt worden ist. <input type="checkbox"/> KMU (< 250 MA; < 50 Mio. EUR Umsatz) <input type="checkbox"/> Großunternehmen (> 250 MA; > 50 Mio. EUR Umsatz)
M8	Artefakte	Benennung der entwickelten innovativen Problemlösungsartefakte, welche einen Beitrag zum bisherigen Stand der Forschung liefern.
M9	Reifegrad-Stufen	Auflistung der einzelnen Reifegradstufen inkl. Kurzbezeichnung und ggf. Anzahl der beinhalteten Anforderungen.
M10	Problemrelevanz und -definition	Angabe, ob im Vorfeld ein bestimmtes Problem identifiziert worden ist und der Beitrag eine Lösung bieten soll.
M11	Vergleich bestehender Reifegradmodellen	Angabe, ob im Vorfeld existierende Reifegradmodelle analysiert worden sind und die Notwendigkeit eines zu entwickelnden begründet ist.
M12	Festlegung der Entwicklungsstrategie	<input type="checkbox"/> Entwicklung eines neuen Reifegradmodells <input type="checkbox"/> Adaption eines bestehenden Reifegradmodells <input type="checkbox"/> Kombination mehrerer Modelle zu einem Reifegradmodell
M13	Iterative Reifegradentwicklung	Angabe, ob die Entwicklung des Reifegradmodells in 1-n Iterationsschritten erfolgt ist und dabei unterschiedlichste Forschungsmethoden begründet eingesetzt worden sind.
M14	Evaluation	Angabe, in welcher Form das Reifegradmodell während der Entwicklung evaluiert wurde.
M15	Weiterer Forschungsbedarf	Angabe, inwiefern der Beitrag auf weiteren Forschungsbedarf hinweist und Lücken in der Entwicklung des Reifegradmodells aufzeigt.

Tabelle 2: Schema zur Klassifizierung von Reifegradmodellen

Diesen Schritt zusammenfassend hat die Analyse der Beiträge/Reifegradmodelle gezeigt, dass es derzeit kein geeignetes Reifegradmodell gibt, welches den Ansprüchen der Einordnung und Bewertung einer unternehmensweiten Anwendungssystemlandschaft im Kontext von Industrie 4.0 gerecht wird. Zwar enthalten die analysierten Reifegradmodelle insgesamt teilweise passende Ansätze, jedoch decken diese zumeist für den Anwendungsfall Industrie 4.0 nicht den erforderlichen Funktionsumfang einer stark integrativen und organisatorischen Digitalisierung ab.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Entwicklung eines passfähigeren Reifegradmodells für diesen Kontext.

3.3 Festlegung der Entwicklungsstrategie

Industrie 4.0 ist ein unternehmensübergreifendes Thema und auch die Anwendungssysteme darin besitzen durch z.B. verschiedene aktuelle Technologien oder Paradigmen einen unternehmensübergreifenden Charakter. Um diesem Charakter Rechnung zu tragen, basiert die Entwicklungsstrategie auf der Ableitung bzw. Modifikation bestehender Reifegradmodelle. Hier wurden vor allem artverwandte Reifegradmodelle wie z.B. CMM(I) und SOAMM genutzt und es wurde versucht, diese in Kombination mit den Anforderungen von Industrie 4.0 zu bringen.

3.4 (Iterative) Reifegradmodellentwicklung

In der ersten Iteration wurden die Erkenntnisse aus der Literaturanalyse zum generellen Aufbau von Reifegradmodellen mit den Anforderungen an die Anwendungssystemlandschaft eines Unternehmens, welches vollumfänglich im Kontext von Industrie 4.0 operiert, zusammengeführt. Somit stellt dieser Beitrag einen ersten Entwurf für ein Reifegradmodell zur Bewertung einer Anwendungslandschaft bezogen auf die Anforderungen von Industrie 4.0.

3.4.1 Anforderungen von Industrie 4.0 an Anwendungssysteme

Als Ausgangspunkt für den Modellentwurf wurde eine weitere Literaturanalyse durchgeführt. Das Ziel dieser war es, bisherige Wissensstände über Industrie 4.0 aufzuarbeiten und die wesentlichen Anforderungen an die Anwendungssysteme im Kontext von Industrie 4.0 herauszuarbeiten. Hierzu wurden die Datenbanken EBSCO, ScienceDirect, SpringerLink und Google Scholar mit folgenden Begriffen durchsucht: Informationssysteme, Industrie 4.0, Reifegradmodelle, Integration, Digitalisierung, Internet der Dinge und Dienste, Cyber-Physische-Systeme, Wertschöpfungsnetzwerke, Anwendungssysteme, operative Systeme, betriebliche Informationssysteme. Dabei werden im Folgenden exemplarisch einige Anforderungen, die aus dieser Literaturanalyse resultierten, vorgestellt.

Im Abschlussbericht Industrie 4.0 (Kagermann et al. 2013) wurden drei wesentliche Anforderungen herausgestellt, auf die sich Industrie 4.0 fokussiert und somit von der unternehmensweiten Anwendungssystemlandschaft unterstützt werden müssen:

Vertikale Integration entlang den Hierarchieebenen eines Unternehmens: Zwar unterstützen die Systeme ihre eigene Aufgabe jeweils sehr gut, andererseits liegen die Daten, welche die einzelnen Systeme, wie ERP-Systeme, SCM-Systeme, MES, Management Information Systems, Product LifeCycle Management (PLM)-Systeme, etc. benötigen, in verschiedenen Datenbanken und teilweise in verschiedenen Formaten vor. Diesem suboptimalen Grad an Integration muss bei der Umsetzung von Industrie 4.0 entgegen gewirkt werden.

Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke: Für die Anwendungssysteme bedeutet dies, dass Brüche in den Informationsflüssen vermieden werden müssen und die Informationen zur richtigen Zeit am richtigen „Ort“ vorliegen müssen und zwar entlang der gesamten Supply Chain. Weiterhin muss der Austausch dieser Informationsflüsse (komplett) automatisiert ablaufen.

Digitale Durchgängigkeit des Engineerings: Hierbei gilt es die Entstehung eines Produktes entlang der Wertschöpfungskette durch den Einsatz von Anwendungssystemen durchgängig zu unterstützen. Dies schließt auch den Produktionssystementstehungsprozess ein.

Aus der Literatur und ergänzend aus den Studien, die untersucht wurden, haben sich Querschnittstechnologien ergeben, die Teil der Anwendungssysteme sind. Diese werden definiert und zusätzlich ihre Relevanz für die Industrie 4.0 erläutert:

Service-orientierte Architektur: Die Plattform Industrie 4.0 hat am 10. April 2014 ein Whitepaper veröffentlicht, in dem die Schaffung einer Referenzarchitektur auf Basis einer SOA als Voraussetzung für die Umsetzung von Industrie 4.0 festgelegt wird (Industrie 4.0 2014).

Cloud Computing: In der Industrie 4.0 werden nicht nur einzelne Produktionsstandorte digitalisiert, sondern zusätzlich sind die Produktionsstandorte eines Unternehmens informationstechnisch sowie die Unternehmen entlang der Supply Chain miteinander verbunden. Bei Cloud Computing werden diese benötigten Dinge als Services bereitgestellt.

Informationsaggregation und -aufbereitung: Aggregation der Informationen bedeutet in diesem Zusammenhang, dass aus den Daten, die aus den verschiedenen integrierten Systemen vorliegen, durch verschiedene Wege der Aufbereitung wie Clustering und Filterung, Zusammenhänge kenntlich gemacht werden und dem Benutzer oder der Maschine zur Verfügung gestellt werden. Dies macht deutlich, dass nicht nur die Daten aus den Produktionssystemen, zum Beispiel aus den verschiedenen vernetzten Maschinen, (Halb-)Produkten, Sensoren etc. in Richtung betrieblicher Ebene (ERP, SCM) aggregiert werden, sondern auch die Daten zu den Maschinen hin (Schöning und Dorchhain 2014).

IT-Sicherheit: In der Industrie 4.0 wird das Unternehmen nicht nur ab der operativen Ebene mit dem Internet verbunden sein. Als Teil des Internets der Dinge und Dienste wird von der Produktionsebene, im extremsten Fall von der Steuerungsebene, bis zur strategischen Ebene eine durchgängige Verbindung zum Internet vorhanden sein. Dadurch steht den Informationssystemen eine große Herausforderung bei der Gewährleistung der IT-Sicherheit bevor. Krcmar (2015) definiert dabei IT-Sicherheit als angemessenen Schutz aller Informationen die in Form elektronischer Daten vorliegen. Kappes (2013) erweitert die Informationen noch um Informationssysteme, in denen sichergestellt werden muss, dass Dienste in den Systemen für Benutzer verfügbar sind.

3.4.2 Entwurf Reifegradmodell SIMMI 4.0

Für das zu entwerfende Reifegradmodell werden aus den beschriebenen Anforderungen Dimensionen erstellt, die es ermöglichen sollen eine Beurteilung vorzunehmen.

Dimension vertikale Integration: Besonderes Augenmerk dieser Dimension wird auf die Verbindung der untersten Ebene gelegt, in der verschiedene Dinge ((Halb-)Produkte, Maschinen, etc.) verschiedene Informationen mit den darüber liegenden Ebenen austauschen. Das wichtigste Kriterium hierbei ist, dass dieser Austausch in beide Richtungen erfolgt.

Dimension horizontale Integration: Industrie 4.0 fordert eine horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke. Hierbei hat sich aus den Anforderungen ein wesentliches Kriterium herauskristallisiert. Automatisierter und durchgängiger Informationsfluss entlang der horizontalen Ebene des Unternehmens und zusätzlich die Eliminierung dieses Vorgangs an der Grenze des Unternehmens für die Schaffung von unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerken. Das heißt die Anwendungssysteme benötigen eine Interoperabilität auf Datenebene. Hierzu werden durchgängige und konsistente Daten benötigt (Forstner und Dümmler 2014; Wegener 2014).

Dimension digitale Produktentstehung: Für die digitale Durchgängigkeit des Engineering ist besonders wichtig, dass jeder Prozessschritt digital abgebildet wird. Hierzu muss einerseits für jeden Schritt mindestens ein Anwendungssystem in den Prozess integriert sein und andererseits die Ergebnisse aus jedem Schritt an den vorherigen / nächsten weitergeleitet werden können.

Dimension Querschnitttechnologie-Kriterien: Anhand dieser Dimension soll bewertet werden, inwieweit Technologien über alle Merkmale hinweg eingesetzt werden. Aus den Anforderungen ergeben sich folgende Gebiete: Service-orientierte Architektur, Cloud Computing, Big Data und IT-Sicherheit. Zusätzlich soll der Grad der Unterstützung der Informationssysteme durch diese Technologien bewertet werden.

Stufen des Reifegradmodells: Diese Dimensionen können unterschiedliche Ausprägungen in ihrem Umfang und Intensität im Unternehmen besitzen. Tabelle 3 gibt daher einen finalen Überblick über den Vorschlag des Reifegradmodells SIMMI 4.0.

Nicht jedes Unternehmen (auch abhängig von der Zielstellung und Ausrichtung des jeweiligen Unternehmens im Hinblick auf Industrie 4.0) muss alle Dimensionen vollumfänglich implementiert haben. Hier gibt es mehrere Abstufungen pro Dimension, die wiederum in verschiedenen Stufen des Reifegradmodells resultieren. Insgesamt wird SIMMI 4.0 daher in fünf Stufen unterteilt. Diese 5-stufige Unterteilung begründet sich auch darin, dass in der Mitte der Stufen, in Stufe 3, die Umsetzung der intelligenten Fabrik (smart factory) abgeschlossen ist. Bevor Wertschöpfungsnetzwerke realisiert werden, sollten in jedem einzelnen Unternehmen die Grundlagen für Industrie 4.0 geschaffen sein, damit diese stabil, robust und wandlungsfähig sind. Dies hat den Vorteil, dass durch die Realisierung der intelligenten Fabrik Erfahrungen gesammelt und Technologien erprobt werden können, bevor sie mit anderen Unternehmen verbunden werden (Forstner und Dümmler 2014).

4 Fazit und Ausblick

Ziel dieses Beitrags war es, ein Reifegradmodell für die Einordnung der Anwendungssystemlandschaft im Kontext von Industrie 4.0 zu entwickeln. Dabei konnte im Rahmen der Beantwortung der Forschungsfrage 2 gezeigt werden, dass aktuell keine Reifegradmodelle existieren, die den Anforderungen von Industrie 4.0 an Anwendungssysteme gerecht werden. Daraufhin ergab sich die Notwendigkeit ein neues Reifegradmodell zu entwickeln.

Dieses wurde in Anlehnung an Becker et al. (2009) entworfen. Dabei wurden Anforderungen aus dem Kontext von Industrie 4.0 (Forschungsfrage 1) aus der Literatur abgeleitet und in Kombination mit einer Literaturrecherche zu Reifegradmodellen allgemein in ein neues Reifegradmodell (SIMMI 4.0) übertragen.

Somit stellt dieser Beitrag einen Vorschlag für ein Reifegradmodell zur Klassifikation einer unternehmensweiten Anwendungssystemlandschaft dar.

Ausgehend von Becker et al. (2009) befindet sich die Entwicklung von SIMMI 4.0 in Phase 4 (Iterative Modellentwicklung). Somit ist die Entwicklung des Modells noch nicht abgeschlossen.

Dimension Vertikale Integration	Dimension Horizontale Integration	Dimension Digitale Produkt- entstehung	Dimension Querschnitts- technologien
Reifegrad 5 – Optimierte vollständige Digitalisierung			
Das Unternehmen ist ein Aushängeschild für Industrie 4.0. Es tauscht sich mit Kollaborationspartnern aus und optimiert die Wertschöpfungsnetzwerke.			
Durchgängige unternehmens-übergreifende Integration, die ständig optimiert wird.	Durchgängige unternehmens-übergreifende Integration und Kollaboration im Wertschöpfungsnetzwerk.	Produktentstehung findet durchgängig digital innerhalb und außerhalb des Unternehmens statt (digitalisierte End-to-End Lösung).	Simulation und Optimierung der Wert- und Informationsflüsse innerhalb der Wertschöpfungsflüsse in Echtzeit. IT-Sicherheit passt sich neuen Risiken zeitnah an und Sicherheitslücken werden umgehend geschlossen. Verschlüsselung entlang der Wertschöpfungsnetzwerke wird optimiert.
Reifegrad 4 – Vollständige Digitalisierung			
Das Unternehmen ist vollständig über Unternehmensgrenzen hinweg digitalisiert. Industrie 4.0 wird aktiv im Unternehmen gelebt und ist in der Unternehmensstrategie verankert.			
Durchgängige unternehmens-übergreifende Integration.	Durchgängige unternehmens-übergreifende Integration im Wertschöpfungsnetzwerk.	Informationen aus der Produktentstehung werden digital weitergeleitet.	Service-orientierte cloud-basierte Plattform. Services werden im Werkschöpfungsnetzwerk angeboten. Informationsflüsse werden entlang der SC in Echtzeit austauscht. Optimierung der gesamten Produktion durch Big Data Lösungen. Zugriff auf Daten ist geschützt. Unternehmens-übergreifende Verschlüsselung der Daten und Authentifizierung für den globalen Zugriff.
Reifegrad 3 – Horizontale und vertikale Digitalisierung			
Das Unternehmen ist horizontal und vertikal digitalisiert. Industrie 4.0 Anforderungen sind innerhalb des Unternehmens umgesetzt.			
Vollständige innerbetriebliche Integration der Anwendungssysteme und Maschinen.	Vollständige innerbetriebliche Integration der Anwendungssysteme und Maschinen.	Produktentstehung wird durchgängig digital unterstützt.	SOA hat sich etabliert. Alle Funktionalitäten sind als Services abgebildet. (Halb-)Produkte und deren Funktionalitäten sind als Services vorhanden. Austausch der Informationen im Unternehmen erfolgt mit Cloud-Prinzipien. Produktion wird in Echtzeit angepasst und optimiert. IT-Sicherheit wurde durch den Einsatz der Modelle erhöht. Daten werden innerhalb des Unternehmens verschlüsselt übertragen.
Reifegrad 2 – Bereichsübergreifende Digitalisierung			
Das Unternehmen beschäftigt sich aktiv mit Industrie 4.0. Digitalisierung wird bereichsübergreifend vorgenommen und erste Anforderungen werden umgesetzt.			
Bereichsübergreifende Integration	Bereichsübergreifende Integration	Produktentstehung wird einzeln digital unterstützt. Informationen werden nicht ausgetauscht.	Einführung einer SOA mit ESB. / Erste Prozesse mit Services werden bereitgestellt. / Erste Erfahrung mit Big Data und angewandt. / Entwicklung erster IT-Sicherheitsmodellen
Reifegrad 1 – Bereichsübergreifende Digitalisierung			
Das Unternehmen beschäftigt sich (noch) nicht mit Industrie 4.0. Anforderungen werden nur teilweise erfüllt.			
Bereichsintegration der Anwendungssysteme	Bereichsintegration der Anwendungssysteme	Produktentstehung ist nicht digital unterstützt.	Keine service-orientierten und cloud-basierten Ansätze. / Daten werden nicht zur Produktverbesserung eingesetzt. / Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität der Daten ist nicht gewährleistet.

Tabelle 3: Gesamtübersicht des Reifegradmodells SIMMI 4.0

Die nächsten Iterationsschritte in Phase 4 umfassen: Durchführung von Expertengesprächen mit Modellanpassung auf Basis der Interviews (2. Iterationsschritt); Gruppeninterviews mit Anwenderunternehmen mit erneuter Anpassung zur finalen Version (3. Iterationsschritt). Nach Abschluss von Phase 4 folgen nach Becker et al. (2009) Transfer und Evaluation des Reifegradmodells. Diese Schritte sollen auf Basis von konkreter Anwendung des Modells mit/in Unternehmen erfolgen. Die daraus resultierenden Gestaltungsentscheidungen bezogen auf die Ausprägungen und Stufen von SIMMI 4.0, weitere detaillierte Evaluationsschritte sowie der Erkenntnisbeitrag von SIMMI 4.0 für die Praxis werden in Folgearbeiten aufgegriffen.

Über die Entwicklung von SIMMI 4.0 hinaus ergaben sich vor allem auf der Basis der Literaturrecherche aus Kapitel 3.2 (Vergleich bestehender Reifegradmodelle) weitere Anknüpfungspunkte und zusätzlicher Forschungsbedarf. Diese sind u. a. das Mapping zwischen SIMMI 4.0 und anderen bestehenden Reifegradmodellen für Industrie 4.0 (z.B. Kaufmann 2015, BMWi 2015), die auf organisatorischer bzw. auf systemspezifischer Ebene ausgelegt sind. Hier sollten Zuordnungen verschiedener Reifegradstufen und Dimensionen zwischen den einzelnen Modellen geschaffen werden, um es Unternehmen zu ermöglichen sich vollumfänglich in Industrie 4.0 einzuordnen und so eine Gesamtreife für Industrie 4.0 zu bestimmen. Des Weiteren wäre zu überlegen in welcher Art und Weise SIMMI 4.0 branchenspezifisch ausgerichtet werden sollte.

5 Literatur

- BDI, Roland Berger (2015) Die Digitale Transformation der Industrie - Eine europäische Studie von Roland Berger Strategy Consultants im Auftrag des BDI. München, Berlin
- Becker PDJ, Knackstedt DR, Pöppelbuß DWIJ (2009) Entwicklung von Reifegradmodellen für das IT-Management. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 51(3):249–260
- Beckmann H; Schäffer T (2014) ERP-Studie. Erfolgsfaktoren für die Integration von Unternehmenssoftware in die Unternehmens-IT. Steinbeis-Edition (Schriftenreihe Wirtschaftsinformatik), Stuttgart
- BMWi (2015) Erschließung der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0 im Mittelstand: Studie im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Agiplan GmbH, Mülheim an der Ruhr
- Böhm M, Jasper M, Thomas O (2013) Das Further Education Maturity Model: Entwicklung und Implementierung eines Reifegradmodells zur Auswahl von Weiterbildungsveranstaltungen im Bereich IT-Management und –Consulting. In: Thomas O (Hrsg) Living Lab Business Process Management Research Report, Nr. 6. Living Lab BPM, Osnabrück
- de Bruin T, Freeze R, Kulkarni U, Rosemann M (2005) Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. In: Campbell B (Hrsg) Proceedings of the 16th Australasian Conference on Information Systems (ACIS 2005), November 30 - December 2, 2005, Sydney, Australia
- Forstner L, Dümmler M (2014) Integrierte Wertschöpfungsnetzwerke – Chancen und Potenziale durch Industrie 4.0. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik 131(7):199–201
- Frick N, Gäb C (2015) Analytischer Vergleich der Praxistauglichkeit von Reifegradmodellen der zwischenbetrieblichen Integration. In: Thomas O, Teuteberg F (Hrsg) Proceedings der 12. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2015), pp. 1483-1497. Osnabrück

- Hecht S (2014) Ein Reifegradmodell für die Bewertung und Verbesserung von Fähigkeiten im ERP-Anwendungsmanagement. Springer Gabler, Heidelberg
- Hevner A, March S, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28(1):75–105
- Industrie 4.0 (2014) Industrie 4.0: Whitepaper FuE-Themen, Veröffentlichung der Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat. <http://www.zvei.org/Verband/Publikationen/Seiten/Industrie-40-Whitepaper-FuE-Themen.aspx>. Abgerufen am: 20.07.2015
- Kagermann H, Wahlster W, Helbig J (2013) Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. acatech
- Kappes M (2013) Netzwerk- und Datensicherheit: Eine praktische Einführung, 2. Aufl. Springer Vieweg, Wiesbaden
- Kaufmann T (2015) Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Springer Vieweg, Wiesbaden
- Krcmar H (2015) Einführung in das Informationsmanagement, 2. Aufl. Springer, Heidelberg
- Lemke C, Brenner W (2014) Einführung in die Wirtschaftsinformatik: Band 1: Verstehen des digitalen Zeitalters, Auflage 2015. Springer Gabler, Heidelberg
- Mettler T (2010) Vorschlag zur Wiederverwendung und Wiederauffindung von Reifegradmodellen. Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität St. Gallen
- Rauh J, Seynstahl C (2012) Internetversorgung und Breitbandbedarf in ländlichen Räumen: einige empirische Ergebnisse aus Ist- und Bedarfs-Analysen. In: Gräf P, Rauh J (Hrsg) Innovative Anwendungen von IKT, pp. 53–64. LIT Verlag, Münster
- Schäffer T, Beckmann H (2014) Trendstudie Stammdatenqualität 2013: Erhebung der aktuellen Situation zur Stammdatenqualität in Unternehmen und daraus abgeleitete Trends. Steinbeis-Edition (Schriftenreihe Wirtschaftsinformatik), Stuttgart
- Schlick J, Stephan P, Loskyll M, Lappe D (2014) Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: Bauernhansl T, ten Hompel M, Vogel-Heuser B (Hrsg) Industrie 4.0 in der Produktion, Automatisierung und Logistik, pp. 57-84. Springer Vieweg, Wiesbaden
- Schöning H, Dorchhain M (2014) Data Mining und Analyse. In: Bauernhansl T, ten Hompel M, Vogel-Heuser B (Hrsg) Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration, pp. 543-554. Springer Vieweg, Wiesbaden
- Wegener D (2014) Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen für einen Global Player. In: Bauernhansl T, ten Hompel M, Vogel-Heuser B (Hrsg) Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration, pp. 343-358. Springer Vieweg, Wiesbaden
- Wendler R (2012) The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and Software Technology* 54(2):1317–1339

Entwicklung und Evaluation eines Reifegradmodells für das Cloud-Produktmanagement

Norman Pelzl¹, Andreas Helferich¹ und Georg Herzwurm¹

¹ Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik II (Unternehmenssoftware), {pelzl|helferich|herzwurm}@wius.bwi.uni-stuttgart.de

Abstract

Der Markt für Cloud-Computing ist jung, hochdynamisch und vergleichsweise unübersichtlich. Ein Unternehmen, das Cloud-Computing nutzen will, steht hohen Suchkosten gegenüber, um passende Anbieter und Dienste zu identifizieren. Hierbei kommt dem Produktmanagement die Rolle zu, passende Cloud-Produkte den Kunden bedarfsgerecht anzubieten. Neben Eigenschaften, wie beispielsweise Skalierbarkeit und Virtualisierung sind weitere Eigenschaften von Bedeutung, um Cloud-Produkte unterscheiden zu können. Reifegradmodelle sind sehr gut geeignet, um komplexe, multikriterielle Themengebiete zu strukturieren, eine Standortbestimmung bzgl. des Status Quo zu erlauben und Entwicklungsperspektiven aufzuzeigen. Das Ziel dieses Beitrages ist es, ein Reifegradmodell zu entwickeln und zu evaluieren, das die verschiedenen definierenden Eigenschaften von Cloud-Computing im Software-Produktmanagement strukturiert und aufeinander aufbauende Reifegrade identifiziert. Die Basis hierzu sind eine umfangreiche Literaturanalyse, eine bekannte Methode zur Entwicklung von Reifegradmodellen sowie einer Evaluation durch eine Online-Umfrage, um das Reifegradmodell kritisch zu analysieren.

1 Motivation

Sowohl Anwenderunternehmen bei der Anbietersauswahl als auch IT-Unternehmen bei der Auswahl von Partnern stehen vor der Herausforderung Cloud-Angebote zu vergleichen, um dann das am besten geeignete Angebot situationsabhängig auszuwählen (Repschläger et al. 2010). Analog zur Auswahl von Standardsoftware sind hierbei sowohl funktionale als auch nichtfunktionale Eigenschaften der Standardsoftware sowie Eigenschaften des Anbieters selbst wie z.B. Marktposition, Potenzial im Vergleich zum Wettbewerb oder Kundenzufriedenheit zu berücksichtigen. Dieser Auswahlprozess wird durch eine Vielzahl von Anbietern, intransparenten heterogenen Angeboten und unklare bzw. sich widersprechende Cloud-Definitionen erschwert (Spath et al. 2012). Dieser Prozess soll durch das Produktmanagement unterstützt werden. In vielen Beiträgen der letzten zwei Jahre wurden vermehrt die Cloud-Eigenschaften nach NIST (Mell und Grance 2011) zitiert. Es hat sich gezeigt, dass diese Ausarbeitung bei den meisten Autoren die notwendige Anerkennung fand, um Cloud-Computer zu beschreiben. Diese Cloud-Eigenschaften werden daher im Folgenden ebenfalls als Grundlage genommen.

Ziel dieses Beitrages ist es, anhand der Cloud-Computing-Eigenschaften ein Reifegradmodell auf Basis einer Literaturanalyse und Expertengesprächen zu entwickeln und mittels einer Online-Umfrage zu evaluieren, um Cloud-Computing-Angebote für das Software-Produktmanagement zu kategorisieren und bzgl. der Reife ihres Produkts beurteilen zu können. Das Reifegradmodell der Cloud-Eigenschaften kennt je Eigenschaft fünf in der Regel akkumulierende Stufen. Das Reifegradmodell kann genutzt werden, um einzelne Eigenschaften von Cloud-Computing besser zu verstehen, deren Zusammenhänge untereinander zu erkennen sowie diese Eigenschaften durch das Cloud-Produktmanagement individuell für Kunden anzupassen und auszuwählen.

2 Cloud-Computing

Im Cloud-Computing (z.B. Mell und Grance 2011) werden neben den drei Ebenen bzw. Servicemodellen: IaaS, PaaS und SaaS weiterhin vier verschiedenen Bereitstellungsmodelle unterschieden: Private Cloud, Public Cloud, Community Cloud und Hybrid Cloud. Weiterhin wird Cloud-Computing nach NIST (National Institute of Standards and Technology) anhand von fünf essentiellen Eigenschaften beschrieben: On-demand self-service, Broad network access, Resource pooling/Virtualization, Rapid elasticity und Measured service (Mell and Grance 2011). Unter On-demand Self Service wird die dynamische Anpassung von Ressourcen ohne Einbeziehung des Anbieters verstanden. Beim Broad network access soll ein umfassender standardisierter Netzwerkzugriff über das Internet gewährleistet werden. Unter Resource pooling/Virtualization wird das Multi-Tenant-Modell assoziiert. Hierbei arbeiten alle Kunden auf der gleichen Plattform. Durch Virtualisierung kann Hardware und Software für verschiedene Anwendungen aufgeteilt und somit die Leistung erhöht werden. Bei der Rapid elasticity können Services elastisch und bedarfsgerecht (Skalierbarkeit) für die Kunden zur Verfügung gestellt werden. Der Measured service bzw. Metered service beinhaltet das Messen und das Abrechnen der Ressourcennutzung. Diese Eigenschaften finden aktuell in der Literatur einen hohen Zuspruch (Fehling et al. 2014), allerdings wird in Teilen der Literatur (z.B. Spath et al. 2012, Pelzl et al. 2013, Fehling et al. 2014) argumentiert, dass aufgrund der Komplexität von Cloud-Computing die Eigenschaften von NIST nicht ausreichend seien, sondern um weitere Eigenschaften ergänzt werden müssten, um eine vollständige Charakterisierung erreichen zu können. Dazu werden im folgenden Kapitel spezifische Eigenschaften von Software-Plattformen identifiziert, damit diese im Software-Produktmanagement zur Auswahl geeigneter Cloud-Produkte dienen können.

3 Software-Produktmanagement

Das Software-Produktmanagement sorgt für Beständigkeit und schrittweise Verbesserung der angebotenen softwareintensiven Produkte und ist verantwortlich für deren gesamten Lebenszyklus (Herzwurm 2009, Peine 2014). Software-Produktmanagement lässt sich als die Disziplin und die Rolle (Produktmanager) definieren, „die ein Produkt (oder eine Lösung oder eine Dienstleistung) steuert, angefangen von seiner Einführung in den Markt bzw. Lieferung zum Kunden, um größtmöglichen Wert für das Unternehmen zu erzeugen“ (Ebert 2007, 580). Dabei werden unter Software-Produkten nicht nur klassische Standard-Software wie z.B. OfficeSuite verstanden, sondern auch Software-basierte Dienste wie SaaS. Da es sich bei Software um ein immaterielles Gut handelt, differenziert es sich von den klassischen Gütern durch die hohe Änderungshäufigkeit und der geringen Bedeutung von Produktion und Logistik (Kittlaus et al. 2004). In der letzten Zeit werden vermehrt Softwarelösungen auf Software-Plattformen angeboten, um zum Beispiel Apps

und Dienstleistungen anzubieten. Diese Software-Plattformen stehen vor besonderen Herausforderungen, um Softwarelösungen aus dem Cloud-Computing anbieten zu können - wie Sicherheit, Verfügbarkeit, Individualisierung und vertragliche Gestaltung (Khan 2011, Mautsch 2015). Ziel der Sicherheit ist es u.a. Unternehmensdaten, die über das Internet gesendet werden, zu sichern. Cloud-Computing-Services können neben dem hohen Standardisierungsgrad auch individualisiert werden. Eine hohe Verfügbarkeit ist für den Cloud-Computing-Betrieb unabdingbar und sollte zu einem hohen Prozentsatz erreicht werden. Diese bisherigen Eigenschaften und Herausforderungen werden in einem Vertrag, den sogenannten Service Level Agreements (SLAs), festgehalten.

Innerhalb des Produktmanagements stellt sich somit die Frage, welche Ausprägungen diese „neuen“ Herausforderungen einnehmen können, um Kunden die passenden Cloud-Lösungen anbieten zu können. Die bereits identifizierten Eigenschaften für Cloud-Produkte von NIST werden also um die vier Herausforderungen erweitert. Die bisherige Beschreibung von Eigenschaften von Cloud-Produkten ist eher allgemein und bietet damit Produktmanagern keine große Hilfestellung bei der Auswahl der relevanten und möglichen Cloud-Eigenschaften. Produktmanager sind nur in der Lage relevante Cloud-Eigenschaften auszuwählen, wenn eine spezifische Unterteilung und Beschreibung vorliegt. Daher wird im folgenden Kapitel eine Methode zur Entwicklung von Reifegradmodellen vorgestellt, um hiermit die einzelnen möglichen Stufen der Cloud-Eigenschaften zu ermitteln.

4 Methode zur Entwicklung von Reifegradmodellen

Die Vorgehensweise zur Entwicklung des Cloud-Computing-Reifegradmodells basiert auf den Ausführungen zur Erstellung eines allgemein anwendbaren Vorgehensmodells zur Reifegradmodellentwicklung von Becker et al. 2009. Becker et al. unterscheiden acht Phasen der Reifegradmodellentwicklung. Wir entschieden uns für das Reifegradmodell nach Becker et al. aufgrund des systematischen Entwicklungsprozesses nach den DSR-Richtlinien (Hevner et al. 2004). Die Abbildung 1 zeigt die relevanten Phasen der Entwicklung des Reifegradmodells.

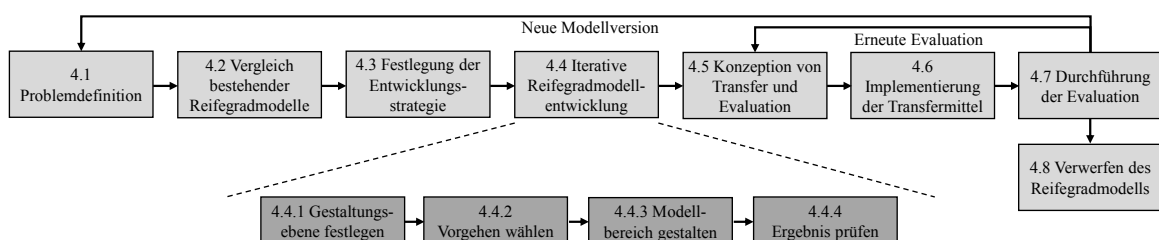


Bild 1: Relevante Phasen der Entwicklung eines Reifegradmodells (in Anlehnung an Becker et al. 2009)

4.1 Problemdefinition

Mittels eines Reifegradmodells wird die Reife eines Objekts oder einer Verrichtung ermittelt, so beispielsweise beim wohl bekanntesten Reifegradmodell - dem CMM, CMMI und Spice/ISO 15504 - die Reife von Prozessen der Softwareentwicklung. Reifegradmodelle haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten als wichtiges Instrument etabliert, um eine Ist-Situation zu erfassen, Verbesserungsmaßnahmen zu identifizieren und priorisieren sowie eine Fortschrittskontrolle bei der Umsetzung von Maßnahmen zu erlauben (Becker et al. 2009). Reifegradmodelle für Cloud-Computing existieren zwar in einem überschaubaren Umfang, ein Reifegradmodell aber, das die

bekanntes Cloud-Eigenschaften nach NIST miteinbezieht, existiert zurzeit noch nicht. Mit diesem Reifegradmodell soll Unternehmen ermöglicht werden, die richtigen Komponenten für ihr Cloud-Geschäftsmodell zu ermitteln.

4.2 Vergleich bestehender Reifegradmodelle

Vergleiche von Reifegradmodellen im Cloud-Computing sowie Verweise auf andere Ausarbeitungen zum Thema stammen von Münzl et al. 2009, Martens et al. 2010 und Weiss et al. 2013. Weitere Arbeiten zu Reifegradmodellen sind vermehrt in White Papers zu finden, diese werden aber im Folgenden aufgrund des nicht wiss. Hintergrundes nicht betrachtet. Weiss et al. beschreiben 6 Eigenschaften in einem Reifegradmodell innerhalb von fünf Stufen für Cloud-Computing. Einzig die Eigenschaft Sicherheit ist für die weitere Ausarbeitung relevant. Martens et al. beschreiben in ihrem Reifegradmodell neun verschiedene Cloud-Services. Einige Services können auch den im Kapitel 2 beschriebenen Cloud-Eigenschaften zugeordnet werden, wenn auch nicht vollständig. Weiterhin beschreibt Münzl et al. die drei Ebenen von Cloud-Computing (SaaS, PaaS und IaaS) und jeweils ein paar eher zufällig ausgewählte Cloud-Eigenschaften. Das Reifegradmodell besteht je nach Ebene aus drei oder vier Stufen. Auch bei dieser Analyse werden die Cloud-Eigenschaften nach NIST nicht vollständig untersucht und es findet auch keine systematische Vorgehensweise statt. Schließlich kann konstatiert werden, dass nur wenige nach NIST beschriebenen Cloud-Eigenschaften durch die wiss. Literatur analysiert werden und dass die Ausarbeitungen stellenweise unterschiedliche Reifegrade untersuchen (siehe Tabelle 1). Daher ist es notwendig, die Cloud-Eigenschaften nach NIST und darüber hinaus gehende markante Eigenschaften innerhalb eines vordefinierten und systematischen Reifegradmodells zu untersuchen.

Cloud-Reifegradmodellanalyse	Cloud-Eigenschaften	Einheitliche Reifegrade
Weiss et al. 2013	(X)	X
Martens et al. 2011	(X)	X
Münzl et al. 2009	(X)	

Tabelle 1: Übersicht bestehender Cloud-Reifegradmodelle

4.3 Festlegung der Entwicklungsstrategie

Nach Becker et al. 2009 werden verschiedene Möglichkeiten zur Entwicklung eines Reifegradmodells vorgeschlagen. Für die Entwicklung des Reifegradmodells für Cloud-spezifische Geschäftsmodelle wurde ein kombiniertes Vorgehen gewählt, bei dem auf der einen Seite bereits bestehende Cloud-Reifegradmodelle mit in die Entwicklung einbezogen und auf der anderen Seite weitere Inhalte durch eine systematische Literaturrecherche gewonnen wurden.

4.4 Iterative Reifegradmodellentwicklung

4.4.1 Gestaltungsebenen festlegen

Für die Entwicklung eines Cloud-Reifegradmodells werden die in Kapitel 2 und 3 beschriebenen Cloud-Eigenschaften verwendet. Diese Eigenschaften sollen im Folgenden anhand eines Reifegradmodells analysiert werden. Wir entwickelten das Reifegradmodell anhand von drei Iterationen. Innerhalb der ersten Iteration recherchierten wir Grundlagen und Eigenschaften der enthaltenen Elemente des Reifegradmodells. Somit konnten wir eine erste grobe Version erstellen. Auf der Basis einer umfangreichen Literaturrecherche wurden in der zweiten Iteration die Stufen und ihnen zugeordnete Ausprägungen detailliert ausgearbeitet (siehe Kapitel 4.4.2). Das Ergebnis

waren fünf gut abgrenzbare Stufen. Innerhalb der dritten Iteration wurden drei semi-strukturierte Experteninterviews mit drei Cloud-Anbietern aus dem IT-Management deutscher Unternehmen durchgeführt (siehe Kapitel 4.4.4) Dadurch konnte die Plausibilität des Modells bestätigt werden. Die Cloud-Anbieter konnten inhaltlich weitere wichtige Punkte liefern.

4.4.2 Vorgehen wählen

Grundlage für die Entwicklung (Becker et al. 2009, Martens et al. 2010) eines Reifegradmodells für das Cloud-Produktmanagement ist eine systematische Literaturrecherche auf Basis der Vorgaben von vom Brocke (vom Brocke et al. 2009). Vom Brocke schlägt ein fünfstufiges Verfahren für die Analyse der Literatur vor: 1. Definition des Untersuchungsgegenstandes, 2. Konzeptualisierung des Themas, 3. Literatursuche, 4. Literaturanalyse und -synthese und 5. Forschungsagenda.

(1) Definition des Untersuchungsgegenstandes: Nach Cooper (Cooper, 1988) kann ein Untersuchungsgegenstand anhand von 6 Merkmalen eingeordnet werden. Der Fokus dieser Ausarbeitung liegt zum einen auf Forschungsergebnissen und zum anderen können Unternehmen die Ergebnisse anwenden. Das Ziel soll die Identifikation zentrale Anknüpfungspunkte für die Entwicklung eines Cloud-Reifegradmodells sein. Als organisationales Vorgehen handelt es sich um ein konzeptionelles sowie methodisches Vorgehen. Aus perspektivischer Sicht befindet sich die Ausarbeitung in einer neutralen Darstellung. Hinsichtlich der Abdeckung des Themas wird es repräsentativ für weitere Studien sein. Die Zielgruppe des Beitrages sind spezialisierte Wissenschaftler und Praktiker.

(2) Konzeptualisierung des Themas: Zur Konzeptualisierung wurden bereits die beiden Konzepte Software-Produktmanagement und Cloud-Computing beschrieben.

(3) Literatursuche: Für die Literaturanalyse wurden 59 Fachzeitschriften, sieben Konferenzen und vier Datenbanken durchsucht. Innerhalb der Literaturanalyse beschränkt sich die Analyse auf die relevantesten Datenbanken (Brereton et al. 2007) im Bereich Software Engineering. Um nur hochwertige Fachzeitschriften zu durchsuchen, wurden diese anhand des Journal-Rankings der Association for Information Systems (AIS) ausgewählt. Es wurden Fachzeitschriften durchsucht, die im Durchschnitt mit 25 oder weniger Punkten (Average Rating Points, ARP) bei der Bewertung der AIS bewertet wurden.

Ein Beitrag wurde in den Fachzeitschriften (MIS Quarterly, Information Systems Research, Communications of the ACM, Journal of Management Information Systems, Harvard Business Review, European Journal of IS, Decision Support Systems, IEEE Software, Information and Management, ACM Transactions on Database Systems, IEEE Transaction on Software Engineering, Journal of Computer and System Sciences, Communications of the AIS, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, ACM Computing Surveys, IEEE Transactions on Computers, Information Systems Frontiers, IEEE Computer, Journal of Database Management, Computers and Operations Research, Journal of Computer Information Systems, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering) und Konferenzen (AMCIS, ICIS, ECIS, MCIS, PACIS, MKWI, WI) als Treffer gewertet, wenn er im Titel das Einschlusskriterium „Cloud Computing“ oder „Cloud“ enthielt. Anschließend wurde der Abstract des Treffers auf den Bezug zum Thema Cloud-Computing und Cloud-Computing-Eigenschaften (anhand einer der beschriebenen Cloud-Eigenschaften) untersucht und auf dieser Basis als relevant oder nicht relevant eingestuft. Die Recherche ergab in den Fachzeitschriften 33 und in den Konferenzen 34 relevante Beiträge. Der

festgelegte Untersuchungszeitraum für die Literaturübersicht beinhaltet die Jahre 2012, 2013 und 2014. Aufgrund des signifikanten Aufwands bei der Auswertung dieser Vielzahl an Quellen und des aktuellen Themas, erschien dieser verhältnismäßig kurze Zeitraum gerechtfertigt. Zudem lagen in früheren Jahren u.E. noch zu wenige Erfahrungen mit Cloud-Computing vor, um fundierte Klassifizierungen zu erstellen. Für die Datenbankrecherche (IEE-Explore, AISel, EBSCOhost und Science-Direct) wurden die Suchergebnisse nach Relevanz sortiert und analysiert. Bereits erfasste Beiträge aus der Konferenz- und Fachzeitschriften-Analyse wurden innerhalb der Datenbankrecherche aussortiert.

(4) Literaturanalyse und -synthese: Insgesamt wurden 933 Dokumente untersucht. Davon konnten in 108 relevanten Dokumenten Informationen zu Cloud-Eigenschaften gefunden werden. Insgesamt konnten für die neun Cloud-Eigenschaften sinnvolle, unterschiedliche und eindeutig abgrenzbare Ausprägungen identifiziert werden. Die identifizierten Ausprägungen der einzelnen Cloud-Eigenschaften wurden in insgesamt fünf Reifegrade eingeteilt (siehe Kapitel 4.4.3).

(5) Forschungsagenda: Anhand der gefundenen Ergebnisse könnten die Ausprägungen der verschiedenen Cloud-Eigenschaften identifiziert werden. Im folgenden Kapitel werden jetzt die einzelnen Cloud-Eigenschaften übersichtlich dargestellt.

4.4.3 Modellbereich gestalten

Anhand der Literaturanalyse konnte zu den verschiedensten Eigenschaften eine Vielzahl an Ausprägungen der einzelnen Cloud-Eigenschaften gefunden werden. Wichtig ist, dass ähnlich wie bei der Continuous Representation des CMMI und Spice/ISO 15504 davon ausgegangen wird, dass der erreichte Reifegrad der einzelnen Dimensionen (Eigenschaften) prinzipiell unabhängig von den Reifegraden der anderen Dimensionen ist (Paulk et al. 1993). Aktuell, auf dem CMU Capability Maturity Model (CMM) basierendes Modell ist Spice/ISO 15504, welches die einzelnen Reifegrade (0-5) definiert mit: Level 0: Incomplete, Level 1: Performed, Level 2: Managed, Level 3: Established, Level 4: Predictable, Level 5: Optimizing. Da innerhalb der Stufe Null keine oder nur unvollständige Anforderungen enthalten sind, wurden diese nicht näher betrachtet. Die im Reifegradmodell definierte Ausprägungsstufe 1 stellt die absoluten Mindestanforderungen an eine Cloud-Eigenschaft dar. Diese Mindestanforderung besteht daraus, dass es sich um einen cloudbasierten Service handeln muss. Innerhalb der Ausprägungsstufe 3 muss diese Cloud-Eigenschaft erweiterbar sein, beispielsweise durch die Möglichkeit einer Vernetzung mit anderen Technologien. Die Ausprägungsstufe 5 geht von einer gewissen Vollständigkeit und Automatisierung der Cloud-Eigenschaft aus. Zum Beispiel muss die Skalierbarkeit nicht mehr manuell vorgenommen werden, wenn Lastspitzen auftreten, sondern der Cloud-Service übernimmt diese Funktion vollautomatisch. Pro Cloud-Eigenschaft werden im Folgenden fünf qualitativ-zunehmende Ausprägungsstufen berücksichtigt:

On-demand Self Service (Manvi und Shyam 2013, Vaquero et al. 2011, Kamhout et al. 2014)

Stufe 1: Die generelle Erweiterbarkeit der Cloud-Services durch Module oder Komponenten ist gegeben. Somit lassen sich weitere Funktionalitäten während der Nutzung des Service nur durch den Rechenzentrumsbetreiber (Administrator) hinzu buchen oder abbestellen.

Stufe 2: Manuelle Web- und Datenbank Provisioning durch die Kunden ist vorhanden. Es existiert ein Workflow als Anleitung für den Kunden.

Stufe 3: Die Anpassung der Cloud-Service-Funktionalitäten liegt jetzt in der Hand des Kunden und kann teilweise automatisiert durch den Cloud-Anbieter vorgenommen werden.

Stufe 4: Die Services können automatisiert und (im Regelfall) ohne menschliche Interaktion provisioniert werden. Die Zeit für das Buchen oder Abbestellen verkürzt sich extrem.

Stufe 5: Der Bezug (Anmeldung, Konfiguration und Bezahlung) des Cloud-Service ist vollständig automatisiert und z.B. vollständig über ein Webformular mit dynamischer Preisberechnung und elektronischer Zahlungsabwicklung möglich. Darüber hinaus erfolgt die Abwicklung über ein verbraucherorientiertes Portal. Außerdem existieren umfangreiche Reporting- und Analyse-Möglichkeiten, um Prognosen abgeben zu können.

Broad Network Access (Aceto et al. 2013, Bharadwaj et al. 2013, Dinh et al. 2013)

Stufe 1: Der Datenaustausch mit dem Cloud-Service oder seiner Verwaltungsoberfläche findet ausschließlich auf der Basis von offenen und standardisierten Internet-Protokollen statt, wie z.B. HTTP, FTP, SMTP.

Stufe 2: Der Datenaustausch findet unabhängig vom unterstützten Browsers statt bzw. mit jedem Standard Browser ist die Administrations Oberfläche erreichbar.

Stufe 3: Der Datenaustausch findet unabhängig vom unterstützten Browsers und der Endgeräte (durch Tablets, PCs, Macs und Smartphones) statt. Verwendung eines End-to-End VPN-Tunnel.

Stufe 4: Der Datenaustausch findet unabhängig vom unterstützten Browsers und der Endgeräte (durch Tablets, PCs, Macs und Smartphones) statt. Vorhandensein einer UI-Optimierung für verschiedene Endgeräte und Verwendung eines Site-to-Site VPN-Tunnels.

Stufe 5: Diese Services können nur mit webbasierte Anwendungs- bzw. Administrations-oberfläche erreicht werden. Alle Browser, Netzwerke, Endgeräte und jegliche Backendstrukturen können zum Datenaustausch eingesetzt werden. Verwendung eines Site-to-Site VPN-Tunnels.

Resource-Pooling & Virtualization (Noor et al. 2013, Demirkan und Delen 2013, Alfath et al. 2013)

Stufe 1: Virtualisierung wird als Basistechnologie für Cloud-Computing gesehen und erfolgt in der ersten Stufe nur in der Serverinfrastruktur. Es handelt sich um eine einfache Virtualisierung zum Beispiel durch einen Citrix-Server.

Stufe 2: Hierbei wird nicht nur eine Komponente virtualisiert, sondern wenige mehr (z.B. Server-Virtualisierung und Applikations-Virtualisierung).

Stufe 3: Innerhalb der Stufe drei werden mehrere Komponenten virtualisiert. Der Kunde kann aber einige Komponenten selber übernehmen (z.B.: Monitoring, Billing)

Stufe 4: In der Stufe werden viele Komponenten virtualisiert und sind dazu auch automatisiert.

Stufe 5: Hierbei wird „alles aus einer Hand“ angeboten - das komplette Management und die virtualisierte Infrastruktur. Anhand einer intelligenten und richtliniengesteuerte Software innerhalb des RZ wird das Management aller Komponenten komplett übernommen. Somit werden Applikationen und Daten vollständig virtualisiert und automatisiert zur Verfügung gestellt und Fehler eigenständig gefunden und repariert. Außerdem existiert ein Software Defined Data Center (SDDC).

Rapid Elasticity (Martens et al. 2010, Rong et al. 2013, Armbrust et al. 2010)

Stufe 1: Innerhalb dieser Stufe ist eine einfache horizontale Skalierung möglich. Die Reduzierung von Infrastrukturleistungen erfolgt durch man. Downscaling (deep provisioning).

Stufe 2: Der Kunde kann eine mögliche Skalierung aktiv durch angepasste SLAs beim Anbieter beeinflussen und die Hardwareleistung damit steigern.

Stufe 3: Sollte die eingesetzte Hardware an ihre Grenzen stoßen, so kann der Kunde durch manuelle Bedienung die Hardware durch eine effizientere ersetzen. In der Stufe drei ist ein teilweise automatisiertes Downscaling möglich.

Stufe 4: Bei der automatischen Skalierung sorgt der Service selbständig für die dynamische Ressourcenzuweisung, je nach Bedarf und Auslastung. Das Downscaling erfolgt automatisiert.

Stufe 5: Innerhalb der letzten Stufe erkennt der Service selbstständig, anhand von Algorithmen, verschiedene Muster von Lastspitzen und konfiguriert damit den Service optimal. Es handelt sich also um eine vollständige, automatische und nahtlose Skalierung und Downscaling. Je nach Abhängigkeiten von bestimmten Kennzahlen (z.B: Saisonale-Daten, Tageslastkurven) passt sich das System proaktiv an. Außerdem findet eine automatisierte Analyse des Verbrauchs statt, worauf ein Forecast erstellt wird, der proaktiv das Downscaling auslöst. Darüber hinaus kann der Anbieter in Echtzeit das Monitoring der Daten übernehmen.

Measured Services (Aceto et al. 2013, Riger et al. 2013, Suaanto et al. 2012)

Stufe 1: Eine leistungsabhängige Messung findet nicht statt. Die Berechnung wird anhand zur Verfügung gestellter Leistung (z.B. 3 CPUs, 50GB Speicher) bestimmt, nicht deren Auslastung.

Stufe 2: Hierbei können Leistungsmetriken wie die System-Performance (z.B. Daten-transferrate, Internet-Netzwerkverbindungen) gemessen aber noch nicht abgerechnet werden.

Stufe 3: Neben der Abrechnung der Leistungsmetriken können auch weitere Metriken, wie der Energieverbrauch gemessen werden.

Stufe 4: Eine Verfeinerung der Messung durch genauere Metriken kann durch die Zerlegung der Performance in kleine Parameter durchgesetzt werden. Die Messungen erfolgt zumeist reaktiv.

Stufe 5: Anhand eines Performance-Measurement-System können die Services automatisiert und kontinuierlich gemessen und kontrolliert werden. Auch hier kann eine proaktive Abrechnung erfolgen.

Security (Martens et al. 2010, Weiss et al. 2013, Noor et al. 2013, Astrova et al. 2012)

Stufe 1: In der ersten Stufe sind bekannte IT-Sicherheitsziele (z.B. Vertraulichkeit, Integrität) vorhanden aber keine Cloud-Computing-spezifischen Sicherheitsmaßnahmen.

Stufe 2: Der Cloud-Anbieter verfügt über ein ISMS (Information Security Management System) und die Sicherheitsdienstleistungen werden in den SLAs festgehalten.

Stufe 3: In dieser Stufe ist eine durchgängige Sicherheitsarchitektur zu konzipieren und zu implementieren (Informationen zu Rechenzentrumssicherheit, Netzsicherheit, Datensicherheit usw.). Außerdem existiert eine Zertifizierung gemäß ISO 27001 oder ISO 20000. ISO 27001 definiert die Anforderungen an das Sicherheitsmanagement von Cloud-Services, während ISO 20000 sich auf das Management von IT-Service-Prozessen fokussiert.

Stufe 4: Anerkannte Zertifizierungen für Cloud-Anbieter sollten nachgewiesen werden. Außerdem können durch Monitoring und Analysen erste proaktive Maßnahmen ergriffen werden.

Stufe 5: Unter einem vollst. automatisierten Sicherheitsmanagement können Aktivitäten zählen wie: automatisches Patch-Management, Erkennung von proaktiven Maßnahmen und Einleitung von Gegenmaßnahmen. Weiter können einzelne Sicherheit-Services individuell gestaltet werden und im Hinblick auf die Echtzeit-Überwachung wird ein Security Dashboard eingesetzt.

Standardization (Vazquez-Poletti et al. 2013, Maurer et al. 2012, Kretzer und Maedche 2014)

Stufe 1: IaaS&PaaS: Ein Standardprodukt wird zumeist ohne Modifikationen an einen Anwender verkauft. SaaS ist in der ersten Stufe wenig standardisiert (Anbieter), viele manuelle Arbeiten sind notwendig (Anwender).

Stufe 2: IaaS&PaaS: Von einem parametrisierbaren Produkt kann gesprochen werden, wenn innerhalb des Anpassungsprozesses die Parameteroptionen nur noch aktiviert oder deaktiviert werden müssen. SaaS ist in der zweiten Stufe etwas mehr standardisiert (Anbieter), einige manuelle Arbeiten sind notwendig (Anwender).

Stufe 3: IaaS&PaaS: Bei einem Customized Produkt können zusätzliche Softwaremodule programmieren und/oder Programmcodes von Softwareteilen abgeändert werden. SaaS ist in der dritten Stufe mehr standardisiert (Anbieter), wenige man. Arbeiten sind notwendig (Anwender).

Stufe 4: IaaS&PaaS: Bei einem Packacking können Erweiterungen am gehosteten System oder Integrationsarbeiten vorgenommen werden. SaaS ist in der vierten Stufe viel stärker standardisiert (Anbieter), ganz wenige manuelle Arbeiten sind notwendig (Anwender).

Stufe 5: IaaS&PaaS: Von einem Individualprodukt kann gesprochen werden, wenn bei der Entwicklung speziell auf die Anforderungen des Anwenders eingegangen wird. SaaS wird hier vollständig standardisiert. Beispielsweise indem sehr schnell doppelte Angebote bzw. Komponenten bereitgestellt werden könnten.

SLA (Martens et al. 2010, Noor et al. 2013, Maurer et al. 2012)

Stufe 1: Es existiert ein Vertrag in dem bestimmte begrenzte Informationen bezüglich der Leistungen enthalten sind.

Stufe 2: Auf Basis eines existierenden SLA-Templates werden vordefinierte Leistungen beschrieben, die aber nicht verhandelbar sind.

Stufe 3: In dieser Stufe werden nicht nur vordefinierte SLAs angeboten, sondern diese können jetzt auch individuell anpasst und ihre Einhaltung gemessen werden.

Stufe 4: Die vordefinierten Leistungen innerhalb der SLAs können nicht nur angepasst, sondern komplett gegen andere ausgetauscht werden.

Stufe 5: Im vornerein werden ganzheitliche, konsistente SLAs definiert (z.B. mittels SLA-Schablonen). Für die Einhaltung von Green SLAs soll eine Vereinbarung zur Erbringung von ökologisch nachhaltigen IT-Services definiert werden.

Availability (Maher et al. 2013, Jose und Kumar 2013)

Stufe 1: Innerhalb der ersten Stufe stehen nur kritische Komponenten hochverfügbar zur Verfügung. Alle anderen Komponenten sind normal verfügbar. Das Rechenzentrum hat das Level Tier 1, d.h. es ist keine Redundanz gefordert.

Stufe 2: Hierbei stehen einige kritische Komponenten hochverfügbar zur Verfügung. Das Rechenzentrum hat das Level Tier 1, d.h. es ist keine Redundanz gefordert.

Stufe 3: Mehrere kritische Komponenten stehen hochverfügbar zur Verfügung. Innerhalb der Stufe 3 wird das Level Tier 2 gewährleistet, d.h. es werden redundante Komponenten verwendet.

Stufe 4: Viele kritische Komponenten stehen hochverfügbar zur Verfügung. Hinsichtlich des Rechenzentrums befindet es sich hier auf dem Tier 3 Level. D.h. es werden redundante Komponenten verwenden und der Server ist zweifach vorhanden. Außerdem existieren mehrfache aktive und passive Versorgungswege.

Stufe 5: Alle Komponenten stehen hochverfügbar zur Verfügung (z.B. 99,999%). Hierbei kann weiter nach dem Bezugspunkt der Ausfallzeiten (Jahr oder Monat), der Beschreibung der Services (Server, Firewall, Backup usw.) oder der Verknüpfung von Verfügbarkeiten unterschieden werden.

Stufe 5 beinhaltet das Tier Level 4, d.h. dass durch die komplette Redundanz mit doppelten Versorgungswegen Single Point of Failure fast ausgeschlossen sind.

4.4.4 Ergebnis prüfen

Becker et al. (Becker et al. 2009) sehen für diesen Schritt vor, die erarbeiteten Ergebnisse auf Vollständigkeit, Konsistenz und Problemadäquenz zu prüfen und zu bewerten. Für eine Evaluierung der beschriebenen Ergebnisse wurde die Literaturanalyse durch eine Befragung von drei Cloud-Anbietern erweitert, um die vorgeschlagenen Ergebnisse im Kapitel 4.4.3 und deren Ausführungen zu festigen. Diese Expertengespräche fanden im November 2014 per telefonischer Befragung statt. Damit sich die Teilnehmer mit dem Reifegradmodell vertraut machen konnten, wurde dieses vorher in elektronischer Form zugesendet. Dazu konnten Experten von einem führenden deutschen IT-Systemhaus (Business Architect), einem deutschen Unternehmen für Software-Lösungen (Leiter Business Development) und einem multinationalen Software- und Hardwarehersteller (Enterprise Architect) gewonnen werden. Die Experten beurteilten das Reifegradmodell als ein stimmiges Instrument, um Cloud-Eigenschaften in den einzelnen Stufen zu unterteilen. Inhaltlich konnten sie weiterführende Informationen liefern, damit die Stufen besser abgegrenzt werden konnten.

4.5 Konzeption von Transfer und Evaluation

In dieser Phase sollen neben der Nutzung von wissenschaftlichen Publikationen auch eine Internetseite entwickelt werden, mit der Unternehmen eine Reifegradermittlung vornehmen können (Becker et al. 2009). Dadurch soll die empirische Basis der Experteninterviews zur Evaluation des Modells ausgeweitet werden. Die Unternehmen geben dort den gültigen Reifegrad des eigenen Cloud-Produkts ein. Somit können wir einen Überblick der Verteilung der einzelnen Reifegradstufen in den Unternehmen erhalten. Außerdem bietet das Kommentarfeld die Möglichkeit an, Hinweise für evtl. Erweiterungen einzugeben. Aktuell haben an der internetbasierten Umfrage zehn Unternehmen teilgenommen. Der Großteil der Unternehmen kommt aus der IuK-Branche mit mehr als 250 Mitarbeitern. Diese bieten seit 3 bis 6 Jahren Cloud-Dienstleistungen an. Bei den Cloud-Ebenen herrscht aktuell Parität, das heißt alle Teilnehmer verteilen sich unterschiedlich auf SaaS, PaaS und IaaS. Bei den Organisationsformen sind die angebotenen Produkte zumeist hybrid- und public-Lösungen. An diesen bisherigen Ergebnissen lässt sich erkennen, dass das Reifegradmodell von viele Unternehmen unterschiedlichster Unternehmensgrößen, Ebenen und Organisationsformen eingesetzt werden kann.

Cloud-Eigenschaften	1. Stufe, Initial	2. Stufe, Repeatable	3. Stufe, Defined	4. Stufe, Managed	5. Stufe, Optimized	keinen Service
On-demand Self Service	0	1	1	4	4	0
Broad network Access	1	0	1	1	6	1
Resource Pooling	1	0	2	3	4	0
Rapid Elasticity	0	0	2	4	3	1
Measured Service	0	1	2	1	5	0
Sicherheit	0	0	2	3	3	2
Standardisierung	0	0	1	4	4	1
SLA	0	1	1	5	3	0
Verfügbarkeit	0	0	3	2	5	0

Tabelle 2: Reifegrad-Verteilung der teilgenommenen Unternehmen

Es zeigt sich, dass eine große Gruppe an Teilnehmern bereits Cloud-Produkte mit einem Reifegrad von 4-5 anbietet. Lediglich bei der Sicherheit bieten zwei Unternehmen keinen Service an. Anhand der Ergebnisse kann geschlussfolgert werden, dass viele große Unternehmen bereits sehr hohe Reifegrade ihren Kunden anbieten und das Produktmanagement gezielt, aufgrund der Reifegrade,

auf Kunden zugehen kann, um diese von den eigenen Produkten zu überzeugen. Bei den kleinen bis mittleren Unternehmen zeigt sich, dass die Reifegrade ihrer Cloud-Produkte noch nicht sehr weit fortgeschritten sind und nur vereinzelt einige Cloud-Eigenschaften im Bereich von 4 liegen.

Die beiden letzten Schritte bei der Entwicklung eines Reifegradmodells werden zusammen durchgeführt. Bei der Implementierung der Transfermittel und der Durchführung der Evaluation (inwieweit das Reifegradmodell seinen ursprünglich angestrebten Nutzen bewirkt) werden wir das verbesserte Reifegradmodell weiterhin für die freie Benutzung über das Internet den verschiedenen Anwendergruppen bereitstellen: <http://www.unipark.de/uc/Studenten/bee6/>.

5 Zusammenfassung

Auf Basis einer umfangreichen Literaturanalyse konnten definierende Eigenschaften und dazugehörige Ausprägungen für das Cloud-Produktmanagement identifiziert und jeweils in fünf Reifegrade unterteilt werden. Das so entstandene Reifegradmodell erlaubt einen Vergleich unterschiedlicher Cloud-Angebote sowie einen Abgleich zwischen Anforderungen an ein Cloud-Angebot und den Eigenschaften desselben. Zu beachten hierbei ist, dass ein höherer Reifegrad zwar fortgeschrittener, aber für einen bestimmten Anwendungsfall nicht unbedingt notwendig ist und ggf. zu höheren Kosten führt. So könnte ein Cloud-Produktmanager die Reifegrade seiner Cloud-Produkte als Entscheidungs-kriterium herannehmen, um diese für die Kunden zu kategorisieren und als Argumentationshilfe (z.B. für die Preise) zu benutzen. Die aktuell laufende Online-Umfrage soll weiter das Reifegradmodell verbessern und festigen. Neben der Evaluation, unterstützt diese Umfrage die Anbieter als auch Anwenderunternehmen, die ihr Angebot mit Hilfe von Cloud-Services ausgestalten wollen, die für sie am besten geeigneten Cloud-Services auszuwählen und besser abzugrenzen. Weiterer Forschungsbedarf besteht in der Abgrenzung der einzelnen Reifegrade zu den drei Cloud-Service-Typen. Separate Teilmodelle für die einzelnen Stufen könnten für eine genauere Abgrenzung förderlich sein. Weiterhin ist anzumerken, dass die Reifegrad-Verteilung der Unternehmen stark bei den Stufen 4-5 zu finden ist. In einer weiteren Umfrage könnten auch Unternehmen befragt werden, die den Service von Cloud-Anbietern nutzen, um die Daten durch ein Fremfassessment zu erweitern.

6 Literatur

- Aceto G, Botta A, de Donato W, Pescapè A (2013) Cloud monitoring: A survey. *Computer Networks*, vol. 57, Issue 9: 2093–2115
- Alfath A, Baina K, Baina S (2013) Cloud Computing Security: Fine-grained analysis and Security approaches
- Armbrust M, Fox A, Griffith R, Joseph A, Katz R, Konwinski A, Lee G, Patterson D, Rabkin A, Stoica I, Zaharia M (2010) A View of Cloud Computing. *Comm. of the ACM* 53(4): 50–58
- Astrova I, Grivas S, Schaaf M, Koschel A, Bernhardt J, Kellermeier M, Nitz S, Scher F, Herr M (2012) Security of a Public Cloud, *imis*, 564-569, 2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing
- Becker J, Knackstedt R, Pöppelbuß J (2009) Developing Maturity Models for IT Management – a Procedure Model and its Application. *Business & Information Systems Engineering*, 1: 213-222
- Bharadwaj A, El Sawy O, Pavlou P, Venkatraman N (2013) Digital business strategy: toward a next generation of insights. *MIS Q.* 37, 2, 471–482
- Brereton P, Kitchenham B, Budgen D, Turner M, Khalil M (2007) Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain, *JSS* 80: 571–583
- Cooper H M (1988) Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. *Knowledge in Society*, 1: 104–126
- Demirkan H, Delen D (2013) Leveraging the capabilities of service-oriented decision support systems: Putting analytics and big data in cloud. *Decision support systems*

- Dinh H, Lee C, Niyato D, Wang P (2013) A survey of mobile cloud computing: architecture, applications, and approaches. *Wirel. Commun. Mob. Comput.* 13:1587–1611
- Ebert C (2007) The Impacts of Software Product Management, *Journal of Systems and Software*, vol. 80, no. 6, 2007:850–861
- Fehling C, Leymann F, Retter R, Schupeck W, Arbitter P (2014) *Cloud Computing Patterns: Fundamentals to Design, Build, and Manage Cloud Applications*. Springer Vienna
- Herzwurm G, Pietsch W (2009) *Management von IT-Produkten: Geschäftsmodelle, Leitlinien und Werkzeugkasten für softwareintensive Systeme und Dienstleistungen*, 2009
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J. und Ram, S. (2004), Design science in information systems research, in: *MIS Q.*, 28, 2004, 1:75-105
- Jose A, Kumar M (2013) Benchmarking Service Availability for Cloud Computing. *Journal of Engineering (IOSRJEN)* Vol. 3, Issue 8 (August. 2013), V6:1–3
- Kamhout D, Bunce G, Peters C (2014) Implementing On-Demand Services Inside the Intel IT Private Cloud, <http://www.intel.com/content/dam/doc/white-paper/intel-it-private-cloud-on-demand-services-paper.pdf>. Abgerufen am 18.12.2015
- Khan S (2011) <http://onproductmanagement.net/2011/01/10/the-cloud-needs-a-greater-product-management-focus> Abgerufen am 18.12.2015
- Kittlaus H-B, Rau C, Schulz J (2004) *Software-Produkt-Management*, Heidelberg 2004
- Kretzer M, Maedche A (2014) Generativity of Business Intelligence Platforms: A Research Agenda Guided by Lessons from Shadow IT. In: *MKWI 2014*, Paderborn, 207–220
- Maher N, Kavanagh P, Glowatz M (2013) A Vendor Perspective on Issues with Security, Governance and Risk for Cloud Computing. *BLED 2013 Proceedings*. Paper 16
- Manvi S, Shyam G (2013) Resource management for Infrastructure as a Service (IaaS) in cloud computing: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 41:424–440
- Martens B, Teuteberg F, Gräuler M (2010) Datenbank und Reifegradmodell für die Auswahl und Bewertung von Cloud-Computing-Services: In: *Mobile Security*, HMD, Nr. 275, 47. Jahrgang
- Maurer M, Emeakaroha V, Brandic I, Altmann J (2012) Cost–benefit analysis of an SLA mapping approach for defining standardized Cloud computing goods, *Future Generation Computer Systems*, vol. 28, Issue 1:39–47
- Mautsch L (2015) *Softwareplattformen für Unternehmenssoftwareökosysteme*, EUL Verlag
- Mell P, Grance T (2011) The NIST Definition of Cloud Computing, Special Publication 800-145. <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>. Abgerufen am 18.12.2015
- Münzl G, Przywara B, Reti M, Schäfer J, Sondermann K, Weber M, Wilker A (2009) *Cloud Computing - Evolution in der Technik, Revolution im Business – BIKOM Leitfaden*, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V., Berlin
- Noor Talal H, Sheng Quan Z, Zeadally S, Yu J (2013) Trust Management of Services in Cloud Environments: Obstacles and Solutions, *ACM Computing Surveys*, vol.46, article no. 12
- Paulk M, Curtis B, Chrissis M, Weber C (1993) Capability maturity model for software, Version 1.1. https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/1993_005_001_16211.pdf. Abgerufen am 18.12.2015
- Peine K (2014) *Situative Gestaltung des IT-Produktmanagements: Eine empirische Untersuchung*, Josef Eul Verlag GmbH
- Pelzl N, Helferich A, Herzwurm G (2013) Wertschöpfungsnetzwerke deutscher Cloud-Anbieter, in: Strahringer, S. (Hrsg., 2013), *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik – Geschäftsmodelle der IT-Industrie*, Gabler Verlag, 42–52
- Repschläger J, Pannicke D, Zarnekow R (2010) Cloud Computing: Definitionen, Geschäftsmodelle und Entwicklungspotenziale. *HMD 47*, 275:6–25
- Riger P, Gewald H, Schumacher B (2013) Cloud-Computing in Banking - Influential Factors, Benefits and Risks from a Decision Maker's Perspective. *Proceedings of the Eighteenth Americas Conference on Information Systems*
- Rong C, Nguyen S, Jaatun M (2013) Beyond lightning: A survey on security challenges in cloud computing, *Computers & Electrical Engineering*, vol. 39, Issue 1:47–54
- Spath D, Weiner N, Renner T, Weisbecker A (2012) *Neue Geschäftsmodelle für die Cloud entwickeln*. Fraunhofer Verlag, Stuttgart
- Suaanto S, Supangkat S, Saragih S, Saragih R (2012) Performance Measurement of Cloud Computing Services. *International Journal on Cloud Computing*, vol. 2, No.2
- Vaquero L, Rodero-Merino L, Buyya R (2011) Dynamically scaling applications in the cloud. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review archive*, vol. 41 Issue 1
- Vazquez-Poletti JL, Moreno-Vozmediano R, Montero RS, Huedo E, Llorente IM (2013) Solidifying the foundations of the cloud for the next generation Software Engineering *Journal of Systems and Software*, vol. 86, Issue 9:2321–2326
- Vom Brocke J, Simons A, Niehaves B, Riemer K, Plattfaut R, Cleven A (2009) Reconstructing the giant: on the importance of rigour in documenting the literature search process, in: *17th European Conference on Information Systems*, 3, 2009, 15:8
- Weiss D, Repschlaeger J, Zarnekow R, Schroedl H (2013) Towards a Consumer Cloud Computing Maturity Model - Proposition of Development Guidelines, Maturity Domains and Maturity Levels (2013). *PACIS 2013 Proceedings*. Paper 211

Teilkonferenz

IT-Beratung im Kontext digitaler Transformation

Das Angebot von und die Nachfrage nach Unternehmensberatungsleistungen sind in den vergangenen Jahren deutlich angestiegen. Das Marktwachstum hat das Wachstum anderer Branchen deutlich übertroffen. Unternehmensberatungen werden in Umfragen unter Studierenden und Berufseinsteigern zu den beliebtesten Arbeitgebern gezählt.

Das Beratungsfeld IT-Beratung ist nach Einschätzungen von Marktbeobachtern in den letzten Jahren zwar deutlich gewachsen. Im Intra-sektorenvergleich zeigt sich aber, dass der Anteil der IT-Beratung am gesamten Marktvolumen zurückgegangen ist. Während 1998 noch gut 40% des Gesamtmarktes auf IT-Beratung entfiel, waren es 2004 nur noch knapp 30% und 2015 nur noch gut 20%. Demgegenüber zeichnen sich gesellschaftsweite Digitalisierungs- und Automatisierungstendenzen ab, die geeignet erscheinen, die Nachfrage nach insbesondere IT-Beratungsleistungen überdurchschnittlich anzukurbeln.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich zahlreiche Herausforderungen und Chancen für IT-Beratungsunternehmen. Die Teilkonferenz soll – im Sinne des Consulting Research – ein Forum für die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der aktuellen Situation der IT-Beratung bieten. Die im Folgenden zusammengestellten Beiträge zeigen die thematische und methodische Bandbreite der möglichen Forschungsthemen: Es wird zunächst untersucht, ob sich die Zukunftsthemen der IT-Beratung schon in aktuellen Stellenanzeigen widerspiegeln; dann wird die Rolle von IT-Beratern als Change Agents für die heute und morgen stattfindende Digitale Transformation hervorgehoben; und schließlich wird der notwendige Forschungsbedarf für eine zukünftige Virtualisierung von Beratungsleistungen hergeleitet.

Dieser Track wird vom Arbeitskreis Informationsverarbeitungsbezogene Unternehmensberatung der Gesellschaft für Informatik e.V. veranstaltet. Er richtet sich sowohl an Forscher und Studierende unterschiedlicher Disziplinen im Umfeld der IT-Beratung als auch an Vertreter aus der Praxis, die in der IT-Beratung aktiv sind oder als Kunden IT-Berater einsetzen. Wir bedanken uns bei allen Autorinnen und Autoren für die getätigten Einreichungen und den Mitgliedern des Programmkomitees für ihre Reviews.

Thomas Deelmann, Paul Drews, Volker Nissen

(Teilkonferenzleitung)

Digitale Transformation und IT-Zukunftsthemen im Spiegel des Arbeitsmarkts für IT-Berater – Ergebnisse einer explorativen Stellenanzeigenanalyse

Frank Bensberg¹ und Gandalf Buscher²

¹ Hochschule Osnabrück, F.Bensberg@hs-osnabrueck.de

² Hochschule für Telekommunikation Leipzig, Gandalf.Buscher@hft-leipzig.de

Abstract

IT-Zukunftsthemen wie Big Data, Cloud Computing und Industrie 4.0 geben Impulse zur strukturellen Weiterentwicklung von Wirtschaftssektoren und zur digitalen Transformation von Unternehmen. Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, welche Bedeutung diese IT-Zukunftsthemen derzeit am Arbeitsmarkt für IT-Berater besitzen und ob der Gegenstandsbereich der Unternehmenstransformation ein eigenständiges Tätigkeitsfeld für IT-Berater bildet. Diese Fragestellungen werden mithilfe einer explorativen, großzahligen Stellenanzeigenanalyse (n=76.872) beantwortet, die darüber hinaus auch generelle Themenschwerpunkte der Fachkräftenachfrage im Beratungsumfeld transparent macht.

1 Problemstellung

Unter dem Begriff der Transformation ist die bewusste Umsetzung von tiefgreifenden Veränderungsmaßnahmen innerhalb gegebener Rahmenbedingungen in einem Unternehmen oder einer Organisation zu verstehen, die über Anpassungsprozesse und kontinuierliche Entwicklungen deutlich hinausgehen (Mohr et al. 2010). Eine der stärksten Triebkräfte für die Transformation von Unternehmen bilden die Inventionen und Innovationen im IT-Bereich, die sich nicht nur zur Erzielung von Rationalisierungseffekten durch Automatisierung eignen, sondern vielmehr auch die Erschließung neuer Geschäftsmodelle ermöglichen (Venkatraman 2005). Im aktuellen Fokus der Wirtschaftsinformatik stehen dabei Informationstechnologien zur digitalen Transformation wie etwa Big Data, Data Science, Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) sowie Cloud Computing, die hier als IT-Zukunftsthemen subsumiert werden.

Zur Nutzung der Transformationspotenziale dieser Technologien greifen Unternehmen häufig auf die professionellen Leistungen von IT-Beratungen zurück, deren Kernaufgabe in der Verbesserung der betrieblichen Informationsverarbeitung besteht (Nissen und Simon 2009). Die Kompetenzträger zur Erstellung dieser Beratungsleistungen sind IT-Berater, die als hochqualifizierte Professionals über entsprechende Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Gestaltung kundenindividueller IT-Lösungen

verfügen. Um angesichts der hohen Technologiedynamik und damit einhergehenden Wissenserosion die Kundenbedürfnisse erfüllen zu können, ist – unter der Prämisse eines strategieorientierten HR-Managements (Meifert 2013) – davon auszugehen, dass IT-Beratungsunternehmen für zukunftssträchtige Beratungsfelder entsprechende Fachkräfte am Arbeitsmarkt akquirieren (Polster 2012). Eine Analyse der Fachkräftenachfrage im Arbeitsmarkt für IT-Berater kann folglich Erkenntnisse darüber liefern, welche Bedeutung die oben angeführten IT-Zukunftsthemen besitzen.

Solche Erkenntnisse sind einerseits für die akademische Ausbildung von Wirtschaftsinformatikern interessant, da sie einen Beitrag zur arbeitsmarktorientierten Ausgestaltung entsprechender Aus- und Weiterbildungsangebote zur Beraterqualifizierung leisten können. Andererseits wird ein Einblick in die Fachkräftenachfrage als relevant erachtet, um die strukturellen Entwicklungen im Markt für IT-Beratungsleistungen transparent zu machen (Christensen et al. 2013) und Competitive Intelligence-Aktivitäten von Beratungsunternehmen zu unterstützen. Infolgedessen werden hier folgende Forschungsfragen artikuliert:

1. Welche Themenschwerpunkte zeichnen die Fachkräftenachfrage nach IT-Beratern aus?
2. Welche Bedeutung besitzen dabei die eingangs angeführten IT-Zukunftsthemen?
3. Bildet die digitale Transformation ein eigenständiges Tätigkeitsfeld für IT-Berater?

Zur Beantwortung dieser Fragestellungen bietet sich aus methodischer Perspektive die Stellenanzeigenanalyse an, die Aussagen über berufliche und personenbezogene Anforderungen von Institutionen an Bewerbergruppen liefert (Sailer 2009; Grob und Lange 1995). Neben diesen inhaltlichen Eigenschaften ist die Methode auch aus forschungsökonomischer Perspektive attraktiv, da die empirische Basis über Job-Portale in digitaler Form öffentlich zugänglich ist. Zwar liegen mittlerweile zahlreiche Stellenanzeigenanalysen zu IT-Berufen vor, allerdings sind bislang keine Studien bekannt, die sich dediziert mit dem Berufsfeld des IT-Beraters bzw. den eingangs angeführten IT-Zukunftsthemen auseinandersetzen.

Um die Forschungsfragen zu beantworten, werden mit dem vorliegenden Beitrag die zentralen Ergebnisse einer explorativen, grosszahligen Stellenanzeigenanalyse vorgelegt, die unter Berücksichtigung der eingangs angeführten IT-Zukunftsthemen die arbeitsmarktbezogenen Anforderungen an IT-Berater fokussiert. Deren Methodik und empirische Basis werden im Folgenden erörtert.

2 Methodik und empirische Basis

2.1 Stand der Forschung und forschungsmethodische Positionierung

Stellenanzeigenanalysen werden im Kontext der Kompetenzforschung eingesetzt, um Qualifikationsanforderungen von IT-Berufen deskriptiv zu erheben und verfügen in der IS-Forschung bereits über eine längere Tradition (Gallivan et al. 2004). Während bis in die 1990er Jahre vornehmlich Stellenanzeigen aus Printmedien als empirische Basis herangezogen wurden (Grob und Lange 1995), nutzen neuere Forschungsdesigns die Möglichkeit, Daten aus Job-Portalen wie z. B. Monster zu extrahieren (Debortoli et al. 2014; Webb 2006). Aus inhaltlicher Perspektive genießt dabei die Auseinandersetzung über die Relevanz von Hard- vs. Soft-Skills für IT-Berufe besondere Aufmerksamkeit (Litecky et al. 2004). Neuere Studien fokussieren auch neue Berufsbilder und Qualifikationsanforderungen, die durch die fortschreitende Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien hervorgebracht werden, wie etwa den Bereich

Cyber Security (Potter und Vickers 2015), Business Intelligence und Big Data (Bensberg und Buscher 2014; Debortoli et al. 2014). Allerdings ist hervorzuheben, dass Stellenanzeigenanalysen überwiegend relativ kleinzahlige Stichproben zugrunde legen und meistens auf manuellen Datensammlungs- und Auswertungsprozeduren basieren (Harper 2012).

Eine großzahlige Studie haben (Litecky et al. 2012) vorgelegt, die 640.000 Stellenanzeigen für IT-Berufe aus US-amerikanischen Job-Portalen ausgelesen und ausgewertet haben. Gemäß dieser Studie hat die zunehmende Verbreitung von ERP-Systemen dazu geführt, dass in hohem Maße IT-Fachkräfte mit Kompetenzen in den betriebswirtschaftlichen Funktionsbereichen gesucht werden. Die Verfasser konstatieren dabei einen drastischen Wandel in der strukturellen Entwicklung des Fachkräftebedarfs, und empfehlen die Gestaltung adäquater (M)IS-Curricula. Eine weitere großzahlige Studie mit über 40.000 deutschsprachigen Stellenanzeigen leitet unterschiedliche Berufsfelder für IT-Fachkräfte ab (Bensberg und Vogel 2013). Dabei wird zwar festgestellt, dass ca. 20 % der untersuchten Stellenanzeigen das Berufsfeld des IT-Beraters artikulieren, indes wird keine thematische Ausdifferenzierung dieses Berufsfelds vorgenommen.

Methodisch stehen Stellenanzeigenanalysen zumeist in der Tradition der Inhaltsanalyse, mit der Texte einer quantifizierenden Analyse unterzogen werden (Berelson 1952). In quantitativen Inhaltsanalysen wird mit a priori definierten Kategoriensystemen gearbeitet, um die Texteinheiten theoriegeleitet klassifizieren zu können (Harper 2012). Daraus erwächst allerdings die Problematik, dass strukturelle Entwicklungen in der Datenbasis – wie etwa das Auftreten neuer Kompetenzanforderungen – nicht erkannt werden können (BIBB 2000). Darüber hinaus weisen Stellenanzeigenanalysen häufig auch das Problem auf, dass aufgrund methodisch-instrumenteller Rahmenbedingungen seltenere Begriffe in der Datenbasis ignoriert werden (Debortoli et al. 2014; Litecky et al. 2012). Auf diese Weise werden potenziell interessante Ergebnisse a priori bereits ausgeblendet, sodass eine explorative Erkenntnisgewinnung nur eingeschränkt möglich ist.

In Anbetracht der skizzierten Forschungslage soll hier eine forschungsmethodische Positionierung vorgenommen werden, die zur explorativen Beantwortung der eingangs artikulierten Forschungsfrage beitragen kann. Um einerseits die Großzahligkeit der Analyse sicherstellen zu können, wird ein weitestgehend automatisierter Datensammlungsprozess mithilfe von Techniken des Web Crawlings realisiert. Um andererseits die Probleme inhaltsanalytischer Ansätze zu antizipieren, wird hier ein lexikometrischer, korpusgetriebener Forschungsansatz gewählt, der in der Lage ist, unbekannte sprachliche Strukturen und Zusammenhänge aufzudecken (Keil 1965). Zur Implementierung sind grundlegende lexikometrische Verfahren einzusetzen, wie etwa die Frequenz- und Konkordanzanalyse von Wörtern bzw. Wortfolgen, die Teilkorpusanalyse und die Analyse von kookkurrierenden Begriffen (Dzudzek et al. 2009).

2.2 Datensammlung und Datenstruktur

Zur Beantwortung der eingeführten Forschungsfragen wird eine empirische Basis von Stellenanzeigen zurückgegriffen, die im Zeitraum vom 24.6.2014 bis zum 11.7.2015 gesammelt worden sind. Die Sammlung dieses Textkorpus erfolgte mithilfe eines Web Crawlers, der Jobportale periodisch nach neuen Stellenanzeigen durchsucht und diese in einen lokalen Rohdatenbestand überführt. Dabei wurden ausschließlich solche Jobportale ausgelesen, die Stellenanzeigen für IT-Fachkräfte publizieren. Hierzu gehören einerseits öffentliche Jobportale, wie z. B. Jobserve, LinkedIn und Monster, aber auch firmenspezifische Jobportale von ausgewählten Unternehmen des IT-Sektors (z. B. SAP, Microsoft). Wesentliche inhaltsbezogene Attribute der dabei zugrunde gelegten Datenstruktur werden in der folgenden Tabelle exemplarisch erläutert.

Attributname	Beschreibung	Exemplarischer Inhalt
JobTitle	Stellenbezeichnung	SAP SD Consultant
EmploymentType	Beschäftigungsverhältnis	Full Time
HiringOrganization	Einstellende Institution	Cognizant Technology Solutions
JobLocation	Beschäftigungsort	Redmond WA US
Spider	Ausgelesenes Jobportal	MonsterCom
JobDescription	Stellenbeschreibung im Langtext mit Aufgaben und Anforderungen	<p>Cognizant Technology Solutions has an immediate opening SAP SD Resource; the resource should have strong experience in Sales & Distribution.</p> <p>If you meet our background requirements and skills, are looking for an opportunity to be rewarded for your skills and expertise, is the ideal opportunity for you!</p> <p>**Required Skills**</p> <p>Provide application functional support and implementation in the Finance and Controlling business areas. Effectively liaise with the business community and translate business requirements into effective IT solutions. Develop and maintain configuration and functional design documents. Develop comprehensive written functional documentation on policies, standards, and procedures. Work with global teams and attend calls in off office [...]</p>

Tabelle 1: Zentrale Attribute von Stellenanzeigen

Über den Erhebungszeitraum sind 134.237 englischsprachige Stellenanzeigen gesammelt worden, deren Stellenbezeichnung (JobTitle) sich auf Beratungstätigkeiten (*consul**) beziehen. Durch Techniken der ähnlichkeitsbasierten Duplikaterkennung (Manku et al. 2007) wurden ca. 43 % der Stellenanzeigen exkludiert, sodass der Nettodatenbestand schließlich $n=76.872$ Stellenanzeigen umfasst.

2.3 Analysemethodik

Zur inhaltlichen Erschließung der Stellenanzeigen wurde eine Analysemethodik zugrunde gelegt, die zunächst an der Stellenbezeichnung (JobTitle) ansetzt. Anhand einer Stichprobe der Stellenbezeichnungen konnte festgestellt werden, dass dieses Attribut konkrete Tätigkeitsfelder und/oder Softwareprodukte signalisiert und somit Screening-Prozesse von Bewerbern unterstützt (Posthumus 2015). In einem ersten Schritt ist daher die Stellenbezeichnung einer Frequenzanalyse von Wörtern unterzogen worden, die um eine Untersuchung kookkurrierender Begriffe ergänzt wurde. Auf diese Weise sind frequente Begriffe und Begriffspaare identifiziert worden, welche die Fachkräftenachfrage im IT-Beratungsfeld thematisch prägen (Forschungsfrage 1).

Um die Bedeutung der einzelnen IT-Zukunftsthemen (Forschungsfrage 2) zu sondieren, wurden Suchanfragen mit entsprechenden Schlagwörtern für die einzelnen Zukunftsthemen formuliert. Diese Abfragen sind separat über die Stellenbezeichnung als auch über die Stellenbeschreibung durchgeführt worden, um Anhaltspunkte über die Diffusion der einzelnen Themen zu gewinnen. Für jedes Zukunftsthema ist außerdem ermittelt worden, welche Wörter für die jeweiligen Stellenanzeigen charakteristisch sind.

Schließlich ist geprüft worden, inwieweit die digitale Transformation ein eigenständiges Tätigkeitsfeld der IT-Beratung bildet. Zur Beantwortung dieser letzten Forschungsfrage ist die Nutzung des Transformationsbegriffs in den Stellenbezeichnungen untersucht worden. Aus dieser

Analyse konnten unterschiedliche Stoßrichtungen der Transformationsberatung und deren Charakteristika identifiziert werden.

Die Analysen wurden mithilfe des Korpusanalyseprogramms AntConc (Anthony 2005) sowie des Text Mining-Systems IBM Watson Explorer (Zhu et al. 2014) realisiert. Die Ergebnisse werden in den folgenden drei Abschnitten vorgestellt.

3 Themenschwerpunkte der Fachkräftenachfrage nach IT-Beratern

Im Rahmen der Frequenzanalyse über die Stellenbezeichnungen wurde zunächst eine Wortliste generiert, die im Anschluss um Stoppwörter (z. B. *and, a*) bereinigt wurde. Darüber hinaus sind auch solche Wörter ignoriert worden, die aufgrund der Datenselektion in der Stellenbezeichnung zu erwarten sind (*consultant, consulting, consultancy*) oder keinen fachlich-inhaltlichen Bezug aufweisen (z. B. *London, Senior, Principal*). Aus der resultierenden Wortliste sind die führenden sieben Wörter für die Kookkurrenzanalyse auf Feldebene ausgewählt worden, deren Ergebnisse in Tabelle 2 dargestellt werden.

Die Ergebnisse belegen, dass ein deutlicher Anteil der Fachkräftenachfrage im Umfeld der IT-Beratung auf konkrete Softwareprodukte der beiden Marken SAP und ORACLE gerichtet ist. Wie Tabelle 2 (Spalte 3) verdeutlicht, weisen 20,28 % der Stellenanzeigen einen SAP-Bezug auf, während 5,72 % auf Produkte des Herstellers ORACLE verweisen. Häufige kookkurente Begriffe werden insbesondere durch die konkreten Softwareprodukte bzw. Module der beiden Softwarehersteller gebildet. So zeigt sich, dass 9,64 % der SAP-spezifischen Anzeigen das SD-Modul (Sales & Distribution) gefragt wird, eine ähnliche Bedeutung weist das Modul zur Materialwirtschaft (MM, 9,32 %) auf. Bei ORACLE konzentriert sich die Nachfrage indes stärker auf das Modul zum Finanzmanagement (*Financials*, 14,41 %). Anzumerken ist dabei, dass in Stellenbezeichnungen bisweilen auch Mehrfachnennungen auftreten, wie z. B. *SAP SD/MM Consultant*, oder auch *IT Auditor – Consultancy SAP/ORACLE*.

Ein weiterer Themenschwerpunkt ist das Feld der IT-Sicherheit. So kommt der Begriff *Security* in 5,84 % der Stellenanzeigen vor, und tritt insbesondere in Verbindung mit den Substantiven *IT, Information* und *Network* auf. Interessant erscheint dabei die vergleichsweise geringe Ausprägung des Gebiets der Cybersicherheit – lediglich 6,58 % der sicherheitsorientierten Vakanzen stellen den Bezug zum globalen, virtuellen Raum her. Auch ist das Arbeitsgebiet der *Application Security* überaus schwach repräsentiert. So ist im Zuge einer Sonderanalyse festgestellt worden, dass lediglich 3,09 % der Security-Anzeigen Berater für Anwendungssicherheit suchen.

Aus Tabelle 2 gehen außerdem Anhaltspunkte hervor, welche die Bedeutung analytischer Tätigkeiten und Informationssysteme im Umfeld der IT-Beratung unterstreichen. Dies wird insbesondere durch Stellenbezeichnungen mit Geschäftsbezug (*Business*) deutlich: 22,13 % dieser Vakanzen beziehen sich auf einen *Business Analyst*, und 16,04 % auf *Business Intelligence*. Auch die Vakanzen mit Datenbezug (*Data*) unterstreichen dies, wenngleich auch in deutlich geringerem Umfang. Neben Beratern mit Schwerpunkt auf dem Themenfeld der (*SAP*) *Data Migration* werden auch Berater im Kontext *Big Data* sowie *Data Analytics* gesucht.

Begriff	Häufigkeit		Kookkurrenente Begriffe Anteil auf Teilkorpusebene						
	Anzahl	Anteil	0%	5%	10%	15%	20%	25%	
SAP	15.587	20,28 %							
			SD	MM	FI	PP	CO	WM	BI
IT	5.239	6,82 %	Security	Manager	Business	Project	Management	Technology	Sales
Business	5.010	6,52 %	Analyst	Intelligence	SAP	Process	IT	ORACLE	E-Business
Security	4.492	5,84 %	Information	IT	Network	Cyber	SAP	Risk	Management
ORACLE	4.397	5,72 %	Financials	Fusion	E-Business	HR	HCM	EBS	Payroll
Management	3.747	4,87 %	SAP	IT	Data	Information	Service	ORACLE	Business
Data	3.400	4,42 %	Migration	SAP	Big	Analytics	Database	Business	Analyst

Tabelle 2: Frequente Begriffe in Stellenbezeichnungen und kookkurrierende Begriffe (Top 7)

Da in den Stellenanzeigen auch die ausschreibende Organisation (*HiringOrganization*) kodiert ist, können außerdem Aussagen über die Nachfrageseite getroffen werden. So sind in der Datenbasis insgesamt 6.374 unterschiedliche Institutionen identifizierbar. Die zehn nachfragestärksten Institutionen repräsentieren insgesamt 12,42 % der ausgeschriebenen Vakanzen, und sind überwiegend Recruiting-Unternehmen (z. B. *Whitehall Resources*, *Next Ventures*, *Lawrence Harvey Enterprise*). Genuine Beratungsunternehmen unter diesen Top 10 sind lediglich die Firmen McGladrey, Accenture und Deloitte. Aus geographischer Perspektive (*JobLocation*) beziehen sich die Stellenanzeigen schwerpunktmäßig auf Großbritannien (42,34 %), USA (25,88 %) sowie Deutschland (4,1 %).

Aufbauend auf dieser Basisanalyse der Nachfrage nach IT-Beratern ist nun auf die Bedeutung von IT-Zukunftsthemen einzugehen.

4 Bedeutung von IT-Zukunftsthemen

Zur Analyse der IT-Zukunftsthemen sind Suchanfragen mit entsprechenden Schlagwörtern formuliert worden, die sowohl über die Stellenbezeichnung als auch Stellenbeschreibung ausgeführt wurden. Die Ergebnisse dieser Suchanfragen sind in Verbindung mit den entsprechenden Suchbegriffen in Tabelle 3 abgebildet.

Rang	Zukunftsthema	Suchbegriffe	in Stellenbezeichnung		in Stellenbeschreibung	
			Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
1	Cloud Computing	Cloud, IaaS, PaaS, SaaS	890	1,16 %	8.350	10,86 %
2	Big Data	Big Data, Smart Data, Fast Data	388	0,50 %	1.900	2,47 %
3	Data Science	Data Science, Data Scientist	96	0,12 %	248	0,32 %
4	Internet of Things	Internet of Things, IoT, Machine2Machine, M2M	21	0,03 %	81	0,11 %

Tabelle 3: Frequenzanalyse für IT-Zukunftsthemen

Der Tabelle ist zu entnehmen, dass von den hier untersuchten Zukunftsthemen *Cloud Computing* bislang den höchsten Verbreitungsgrad erreicht hat. Zwar beziehen sich nur etwa 1 % der Stellenbezeichnungen auf das Thema Cloud oder die damit verknüpften Dienste (IaaS, PaaS, SaaS), allerdings wird dieses Thema in mindestens 10 % der Stellenbeschreibungen genannt, sodass ein gewisser Reifegrad dieser Technologie zu konstatieren ist. Als zweitrangiges Zukunftsthema ist *Big Data* zu verorten, während *Data Science* und das *Internet der Dinge* deutlich geringere Verbreitung besitzen.

Für die einzelnen Zukunftsthemen sind weitere Charakteristika identifiziert worden, indem die vier Teilkorpora in Bezug auf ihre prägenden, lexikalischen Merkmale untersucht worden sind. Zu diesem Zweck wurden mithilfe einer Korrelationsanalyse (Zhu et al. 2014) diejenigen Substantive bzw. Substantivfolgen ermittelt, die für die Stellenanzeigen des jeweiligen Zukunftsthemas typisch sind. Die Ergebnisse werden in Tabelle 4 dargestellt.

Die identifizierten Substantive machen transparent, welche Kompetenzen und welches Produktwissen für IT-Beratungstätigkeiten in dem jeweiligen fachlichen Umfeld als relevant signalisiert werden:

- Im Zukunftsthema *Cloud Computing* scheint sich der IT-Beratermarkt auf die Produkte VMWare, Azure, Salesforce und Amazon Web Services (AWS) zu fokussieren, wobei außerdem Kompetenzen in den Gebieten der Virtualisierung und des Cloud Management charakteristisch sind.
- Eine deutlich stärkere thematische Konzentration ist in den analytischen Themenfeldern *Big Data* und *Data Science* erkennbar. Hier sind markante Präferenzen für einzelne analytische

Softwareprodukte (z. B. Hadoop, Hive), Programmiersprachen (Python, R) und Konzepte (Data Mining, Statistic) vorhanden.

- Das Zukunftsthema *Internet der Dinge* ist indes durch Konzepte aus dem Bereich Telekommunikation (TCP/IP, Carrier, Wireless) und konkrete Telekommunikationsprodukte (Cisco) geprägt.

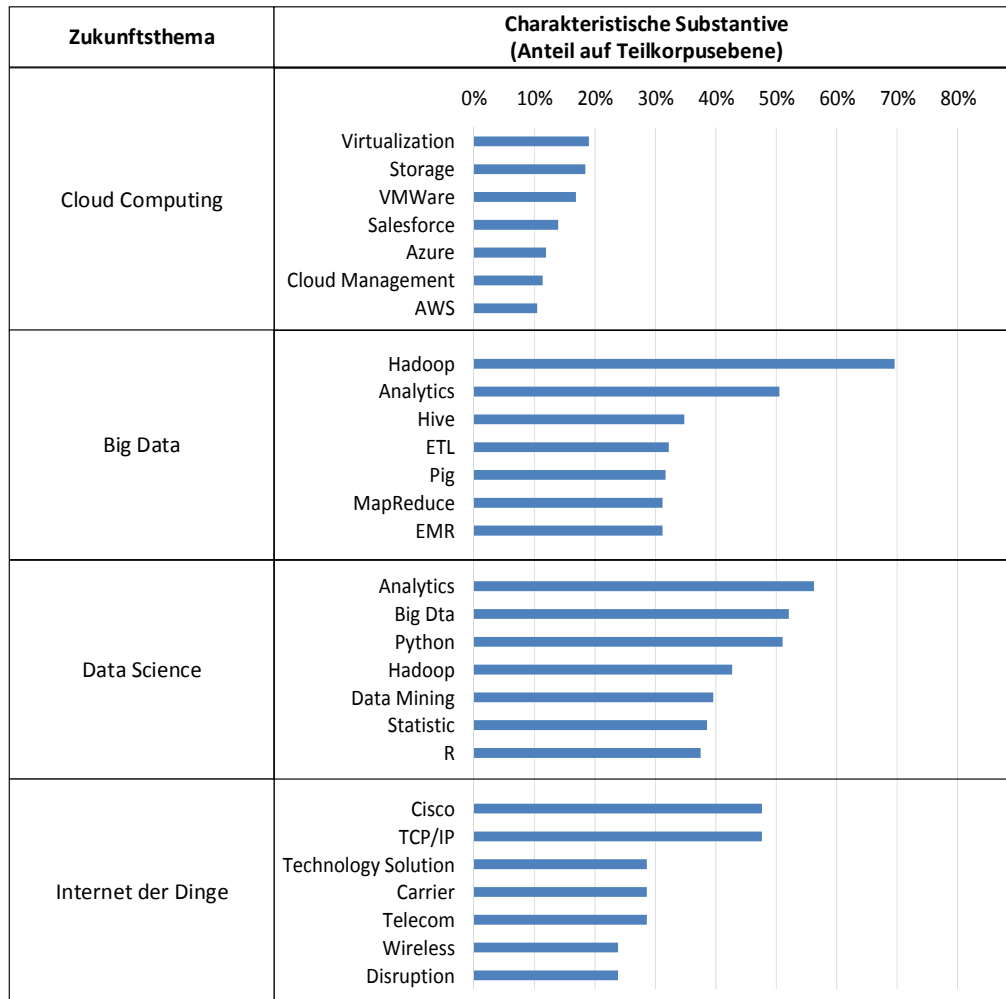


Tabelle 4: Charakteristische Substantive in Stellenanzeigen für IT-Zukunftsthemen (Top 7)

Aus quantitativer Perspektive deuten die Ergebnisse insgesamt darauf hin, dass die Zukunftsthemen – mit Ausnahme des Cloud Computing – in eher geringem Ausmaß am Arbeitsmarkt für IT-Berater nachgefragt werden.

5 Befunde zum Transformationsbegriff

Schließlich ist geprüft worden, inwieweit die digitale Transformation ein eigenständiges Tätigkeitsfeld der IT-Beratung bildet. Zu diesem Zweck wurde nach Okkurrenzen des Transformationsbegriffs in den Stellenbezeichnungen gesucht (*transfor**). Daraus resultierten n=434 Stellenanzeigen, die einen Anteil von 0,56 % an der Datenbasis besitzen. Dieses Set von Stellenbezeichnungen wurde einer Kookkurrenzanalyse unterzogen, um häufige Begriffspaare

abzuleiten. Die Analyse lieferte eine Reihe von Tätigkeitsfeldern für Transformationsberater, die in der folgenden Tabelle dargestellt werden (Top 7).

Nr.	Tätigkeitsfeld	Anzahl	Anteil (Teilkorpusebene)
1	Business Transformation	87	20,05 %
2	IT Transformation	49	11,29 %
3	Digital Transformation	31	7,14 %
4	SAP Business Transformation	21	4,84 %
5	HR Transformation	14	3,23 %
6	Process Transformation	11	2,53 %
7	TV/VAS Transformation	11	2,53 %

Tabelle 5: Tätigkeitsfelder für Transformationsberater (Top 7)

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, dass sich die Nachfrage im Kontext der Transformationsberatung auf die beiden Tätigkeitsfelder *Business Transformation* und *IT Transformation* konzentriert. Weitere Gegenstandsbereiche der Transformation werden durch betriebswirtschaftliche Funktionsbereiche (*HR Transformation*), Prozesse (*Process Transformation*) oder Sektoren aufgespannt. So fokussiert etwa das Tätigkeitsfeld *TV/VAS Transformation* Mehrwertdienste im Kontext netzbasierter TV/Video-Architekturen des Telekommunikationssektors.

Um die Aufgabeninhalte der beiden führenden Tätigkeitsfelder *Business Transformation* und *IT Transformation* transparent zu machen, sind die entsprechenden Stellenanzeigen für den jeweiligen Teilkorpus mit einer Korrelationsanalyse in Bezug auf ihre prägenden Substantive bzw. Substantivfolgen untersucht worden (vgl. Tabelle 6).

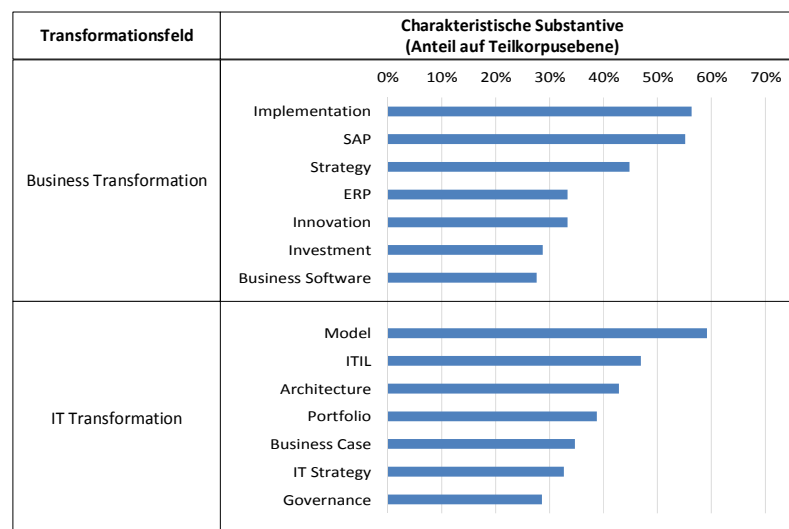


Tabelle 6: Charakteristische Substantive ausgewählter Transformationsfelder (Top 7)

Die charakteristischen Substantive des Felds *Business Transformation* legen nahe, dass in diesem Umfeld die Umsetzung von geschäftsstrategischen Transformationsprojekten mithilfe von Business Software (SAP- bzw. ERP-Systemen) durch entsprechend qualifizierte Berater zu begleiten ist. Demgegenüber ist das Handlungsfeld *IT Transformation* dahingehend interpretierbar, dass

basierend auf der IT-Strategie bestehende Architekturen und IT-Portfolios modellgestützt – z. B. mithilfe von ITIL und Business Cases – umzugestalten sind, wobei Aspekte der Governance zu berücksichtigen sind.

Insgesamt legen die Befunde nahe, dass die digitale Transformation als eigenständiges und durchaus facettenreiches Tätigkeitsfeld in der IT-Beratung fixiert werden kann, allerdings – wie auch die zuvor untersuchten Zukunftsthemen – in relativ geringem Umfang in konkreten Stellenbezeichnungen nachgefragt wird.

6 Fazit

Insgesamt lassen die erzielten Ergebnisse den ernüchternden Befund zu, dass sowohl IT-Zukunftsthemen als auch die digitale Transformation im Arbeitsmarkt für IT-Berater im betrachteten Analysezeitraum nur eine untergeordnete Rolle spielen. Lediglich das Thema Cloud Computing scheint eine größere Bedeutung zu besitzen, wie die Nennungen in den Stellenbeschreibungen nachweisen. Wie außerdem gezeigt werden konnte, konzentriert sich die Nachfrage auf reife Themenfelder, zu denen etwa die ERP-Produkte etablierter Softwarehersteller zählen. Darüber hinaus besitzen auch Themen der IT-Sicherheit sowie analytische Tätigkeiten und Informationssysteme (Business Analyst, Business Intelligence, Data Analytics) größere Bedeutung.

Die identifizierte Prominenz reifer Themenfelder bestätigt teils die Ergebnisse historischer Studien, die die IT-Arbeitskräftenachfrage thematisieren. So konstatiert eine Studie zur Stellenanzeigenanalyse für Business Intelligence-Fachkräfte aus dem Jahr 2014, dass vornehmlich Kompetenzen zu etablierten Technologien nachgefragt werden, während innovative Themen des Gartner Hype Cycle lediglich marginale Bedeutung besitzen (Bensberg und Buscher 2014). Auch der Bedarf nach Fachkräften für ERP-Systeme – insbesondere für funktionale SAP-Module – wird in der Literatur thematisiert (Litecky et al. 2012) und mit der vorgelegten Studie bekräftigt.

Die Erkenntnisse können Anhaltspunkte für das inhaltliche Design von Aus- und Weiterbildungsaktivitäten liefern, um die Beschäftigungsfähigkeit von Absolventen zu steigern. So bietet es sich beispielsweise an, die ERP- bzw. IT-Security-Ausbildung in Studiengängen der Wirtschaftsinformatik um beratungsspezifische Fähigkeiten und Fertigkeiten zu ergänzen, zu denen etwa Techniken zur effektiven Kundenkommunikation zu zählen sind (Djavanshir 2007). Andererseits erscheint es auch naheliegend, die in Abschnitt 3 identifizierten Themenschwerpunkte als curriculare Angebote in dedizierte Studiengänge zum IT-Consulting einfließen zu lassen.

Neben der Verbesserung von Bildungsangeboten können die erzielten Ergebnisse tendenziell auch das Skill-Management von Beratungsunternehmen unterstützen (Deelmann und Loos 2004). Zwar konnten im Rahmen der explorativen Analyse bislang keine differenzierten Kompetenzprofile gewonnen werden, allerdings liefern die identifizierten, charakteristischen Substantive tragfähige Hinweise auf die am Markt nachgefragten Beraterkompetenzen (s. Tab. 4, 6). Im Zuge eines weiterführenden Analyseansatzes sind diese Substantive in Bezug auf ihren sprachlichen Kontext zu untersuchen, um letztlich typische, fachliche Beratungstätigkeiten abzuleiten. Diese können anschließend in die Formulierung von Soll-Kompetenzprofilen einfließen, um die Analyse von Kompetenzlücken und die Kompetenzentwicklung zu unterstützen (Granados und Erhardt 2012).

Bezüglich des Beitrags der vorgelegten Ergebnisse zum Forschungsfeld Consulting Research (Nissen 2007) ist zu beachten, dass die explorative Analyse bislang nur begrenzte Rückschlüsse auf das Akquisitionsverhalten genuiner IT-Beratungsunternehmen zulässt. So ist davon auszugehen,

dass ein deutlicher Anteil der Fachkräftenachfrage nach IT-Beratern von Recruiting-Unternehmen stammt. Im Zuge weiterführender Analysen ist daher zu untersuchen, welche Themenfelder von den führenden Akteuren des Beratungssektors aktiv ausgeschrieben werden. Die vorliegende Datenbasis liefert hierfür eine geeignete empirische Grundlage, die adäquat aufzubereiten ist.

7 Literatur

- Anthony L (2005) AntConc: A Learner and Classroom Friendly, Multi-Platform Corpus Analysis Toolkit. In: Proceedings of IWLeL 2004: An Interactive Workshop on Language e-Learning:7-13
- Bensberg F, Buscher G (2014) BI-Stellenanzeigenanalyse 2014: Was der Arbeitsmarkt von BI-Fachkräften erwartet. Online Karriere Special 2014. http://www.tdwi.eu/fileadmin/user_upload/zeitschriften//2014/Online_Karriere_Special/bensberg_buscher_OKS_2014.pdf
- Bensberg F, Vogel D (2013) IT-KompetenzBarometer: Was der Arbeitsmarkt von IT-Fachkräften erwartet. elead 9(1)
- Berelson B (1952) Content Analysis in Communication Research. Foundations of communication research, Vol 1. Free Press, Glencoe, Ill.
- BIBB (2000) Aufbau eines Informationssystems zur Früherkennung von Qualifizierungserfordernissen: 1. Zwischenbericht des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB). https://www.bibb.de/dokumente/pdf/frueherk_material2.pdf
- Christensen CM, Wang D, van Bever D (2013) Consulting on the Cusp of Disruption. Harvard Business Review: HBR 91(10):106–114
- Debortoli S, Müller O, Brocke J (2014) Vergleich von Kompetenzanforderungen an Business-Intelligence- und Big-Data-Spezialisten. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 56(5):315–328. doi: 10.1007/s11576-014-0432-4
- Deelmann T, Loos P (2004) Skill-Management in einer Unternehmensberatung - Praxisbeispiel. Informatik 2004 - Informatik verbindet, Band 2, Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik:322–326
- Djavanshir GR (2007) Impacts of Effective Communications in IT Consulting. 2007 Business & Economics Society International Conference:319–324
- Dzudzek I, Glasze G, Mattissek A, Schirmel H (2009) Verfahren der lexikometrischen Analyse von Textkorpora. In: Glasze G, Mattissek A (Hrsg) Handbuch Diskurs und Raum: Theorien und Methoden für die Humangeographie sowie die sozial- und kulturwissenschaftliche Raumforschung, 2., unveränderte Aufl. Transcript, Bielefeld
- Gallivan MJ, Truex,III, Duane P., Kvasny L (2004) Changing Patterns in IT Skill Sets 1988-2003: A Content Analysis of Classified Advertising. SIGMIS Database 35(3):64–87. doi: 10.1145/1017114.1017121
- Granados A, Erhardt G (2012) Corporate Agility Organization - Personalarbeit der Zukunft: Wertschöpfende Personalmanagementprozesse im Unternehmen verankern, Gabler, Wiesbaden

- Grob HL, Lange W (1995) Zum Wandel des Berufsbildes bei Wirtschaftsinformatikern: Eine empirische Analyse auf der Basis von Stellenanzeigen. *Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik*, Vol 42. Inst. für Wirtschaftsinformatik, Westf. Wilhelms-Univ. Münster
- Harper R (2012) The Collection and Analysis of Job Advertisements: a Review of Research Methodology. *Library and Information Research* 36(112):29–54
- Keil R (1965) Einheitliche Methoden in der Lexikometrie. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching (IRAL)* 3(2):95-122.
- Litecky C, Igou AJ, Aken (2012) A Skills in the management oriented IS and enterprise system job markets. In: Adya M, Horton R, Huang H, Quesenberry J (Hrsg), *Proceedings of the 50th annual conference on Computers and People Research (SIGMIS-CPR '12)*, New York:35-44.
- Litecky CR, Arnett KP, Prabhakar B (2004) The Paradox of Soft Skills versus Technical Skills in IS Hiring. *Journal of Computer Information Systems* 45(1):69-77
- Manku GS, Jain A, Das Sarma A (2007) Detecting Near-duplicates for Web Crawling. In: *Proceedings of the 16th International Conference on World Wide Web*. ACM, New York, NY, USA:141-150
- Meifert M (2013) What Is Strategic About Strategic HR Development? In: Meifert MT (ed) *Strategic Human Resource Development*. Springer, Berlin, Heidelberg: 3-22
- Mohr N, Büning N, Hess U, Fröbel AM (2010) *Herausforderung Transformation*. Springer Berlin
- Nissen V (2007) *Consulting Research: Unternehmensberatung aus wissenschaftlicher Perspektive*. Gabler Edition Wissenschaft. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden
- Nissen V, Simon C (2009) *Kernaufgaben und Vorgehensmodelle in der IV-Beratung*. *Forschungsberichte zur Unternehmensberatung*, Vol 1. Techn. Univ. Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen; Univ.-Bibliothek, Ilmenau, Ilmenau
- Polster T (2012) *Innovation in Beratungsunternehmen: Eine managementorientierte Perspektive*. *Schriften zur Unternehmensentwicklung*. Gabler Verlag, Wiesbaden
- Posthumus J (2015) *Use of Market Data in the Recruitment of High Potentials: Segmentation and Targeting in Human Resources in the Pharmaceutical Industry*. Springer Gabler, Wiesbaden
- Potter LE, Vickers G (2015) What Skills Do You Need to Work in Cyber Security?: A Look at the Australian Market. In: *Proceedings of the 2015 ACM SIGMIS Conference on Computers and People Research*, 67-72
- Sailer M (2009) *Anforderungsprofile und akademischer Arbeitsmarkt: Die Stellenanzeigenanalyse als Methode der empirischen Bildungs- und Qualifikationsforschung*. Katholische Univ. Eichstätt, *Habil.-Schr.-Eichstätt*, 2008. *Erziehung & Bildung*, Vol 3. Waxmann, Münster
- Venkatraman N (2005) *IT-Enabled Business Transformation: From Automation to Business Scope Redefinition*. *Operations management : A Strategic Approach*:145-163
- Webb GK (2006) The Market for IS and MIS Skills and Knowledge: Analysis of On-line Job Postings. *Issues in Information Systems* 7(1):253-258
- Zhu W, Foyle B, Gagné D, Gupta V, Magdalen J, Mundi A, Nasukawa T, Paulis M, Singer J, Triska M (2014) *IBM Watson Content Analytics: Discovering Actionable Insight from Your Content*, 3rd edn.

IT Consultants as Change Agents in Digital Transformation Initiatives

Nicolai Krüger¹ and Frank Teuteberg¹

¹ University of Osnabrueck, Accounting and Information Systems,
{nikrueger | frank.teuteberg} @uni-osnabrueck.de

Abstract

Digital transformation (DT) is a broad field for IT and strategy consulting companies. It requires a special mixture of cross disciplinary competences and experiences. While pure IT consultants find themselves progressively in new situations of organizational change or ethical considerations (e.g. autonomous driving), strategy consultants are asked more often for support in technological problems. IS literature has elaborated socio-technological concepts, but in terms of DT those models leave an open point regarding ideas to boost a complete digital shift of a corporation. This paper tackles the role model and skill shift of consulting firms with a multiple case study. We included well-experienced companies of the DT field and found why and how IT and strategy consultants can learn from each other to handle DT. Based on our case study findings, we provide a model for IS researchers and draw pragmatic recommendations for consulting firms.

1 Introduction

We hypothesize that the success of a DT initiative is significantly based on the change management approach taken by an organization (and its consultants). We aim to explore the phenomena of the IT consultants' role models and their influence on the success of a DT project. Getting more precise, we believe that today's challenge of collaborative IT integration – which DT basically is as well – faces more and more not only technical but social, organizational or cultural conflicts, while at the same time the responsibility for those factors is inherent in the role and skill set of a pure IT consultant.

Thus, questioning about the role and methods of IT consultants arises. Petmecky and Deelmann (2005) discussed in their research already about the question of the maturity of consulting and its role models, even before the term DT had been known. Different authors provided a structure of consulting role models (as change consultants, implementation consultants etc.), which we built on in section 5 to define a DT-oriented role model (Lippitt and Lippitt 2006, Caroli et al. 2005).

From the theoretical view, we want to sharpen IS research in terms of social skills. We assume that IT consultants need to bring a variety of assets, especially in the competence field of change management. Therefore, we summarize our research scope in the following research questions:

- **RQ1:** Why do the (IT) consulting role models seem to vary in the context of DT initiatives?
- **RQ2:** How does DT affect the scope and approach of consulting firms?

Based on the concept of impactful research in IS literature (Lucas et al. 2013), we will refer to fundamental theories used in IS and reflect literature as well as studies related to our topic to create an anchor point for our research. We execute a literature review for the keywords "change management", "it consulting" and "digital transformation" for the WKWI orientation list (WKWI 2008) and also include additional material on broader search terms (e.g. "consulting roles", "consulting role models" etc.) on Google Scholar. The key component of our research will be a multiple case study, reflecting the status quo in the consulting area of DT. Our findings will be presented first in a theoretical model, reflecting the change management variables we discovered. We will end up drawing conclusions for (IS) theory and management of consulting companies or clients' management.

2 Research Scope

Initially, the term "digital transformation" was brought to IS research by Zhu et al. (2006). The latest research about DT adds multiple benefits to IS research in terms of the interdisciplinary competence of IS – which is pointing out the major strengths of our discipline, as we can see in latest publications (Piccinini et al. 2015) as well as in broadly accepted theories like the socio-technical theory (Rousseau 1977; Bala and Venkatesh 2013) or the technology acceptance model (Davis 1986). The question whether and how IS-related actions in corporations come along with organizational, psychological and social challenges are not new at all but already well-elaborated. But as we discovered earlier in our literature review paper (Krüger and Teuteberg 2015), companies struggle to find multitalented experts who can combine business-, IT- and data-driven thinking. The idea that IT specialists shall more and more become change agents is not new at all, but due to today's frequency in technological change, urgency has increased: "IS specialists need to become better organizational change agents because change agency will most likely become the largest and most important part of intra-organizational IS work in future" (Markus and Benjamin 1996, p. 386). Therefore a mixed skillset matters in IT projects (Gallagher et al. 2010) and might also be crucial for the success of IT consulting companies. According to Hanke (2003), change management is a holistic and structured process of change, treating culture, rules, and habits etc. of an organization on all hierarchical levels. The impulse for DT must come from the top of an organization, communicated with clear targets and benefits (Fitzgerald et al. 2013). This aspect corresponds with the viewpoint of Buhl and Meier, which specifies further that IT targets have to be aligned with change management and the company strategy (Buhl and Meier 2011).

For our research, this aspect clearly points out why IT consultants have to take over responsibility for change management. As change management is always linked to psychological elements like behaviour etc., one aspect of the role model research we are going to conduct in this paper will be extending existing research of business model digitalization research (Setia et al. 2013).

3 Research Method

3.1 Multiple Case Research

To answer our research questions, the case study method is an appropriate method to analyze interactions between business enhancements in their organizational frame (Benbasat 1987). Within the methodologies of case study research, we decided on a multiple case study (Yin 2013), following a positivist approach (Paré 2004). Thus, we want to achieve an as objective as possible, triangulated view on the given phenomena (Eisenhardt 1989 and Dubé and Paré 2003). As consulting typologies are rare and complex at the same time (Ennsfellner et al. 2014), it seems to be important to include different multiple cases with different viewpoints (IT vs. strategy consulting) to generate a multi-perspective view.

A priori specifications – as a structured set of expected variables and relationships – are a well-accepted step to enrich case research from the very beginning (Eisenhardt 1989) and might sustain a chain of evidence during our research (Yin 2013). Briefly, we expect to find a clear setting of role models in the DT consulting field. Furthermore, we presume that those roles will differentiate based on the consulting scope each advising firm chooses.

We suppose additionally that change management techniques and sensitiveness for organizational change is more popular in strategy focused consulting firms (compared to IT focused ones) right now, but reflect critical success factors for DT initiatives in general.

3.2 Case Selection

In the given context, triangulation can be operationalized either as an inclusion of different kinds of resources or selecting a meaningful set of different perspectives. The latter option reflects the chosen approach of the authors, based on the fact that DT projects are normally not categorized under the term *DT* but under different headlines, as pointed out in section 2.2. Even more complex than the typological aspect is the individual project setting in the given context (branch, digital maturity of the business model and so forth). This fact provides a sufficient base for triangulated facts and perspectives to our phenomena.

To acquire high-level contacts for our case study, we used the social network platforms Xing and LinkedIn to create a first contact database with 57 potential interview partners. After a first mail correspondence to check the fit for both sides, we were able to win nine experts for our study. Those cases inherit the potential to answer our research questions (Yin 2013) and also include polar types with (expectable) controversial views (Eisenhardt 1989). The interviews have been conducted either in face-to-face settings or via telephone/Skype between June and July 2015.

For an enhanced flow in the data collection procedure (Dubé and Paré 2003), we decided to carry out a pilot case first and to include it only in case of success (measured by the accuracy of the interview script, data collection procedure etc.) into the final data set.

3.3 Data Collection and Analysis

To strengthen the study's validity and reliability, we followed the three principles of data collection recommended by Yin (2013), namely: 1) Use of multiple sources of evidence; 2) Creation of a case study database; 3) To secure and maintain a chain of evidence. In accordance with the first recommendation and to increase the robustness of our results through triangulation of sources (Kaplan and Duchon 1988; Yin 2013), we selected case partners with diverse perspectives.

Case	Company (Web Site)	Branch	Typology / Focus
Case 1	ProCon ¹	Consulting	DT consulting
Case 2	Daimler (www.daimler.com)	Automotive	(In-house) Big Data
Case 3	EY (www.ey.com)	Consulting	No special focus
Case 4	Geske (www.geske.de)	Consulting	Big Data / Incident Management
Case 5	Acellere (www.acellere.com)	Consulting	Big Data / Software
Case 6	Locadeo (www.locadeo.com)	App	Digital startup company
Case 7	IBM (www.ibm.com)	IT	Big Data
Case 8	Capgemini (www.de.capgemini.com)	Consulting	Big Data
Case 9	Trivadis (www.trivadis.de)	IT	Software development and implementation

Table 1: Overview of acquired cases

Referring to Yin's second recommendation, we built up a managed contact database in Microsoft Excel for the case selection phase and a scientific research database in MAXQDA afterwards to manage audio, text and meta data.

We relied on semi-structured interviews (see appendix) to strengthen the chain of evidence. They allow for in-depth exploration and are deemed a vital instrument of case research (Yin 2009). In addition to the interviews, we took field notes (Paré 2004) and coded them within MAXQDA. All interviews were recorded and spanned between 40 and 100 minutes. Based on the pilot case, our interview guide has been adjusted once by discarding a set of questions to open more room for individual highlighting (Eisenhardt 1989).

We created a data analysis strategy to follow a standardized approach while handling the case material. First, the transcript plus all field notes have been uploaded to the case database to start with a first classification and coding phase. During this phase, we generated high-level coding clusters onto all materials (Dubé and Paré 2003), for instance, group cluster of strategy or IT focused consulting approaches and different consulting role models and change management approaches. This phase was followed by a more elaborate sequence of coding tactics. Finally, the cross-case analysis took place, e.g. searching for patterns, pair building (Eisenhardt 1989) and creating a meta-matrix (Miles et al. 2013).

By way of granting room for an independent interpretation of our analysis, we provide a brief write-up of each case (Eisenhardt 1989). This shall also enable the reader to gain his/her impression of each case (Benbasat 1987) before we uncover our propositions in section 4.2.

4 Results

4.1 Within-Case Analysis

4.1.1 Case 1: ProCon

The consulting company ProCon advises enterprises on DT. Typically, ProCon's projects are initialized as a strategic project by the top-management of their clients with an impact on different business units. ProCon projects, in general, include the change aspect from the very beginning: "*DT begins – at least in my perspective – with change rather than: We implement a database!*" Therefore, ProCon's approach includes the strong involvement of the board of management to support and budget change consulting to enable the DT. Anxiety for job loss and other reluctances are handled by different change formats, e.g. 1:1 coachings, digitalization workshops or keynotes.

¹ Upon request, name of company and interview partner has been changed.

Nevertheless, beside the single change method, the ProCon agile project management approach always includes a change expert.

4.1.2 Case 2: Daimler

The *Corporate Center of Excellence BI & Big Data* at Daimler is practising DT as an internal partner for predictive questions: An expert group of business consultants (also called *enablers*), data scientists and architects analyze potential big data projects, develop models and implement them into the Daimler IT. The scope of the enabler is – based on the project environment – not only the role of a project manager and consultant but also the role of a change manager, adapting business or factory processes to provide access to the necessary data. First, the big data team aims on business- and then data-understanding. Second, an iterative loop of data preparation, modeling and evaluation is executed. A crucial aspect of the successful implementation is the way the big data team communicates with their counterparts in the BU.

4.1.3 Case 3: EY

EY is part of the so-called big four world leading consulting companies and tackles DT from a general approach: *“Digitalization is such a broad topic, that there is nothing not affected in business, social and personal life”*. The change aspects which come along with it for enterprises have to start on the C- or owner-level, as it might shift the business model into a new direction: *“Although companies might do the same, they can’t do it anymore in the same way”*, even if the pace of change might vary from branch to branch. EY tries to defend, extend or shift clients’ business models, coming from multiple perspectives. Change management is an important step for EY: *“If I forget about change during the digitalization, this might be the project’s sure death”*. EY tries to create arguments for the need and urgency of change and to build on people’s openness for change, for instance with change managers, lean management methods and trainings, but *“finally changes also mean to identify who is open for change”*. Also the role of the classical CIO is facing change today, as EY recommends, as nothing can be thought without IT anymore.

4.1.4 Case 4: Geske

With a managing background in a US consulting firm, Johannes Geske consults clients regarding DT and project incident management today independently. From Geske’s experience, DT-failure has a clear root cause in the complexity construct, as the following quote shows: *“Projects don’t fail because the project content is technically too complicated but because of the project organization, i.e. the structure of the project as well as its processes are designed too complex”*. However, DT does not only mean to digitalize products or services, like connecting products to the internet or offering condition-based services and so forth. Geske distinguishes clearly between the two aspects of digitalization and transformation: To develop a fast and self-organizing enterprise, classical organization designs fail. Therefore, the enterprise design itself has to be modified in agile organizations, which combine all necessary skills and functions together.

4.1.5 Case 5: Acellere

The consulting startup Acellere is a hybrid of consulting and software services, looking at other software engineers’ output with big data technologies and – in this way – digitalizing the coding, debugging and code optimization process. Acellere’s consulting process first reads all lines of codes, which will be analyzed and also visualized with a bundle of techniques. Even if some

consultations with the developer team on the clients' side in some way start faltering because vulnerabilities become uncovered, an objective discussion between the tech-experts has always been sufficient to overcome barriers: *"So far I haven't had the problem, that we got stuck"*. Having experts on both sides of the table, Acellere and their clients bring highly skilled technicians together who mostly *"even knew their problems beforehand"*.

4.1.6 Case 6: Locadeo

As a German app start-up, Locadeo is a completely digitalized and algorithm-driven company. Its founder Christoph Köpernick looks at DT as a *"digital revolution (...): Digital is the new normal"*. He also observes that in some social areas machines earn more trust than human sales consultants. From his experience with IT consultants, a T-shaped and, therefore, interdisciplinary skill profile is needed today. Solely technic-oriented consultants, for instance, face a barrier of economic effectiveness, which Köpernick explains as follows: *"(...) as a computer specialist you have a quite unique motivation, you want to solve problems, you are perfectionist, you want to understand everything in detail – if possible on the level of ones and zeros"*. This contra-rotating aim might result in high customer satisfaction but at much too high costs. The organizational change, which consultants have to deal with on the clients' side, has to cover e.g. the not invented here syndrome.

4.1.7 Case 7: IBM

Big data is one of many business areas, where IBM technology plays a major role regarding hard- and software, facing a new trend regarding the business counterpart at the client's side: *"Traditionally, IBM gets in touch with IT departments. (...) But a Hadoop-database might be provided by IT but the user is more probably a marketing or any other department. IT acts as a provider, not as user"*. For the IBM big data sales consultants, this means a shift in their original process: Chooser and user differ, i.e. business environment significantly matters. IBM is following a technical focus, providing the impulse for change from outside, clarified as follows: *"We try to cause change from outside by explaining to customers how they can get better by using technology, based on use-cases with a ROI"*. Data scientists at IBM combine the mathematical skill set and the business know-how and translate business requirements into IT.

4.1.8 Case 8: Capgemini

Focusing on strategy, technology and outsourcing services, Capgemini represents a technology-oriented consulting firm. The role of Capgemini's IT consultants shifted to the role of change agents during the last years. While new technologies become more and more the status quo and, therefore, a secondary problem for consultants, key questions they have to answer are those regarding best practices, process and organizational design. Capgemini's structure allows its' consultants to focus on both technology and strategy. The big data team itself is highly aware of the need for proper change management, especially the construct of trust and the understanding of benefits: *"Especially when it comes to the implementation of a new BI-tool, processes for users will be affected – which supports the DT itself"*. Besides processes, also designing channels of communication is essential. The digital maturity of the client also matters and affects the consultant's role, which has to be defined flexibly between the role of the project manager, architect and classical consultant.

4.1.9 Case 9: Trivadis

Historically, Trivadis has been a classical IT consulting company with different services such as system development and integration, big data, training and many more aspects of DT. Caused by the DT, the consulting approach and scope of Trivadis has changed: *“In times of growing cloud computing, managing technology is not anymore a problem a company has to solve internally”*. Trivadis’ history in technology consulting was limited by strategic aspects, which led to a co-work with strategy consulting firms in the past, but to a role shift in today’s projects, as follows: *“The classical strategy consultants either have to orientate themselves more technologically (...) or classical IT consultants get involved into strategy consulting aspects”*. Looking to the new role for consultants shall recommend a course of action from an external perspective and support the client in the decision and strategy process.

4.2 Cross-Case Analysis

In order to investigate patterns, similarities and differences (Eisenhardt 1989) of the phenomena, we provide a cross-case analysis, structured as a meta-matrix (Miles et al. 2013) in table 2. Besides our two core variables which are based on our case outcomes, namely perceived change barriers and practised change solutions, we reflect the consulting approach based on success factor equivalents from IS literature (Kuettner et al. 2013; Labes et al. 2015; Prifti et al. 2014 and Ebner et al. 2014). Putting all factors together, the following table provides a cluster of practical DT barriers and solutions based on our case study research, enriched with the corresponding IS theory from section 2.

Group Cluster	Case	First contact	Perceived Change Barriers	Practised Change Solutions	Success Factor in IS Literature
Strategy focus	1	C-Level	<ul style="list-style-type: none"> • Fear of job loss • Fear of online dominance (regarding multi-channel) • Internal communication (especially if managers are not convinced) • No or small budget for change management 	<ul style="list-style-type: none"> • Training formats: Coaching, training, workshops • Impulse formats: Roadshow, keynote • Steering committee • Organizational structure (roles, responsibilities and processes) • SWOT • Involvement of change manager 	<ul style="list-style-type: none"> • Management commitment • Change of beliefs • Collaboration • Stimulated innovation
	3	C-Level	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalization without change or change is underestimated • Starting digitalization process not from top management inside the company 	<ul style="list-style-type: none"> • Top-management involvement • Identification of objectors • Involvement of change expert • Training • Definition of a new CIO role 	<ul style="list-style-type: none"> • Management commitment • Market position
	4	C-Level	<ul style="list-style-type: none"> • Bureaucracy • Too complex process or project setup • Product or service digitalization is not followed by organizational adaptation to agile methods • Isolated IT competence 	<ul style="list-style-type: none"> • Agility (esp. Scrum) • Organizational psychologists • Consulting network partner • Self-organization • Capability (Product Teams must have necessary skills) • Creating a change-supportive culture 	<ul style="list-style-type: none"> • Lean & agile project teams • Partner network • Implementation-focused
	6	n/a	<ul style="list-style-type: none"> • Not invented here syndrome • User resistance 	<ul style="list-style-type: none"> • Specialist discussion • Thinking backwards from abstract future scenario 	<ul style="list-style-type: none"> • Stimulate innovation • Automation
IT focus	2	BU	Resistance	<ul style="list-style-type: none"> • Big data citizens • Technology decision • POC phase • Reference projects 	<ul style="list-style-type: none"> • Data availability • Flexibility • Communication

	5	Experts	Initial resistance	Expert talk	<ul style="list-style-type: none"> • Knowhow • Technology skills • Reliability
	7	BU or IT	<ul style="list-style-type: none"> • Mindset • ROI 	<ul style="list-style-type: none"> • References & ROI argumentation • Top-management involvement (top-down approach) 	<ul style="list-style-type: none"> • Data availability • Knowhow • Technology skills • Reliability
	8	BU	Cultural and organizational adaptation	<ul style="list-style-type: none"> • Best practice sharing • Organizational advice (structure, roles & communication) • Agility 	<ul style="list-style-type: none"> • Management commitment • Market position • Communication
	9	IT	<ul style="list-style-type: none"> • Nobody wants to be guided by a machine • Changing well-running teams • Employee Representative will build up knowhow 	<ul style="list-style-type: none"> • Early involvement into strategy process • Change qualification for consultants 	<ul style="list-style-type: none"> • Change of beliefs • Interoperability • Market position

Table 2: Findings of the cross-case analysis

5 Discussion and Contributions

5.1 Discussion of Findings

Based on our findings of the previous section 4.2, we summarize our findings in a list of propositions in table 3 (Yin 2013) and in an explanatory model (see figure 1). To strengthen the evidence for each proposition, we deliver the most meaningful cases per proposition and enrich – wherever possible – our findings with appropriate literature references. Through this approach we intend to point out that a DT-specified definition of consulting activities and approaches is not only necessary, but will also form a fundamental change in the consulting branch (see section 5).

	Proposition	Case	Further Literature
P1	DT requirements of a client are driven by the DT maturity of its industry and framed or pushed by governmental regulations.	C1, C3, C4, C5, C6, C8, C9	(Hanelt et al. 2015); (Hansen et al. 2011); (Setia et al. 2013)
P2	Internal drivers like the business model or the DT target setting define further DT requirements of a company.	C1-C9	(Buhl and Meier 2011); (Bharadwaj et al. 2013); (Fitzgerald et al. 2013); (Gregory and Kolbe 2015)
P3	The DT consulting approach is driven by the scope, team and technology of the consulting firm.	C1-C3, C5-C9	(Markus and Benjamin 1996)
P4	Besides the consulting company's drivers, personal background, experience and self-perception determine the consulting approach.	C1, C4, C5-C9	(Martinsons et al. 2009); (Markus and Benjamin 1996)
P5	The consulting role drives the type, depth and broadness of the DT deliverables.	C1, C5	
P6	The consulting role determines the change and implementation approach of the DT deliverables.	C1-C4, C7-C9	
P7	Client and consultant interact iteratively in DT projects, which change variables during the consulting process.	C1, C4	

Table 3: Development of propositions

Inspired by Burda and Teuteberg (2013), we combined selected references from literature with our case study in an explanatory model: While the DT itself faces hype in today's academic and business literature, our case study was able to deliver several answers also to the strategic perspective of IT consulting, which we are going to present in theoretical and managerial implications within the next section.

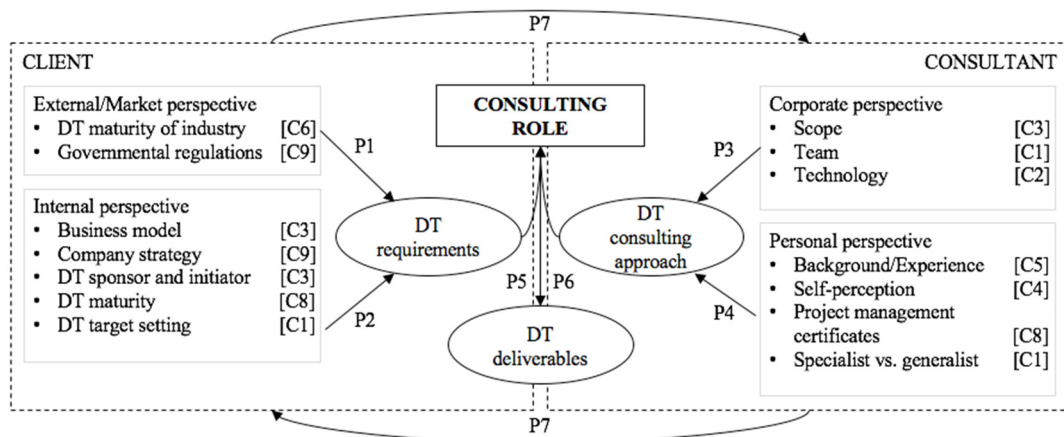


Figure 1: Explanatory model of key drivers for the consulting role

5.2 Contributions

We aim to enrich theoretical IS in two ways: First, as IS research is tangent to consulting research, we presented a key driver-model for consulting setups, based on real life consulting scenarios but including strong IS-theory background. We have shown that IS literature offers well-equipped research about DT and IT implementation or adoption (P1-P4). However, our propositions P5-P7 discovered new aspects which require a new, change management-oriented mix of methods and consulting profiles. Although the change management role of IS was proclaimed a long time ago (Markus and Benjamin 1996), a clear definition of skills is needed in the time of DT (see outlook in section 6.1). Second, we have shown that broad DT initiatives were always sponsored by C- or owner-levels of a company. This might indicate a mindset change in the top-management of enterprises, especially regarding the role of the CIO (Buhl and Meier 2011). Thus, DT cannot be a project accompanied by change management; we have shown that DT has to be an aligned, strategic initiative of creating technical ability and social willingness for collaborative work.

As presented in section 4.2, we found two clusters (strategic and IT focused consulting roles) in our case study. Our cases have shown clearly that future consulting projects in the field of DT will require a mixture of the IT and strategy focused consulting competence together. This affects (at least) seven decision parameters consulting leaders have to choose properly between to be settled for a broader consulting approach. Even if we believe that IT and strategy consultants will play their own role in the future, our recommendation is that both shall include more skills of the other half of our model shown in figure 2 to achieve either sustainable implementation of new processes and systems (as IT consultants) or to be able to handle complex technological changes while reframing the strategy or business model of a company (as strategy consultants). One of the most crucial effects might be the job scope and background, which are needed to fulfill this concept: Following the T-Shape metaphor, generalists with broad knowledge – i.e. in economy, business modeling, digital collaboration etc. – on the horizontal part and deep technical understanding, programming or mathematical skills on the vertical line will face strong demand.

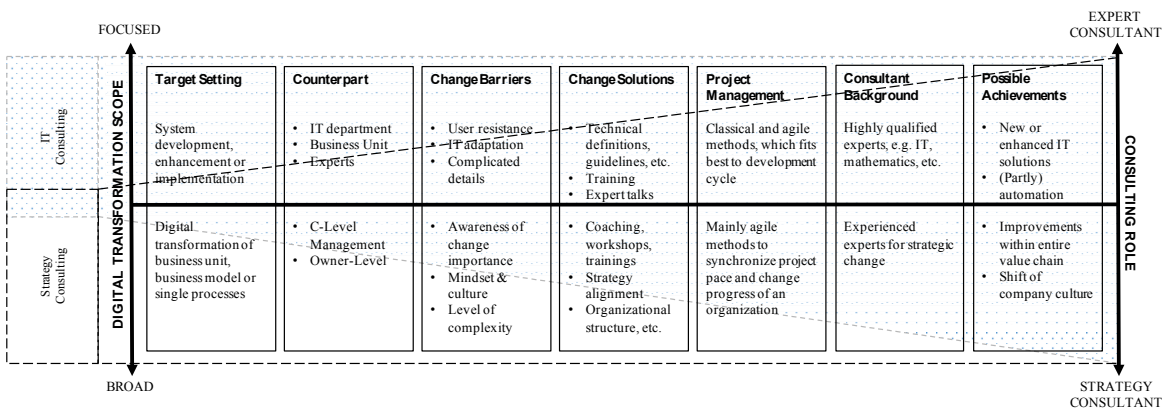


Figure 2: Positioning of the consulting role (high resolution available in appendix)

6 Conclusion and Outlook

6.1 Limitation and Scope of Future Research

As every research faces limitations, case study research particularly has to cope with some method-specific issues. Whereas Yin (2013) offers a typology of typical limitations of concern, this paper deals in the clear context of only one. We believe that the skill set of IT agents in an international environment needs an adaptation to cultures involved (Martinsons et al. 2009). We further tried to overcome the problem of generalizing from single case studies by choosing the multiple case study approach in a combination of different views to triangulate both perspectives (Eisenhardt 1989).

However, our limitations may also be seen as starting-points for further research. Further studies might have a look into multi-cultural aspects of the research question. In addition, researchers might test our case study results empirically large-scaled. Besides widening up the presented case study approach, the authors introduced the future challenge of consulting skill management, as written above. At the time of publishing this paper, we already started the data mining process for a triangulated view onto the black-box of skill sets. Our next aim will be to provide a realistic skill profile for DT consultants, with a proper mixture of technical, communicational and economical assets.

6.2 Conclusion

The purpose of this paper was to answer the questions of why and how IT consulting companies face a change in their role and business models under the influence of DT. By conducting a multiple case study including the perspectives of well-established, smaller, individual and in-house consulting companies, as well as of two startups, we provided an explanatory key driver model to understand these phenomena and to contribute new aspects to IS theory in the field of DT. Furthermore, we developed practical advice about how IT and strategy consulting companies might learn from each other to be prepared well for the holistic requirements of DT initiatives.

7 References

Appendix: The interview script is available on <http://goo.gl/JHDOjp>.

Bala H, Venkatesh V (2013) Changes in employees' job characteristics during an enterprise system implementation: a latent growth modeling perspective. MISQ 37(4): 1113-1140

- Benbasat I (1987) The case research strategy in studies of information systems case research. *MISQ* 3(3): 369-386
- Bharadwaj A et al. (2013) Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MISQ* 37(2): 471-482
- Buhl HU, Meier MC (2011) Die verantwortung der Wirtschaftsinformatik bei IT-Großprojekten: Symptome, Diagnose und Therapie. *Business and Information Systems Engineering* 53(2): 59-62
- Burda D, Teuteberg F (2013) Investigating the needs, capabilities and decision making mechanisms in digital preservation. *Information Resources Management Journal* 26(3): 17-39
- Caroli TS, Becker W (Eds.), Weber J (Eds.) (2005) *Managementberatung und Führungsrationalität*. Wiesbaden
- Davis F (1986) A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results, Massachusetts Institute of Technology
- Dubé L, Paré G (2003) Rigor in information systems positivist case research: Current practices, trends, and recommendations. *MISQ* 27(4): 597-635
- Ebner K, Smolnik S, Jennex ME (2014) From acceptance to outcome: Towards an integrative framework for information technology adoption. In: *ECIS Proceedings 2014*
- Eisenhardt KM (1989) Building theories from case study research. *Academy of Management Review* 14(4): 532-550
- Ennsfellner I, Bodenstein R, Herget J (2014) *Unternehmensberatung: Qualitätsstandards für die Praxis inklusive der EN 16114*. Springer Fachmedien, Wiesbaden
- Fitzgerald M et al. (2013) Embracing digital technology: A new strategic imperative. *MIT Sloan Management Review* 2013: 1-12
- Gallagher KP et al. (2010) The requisite variety of skills for IT professionals. *Communication of the ACM* 53(6)
- Gregory RW, Kolbe LM (2015) Changes in the producer-consumer relationship - towards digital transformation. *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2015*
- Hanelt A et al. (2015) Digital transformation of primarily physical industries – exploring the impact of digital trends on business models of automobile manufacturers. *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2015*
- Hanke T (2003) Personal- und Organisationsentwicklungsmaßnahmen zur Unterstützung kommunikativer und kooperativer Prozesse und Strukturen in Wissensgemeinschaften. *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2003*
- Hansen AM, Kraemmergaard P, Mathiassen L (2011) Rapid adaptation in digital transformation: a participatory process for engaging IS and business leaders. *MISQ Executive* 10(4): 175-185
- Kaplan B, Duchon D (1988) Combining qualitative and quantitative methods in information systems research: A case study. *MISQ* 12(4): 571-586

- Krüger N, Teuteberg F (2015) From smart meters to smart products: reviewing big data driven product innovation in the european electricity retail market. *Informatik 2015 Proceedings*.
- Kuettner T, Diehl R, Schubert P (2013) Change factors in enterprise 2.0 initiatives: Can we learn from ERP? *Electron Markets* 23(4): 329-340
- Labes S, Hanner N, Zarnekow R (2015) Success factors of cloud business models. In: *ECIS Proceedings 2015*
- Lucas HC, Jr., Agarwal R, et al (2013) Impactful research on transformational information technology: An opportunity to inform new audiences. *MISQ* 37(2): 371–382
- Markus ML, Benjamin RI (1996) Change agency - the next is frontier. *MISQ* 20(4): 385-407
- Martinsons MG et al. (2009) How culture influences IT-enabled organizational change and information systems. *Communication of the ACM* 52(4)
- Miles MB, Huberman AM, Saldana J (2013) *Qualitative data analysis: a methods sourcebook*. Sage Publications, Thousand Oaks
- Paré G (2004) Investigating information systems with mixed-methods research. *Communications of the Association for Information Systems* 13: 233-265
- Petmecky A, Deelmann T (2005) Warum gibt es Berater? Warum gibt es nicht ausschließlich Berater? In: Petmecky A, Deelmann T (eds) *Arbeiten mit Managementberatern: Bausteine für eine erfolgreiche Zusammenarbeit*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 3–12
- Piccinini E, Gregory RW, Kolbe LM (2015) Changes in the producer - consumer relationship – towards digital transformation. In: *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2015*
- Prifti L et al. (2015) Service desk requirements for cloud service providers. In: *MKWI 2015*
- Rousseau D (1977) Technological differences in job characteristics, employee satisfaction, and motivation: a synthesis of job design research and socio technical systems theory. *Organizational Behavior and Human Performance* 19(1): 18-42
- Setia P, Venkatesh V, Joglekar S (2013) Leveraging digital technologies: how information quality leads to localized capabilities and customer service performance. *MISQ* 37(2): 565-590
- WKWI (2018) WI-Orientierungslisten. *Wirtschaftsinformatik* 50(2): 155-163
- Yin RK (2009) *Case study research: design and methods*. SAGE Publications, Thousand Oaks
- Yin RK (2013) *Case study research: design and methods*. SAGE Publications, Thousand Oaks
- Zhu K et al. (2006) Innovation diffusion in global contexts: determinants of post-adoption digital transformation of European companies. *European Journal of Information Systems* 15(6): 601-616

Virtualisierung von Beratungsleistungen: Stand der Forschung zur digitalen Transformation in der Unternehmensberatung und weiterer Forschungsbedarf

Henry Seifert¹ und Volker Nissen²

¹ Mieschke Hofmann und Partner, Gesellschaft für Management- und IT-Beratung mbH,
henry.seifert@mhp.com

² TU Ilmenau, FG Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen, volker.nissen@tu-ilmenau.de

Abstract

Beratungsunternehmen stehen heute trotz der insgesamt positiven Umsatzentwicklung der Branche vor neuen Herausforderungen. Diese bestehen zum einen in der gestiegenen Professionalität und im Preisbewusstsein der Klienten im Umgang mit Beratungsanbietern. Zum anderen ist in der Unternehmensberatung seit Jahren ein Wandel hin zu einem Käufermarkt sowie hoher Konkurrenzdruck im Bereich von Standardleistungen, auch durch Freelancer und Anbieter aus Billiglohnländern, zu beobachten (Nissen 2013). Die Virtualisierung von Beratungsdienstleistungen kann in diesem Kontext eine innovative Strategie zur Sicherung des nachhaltigen Unternehmenserfolgs sein und dabei klassische Angebote der Unternehmensberatung ergänzen. Virtualisierung zielt darauf ab, durch den gezielten Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien die digitale Transformation des Beratungsgeschäftes voranzutreiben. Der vorliegende Beitrag beschreibt in diesem Kontext den Stand der Forschung im Bereich virtualisierter Unternehmensberatung und leitet offene Forschungsfragen ab.

1 Einführung

Unternehmensberatung (Consulting) soll hier verstanden werden als professionelle Dienstleistung, die durch eine oder mehrere, im allgemeinen fachlich dazu befähigte und von den beratenen Klienten hierarchisch unabhängige Person(en) zeitlich befristet sowie meist gegen Entgelt erbracht wird. Sie hat zum Ziel, betriebswirtschaftliche Probleme des beauftragenden Unternehmens interaktiv mit den Klienten zu definieren, strukturieren und analysieren, sowie Problemlösungen zu erarbeiten, und auf Wunsch ihre Umsetzung gemeinsam mit Vertretern des Klienten zu planen und im Unternehmen zu realisieren (Nissen 2007).

Trotz einer positiven Entwicklung und ebenfalls positiver Wachstumsprognosen (7,4 % erwartetes Umsatzwachstum in 2015 vs. 6,4 % in 2014) (BDU 2015), stehen Unternehmensberatungen vor einer Vielzahl von Herausforderungen, die bewältigt werden müssen, um den hohen Erwartungen des Marktes gerecht zu werden. Eine dieser Herausforderungen ist die Realisierung der Potenziale

der technologiebasierten Transformation der Unternehmensberatung und mithin die Virtualisierung von Beratungsleistungen (Greff und Werth 2015) (Nissen und Seifert 2015).

Ein virtueller Prozess ist ein Prozess, in dem die physische Interaktion zwischen den Menschen und/oder Maschinen verschwindet. Der Übergang eines physischen Prozesses hin zu einem virtuellen Prozess wird als „Prozess Virtualisierung“ bezeichnet (Overby 2008). Beratungsleistungen besitzen Potenziale ganz oder teilweise virtualisiert zu werden (Christensen et al. 2013) (Greff und Werth 2015) (Nissen und Seifert 2015). Solchermaßen (eventuell nur teilweise) virtualisierte Beratungsprozesse verzichten in bestimmten Projektphasen auf die direkte Face-to-Face Interaktion zwischen Berater und Klient, indem stattdessen IKT gezielt eingesetzt wird. In Verbindung mit einer Standardisierung der Beratungsleistung ermöglicht die Virtualisierung sogar in einigen Bereichen die Entwicklung vollautomatisierter Beratungslösungen. In der Praxis werden solche innovativen Formen der Unternehmensberatung, wie beispielsweise automatisierte Datenanalysetools oder Self-Service-Consulting bislang nur vereinzelt genutzt. Es sind unter Beratern sogar ablehnende Tendenzen insbesondere gegenüber einer Automatisierung von Beratungsleistungen beobachtet worden (Deelmann 2015). Doch scheint das Potenzial einer solchen digitalen Transformation des Consulting von Einigen langsam erkannt zu werden (Greff und Werth 2015). Die Virtualisierung, als Basis für diese Formen der Beratung, ist bisher eher eine Option für Spezialisten als ein allgemein akzeptierter Ansatz zur Gestaltung neuer Geschäftsmodelle der Beratung. Es scheinen folglich Hemmnisse zu existieren, die eine nachhaltige Anwendung der Virtualisierung in der Unternehmensberatung verhindern.

Vor diesem Hintergrund wird nachfolgend zunächst die Zielsetzung unserer Forschung benannt und anhand von Forschungsfragen präzisiert. Der vorliegende Beitrag fokussiert dabei auf die Erarbeitung des Status quo der Forschung im Thema Virtualisierung der Unternehmensberatung. Hierzu beschreiben wir zunächst unsere methodische Vorgehensweise und fassen dann die erarbeiteten Ergebnisse zusammen. Den Abschluss des Beitrages bildet die Darstellung des aus unserer Sicht notwendigen Forschungsbedarfs.

2 Zielsetzung und Forschungsfragen

Hauptziel unserer Forschung zur Virtualisierung von Unternehmensberatung ist die Konstruktion wissenschaftlich abgeleiteter und gleichzeitig praxisrelevanter Artefakte (Vorgehensmodell, Entscheidungshilfen, Methoden usw.), die Beratungsanbieter dabei unterstützen, ihr Leistungsportfolio in diesem Bereich sinnvoll zu verändern und zu erweitern. Hierzu ist es notwendig, den Stand der Forschung darzulegen, was das Ziel des vorliegenden Beitrages ist. Dabei wird einerseits ein Überblick relevanter Konzepte und Ansätze zur Virtualisierung von Beratungsleistungen gegeben. Andererseits geht es im Sinne Fettkes (2006) darum, die Notwendigkeit weiterer Forschungsvorhaben zu verdeutlichen und weitergehende Forschungsanstrengungen zu stimulieren.

Der Beitrag dient sowohl der Vermeidung von Doppelarbeiten als auch der Identifikation wichtiger Vorarbeiten (Fettke 2006). Die Literaturanalyse soll klären, ob der gegenwärtige Literaturstand die Beantwortung folgender drei Kernfragen ermöglicht. Die Kernfragen orientieren sich an der von Overby et al. (2010) identifizierten generellen Forschungsagenda zur Prozessvirtualisierung. Gleichzeitig bilden sie den Rahmen für unsere eigene Forschung zur Virtualisierung speziell von Beratungsprozessen:

1. *Wie sollte ein virtueller Beratungsprozess gestaltet sein?*
2. *Wie und warum nutzen Kunden und Beratungen virtuelle Beratungsprozesse insbesondere im Vergleich zu traditionellen Beratungsprozessen?*
3. *Was sind die Konsequenzen der Migration traditioneller Beratungsprozesse in die virtuelle Umgebung?*

Die Untersuchung des Literaturstandes unter Berücksichtigung dieser drei zentralen Fragen legt die Grundlage, um Artefakte zur Virtualisierung von Beratungsleistungen zu konstruieren. Mit einem gestaltungsorientierten Forschungsansatz (Hevner et al. 2004) wollen wir Vorgehensmodelle, Checklisten und Methoden der Virtualisierung von Beratungsleistungen entwickeln. Die Literaturanalyse (Review) kann als Methode der explorativen Forschung im Kontext der Problemidentifikation und Motivation im Gestaltungsprozess aufgefasst werden (Briggs und Schwabe 2011; Peffers et al. 2007/8). Balci (2014) hat eine umfassende Literaturanalyse zur Process Virtualization Theory (PVT) durchgeführt und festgestellt, dass die Elemente der PVT z. B. in den Bereichen E-Learning, E-Commerce oder der Mobiltechnologie untersucht wurden.¹ Der Bereich professioneller Dienstleistungen wird in diesem Literaturreview nicht explizit erwähnt. Balci merkt an, dass die Prozess-Virtualisierbarkeit zu den bisher am wenigsten untersuchten Elementen der PVT gehöre (Balci 2014). Der vorliegende Beitrag knüpft an diese Arbeit von Balci an und untersucht, in wieweit die Virtualisierung im Kontext von Beratungsleistungen in der gegenwärtigen Forschungsliteratur abgedeckt ist. Im nächsten Abschnitt wird zunächst die verwendete Methodik zur Analyse des Forschungsstandes dargelegt, bevor wir die Ergebnisse im Einzelnen diskutieren.

3 Datenbasis der Literaturrecherche

Um die zuvor beschriebenen Ziele zu erreichen, wurde eine Literaturanalyse nach den von Webster und Watson (2002) vorgeschlagenen methodischen Richtlinien durchgeführt. Das Vorgehen wurde durch die Analyseschritte nach vom Brocke et al. (2009) vervollständigt. Aufbauend auf unserer Zielsetzung wurden zu Beginn der Recherche zunächst Schlüsselwörter definiert, die zur Recherche relevanter Beiträge geeignet sind (vgl. Tabelle 1). Um adäquate Schlüsselwörter zu finden, wurde geprüft, welche Bezeichnungen für die Virtualisierung von Beratungsleistungen in der gegenwärtigen Literatur genutzt werden (Türk 2004) (Deelmann 2009). Es konnten u. a. die Bezeichnungen E-Consulting, Onlineberatung oder Distance Consulting als relevant für den Forschungskontext bewertet werden.

Nr.	Suchstring	Nr.	Suchstring
1	“E-Consulting” OR “Electronic Consulting” OR “Internet Consulting” OR “Automatic Consulting” OR “Web based Consulting” OR “Virtual Consulting” OR “IT-enabled	4	"Internet Beratung" OR "Online Beratung" OR "Computergestützte Beratung" OR "Virtuelle Beratung"
2	“virtualization” AND “consulting”	5	"Virtualisierung" AND "Beratung"
3	“digitization” AND “consulting”	6	"Digitalisierung" AND "Beratung"

Tabelle 1: Schlüsselwörter und Suchstrings der Literaturanalyse

¹ Die einzelnen Elemente der PVT werden detailliert in Kapitel 5 beschrieben.

Zeitlich limitierten wir die Suche auf Beiträge ab dem Jahr 1990, da aus technologischer Sicht nicht mit früheren Beiträgen zu rechnen war.² Die Auswahl der wissenschaftlichen Datenbanken, die zur Recherche genutzt wurden, basiert auf dem MIS Journal Ranking der Association for Information Systems (AIS). So wurden für die Recherche die Datenbanken verwendet, welche mindestens eine der Top 10 Zeitschriften beinhalten (vgl. Tabelle 2).³

Datenbank	Suchstring 1	Suchstring 2	Suchstring 3	Suchstring 4	Suchstring 5	Suchstring 6
IEEE Xplore	21	3	3	0	0	0
Wiley Online	292	347	1058	10	1	37
JSTOR	14	1	21	0	0	0
Science Direct	708	507	1171	5	0	33
ACM Digital	19	505	240	0	1	0
HBR Library	0	2	1	0	0	0
Informa	2	4	60	0	0	0
Google Scholar ⁴	3600	3	1	62	0	0
EBSCOhost ⁵	146	81	90	1	0	0

Tabelle 2: Suchergebnisse der Datenbankrecherche

Anschließend an diese Datenbankrecherche wurde zunächst eine Rückwärtsrecherche durchgeführt. Bei dieser Recherche wurden die Referenzen der bisher gefundenen Beiträge analysiert (Webster und Watson 2002). Die Relevanz der Beiträge in den jeweiligen Referenzen wurde erst mittels Titelanalyse und dann mittels Abstract-Analyse geprüft. Relevante Beiträge wurden zur Liste der gefundenen Beiträge hinzugefügt. Im nächsten Rechenschritt wurde für die bisher gefundenen Beiträge eine Vorwärtsrecherche durchgeführt, also analysiert, welche Beiträge die bisher gefundenen Werke zitieren (Webster und Watson 2002). Jeder der bisher gefundenen Beiträge wurde auf Verweise zu anderen Beiträgen hin analysiert und jeder neue Beitrag wiederum auf die Relevanz hin geprüft. Hierzu wurden wieder Titel, Abstracts und Keywords der jeweiligen Beiträge bewertet. Die so entstandene Auswahl an Beiträgen wurde für die anschließende Synthese genutzt.

Wir haben in dieser Literaturanalyse Beiträge als relevant bewertet, welche explizit die Virtualisierung von Unternehmensberatungsleistungen behandeln. Beiträge, die eine Virtualisierung von anderen Dienstleistungen oder Prozessen behandeln, wurden im Rahmen dieser Literaturanalyse nicht betrachtet, da das Untersuchungsziel in der Darstellung des Forschungsstandes im Kontext von Unternehmensberatungsleistungen bestand. Unabhängig von dieser Abgrenzung sind sich die Autoren bewusst, dass insbesondere die Forschungsfelder Service Engineering und Management, Collaboration Engineering sowie das Feld Computer Supported Cooperative Work (CSCW) im weiteren Gestaltungsprozess betrachtet werden müssen, vor allem wenn es um die Konstruktion und Evaluation neuer Artefakte für die Virtualisierung von Beratungsleistungen geht.⁶

Abschließend ist anzumerken, dass wir lediglich Beiträge in englischer und deutscher Sprache berücksichtigt haben und unsere Literaturanalyse somit eventuell relevante, anderssprachige

² Die Datenbank-Recherche fand im Zeitraum vom 3. bis 23. August 2015 statt.

³ Die AIS Top 10 Liste umfasst folgende Zeitschriften: Management Information Systems Quarterly; Information Systems Research; Communications of the ACM; Management Science; Journal of Management Information Systems; Artificial Intelligence; Decision Sciences; Harvard Business Review; IEEE Transactions; AI Magazine (zuletzt geprüft am 21. Aug. 2015).

⁴ Google Scholar ermöglicht u. a. die Recherche in den Datenbanken von Springer (Springer Link) sowie der AIS (AIS eLibrary) und mithin die Analyse von Konferenzbeiträgen z. B. aus der Americas Conference on Information Systems (AMCIS) oder der International Conference on Information Systems (ICIS).

⁵ Datenbanken, die mit dem EBSCOhost von uns durchsucht wurden, waren: Academic Search Premier, eBook Collection.

⁶ Vereinzelt wird CSCW als Abkürzung für Computer Supported Collaborative Work verwendet.

Forschungsergebnisse ausgrenzt. Weiterhin können im Anschluss an unsere Recherche weitere Beiträge hinzugekommen sein, die wir ebenfalls nicht berücksichtigen konnten. Insgesamt ergab der Recherche-Prozess 34 Beiträge zur Virtualisierung von Beratungsleistungen. Das folgende Kapitel widmet sich der Analyse und Synthese dieser 34 Beiträge.

4 Literaturanalyse und -Synthese

Webster und Watson (2002) empfehlen die Literaturanalyse und –Synthese der gefundenen Beiträge in Form einer Konzeptmatrix. In dieser Konzeptmatrix werden die Beiträge hinsichtlich relevanter Kriterien konsolidiert und analysiert (vgl. Tabelle 3). Um die für unsere Analyse anzuwendenden Kriterien zu definieren, orientieren wir uns an den Elementen der Process Virtualization Theory (PVT), den Artefakten des Design Science (DS) Forschungsansatzes und den Konzepten des Consulting Research Forschungsfeldes. Die PVT beschreibt die Anforderungen, welche die Virtualisierbarkeit eines physischen Prozesses beeinflussen (Overby 2008). Diese Anforderungen des physischen Prozesses werden dabei in sensorische, beziehungsbezogene, synchronizitätsbezogene sowie identifikations- und kontrollbezogene Anforderungen differenziert (Overby 2012). Die Virtualisierbarkeit eines Prozesses hängt zudem von den Eigenschaften des Virtualisierungsmechanismus (z. B. der Digitalisierung) ab. Zu den relevanten Eigenschaften zählen die Repräsentations-, Reichweite- und Kontrolleigenschaften (Overby 2012). Wir untersuchen in der Literaturanalyse, ob in Beiträgen die Virtualisierbarkeit von Beratungsprozessen, die Eigenschaften des Virtualisierungsmechanismus oder die Anforderungen des physischen Beratungsprozesses behandelt werden.

Artefakte im Sinne von Design Science können zum Beispiel Informationssysteme, Konzepte, Methoden oder Modelle sein (Sinz 2010; Frank 2007; Peffers et al. 2007/8; Hevner et al. 2004; Gregor und Jones 2007). Zur Analyse der Beiträge wurde daher geprüft, ob Artefakte in Form von Referenzmodellen (Referenz-Vorgehensmodell im Sinne einer handlungs- und gestaltungsorientierten Design-Theorie), Methoden (Methode zur Evaluation der Virtualisierbarkeit), Applikationen & Informationssystemen (Consulting Tool) oder Konzepten (Beratungs-Konzept, Integrations-Konzept, Vertriebs-Konzept) in den Beiträgen beschrieben wurden. Neben dieser artefaktorientierten Analyse wurde evaluiert, ob verschiedene Beratungsfelder (Strategie-, Organisations-, IT- sowie HR-Beratung) und Beratungsansätze (Experten-, Gutachter-, systemische Beratung und Organisationsentwicklung) und somit Perspektiven des Forschungsfeldes Consulting Research abgedeckt wurden. Weitere Kriterien aus dem Consulting Research, die wir in die Konzeptmatrix aufgenommen haben, sind der Fokus des Beitrages (Beratung vs. Klienten) und die Frage, ob der Beitrag die Phase der Entwicklung und/oder Nutzung von virtuellen Beratungsleistungen betrachtet.

Nr.	Beiträge (chronologisch)	PVT			Beratungsfeld			Beratungsart			Phase		Fokus		DS Artefakte					
		Anforderungen d. Beratungsprozesses	Eigenschaften des Virtualisierungsmechanismus	Virtualisierbarkeit des Beratungsprozesses	Strategie-Beratung	IT-Beratung	Human Resources-Beratung	Organisations-/Prozessberatung	Experten-Beratung	Gutachterliche Beratung	Systemische Beratung	Organisationsentwicklung	Entwicklung von virtuellen Beratungsleistungen	Durchführung von virtueller Beratungsleistungen	Beratung	Klienten	Virtualisierungs-Konzept	Virtualisierungs-Methoden	Referenzmodell virtueller Beratungsleistungen	Beratungsstool
1	(Nissen und Seifert 2015)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-
2	(Nissen et al. 2015)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●	●	-	-	-	-
3	(Greff und Werth 2015)	○	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
4	(Burin 2014)	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	○	○	○	-	-	-	-
5	(Martensen 2014)	-	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	○	○	-	-	○	-	-
6	(Christensen et al. 2013)	-	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-
7	(Robinson 2013)	-	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-
8	(Hoven et al. 2012)	○	○	-	○	○	○	○	-	○	-	○	○	○	-	○	○	-	-	○
9	(Schumann et al. 2012)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○
10	(Korytko 2011)	○	-	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	-	○	-	○	-	-
11	(Strehlau und Sieper 2009)	-	○	-	○	-	-	-	○	-	-	-	○	○	-	○	-	○	○	○
12	(Deelmann 2009)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○	-	-	-	-
13	(Richter et al. 2009)	-	-	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-
14	(König 2009)	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○
15	(Steir 2007)	-	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-
16	(Schulze et al. 2006)	○	○	-	○	○	-	○	○	○	-	○	-	○	-	○	○	-	-	-
17	(Schuster 2005)	-	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	-
18	(Czerniawska 2005)	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-
19	(Türk 2004)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	-	-	-	-
20	(Lindhorst et al. 2004)	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	-	-	○	○	○
21	(Davison et al. 2003)	○	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-
22	(Fulantelli und Allegra 2003)	-	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	○
23	(Zeißler et al. 2003)	○	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	○	-	○	-	○	○	○
24	(Fink 2002)	-	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○	-	-
25	(Evans und Volery 2001)	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-	○	-	-	-	-
26	(Fulantelli et al. 2001)	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	-	○	-	○	-	○
27	(Wurdack 2001)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-
28	(Bätz 2001)	○	○	○	○	○	-	○	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○
29	(Najda 2001)	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○
30	(Allegra et al. 2000)	-	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	-	○	-	-	-	○
31	(Baum 2000)	-	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-	○	-	-	-	○
32	(Katz 1998)	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-
33	(Kordes 1992)	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	-	○	-	-	-
34	(Neuert 1990)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	-

Tabelle 3: Konzeptmatrix zum Forschungsstand der Virtualisierung von Beratungsleistungen

5 Stand der Forschung

Dieser Abschnitt fasst die Ergebnisse unserer Literaturanalyse anhand der anfangs formulierten Forschungsfragen zusammen. Anschließend wird der vorrangige Forschungsbedarf abgeleitet.

5.1 Forschung zur Gestaltung virtueller Beratungsprozesse

Die Frage nach der Art und Weise, wie virtuelle Beratungsprozesse gestaltet werden sollten, beinhaltet die Frage nach der Virtualisierbarkeit verschiedener Beratungsaufgaben, ebenso wie die Frage nach geeigneten Technologien und Tools sowie die Frage nach den Verantwortlichkeiten für die Realisierung der Virtualisierung (Overby et al. 2012). Unsere Literaturanalyse zeigt, dass die Virtualisierbarkeit von Aufgaben der Unternehmensberatung bisher nicht im Kontext der PVT untersucht wurde. Gegenwärtig wird die Virtualisierbarkeit implizit durch Attribute wie Standardisierbarkeit, Interaktivität, Integrativität sowie unter Betrachtung der Automatisierungspotenziale behandelt. Schlüsselarbeiten zu diesen Bestimmungsfaktoren der Virtualisierung werden

von Neuert (1990), Wurdack (2001) und Deelmann (2009) geliefert. Die Frage nach geeigneten Technologien und Tools wird von Autoren wie Neuert (1990), Najda (2001) und Schuster (2005) in Form von Typologien und Checklisten zur Selektion geeigneter Virtualisierungs-Technologien beschrieben, auch wenn die Autoren keinen Bezug zur PVT und deren Elemente nehmen. Diese Autoren stellen einen technologischen Bezugsrahmen zur Verfügung, der durch aktuelle Technologien und Tools erweitert und sinnvoll durch neue Dimensionen, wie Beratungsfeld oder Beratungsart, erweitert werden könnte. Die Frage nach den Verantwortlichkeiten für die Realisierung der Virtualisierung wird von Nissen und Seifert (2015), Christensen et al. (2013) und Wurdack (2001) behandelt. Sie verweisen auf das Management der Unternehmensberatung. Eine sinnvolle Erweiterung dieser Konzepte wäre die Zuweisung von Aufgaben und Rollen zu den charakteristischen Geschäftsprozessen der Unternehmensberatung, wie sie beispielhaft von Nissen et al. (2015) vorgenommen wurde.

5.2 Forschung zur Nutzung virtueller Beratungsprozesse

Die Literaturanalyse zeigt, dass bisher nur eine einzige empirische Arbeit zur Analyse der Nutzung virtueller Beratungsprozesse existiert. So hat lediglich Türk (2004) bisher untersucht, warum Kunden und Beratungen virtuelle Beratungsleistungen nutzen, welche Technologien sie verwenden und welche Chancen und Hindernisse sie sehen. Türk begrenzt ihre Untersuchung auf virtuelle Beratungsleistungen als „projektbezogene Teilleistung“, auf „E-Coaching“ Angebote und die „E-Intermediation“ (Türk 2004).⁷ Die Vollvirtualisierung mit automatischen Beratungsleistungen ist noch nicht Bestandteil der Untersuchung, ebenso wie die Analyse verschiedener Virtualisierungsgrade in Beratungen.

Eine explizite Untersuchung der Faktoren, welche die Gestaltung, Akzeptanz, Nutzung, Zufriedenheit und den Erfolg (im Sinne einer Erfolgskette virtueller Beratungsleistungen (Bruhn 2002) bestimmen, wurde bisher nicht durchgeführt.⁸ Dies scheint jedoch notwendig, um wirksame Artefakte der Virtualisierung konstruieren und letztendlich um die Virtualisierung erfolgreich anwenden zu können. Weitere Beiträge, welche ebenfalls die Nutzung virtueller Beratungsleistungen behandeln, sind qualitativ gestaltet. Sie fokussieren auf die Beschreibung des Einsatzes exemplarischer virtueller Beratungslösungen und leiten daraus Handlungsempfehlungen ab. Bätz (2001), Allegra et al. (2000), Fulantelli und Allegra (2003), Fulantelli et al. (2001), Baum (2000) und Strehlau und Sieper (2009) zeigen, wie eine virtuelle Beratungsleistung genutzt werden kann.

5.3 Forschung zu Konsequenzen der Migration traditioneller Beratungsprozesse

Bisher gibt es de facto keine Beiträge, welche die Konsequenzen der Virtualisierung im Kontext der Unternehmensberatung empirisch analysieren und belegen. Beiträge, die diese Thematik behandeln, haben bisher einen konzeptionellen Charakter. So beschreiben Christensen et al. (2013), Greff und Werth (2015), Deelmann (2009) und Wurdack (2001), welche Konsequenzen in Bezug auf die Strategien, Organisation und Prozesse einer Unternehmensberatung durch die Virtualisierung auftreten könnten. Ebenso wenig wurde bisher empirisch untersucht, ob die erwarteten Auswirkungen auf die Interaktion und Beziehung mit den Klienten, wie sie z. B. in den Schlüsselbeiträgen von Nissen und Seifert (2015), Wurdack (2001), oder Deelmann (2009) konzeptionell beschrieben wurden, wirklich auftreten.

⁷ Türk (2004) bezeichnet Online-Angebote, die zur Vermittlung zwischen Kunden und Beratungen von traditionellen und virtuellen Beratungsleistungen dienen als „E-Intermediation“.

⁸ Siehe hierzu Bruhn (2002), der die Wirkungen, die durch elektronische Dienstleistungen erreicht werden können, in Form von internen und externen Faktoren innerhalb einer „Erfolgskette von E-Services“ strukturiert.

6 Forschungsbedarf

Die Literaturanalyse belegt, dass bzgl. der Virtualisierung von Leistungen der Unternehmensberatung erheblicher weiterer Forschungsbedarf besteht. Dieser Bedarf wird im folgenden Abschnitt konkretisiert.

6.1 Methode zur Evaluation des Virtualisierungspotenzials von Beratungsleistungen

Es besteht ein Bedarf, mittels konstruktionsorientierter Forschung eine Methode zur Bestimmung der Virtualisierbarkeit von Beratungsleistungen und Teilaufgaben zu entwickeln. Ziel der Methode wäre die Entscheidungsunterstützung für oder gegen die Virtualisierung einer bestimmten Beratungsleistung.⁹ Vordringlich sollte hier untersucht werden, welche Bestimmungsfaktoren im Kontext der PVT zu evaluieren sind, um die Virtualisierbarkeit im Einzelfall festzustellen. Die wissenschaftliche Rigorosität und praktische Relevanz der Methode gilt es durch eine transparente Darstellung des Forschungsprozesses sowie durch die Anwendung und Evaluation der Methode in der Beratungspraxis zu demonstrieren.

6.2 Vorgehensmodell zur Virtualisierung von Beratungsleistungen

Nachdem festgestellt wurde, welche Phasen und letztendlich welche Aktivitäten einer Beratungsleistung virtualisiert werden können und wo dies tatsächlich auch Vorteile gegenüber konventioneller Beratung bietet, sollten Beratungsfirmen diese virtuellen Beratungsleistungen auch tatsächlich entwickeln. Um die Komplexität dieses digitalen Transformationsprozesses zu reduzieren, sollte ein Vorgehensmodell konstruiert werden, das die Besonderheiten der Virtualisierung von Beratungsleistungen und die Ergebnisse bisheriger Forschung, wie z. B. die Qualitätsanforderungen der Klienten (Nissen et al. 2015), berücksichtigt. Die Konzeption des Vorgehensmodells sollte insbesondere die kritische Analyse bestehender Referenzmodelle des Service- oder Software-Engineerings und deren Evaluation in der Beratungspraxis einschließen.

6.3 Nutzung virtueller Beratungsleistungen in der Praxis

Bisher wurde nur unzureichend dargestellt, welche Typen virtueller Beratungsleistungen gegenwärtig in welchen Beratungsfeldern, Beratungsarten, Beratungsunternehmen und Branchen eingesetzt werden (können). Daher ist es notwendig, an dieser Stelle eine Untersuchung durchzuführen, die aufzeigt, welche Durchdringung die Virtualisierung in der Beratungspraxis bereits erfährt. Dies wäre einerseits generell zur Orientierung für Forschung und Praxis hilfreich. Darüber hinaus liefert eine entsprechende Übersicht auch ergänzende Hinweise zur Bestimmung der Virtualisierbarkeit von Unternehmensberatungsleistungen.

6.4 Einfluss der Virtualisierung auf das Kundenverhalten und die Berater-Kunden-Beziehung

Nachdem virtuelle Beratungsleistungen realisiert wurden, sollten zukünftige Untersuchungen deren Einsatz in der Praxis näher untersuchen. Insbesondere der Einfluss der Virtualisierung auf das Kundenverhalten sowie die Berater-Kunden-Beziehung gilt es zu erforschen, denn diese Aspekte sind entscheidend für den Erfolg einer Beratungsleistung (Nissen und Seifert 2015). Hier bietet sich ein explorativer empirischer Forschungsansatz an, wo primär die Anwendung und Wirkung von Informationstechnologie und technologiebasierten Services untersucht wird (Österle et al. 2010).

⁹ Siehe hierzu Nissen und Seifert (2015), die einen Entscheidungsprozess zur Virtualisierung von Beratungsleistungen beschreiben.

Die Forschungsergebnisse sollten anschließend ausgewertet werden, um bestehende Artefakte, wie den Entscheidungsprozess der Virtualisierung (Nissen und Seifert 2015), zu optimieren.

6.5 Einfluss der Virtualisierung auf die Geschäftsprozesse, das Geschäftsmodell und die Organisation der Unternehmensberatung

Ebenfalls teil zukünftiger Forschungsanstrengungen sollte die Analyse der Konsequenzen der Virtualisierung auf die weiteren zentralen Geschäftsprozesse von Beratungsfirmen, wie den Vertrieb, das Wissensmanagement oder die Personalentwicklung, sein. Durch empirische Untersuchungen sollte der tatsächliche Einfluss der digitalen Transformation auf die Organisation und das Geschäftsmodell der Unternehmensberatung, wie er z. B. von Christensen et al. (2013) oder Wurdack (2001) konzeptionell beschrieben wurde, praktisch nachvollzogen werden.

7 Literatur

- Allegra M, Fulantelli G, Chiazzese G (2000) Distance consulting for small and medium-sized enterprises. In: Stanford-Smith B, Kidd PT (Hrsg) E-business. Key issues, applications and technologies. IOS press, Amsterdam, S 953–959.
- Balci B (2014) The State of the Art on Process Virtualization: A Literature Review. In: Proceedings of the 20th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2014), Savannah, 2014.
- Bätz V (2001) Internetbasierte Abwicklung von Consulting-Projekten und-Analysen im Umfeld betriebswirtschaftlicher Softwarebibliotheken. Dissertation, Julius-Maximilians-Universität Würzburg.
- Baum BJ (2000) Ernie -- four years of online consulting. *Consulting to Management* 11(1):25–29.
- BDU (2015) Facts & Figures zum Beratermarkt 2014/2015. Bonn.
- Briggs RO, Schwabe G (2011) On expanding the scope of design science in IS research. In: Jain H, Sinha AP, Vitharana P (Hrsg) Service-oriented perspectives in design science research (DESRIST 2011). Proceedings, Milwaukee, May 5 - 6, 2011. Springer, Berlin, S 92–106.
- Bruhn M (2002) E-Services - eine Einführung in die theoretischen und praktischen Probleme. In: Bruhn M, Stauss B (Hrsg) Electronic Services. Gabler, Wiesbaden, S 3–41.
- Burin C (2014) Competing in knowledge intensive service: the dichotomy between talent and technology. MBA Dissertation, University of Pretoria.
- Christensen CM, Wang D, van Bever D (2013) Consulting on the Cusp of Disruption. *Harvard Business Review* 91(10):106–114.
- Czerniawska F (2005) Will Consulting Go Online. In: Greiner LE, Bennis LA, Poulfelt F (Hrsg) The Contemporary Consultant: Handbook of Management Consulting : Insights from World Experts. Thomson South-Western, S 329–343.
- Davison R, Fuller M, Hardin A (2003) E-consulting in Virtual Negotiations. *Group Decision and Negotiation* 12:517–535.
- Deelmann T (2009) Internetberatung - Einige Überlegungen zu Möglichkeiten einer sinnhaften Vollautomation von Beratungsleistungen. In: Fischer S (Hrsg) Informatik 2009. Im Focus das Leben - Beiträge der 39. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 28.9. - 2.10.2009 in Lübeck, Bonn, S 3745–3759.
- Deelmann T (2015) Organisation der Managementberatung im Wandel. *Organisationsentwicklung : Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Change Management* 34(1):69–71.
- Evans D, Volery T (2001) Online business development services for entrepreneurs: an exploratory study. *Entrepreneurship & Regional Development* 13:333–350.
- Fettke P (2006) State-of-the-Art des State-of-the-Art. *Wirtschaftsinformatik* 48(4):257–266.
- Fink D (2002) Building the Professional Services E-Practice. In: Burgess S (Hrsg) Managing Information Technology in Small Business: Challenges & Solutions, S 246–260.
- Frank U (2007) Ein Vorschlag zur Konfiguration von Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik. In: Lehner F (Hrsg) Wissenschaftstheoretische Fundierung und wissenschaftliche Orientierung der Wirtschaftsinformatik. GITO mbH Verlag, S 155–184.
- Fulantelli G, Allegra M (2003) Small company attitude towards ICT based solutions: some key-elements to improve it. *Journal of Educational Technology & Society* 6:45–49.
- Fulantelli G, Chiazzese G, Allegra M (2001) Distance Training as Part of a Distance Consulting Solution ED-MEDIA 2001 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications. Proceedings (13th, Tampere, Finland, June 25-30, 2001), S 527–532.
- Greff T, Werth D (2015) Auf dem Weg zur digitalen Unternehmensberatung. In: Scheer A (Hrsg) IM+io - Das Magazin für Innovation, Organisation und Management. IMC Verlag, Saarbücken, S 30–34.
- Gregor S, Jones D (2007) The anatomy of a design theory. *Journal of the Association for Information Systems* 8:312–335.
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28:75–105.

- Hoven G, Steffens A, Deelmann T (2012) Prototypischer Versuch einer automatisierten Beratung. In: Deelmann T, Petmecky A (Hrsg) *Schriften zur Unternehmensberatung*, Siegburg, Düsseldorf, S 1–22.
- Katz JA (1998) *Distance Consulting: Potentials and Pitfalls in Using the Internet to Deliver Business Development Services to SMEs*. Report to the Donor Committee on Small Enterprise Development, Saint Louis University.
- König S (2009) Ein Wiki-basiertes Vorgehensmodell für Business Intelligence Projekte. In: Baars H, Rieger B (Hrsg) *Perspektiven der betrieblichen Management- und Entscheidungsunterstützung*, S 34–51.
- Kordes T (1992) *Expertensystemgestützte Beratung von Organisationen*. In: Wagner H, Reineke R (Hrsg) *Beratung von Organisationen*. Gabler Verlag, Wiesbaden, S 157–191.
- Korytko MO (2011) *Whether Management Consulting Can Be Successfully Conducted Online?* Doctoral Dissertation, University of East Anglia.
- Lindhorst A, Suhl L, Nastansky L (2004) *Konzept und prototypische Implementierung für die webbasierte, kundenindividuelle Konfiguration von Beratungsprojekten*. Diplomarbeit, Universität Paderborn.
- Martensen M (2014) *Einsatz von Social Software durch Unternehmensberater: Akzeptanz, Präferenzen, Nutzungsarten*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Najda L (2001) *Informations- und Kommunikationstechnologie in der Unternehmensberatung: Möglichkeiten, Wirkungen und Gestaltung des Einsatzes*. Dissertation, Universität Hohenheim.
- Neuert UW (1990) *Computergestützte Unternehmensberatung; Möglichkeiten und Grenzen der Computerunterstützung unter besonderer Berücksichtigung der Strategieberatung*. Dissertation, Universität Marburg.
- Nissen V (2007) *Consulting Research - Eine Einführung*. In: Nissen V (Hrsg) *Consulting Research. Unternehmensberatung aus wissenschaftlicher Perspektive*. Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden, S 3–38.
- Nissen V (2013) *Stand und Perspektiven der informationsverarbeitungsbezogenen Beratung*. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 50:23–32.
- Nissen V, Seifert H, Blumenstein M (2015) *Virtualisierung von Beratungsleistungen: Qualitätsanforderungen, Chancen und Risiken der digitalen Transformation in der Unternehmensberatung aus der Klientenperspektive*. In: Deelmann T, Ockel DM (Hrsg) *Handbuch der Unternehmensberatung*. Erich Schmidt Verlag.
- Nissen V, Seifert H (2015) *Virtualization of Consulting—Benefits, Risks and a Suggested Decision Process*. Proceedings of the 21st Americas Conference on Information Systems AMCIS 2015 (AIS eLibrary).
- Österle H, Winter R, Brenner W (Hrsg) (2010) *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik; Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*. Infowerk, Nürnberg.
- Overby E (2008) *Process virtualization theory and the impact of information technology*. *Organization science* 19(2):277–291.
- Overby E, Slaughter SA, Konsynski B (2010) *Research Commentary-The Design, Use, and Consequences of Virtual Processes*. *Information Systems Research* 21:700–710.
- Overby E (2012) *Migrating processes from physical to virtual environments: Process virtualization theory*. In: Dwivedi YK, Wade MR, Schneberger SL (Hrsg) *Information Systems Theory. Explaining and Predicting Our Digital Society*. Springer, New York, S 107–124.
- Peffer K, Tuunanen T, Rothenberger MA, Chatterjee S (2007/8) *A design science research methodology for information systems research*. *Journal of management information systems* 24:45–78.
- Richter A, Kneifel D, Ott F (2009) *Fallstudie: Social Networking bei Accenture*. *Wirtschaftsinformatik & Management* 1:78–81.
- Robinson M (Hrsg) (2013) *Consulting Firm of the Future*. Source Information Services Ltd.
- Schulze H, Papirny P, Spiller A, Zühlendorf A, Mellin M, Staack T (2006) *Verbindung von agrarökonomischer Forschung und Beratung durch neue Formen des E-Consulting: Aufbau eines internetgestützten Benchmarkingsystems für landwirtschaftliche Direktvermarkter GIL Jahrestagung*, S 265–268.
- Schumann JH, Wunderlich NV, Wangenheim F (2012) *Technology mediation in service delivery: A new typology and an agenda for managers and academics*. *Technovation* 32:133–143. doi:10.1016/j.technovation.2011.10.002.
- Schuster K (2005) *E-Consulting; Chancen und Risiken*. Dissertation, Universität Mannheim.
- Sinz EJ (2010) *Konstruktionsforschung in der Wirtschaftsinformatik: Was sind die Erkenntnisziele gestaltungsorientierter Wirtschaftsinformatik-Forschung?* In: Österle H, Winter R, Brenner W (Hrsg) *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik. Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*. Infowerk, Nürnberg, S 27–33.
- Steir R (2007) *The on-demand virtual advisory team: A new consulting paradigm?* *Global Business and Organizational Excellence* 26:37–46.
- Strehlau R, Sieper M (2009) *E-Consulting 2.0*. *Zub* 09(2):11–15.
- Türk B (2004) *E-Consulting: Der Einsatz webbasierter Technologien in der Unternehmensberatung - eine empirische Untersuchung aus Sicht von Klienten- und Beratungsunternehmen*. Dissertation, Universität Leipzig.
- Vom Brocke J, Simons A, Niehaves B, Riemer K, Plattfaut R, Cleven A (2009) *Reconstructing the giant: On the importance of rigour in documenting the literature search process ECIS 2009 Proceedings*. European Conference on Information Systems, Verona, S 2206–2217.
- Webster J, Watson RT (2002) *Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review*. *MIS Quarterly* 26(2):13–23.
- Wurdack A (2001) *E-Consulting - Entwicklung eines Rahmenkonzeptes; Aufbau und Darstellung einer E-Consulting-Lösung im Beratungsunternehmen der Zukunft*. Dissertation, Universität Mannheim.
- Zeißler G, Remus U, Thome R (2003) *Internetbasierte E-Business-Strategieberatung*. FORWIN-Bericht, Bayerischer Forschungsverband Wirtschaftsinformatik.

Teilkonferenz

IT-Sicherheit für Kritische Infrastrukturen

Kritische Infrastrukturen sind Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden. Dabei spielen IT-Komponenten zunehmend eine wichtige Rolle. Vielen Betreiber Kritischer Infrastrukturen müssen sich mit einem hohen Maß an Heterogenität und Anpassungsdruck bei IT-Lösungen auseinandersetzen; auch die Vernetzung über Sektoren und Wertschöpfungsketten hinweg schafft besondere Herausforderungen im Bereich der IT-Sicherheit für Kritische Infrastrukturen. In Fragen des Sicherheitsbewusstseins und der Akzeptanz von Vorgehensweisen und Werkzeugen zeigt sich außerdem die zentrale Rolle des Menschen im System. Als Brücke zwischen ökonomischem und technischem Denken ist die Wirtschaftsinformatik in besonderer Weise dazu aufgefordert, das Thema IT-Sicherheit Kritische Infrastrukturen aufzugreifen, denn wirtschaftliche und strategische Aufgabenstellungen im Risikomanagement und die Gestaltung von Geschäftsmodellen sind dafür genauso relevant wie das Wechselspiel zwischen technischen Mechanismen und operativen Anforderungen. Aktuelle Trends wie die Nutzung mobiler Geräte oder Cloud Lösungen stellen die IT-Sicherheit dabei vor neue Herausforderungen. Nicht allein Robustheit, sondern auch Resilienz sowie Fragen des Krisenmanagements oder des Business Continuity Managements sind relevant. Die Beiträge zur Teilkonferenz decken die gesamte Bandbreite dieses Themas ab, angefangen bei technisch orientierten Untersuchungen bis hin zur Auseinandersetzung mit IT-Sicherheit als Dienstleistungsprozess und dem Einfluss menschlicher Wertvorstellungen.

*Benedikt Buchner, Albrecht Fritzsche, Andreas Harner, Ulrike Lechner, Kathrin Möslein,
Martin Riedl*

(Teilkonferenzleitung)

Suche nach IT-Sicherheitsinformationen – Ein Referenzmodell

Sebastian Dännart¹, Alexander Laux¹, Ulrike Lechner¹ und Martin Riedl¹

¹ Universität der Bundeswehr München, Professur für Wirtschaftsinformatik,
sebastian.daennart@unibw.de, alexander.laux@unibw.de

Abstract

Die Suche nach IT-Sicherheitsinformationen, wie beispielsweise zu aktuelle Bedrohungen, ist ein Teil eines IT-Sicherheitsmanagements. Dieser Beitrag präsentiert die Resultate einer empirischen Studie zu Suchprozessen in Organisationen und definiert Referenzprozesse für die Suche nach IT-Sicherheitsinformationen.

1 Einleitung

Anzahl und Vielfalt von IT-Sicherheitsbedrohungen nehmen beständig zu. Zudem fordert das IT-Sicherheitsgesetz von Organisationen im Allgemeinen und Kritischen Infrastrukturen im Speziellen ein Mindestniveau an IT-Sicherheit einzuhalten, um signifikante Verbesserungen der Sicherheit informationstechnischer Systeme in Deutschland zu erzielen. Um die IT-Infrastruktur und die darin verarbeiteten und gespeicherten Daten vor Angriffen zu schützen, sind IT-Sicherheitsverantwortliche in Organisationen gefordert, einen laufend aktuellen und möglichst umfassenden Überblick über die aktuelle Bedrohungslage für die eigenen Systeme zu erlangen. Insbesondere für die Regelungen zur Meldung von IT-Sicherheitsvorfällen bei Betreibern Kritischer Infrastrukturen soll hier ein Beitrag zur Gestaltung der Suche nach Informationen zur IT-Sicherheit geleistet werden.

Die Suche nach IT-Sicherheitsinformationen ist kein einfaches Thema: Bedrohungen, illegale Aktivitäten sind inhärent schwer zu finden. Man denke an Online Communities, dem Darknet oder an Blogs von Whitehat- und Blackhat-Hackern. Viele neue IT-Sicherheitsprobleme sind die ersten ihrer Art, wie Stuxnet, die erste große Bedrohung gegen SCADA Systeme, oder Heartbleed, eine Sicherheitslücke in einem seit langem verwendeten SSL-Protokoll, um nur zwei prominente Vertreter zu nennen. Manche Bedrohungen bleiben über lange Zeit hinweg bestehen und viele davon ergeben sich aus Varianten eines bereits bekannten Problems. Meist stehen die noch unbekanntem Bedrohungen im Fokus der Suche nach IT-Sicherheitsbedrohungen. Einerseits wird also nach ganz neuen Bedrohungen gesucht, andererseits nach Informationen zu IT-Sicherheitsproblemen, die so oder in ähnlicher Form bereits bekannt sind. Das legt verschiedene Suchstrategien nahe, um Effektivität und Effizienz der Suche zu gewährleisten.

Dieser Beitrag orientiert sich an Technologiescouting-Prozessen als theoretischem Rahmen für die Ausgestaltung von Suchprozessen nach IT-Sicherheitsinformationen. Diese Analogie ist naheliegend, da im Technologiescouting, genau wie bei der Suche nach IT-Sicherheitsbedrohungen, nach innovativen Technologien gesucht wird.

Diese Arbeit erhebt in verschiedenen Organisationen Prozesse für die Suche nach Informationen zu IT-Sicherheitsbedrohungen durch eine Experteninterviewreihe. Kapitel 2 gibt einen Überblick über den Stand der Literatur und Kapitel 3 präsentiert das methodische Vorgehen in den halbstrukturierten, problemzentrierten Experteninterviews. Die mittels qualitativer Inhaltsanalyse extrahierte Referenzstruktur wird in Kapitel 4 vorgestellt und an zwei Beispielen illustriert. In Kapitel 5 wird das Referenzmodell für den Suchprozess präsentiert.

2 Stand der Literatur

Information zur aktuellen IT-Sicherheitslage werden als interaktive „Weltkarten“ mit aktuellen Zahlen und Art der Angriffe dargestellt (vgl. bspw. <https://cybermap.kaspersky.com> oder auch <https://www.shodan.io>). Berichte wie die des BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik 2015) oder der IT-Sicherheitsunternehmen (bspw. https://www.f-secure.com/en/web/labs_global/whitepapers) erläutern Angriffsmethoden mit den notwendigen Fähigkeiten und prognostizieren langfristige Entwicklungen in der IT-Sicherheit bzw. der Bedrohungslage. Während die Weltkarten heute automatisch erstellt werden und die Technologie zur Visualisierungen wohletabliert ist, sind die Berichte Resultat einer Analyse durch Experten. In der Literatur finden sich noch Ansätze zu neuen Suchtechnologien für IT-Sicherheitsbedrohungen (bspw. (Awad et al. 2015)) oder den Austausch von Informationen zu Bedrohungen (Ward et al. 2014). Für eine systematische Suche nach und Analyse von IT-Sicherheitsinformationen für eine Organisation konnte keine Literatur gefunden werden, so beziehen wir uns auf Technologiescouting als analoge Domäne.

2.1 Technologiescouting

Technologiescouting wird als ein Geschäftsprozess des Technologie- oder Innovationsmanagements gesehen. „In the 1980s, as U.S. companies came to recognize they could no longer meet all of their technology needs internally, more and more companies began scouting for overseas technology in a formal, organized way.“ (Wolff 1992). Wolff beschreibt als Herausforderungen des Technologiescoutings, die gewonnenen Informationen in einer Organisation wirksam einzusetzen: „you have to understand the corporate strategy, the divisional strategy, and the personality and goals of the decision maker.“ (Wolff 1992). Wolff schreibt über Technologiescouting „Viewed positively, any technology adoption that does occur is serendipitous; viewed negatively, it's a haphazard process.“ Chia (Chia 2004) beschreibt zukunftsgerichtete Analyse von Technologien (Foresight) als „refined sensitivity for detecting and disclosing invisible, inarticulate or unconscious societal motives, aspirations, and preferences and of articulating them in such a way to create novel opportunities hitherto unthought-of and hence unavailable to a society or organization“. Technologiescouting ist kein „einfacher“ Prozess der Informationsbeschaffung sondern muss an die Anforderungen einer Organisation angepasst sein und verschiedene Akteure mit einbeziehen (vgl. auch (Sarpong et al. 2013)).

Im Technologiescouting einer Organisation unterscheidet Rohrbeck (Rohrbeck 2010) die Suchstrategien (1) Technology Monitoring, die Suche nach spezifizierten Themen in einem

spezifizierten Bereich (Scope) und (2) Technology Scanning, die Suche nach weißen Flecken, d.h. nach Themen und Bereichen, die sich nicht im Technology Scope einer Organisationen befinden. „Unbekannte Unbekannte“ bezeichnen die Information, deren Natur Scouts, Experten und Manager noch nicht einmal vermuten (Oertl et al. 2014).

Rohrbeck (Rohrbeck and Schwarz 2013) beschreiben in einer Fallstudie bei der Deutschen Telekom, dass „Technology Scouting“ sowohl Möglichkeiten als auch Bedrohungen neuer Technologien analysiert. Als Herausforderungen des Technologiescoutings analysieren Oertl, Heiss und Homma (Oertl et al. 2014), dass Scoutingprozesse Decreasing Returns über die Suchzeit hinweg aufweisen. Die meisten Informationen im Technologiescouting kommen von internen oder externen Vollzeit-Scouts, Teilzeitscouts tragen weniger bei (Rohrbeck 2010). Die Rolle der IKT für Foresight Studies wird von Keller und von der Gracht (Keller and von der Gracht 2014) diskutiert: Die Qualität der Daten wird sich verbessern und die Abhängigkeit von einzelnen Experten genau wie von Crowd Wisdom wird abnehmen.

2.2 IT-Sicherheit

IT-Sicherheit beschäftigt sich mit „today's reality and yesterday's understanding“. (Loch et al. 1992) und (Mahmood et al. 2010) stellen in ihrem Editorial in MISQ fest, dass sich daran seit 1992 wenig geändert hat. Die Kluft zwischen Information und adäquaten Aktionen scheint bei IT-Sicherheit auf Ebene der Mitarbeiter und Organisationsebene imminent zu sein. Harten et al. (Harten et al. 2014) beziehen sich auf Studien, die beschreiben, dass 80% der Unternehmen denken, dass Cybercrime ein hohes Risiko für die Wirtschaft darstellt, während weniger als 30% das Risiko für ihr Unternehmen als hoch einschätzen (Optimism Bias) (Geschonneck et al. 2013).

Information beeinflusst die IT-Sicherheit vielfach: Blugurcu et al. setzen die Compliance zu Awareness der Informationssicherheit, zu Implikationen ihrer Handlungen und Awareness der IT-Sicherheitspolicy einer Organisation in Beziehung (Blugurcu et al. 2010). Die Informationslage spielt eine zentrale Rolle für die Einstellung der Mitarbeiter gegenüber dem Schutz von Informationsressourcen (Roberts et al. 2013). Information, Vertrauen und Verlässlichkeit sind wesentliche Elemente in der Information Security Governance sind (Williams et al. 2013). Weder formale oder informelle Sanktionen noch Furcht halten Mitarbeiter von Verletzungen von IT-Sicherheitsrichtlinien ab, während Information mittelbar die Bereitschaft IT-Sicherheitsrichtlinien einzuhalten beeinflusst (Johnston and Warkentin 2010; Siponen and Vance 2010).

3 Methodik

Die empirische Basis dieser Arbeit bilden Experteninterviews mit IT-Sicherheitsverantwortlichen von Organisationen. Gläser und Laudel (Gläser and Laudel 2010) schlagen das Experteninterview als Methode vor, Interviewpartner als Quelle von Spezialwissen zu befragen, um so Prozesse zu rekonstruieren. Es wurden semi-strukturierte Interviews mit einem Interviewleitfaden eingesetzt. Im Zeitraum Dezember 2014 bis April 2015 wurden zehn halbstrukturierte, problemzentrierte Experteninterviews durchgeführt. Tabelle 1 ordnet jedem Interview eine Nummer zu und gibt die Position des Interviewpartners mit der jeweiligen Organisation sowie die Interviewdauer an. Die Auswahl der Interviewpartner bzw. der Organisationen erfolgte mit Hinblick auf eine möglichst breite Abdeckung verschiedener Bereiche der IT, die sich schwerpunktmäßig mit der Suche nach IT-Bedrohungen beschäftigen. Neben Verantwortungsträgern in Unternehmen wurden auch Berater befragt, da diese Erfahrungen mit unterschiedlichen Organisationen beitragen können.

Nr.	Position des Interviewpartners	Organisationsart	Dauer Min.
1	Leiter Forschung & Entwicklung	IT-Sicherheitsdienstleister	98
2	MS-Infrastrukturverantwortlicher	IT-Infrastrukturbetreiber	43
3	Technologieberater, Linux Administrator	Technologieberatung	52
4	Leiter IT	Unternehmensberatung	50
5	IT-Sicherheitsexperte	Forschungseinrichtung	57
6	Consultant, IT-Sicherheitsberater	Technologieberatung	57
7	IT-Sicherheitsexperte	Konzern CERT	48
8	Leiter IT-Sicherheitsanalyse und Vorhersage	Staatliche Behörde	55
9	Technologieberater	Technologieberatung	49
10	Leiter Softwareentwicklung und Virenerkennung	IT-Dienstleister	44

Tabelle 1: Auflistung der Interviews

In Bild 1 wird das Vorgehen zur Erstellung des Interviewleitfadens und die sich anschließende Analyse- und Aufbereitungsphase dargestellt. Dabei standen zwei Fragen im Mittelpunkt: (1) Wie erstellen IT-Sicherheitsverantwortliche ein Lagebild über aktuelle Bedrohungen? (2) Wie erfahren IT-Sicherheitsverantwortliche von IT-Sicherheitsbedrohungen?

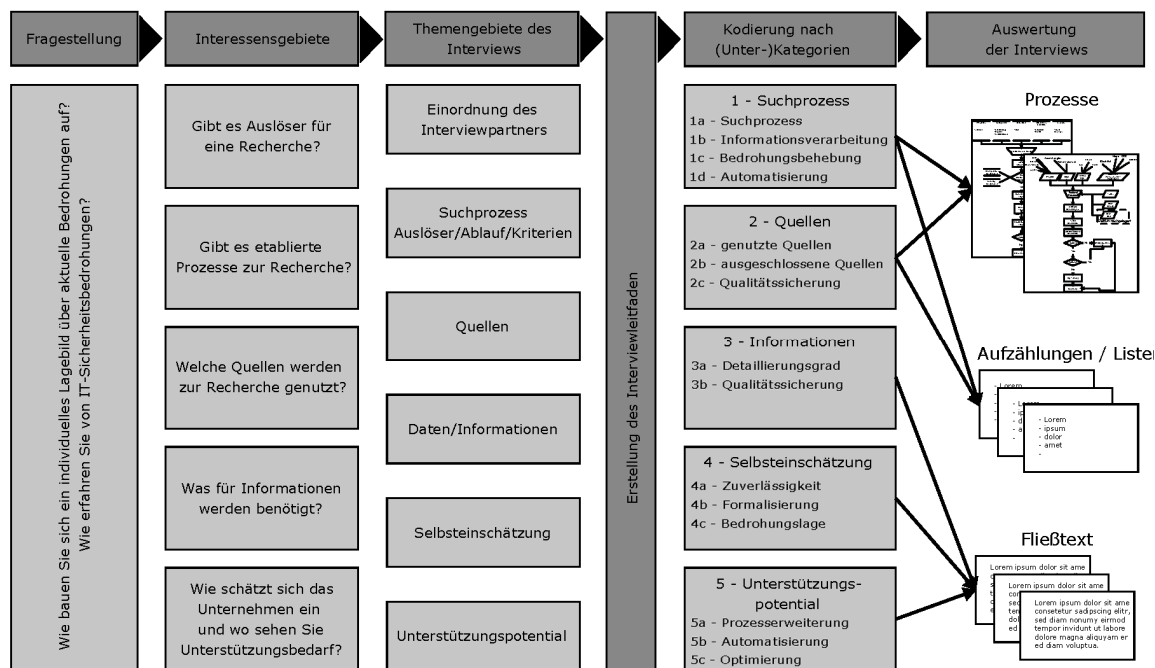


Bild 1: Vorgehen in der Datenerhebung und Datenanalyse

Zu diesen Fragen wurden fünf Interessensgebiete definiert, für die zusammen elf Fragen mit insgesamt 15 unterstützenden Fragen gewonnen werden konnten. Diese Fragen wurden in Zusammenarbeit mit Studierenden erarbeitet und hinsichtlich ihrer Verständlichkeit mehrfacher Überprüfung unterzogen. Das Probeinterview ist aufgrund der guten Datenqualität dem Pool der regulären Interviews hinzugefügt worden. Zwei Interviews wurden auf Wunsch der Interviewpartner mitgeschrieben, alle anderen Interviews wurden aufgezeichnet und transkribiert.

Alle Interviewpartner hatten hohe Anforderungen an die Vertraulichkeit. Daher wurde ein Dienstleister für die Transkriptionen gewählt, der diesen Ansprüchen genügte.

Die Inhaltsanalyse wurde als qualitative Inhaltsanalyse nach Gläser [3, S. 199ff] durchgeführt. Daher wurde in einem zweistufigen Prozess aus den Themenbereichen ein Kategoriensystem entwickelt (vgl. Abbildung 1). Angelehnt an die Nutzung von Flussdiagrammen (DIN e.V 1983) in ITIL, werden diese hier ebenfalls zur Modellierung verwendet.

4 Prozesse der Suche nach IT-Sicherheitsinformationen

In der qualitativen Analyse konnte eine Referenzstruktur mit fünf Hauptprozessen identifiziert werden (vgl. Bild 2). Zunächst wird diese Struktur präsentiert und nachfolgend illustrativ zwei der erhobenen Prozesse gemäß dieser Struktur dargestellt. In Kapitel 4.3 werden die genannten Quellen kategorisiert und erste Aussagen zur Quellennutzung abgeleitet.

Über die Interviewreihe hinweg zeigte sich, dass keine der Organisationen einen vollständigen, dokumentierten Suchprozess implementiert hat. Bei acht Interviews konnte nach der qualitativen Analyse ein Prozess modelliert werden. Bei zwei Interviews war dies nicht möglich. Insgesamt ist die Selbsteinschätzung der Interviewpartner, was die Kompetenz ihrer Organisation zur individuellen Erstellung eines Lagebildes aktueller IT-Sicherheitsbedrohungen angeht, sehr hoch. So beschreibt ein Interviewpartner: „Also ich glaube, wir haben noch nie eine Sicherheitslücke verpasst“ (Interview 1).

Ein interessanter Aspekt ist, dass eine systematische, technische Unterstützung der Suche derzeit nicht stattfindet. „Diesen Prozess des Verfolgens der gängigen Informationsquellen, haben wir tatsächlich nicht formalisiert“, gab ein Interviewpartner zu Protokoll (Interview 4). Lediglich ein Interviewpartner gab für seine Organisation an, ein selbstentwickeltes Werkzeug nutzen, das die relevanten RSS-Feeds automatisiert aggregiert. In einigen Organisationen werden relevante IT-Sicherheitsbedrohungen zur weiteren Bearbeitung in Ticketing-Systeme aufgenommen.

Der zeitliche Aufwand für einen aktuellen und umfassenden Überblick über die derzeitige IT-Sicherheitsbedrohungslage wird von vielen Interviewpartnern als größte Herausforderung gesehen. In allen Fällen wird nebenbei oder in der Freizeit nach Informationen gesucht. Häufig wurden Aussagen wie „ich sitze jetzt zu Hause und lese gerade meine Security-Blogs oder so und falle über irgendwas“ (Interview 1) getätigt. Eine genauere Aussage zum zeitlichen Rahmen konnte nur ein Experte geben, dieser beziffert die Zeit für das „reine Scannen“ der Mailinglisten mit zweimal fünf Minuten täglich. Der Rechercheaufwand, der einer relevanten Information möglicherweise folgt, ist darin jedoch nicht enthalten.

4.1 Referenzstruktur der Suche nach IT-Sicherheitsinformationen in Organisationen

In der Analyse der Suchprozesse konnte eine Referenzstruktur identifiziert werden (vgl. Bild 2). Die Teilprozesse der Referenzstruktur konnten in der Mehrzahl der untersuchten Prozesse erkannt und in Verbindung gesetzt werden. Die jeweilige Ausprägung war dabei sehr unterschiedlich und stellt in dieser Form den kleinsten gemeinsamen Nenner aller Organisationen dar.

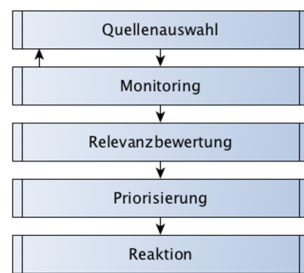


Bild 2: Referenzstruktur der Suche nach IT-Sicherheitsinformation

Die Quellenauswahl beschreibt, welche Quellenarten betrachtet werden. In den Interviews wurde beschrieben, dass die Experten in den Unternehmen ihre Quellen selbst wählen und diese Quellenauswahl auf Erfahrung beruht. Ein Interviewpartner beschreibt: „Das ist also dann tatsächlich so aus der Erfahrung raus, dann kennt man halt diverse Quellen“ (Interview 4).

Das Monitoring bezeichnet die Überwachung der Quellen. Die Analyse der Interviews zeigt, dass diese Überwachung sich in Umfang und Detailtiefe unterschiedlich gestaltet. Die Aussagen dazu waren heterogen, von „eben durchscannen, ob da was ist, was mich interessiert, dann lese ich es halt“ (Interview 3) bis hin zu „das heißt, wir haben eine größere Auswahl an verschiedenen Blogs, Newsseiten, Webseiten mit RSS-Feeds, die wir eigentlich ständig crawlen“ (Interview 7).

Die Relevanzbewertung differenziert zwischen „lediglich interessanten“ und für die IT-Sicherheit „relevanten“ Informationen. Dabei erfolgt die Entscheidung, ob die Information das eigene Unternehmen, also beispielsweise die eingesetzten Produkte oder Systeme, betrifft oder nicht. „Das ist eine der Schwächen unserer Informationsgesellschaft, das Relevante vom weniger Relevanten zu unterscheiden. Da haben wir jetzt jenseits von Erfahrung tatsächlich keine Regel bei uns“, gibt ein Interviewpartner zu Protokoll (Interview 4).

Die Priorisierung bewerteter Informationen hat zum Ziel, Maßnahmen entsprechend der Dringlichkeit und des Bedrohungspotenziales einzuleiten. Interviewpartner berichten, dass Bedrohungen je nach Priorität auch in der Folge unterschiedlich bearbeitet werden. Ein Interviewpartner beschrieb den Effekt einer konkreten Bedrohung beispielsweise als „relativ gering eigentlich auch für unsere Produkte, und wir haben hier empfohlen, niedrige Priorität und eventuell muss gar nichts gemacht werden“ (Interview 7).

Die Maßnahmen verbinden die Resultate der Suche mit weiteren Unternehmensprozessen. In den Interviews sind dies die Weitergabe von Informationen, die genauere Analyse der Bedrohung, die Eigenentwicklung fehlender Sicherheitspatches sowie eine abwartende Haltung. Ein Interviewpartner aus der Sicherheitsforschung gab z.B. an, dass sie einen „Workaround machen oder den Weg eben halt nehmen für ein Change-Management“ (Interview 5).

4.2 Suchprozess Organisation 1 – IT-Sicherheitsdienstleister

Die hier betrachtete Organisation (Interview 1) ist ein IT-Sicherheitsdienstleister, der sowohl für die eigene IT-Infrastruktur als auch für seine Kunden ein ständig aktuelles Bedrohungslagebild benötigt. Der Fokus ihrer Suche liegt auf eigenen Geräten und Software sowie genutzten Fremdkomponenten. Das Interview wurde mit Vertretern der Bereiche F&E und Release Management geführt. Daraus ging hervor, dass kein formaler Suchprozess definiert ist, informell jedoch eine konkrete, strukturierte und etablierte Vorgehensweise existiert (vgl. Bild 3).

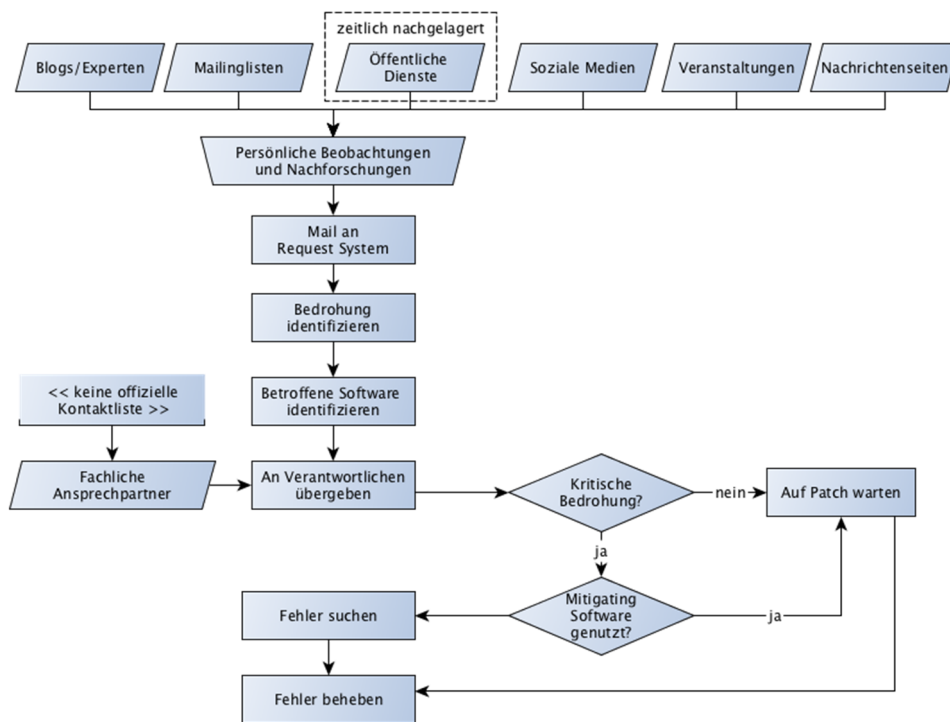


Bild 3: Suchprozess Organisation 1

Quellenauswahl. Es wurden sechs Quellenarten genannt. Dabei wird zwischen geschlossenen (für einen bestimmten Nutzerkreis zugänglichen) und offenen Mailinglisten unterschieden. Die Qualität und Gewichtung der geschlossenen Listen wird als höher angesetzt als die der offenen.

Monitoring. Motiviert durch persönliches Interesse beobachtet jeder Mitarbeiter, sowohl im Büro als auch privat, seine präferierten Quellen. Informationen zu Bedrohung oder von Interesse werden als Ticket an ein Request System geschickt.

Relevanzbewertung. Die Zuweisung der Tickets zur Auswertung durch die fachlich Verantwortlichen erfolgt durch zentrale Bearbeiter. Dies passiert nicht auf Grundlage einer formalen Kontaktliste, sondern nach individuellen Erfahrungen des Bearbeiters ad hoc.

Priorisierung. Nach der Übergabe an den Verantwortlichen bewertet dieser die Kritikalität der Bedrohung und leitet Maßnahmen ein.

Maßnahmen. Eine als unkritisch eingestufte Schwachstelle wird nicht weiter bearbeitet bis ein Patch veröffentlicht wird. Wenn keine Software vorhanden ist, die die Bedrohung unwirksam macht, wird in eine individuelle Fehlersuche und Behebung übergegangen.

Die Nutzung eines Ticket-Systems ist hier, wie in vielen der anderen Prozesse auch, ein elementarer Bestandteil der Vorgehensweise und ermöglicht neben der Verfolgung der Bearbeitung auch eine lückenlose Dokumentation von der Entdeckung einer Bedrohung bis zu einer etwaigen Lösung. Eine Schwäche dieses Prozesses ist sicherlich die fehlende Strukturierung der internen Maßnahmen nach bekanntwerden einer neuen Bedrohung. Es existiert kein einheitliches Schema, nach dem Verantwortlichkeiten verteilt werden.

4.3 Suchprozess Organisation 4 – IT-Beratungsunternehmen

Aus Interview 4 mit dem Leiter der internen IT-Abteilung eines Beratungsunternehmens wurde ein Prozess extrahiert (vgl. Bild 4), der zwar nicht formalisiert ist, sich aber durch eine klare Struktur auszeichnet. Im Gegensatz zu anderen Interviews wurde die Relevanz des Inventory- und Configuration-Managements expliziert.

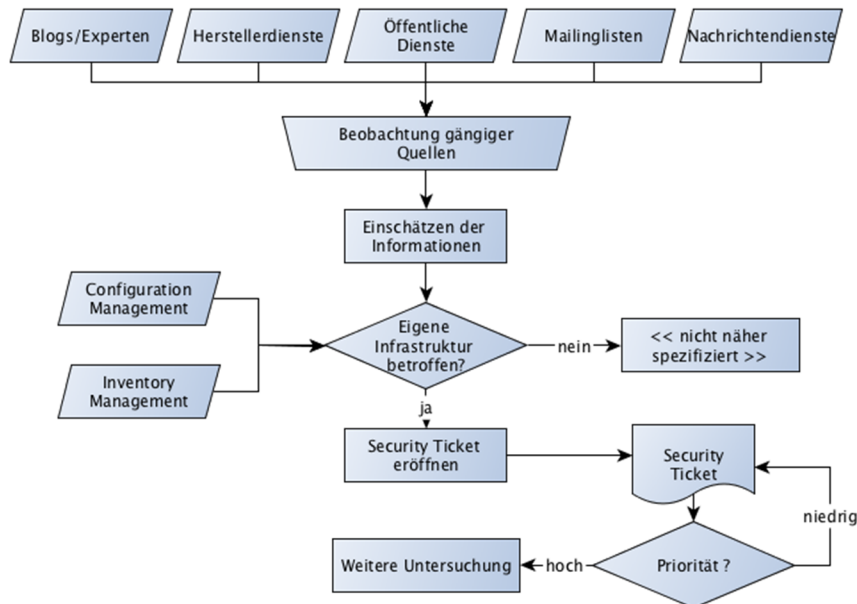


Bild 4: Suchprozess Organisation 4

Quellenauswahl. Es wurden fünf Quellenarten, allen voran Mailinglisten, für die Beschaffung der Informationen herausgestellt.

Monitoring. Die genannten Quellen werden ohne formalisierte Kriterien auf neue Bedrohungen und Informationen geprüft.

Relevanzbewertung. Die Bewertung erfolgt unter Einbeziehung des Configuration- und Inventory Managements. Sie erlaubt einen Abgleich von Bedrohungen mit der eigenen Systemlandschaft und ihrer Konfiguration, auf deren Basis Security Tickets erstellt werden.

Priorisierung. „Hoch“ priorisierte Tickets werden einer weiteren Untersuchung unterzogen, während „niedrig“ priorisierte Tickets hinten angestellt werden, um sie später erneut zu priorisieren. Welche Regeln mittelfristig bei „niedrig“ priorisierten Tickets greifen – ob diese verworfen oder im weiteren Verlauf sukzessive höher priorisiert werden – wurde nicht detailliert.

Maßnahmen. Im Interview wird als Maßnahme nur eine „Deep Inspection“, d.h. die weitere Untersuchung der Sicherheitslücke angegeben.

Die Besonderheit in diesem Prozess ist die explizite Nutzung des Configuration- und Inventorymanagements. Die damit entstehende Möglichkeit, Bedeutung von Bedrohungen für das eigene System zu bewerten, ist die Stärke dieses Ansatzes.

4.4 Quellen

Aus der Analyse geht hervor, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Quellen genutzt wird. Zehn verschiedene Quellenkategorien (mit typischerweise einer großen Anzahl Quellen pro Kategorie)

wurden identifiziert: Blogs/Experten, Datenbanken, Herstellerdienste, Mailinglisten, Nachrichtenseiten, Öffentliche Dienste, Sicherheitsdienstleister, Soziale Medien, Veranstaltungen und Weitere. Auf eine explizite Nennung der konkreten Quellen wird an dieser Stelle verzichtet. Es zeigt sich eine ausgeprägte Nutzung von Mailinglisten bei vielen Interviewpartnern. So beschreibt ein Linux-Administrator „das ist so die schnellste und direkteste Möglichkeit, Sachen zu lesen, diese Mailing-Liste“ (Interview 3). Am häufigsten wird die Nachrichtenseite heise.de genannt (7 der 10 Interviews). „Aber wenn man auch Heise-Security liest, dann hat man tatsächlich schon, sage ich jetzt mal, 95 % all dessen, was wirklich für die Industrie relevant ist, also für jemand, der IT betreibt, drin“, sagte der Leiter einer IT-Abteilung beispielsweise (Interview 4). Die überwiegende Mehrheit der Quellen wird nur ein- oder zweimal genannt. Kostenpflichtige Möglichkeiten zur Informationsgewinnung werden zumeist ausgeschlossen, weil sie häufig auf geschlossenen Systemen beruhen und sich daher schlecht mit anderen Quellen abgleichen lassen. Es wurde auch argumentiert, dass deren Inhalte durch die Beantragung von CVE-Nummern schließlich sowieso bekannt würden. Die Vielzahl sowohl der konkreten Quellen, als auch der identifizierten Quellenkategorien deutet darauf hin, dass für Routinesuchen eine Teilautomatisierung aussichtsreich sein könnte.

5 Referenzprozesse der Suche nach IT-Sicherheitsinformationen

Aus der Analyse geht hervor, wie wenig definiert und wie heterogen die Prozesse zur Suche nach IT-Sicherheitsbedrohungen in Organisationen sind. In diesem Kapitel wird ein Referenzmodell für die Suche nach IT-Sicherheitsbedrohungen vorgeschlagen, das neben dem eigentlichen Suchprozess die Auswahl der Quellen und die Qualitätssicherung enthält. Dabei wird zunächst lediglich auf den Ablauf des Suchprozesses eingegangen, die Hinterlegung mit einem Rollenkonzept kann Gegenstand weiterer Forschung sein. Eine mögliche Unterstützung durch Softwarewerkzeuge wird in (Bhanu et al. 2015) betrachtet.

5.1 Referenzprozessmodell „Suche nach IT-Sicherheitsinformationen“

Bild 5 stellt das Referenzmodell mit den wesentlichen Elementen vor. Der Kern der Suche entspricht der Referenzstruktur (vgl. Bild 2). Der erste Prozessschritt ist die „Quellenauswahl“, welcher das Quellenrepository zugrunde liegt. Im Prozess Quellenauswertung sind zwei Suchstrategien – in Anlehnung an Technologiescouting (vgl. Kapitel 2) – verankert. Im Monitoring werden die genutzten Quellen nach vorgegeben Kriterien regelmäßig ausgewertet. Das Monitoring beschäftigt sich mit bekannten Bedrohungen, die mit vordefinierten Konzepten in der Quellenauswertung erfasst werden können. Unter dem Begriff Scanning wird ein Prozess verstanden, mit dem nach „weissen Flecken“ in der Bedrohungslage einer Organisation und noch unbekanntem Bedrohungen gesucht wird. Das Scanning ist typischerweise ein iterativer Suchprozess, der auch über die definierten Quellen hinausgehen kann und den Experten mit einbezieht. Scanning kann anlassbezogen sein, z.B. durch einen konkreten Verdacht eines Vorfalls, oder aufgrund einer Information aus anderen. In der Quellenauswertung wird ein Security Ticket erzeugt, das ein Ergebnis, welches durchaus negativ sein kann, dokumentiert. Die Verwendung eines Ticketsystems wird durch die Interviews nahegelegt. Der Quellenauswertung schließt sich die „Relevanzbewertung“ an. IT-Sicherheitsinformationen werden dabei hinsichtlich einer möglichen Auswirkung für die Organisation bewertet. In der „Priorisierung“ werden relevante Informationen geordnet und entsprechend Maßnahmen eingeleitet. Informationen über die IT-Landschaft einer Organisation mit Konfigurationen (bspw. aus einer Konfigurationsdatenbank und dem Asset

Management) geht in die Quellenauswertung, die Relevanzbewertung, Priorisierung und die Maßnahmen ein.

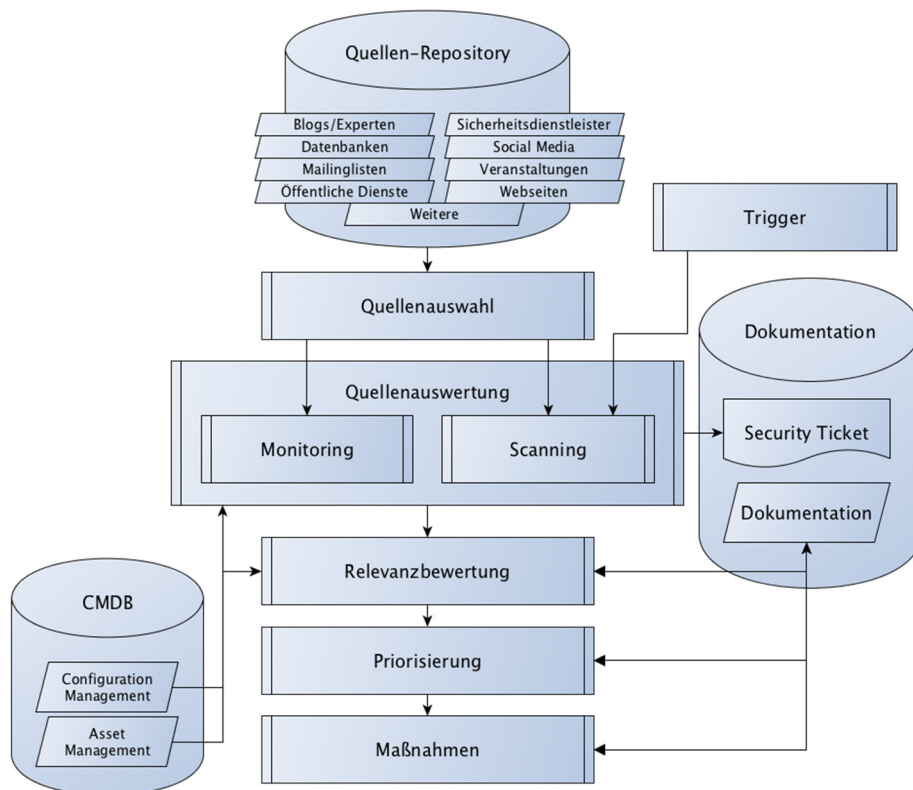


Bild 5: Referenzmodell „Suche nach IT-Sicherheitsinformationen“

5.2 Quellenrepository und Quellenauswahl

Die Auswahl der Quellen ist ein wesentlicher Prozessschritt, für den hier ein Vorschlag gemacht wird: Dieser basiert in seinem Vorgehen auf einer empirischen Studie zur Qualität von Informationen und Quellen der IT-Sicherheit (Canzani et al. 2014), die aufzeigt wie volatil die Qualität sein kann. Einesteils konsolidieren sich Informationen zu einer Bedrohung über die Zeit, andererseits gibt es Informationen, die bereits bei Veröffentlichung alle relevanten Details enthalten und später von anderen Quellen aufgegriffen werden. Um die Effizienz des Suchprozesses unter Berücksichtigung des Informationsbedarfs der jeweiligen Organisation sicherzustellen, ist es sinnvoll, die Qualität der Quellen zu evaluieren. Basierend auf (Canzani et al. 2014) wird vorgeschlagen zur Qualitätssicherung einer Quelle Kriterien zu definieren, basierend auf den beschriebener Bedrohungen und Maßnahmen, der Vertrauenswürdigkeit, Zeitgerechtigkeit und der ursprünglichen Herkunft der Informationen. Anhand dieser Kriterien können Quellen einzeln oder als Gesamtheit analysiert und das Repository optimiert werden.

5.3 Qualitätsmanagement

Die Interviewpartner beschreiben ihre Suche nach Informationen zu IT-Sicherheitsbedrohungen als „gut“ oder „gut genug“. Als Kriterium für diese Selbsteinschätzung wird genannt, dass keine relevanten Bedrohungen „verpasst“ wurden. Die Studien zu „Optimism Bias“ in der IT-Sicherheit legen nahe, dass individuelle Selbsteinschätzungen kritisch gesehen werden müssen und für die Suche nach IT-Sicherheitsinformationen festgelegte Qualitätskriterien wichtig sind.

Für die Evaluation des Suchprozesses wird eine retrospektive Analyse vorgeschlagen (Rieb 2015). Für ein konkretes IT-Sicherheitsproblem wird analysiert, wann welche Information vorlag und mit den Ergebnissen des eigenen Suchprozesses bzw. den Security Tickets verglichen. Als Benchmark können die Informationen aus gängigen Suchmaschinen oder Analystenreports mit ihren Quellenangaben dienen. Diese Analyse ist der Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung des Quellenrepositories, der Suchstrategien in der Quellenauswertung, die Relevanzbewertung, Priorisierung und der Maßnahmen. Diese Qualitätsbewertung sollte die verschiedenen Bedarfsträger für IT-Sicherheitsinformationen berücksichtigen. Die Analyse von Rieb zeigt hier die unterschiedlichen Rollen im IT-Sicherheitsmanagement und ihre Informationsbedarfe auf.

6 Fazit

Diese Interviewreihe ist Teil eines Forschungsprojektes zur Entwicklung eines Cybersecurity Lagebilds und ergründet das Vorgehen von IT-Sicherheitsverantwortlichen bei der Suche nach Informationen zu IT-Sicherheitsbedrohungen. Zentrale Feststellung ist ein Defizit an formalen, standardisierten Prozessen der Suche und der Qualitätssicherung. Herausforderungen liegen dabei im Umgang mit den vielfältigen Quellen und Quellenarten und der Nutzbarmachung der Information in Organisation. Potenzial für eine teilautomatisierte technische Unterstützung wird im Bereich Monitoring des Quellenrepositories ausgemacht. Der entwickelte Referenzprozess kann als Beitrag für die formale Ausgestaltung eines Suchprozesses nach IT-Sicherheitsinformationen dienen. Er bündelt die Suche nach Informationen in einer Organisation – da dies entsprechend den Erfahrungen mit analogen Technologiescouting Prozessen die effektivste Verankerung der Suche nach externen Informationen in einer Organisation darstellt.

Acknowledgments: Wir bedanken uns bei allen Interviewpartnern für die Unterstützung bei der Erhebung der Daten. Wir bedanken uns bei den Projektpartnern des Projektes „Laufend aktuelles Cybersecurity Lagebild“ (FKZ:IUK-1304-0011// IUK427-004) und dem Förderer des Projektes IUK Bayern.

7 Literatur

- Awad WS, El-Alfy ESM, Al-Bastaki Y (2015) Improving Information Security Practices through Computational Intelligence. IGI-Global
- Yogesh Bhanu, Sebastian Dännart, Henning von Kiełpinski, Alexander Laux, Ulrike Lechner, Tobias Lehmann, Andreas Rieb, Martin Riedl, Florian Wolf (2016) A Cyberthreat Search Process and Service - Position Paper. In: ICISSP 2016 (ToAppear)
- Blugurcu B, Cavusoglu H, Benbasat I (2010) Information Security Policy Compliance: An Empirical Study of Rationality-Based Beliefs and Information Security Awareness. MISQ 34:523–548.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2015) Die Lage der in Deutschland 2015.
- Canzani E, Heldt H-C, Meyer S, Lechner U (2014) Towards an Understanding of the IT Security Information Ecosystem. In: Unger H, Halang W (eds) Autonomous Systems 2014, Proceedings of the 7th GI Conference. VDI Reihe 10, VDI Fortschrittsberichte, No 835, pp 292–305
- Chia R (2004) Re-education attention. What is foresight and how is it cultivated? In: Managing the future: Foresight in the knowledge economy. Blackwell, Oxford, pp 21–37

- Geschonneck A, Fritzsche T, Weiland DK (2013) e-Crime - Computerkriminalität in der deutschen Wirtschaft mit Kennzahlen für Österreich und Schweiz.
- Gläser J, Laudel G (2010) Experteninterviews und Qualitative Inhaltsanalyse, 4. Aufl. VS Verlag
- Harten C, Schultz M, Shaicko J, Markus Nüttgens (2014) Towards an Awareness Gap on Cybercrime – an Empirical Analysis of the Perceived Threat Level and Implemented IT Security Measures in Companies. In: Kundisch D, Suhl L, Beckmann L (eds) MKWI 2014 Multikonferenz Wirtschaftsinformatik. pp 533–546
- Johnston AC, Warkentin M (2010) Fear Appeals and information Security Behaviors: An Empirical Study. *MISQ* 34:549–566.
- Keller J, von der Gracht H a. (2014) The influence of information and communication technology (ICT) on future foresight processes — Results from a Delphi survey. *Technol Forecast Soc Change* 85:81–92. doi: 10.1016/j.techfore.2013.07.010
- Loch KD, Carr HH, Warketing ME (1992) Threats to Information Systems : Today's Reality, Yesterday's Understanding Evolution of Computer Security. *MISQ* 173–187.
- Mahmood MA, Siponen M, Straub D, et al (2010) Moving toward Black Hat Research in Information Systems Security: An Editorial Introduction to the special issue. *MISQ* 34:431–433.
- Oertl A, Heiss M, Homma C (2014) The Iterative Involvement of internal Experts into the Technology Scouting Process a Siemens case study. 1–6.
- Rieb A (2015) Analyse des Suchverhaltens und der Qualität der Suche nach IT-Sicherheitsinformationen. Neubiberg
- Roberts TL, Lowry PB, Bennett RJ, Courtney JF (2013) Insiders' Protection of Organizational Information Assets: Development of a Systematics-Based Taxonomy and Theory of Diversity for Protection Motivated Behaviors. *MISQ* 37:1189–1210.
- Rohrbeck R (2010) Harnessing a network of experts for competitive advantage: technology scouting in the ICT industry. *R&D Manag* 40:169–180.
- Rohrbeck R, Schwarz JO (2013) The value contribution of strategic foresight: Insights from an empirical study of large European companies. *Technol Forecast Soc Change* 80:1593–1606. doi: 10.1016/j.techfore.2013.01.004
- Sarpong D, Maclean M, Davies C (2013) A matter of foresight: How practices enable (or impede) organizational foresightfulness. *Eur Manag J* 31:613–625. doi: 10.1016/j.emj.2013.03.004
- Siponen M, Vance A (2010) Neutralization: New Insights into the problem of employee information systems security policy violations. *MISQ* 34:487–502.
- Ward D, Kourti N, Lazari A, Cofta P (2014) Trust building and the European research network for critical infrastructure protection community. *Int J Crit Infrastruct Prot*. doi: 10.1016/j.ijcip.2014.07.003
- Williams SP, Hardy CA, Holgate JA (2013) Information security governance practices in critical infrastructure organizations: A socio-technical and institutional logic perspective. *Electron Mark* 23:341–354.
- Wolff MF (1992) Scouting for Technology. *Res Manag* 35:10.

Ein Rahmenwerk zur Erfassung von IT-Sicherheit als Service-System

Max Jalowski¹ und Albrecht Fritzsche¹

¹ Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Innovation und Wertschöpfung, {max.jalowski, albrecht.fritzsche}@fau.de

Abstract

IT-Sicherheit wird meist auf der Basis geschlossener Systemlandschaften diskutiert. Gerade kritische Infrastrukturen erfordern einen anderen Ansatz, mit dem Beiträge externer Experten und anderer Parteien besser berücksichtigt werden können. Das vorliegende Papier entwickelt einen solchen Ansatz auf der Basis aktueller Überlegungen zu Service-Systemen und kollaborativer Wertschöpfung aus der Dienstleistungsforschung. Es wird ein Rahmenwerk für die Analyse und Gestaltung von Systemen zur IT-Sicherheit entwickelt und beispielhaft auf seine Anwendbarkeit hin überprüft. Das Rahmenwerk erlaubt es insbesondere, Angreifer und Verteidiger gleichermaßen als Akteure im System zu erfassen und weitergehende Aktivitäten rund um die technischen Installationen mit einzubeziehen. Durch die Differenzierung verschiedener Formen von Kopplung zwischen den Aktivitäten entstehen weitergehende Möglichkeiten der Analyse.

1 Einführung

Als kritische Infrastrukturen werden Organisationen und Einrichtungen bezeichnet, die grundlegend für ein funktionierendes Gemeinwesen sind. Das deutsche Bundesministerium des Inneren unterscheidet dabei zwischen technischen Basisinfrastrukturen und sozioökonomischen Dienstleistungsinfrastrukturen (BMI 2009).

Technische Basisinfrastrukturen	Sozioökonomische Dienstleistungsinfrastrukturen
<ul style="list-style-type: none">• Energieversorgung• Informations- und Kommunikationstechnologie• Transport und Verkehr• (Trink-) Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	<ul style="list-style-type: none">• Gesundheitswesen, Ernährung• Notfall- und Rettungswesen, Katastrophenschutz• Parlament, Regierung, öffentliche Verwaltung, Justizeinrichtungen• Finanz- und Versicherungswesen• Medien und Kulturgüter

Tabelle 1: Übersicht über kritische Infrastrukturen (vgl. BMI 2009)

Während der vergangenen Jahre wurden weltweit zahlreiche Anstrengungen unternommen, um den Schutz dieser Infrastrukturen zu erhöhen. Herausragende Beispiele sind das Europäische Programm

Critical Infrastructure Protection (EPCIP) und die Presidential Directive PDD-63 in den USA. Jede Institution, die Verantwortung für eine Installation im Bereich kritischer Infrastrukturen trägt, muss besondere Auflagen im Hinblick auf Katastrophenvorsorge, Abwehr von Angriffen und Behebung von Störungen erfüllen. Dies betrifft im Besonderen auch die IT-Systeme, die in den Institutionen verwendet werden.

Berichte über die Folgen von Schadsoftware wie Stuxnet und Duqu oder Hackerangriffen auf den französischen Fernsehsender TV5Monde und Regierungseinrichtungen in den USA oder Korea illustrieren die Herausforderungen für IT-Sicherheit, denen sich Betreiber kritischer Infrastrukturen stellen müssen. Gerade in Deutschland ist dabei zu bedenken, dass für die meisten Objekte im Bereich kritischer Infrastrukturen kommunale Institutionen oder mittelständische Unternehmen zuständig sind, denen oftmals nicht bewusst ist, dass auch sie im Fokus von Angreifern stehen könnten. Deshalb fehlt es solchen Unternehmen unter anderem an Ressourcen, Kompetenzen, klaren Verantwortlichkeiten (z.B. Benennung eines CSO) oder auch an finanziellen Mitteln, um die IT-(Sicherheits-) Infrastruktur auf- und auszubauen (Harsch et al. 2014). Gleichzeitig macht die zunehmende Verbreitung privater IT-Geräte mit eigener Netzwerkverbindung auch vor kritischen Infrastrukturen nicht halt. So verfügen auch dort immer mehr Menschen, die sich innerhalb der Betriebsgelände aufhalten, über eigene Smartphones, Tablets usw., die in Kontakt mit den Systemen vor Ort kommen können.

Die Informationstechnologie in kritischen Infrastrukturen hat deshalb generell einen offenen Charakter. Sie ist in vieler Hinsicht äußeren Einflüssen ausgesetzt und kann nur mit besonderer Anstrengung in spezifischen Bereichen zeitweise von der Umgebung isoliert werden. Diese Situation erfordert die Entwicklung ausgereifter Sicherheitskonzepte. Hier ist gerade die Wirtschaftsinformatik als Verbindungsglied zwischen Ökonomie und Technik gefordert, da die konzipierten Lösungen nicht nur technisch einwandfrei, sondern vor allem auch praktisch nutzbar und wirtschaftlich betreibbar sein müssen, um tatsächlich korrekt angewendet werden zu können.

Das Themengebiet IT-Sicherheit für kritische Infrastrukturen bietet allerdings auch Chancen: da die erforderlichen Lösungen sehr spezifische Anwendungsbereiche und Anforderungen haben, gibt es zunehmenden Bedarf an Experten mit besonderen Fachkenntnissen, die in diesem Bereich tätig werden. In den kommenden Jahren kann man deshalb von einem erheblichen Wachstum in diesem Bereich ausgehen, von dem gerade kleinere und mittelständische Unternehmen mit einem speziellen Fokus profitieren können. Hier ist ebenfalls die Wirtschaftsinformatik gefordert, Entwicklungsvorschläge zu machen und in der Umsetzung zu begleiten.

Was dabei fehlt, ist vor allem eine theoretische Grundlegung, die den Bereich der IT-Sicherheit in ein weitergehendes ökonomisches Konzept einfügt und auch Verbindungen zu Aspekten schafft, die nicht originär technischer Natur sind, wie zum Beispiel Mitarbeiterverhalten, Schulung oder Zutrittsregelung, die ihrerseits wesentlichen Einfluss auf das Gefahrenpotential für die IT kritischer Infrastrukturen haben. Das Ziel dieses Papiers ist es, eine solche theoretische Grundlegung auf der Basis vorhandener Konzepte der Dienstleistungsforschung zu skizzieren. Dazu werden zunächst die wichtigsten Überlegungen aus der Forschung zum Thema IT-Sicherheit aus technischer Sicht erläutert. Diese Überlegungen werden anschließend in Beziehung zu der aktuellen Diskussion über Service-Systeme gebracht, die im Einzelnen zu erläutern sind. Auf dieser Basis erfolgt schließlich die Entwicklung eines Rahmenwerks für IT-Sicherheit aus der Perspektive der Dienstleistungsforschung, das für kritische Infrastrukturen geeignet erscheint. Abschließend wird ein Ausblick auf konkrete Anwendungsmöglichkeiten gegeben, wobei der Schwerpunkt auf Innovationsaktivitäten gerichtet ist.

2 Stand der Forschung

2.1 IT-Sicherheit in offenen Systemen

IT-Sicherheit hat sich während der vergangenen Jahre in ein breit gefächertes und höchst dynamisches Forschungsfeld verwandelt. Neben der traditionellen Kryptographie, die bereits auf eine lange Geschichte zurückblicken kann, gibt es mittlerweile eine ganze Reihe weiterer Themengebiete, auf denen systematisch geforscht wird. Blake und Ayyagari (2012) nennen fünf übergeordnete Teilbereiche der Forschung: Sicherheitsdesign und -management, Business Operations Security, Verhaltensaspekte, Authentifikations- und Integritätskontrolle, sowie Vermeidung und Erkennung von kritischen Vorfällen. Die ersten beiden Kategorien beinhalten vor allem strategische Überlegungen zur Konstruktion von Sicherheitssystemen und Risikomanagement. Den letzten zwei Kategorien werden insbesondere operative Maßnahmen bei Eingriffen und die Minimierung von Risiken zugeordnet. Crossler et al. (2013) betrachten das Verhalten des Menschen als wichtiges zukünftiges Themengebiet für IT-Sicherheit, insbesondere im Bezug auf Compliance-Überlegungen und die Integration interdisziplinärer Ansätze.

Die meisten Arbeiten gehen bisher von der Annahme aus, dass die betroffenen Systeme in sich geschlossen sind und IT-Sicherheit deshalb nach den Gesichtspunkten des Perimeterschutzes betrieben werden kann (vgl. Johnston 2009). Die Aufgabenstellung besteht demnach darin, unberechtigten Zugriff zu blockieren und bereits von Schädlingen betroffene Systeme wieder in einen unversehrten Zustand zurückzubringen. Ob dies in der Praxis jedoch überhaupt möglich ist, bleibt oft völlig unklar (Locasto et al. 2009; Oberheide et al. 2008; siehe auch Cohen 1987). Erst seit jüngerer Zeit mehren sich die Überlegungen, die einen Systemzustand voraussetzen, in dem ständig Beeinträchtigungen vorhanden sind. Harsch et al. (2014) betrachten ein solches System als Kreislauf, mit dem kontinuierlich auf Vorfälle reagiert wird. Aycock et al. (2014) haben in diesem Zusammenhang die Bezeichnung „cosecure systems“ für Einheiten mit beeinträchtigten und nicht beeinträchtigten Teilbereichen vorgeschlagen. Es erscheint gerechtfertigt, offene Systeme, auf die zahlreiche Parteien auf verschiedene Weise Zugriff haben, dieser Kategorie zuzuordnen.

Risikobetrachtungen zu IT-Sicherheit widmen sich dem Phänomen vielfältiger äußerer Einflüsse auf verschiedene Weise. Gordon et al. (2005) betonen, dass Sicherheitsrisiken oft gar nicht an den explizit vorgesehenen Außengrenzen der IT-Landschaft eines Unternehmen entstehen, sondern vielmehr an den Stellen, wo Mitarbeiter und andere Personen auf Einrichtungen innerhalb des Betriebsgeländes Zugriff haben. Die kann insbesondere durch den Anschluss von infizierten USB-Sticks und anderen Datenträgern geschehen. Dabei stellen organisationale Faktoren wie Arbeitsbelastung, Unternehmenskultur oder habitualisierte Verhaltensweisen der Mitarbeiter bekanntermaßen wichtige Einflussgrößen dar, weil sie den Umgang mit den vorgesehenen Sicherheitsmechanismen im Unternehmen bestimmen (Halliday et al. 1996; Straub und Welke 1998). Systemnutzer und Betreiber müssen jedoch nicht unbedingt nur als Risiken betrachtet werden. Gerade dort, wo Beeinträchtigungen als unabwendbar angenommen werden, können sie vielmehr auch als aktive Beteiligte am Sicherheitsmanagement gelten, die Schwächen identifizieren und mit ihrem Verhalten zum Schutz beitragen (Spears und Barki 2010).

IT-Sicherheit ergibt sich also aus dem Zusammenwirken verschiedener technischer, organisationaler und personaler Faktoren. In technischer Hinsicht müssen nach Hawkey et al. (2008) neben den expliziten Schwachstellen des Systems auch die mobilen Zugriffe und die insgesamt vorhandene Komplexität der Anlagen berücksichtigt werden. Organisational spielen eine ganze Reihe unterschiedlicher Faktoren eine Rolle, die miteinander in Wechselwirkung stehen.

Neben der Priorisierung von IT-Sicherheit und der resultierenden Zeitpläne und Budgets gehören dazu insbesondere Sicherheitswahrnehmung, Zugangskontrolle, Interaktion mit anderen Organisationen, Aufbau des IT Managements und die Wahrnehmung von Risiken. Letztere steht nach Hawkey et al. (2008) auch im Zusammenhang mit den personalen Faktoren, wozu neben Ausbildung und Kultur auch Kommunikation und Sensibilität für Risiken zählen. Kesh und Ratnasingam (2007) zählen in Summe acht Dimensionen eines erfolgreichen Sicherheitsmanagements auf: Planung der Informationssicherheit, Vorgehensweisen und Projektmanagement, IT-Architekturen für Sicherheitsmanagement, Modelle und Praktiken, Risikomanagement, Schutzmechanismen, personalbezogene Sicherheit, sowie Gesetze und ethische Richtlinien. IT-Sicherheit ist demzufolge nicht nur eine Frage datentechnischer Instrumente und individueller Kompetenzen, sondern steht in enger Beziehung zum Aufbau eines Unternehmens und seinen internen und externen Ressourcen. Neben expliziten Strukturelementen spielen dabei auch implizite Aspekte eine Rolle, insbesondere die interpersonelle Zusammenarbeit (Fenz et al. 2011).

2.2 Value Co-Creation und Service-Systeme

In dieser Gemengelage bietet sich aus ökonomischer Sicht eine Betrachtungsweise an, die sich genauer mit den Beiträgen unterschiedlicher Beteiligter in Wertschöpfungsprozessen (Value Co-Creation) auseinandersetzt. Überlegungen in dieser Hinsicht wurden in den vergangenen Jahren aus ganz unterschiedlichen Richtungen vorangetrieben (z.B. Toffler 1980; Wikström 1996; Prahalad und Ramaswamy 2004). In Zusammenfassung der gesamten Diskussion beschreiben Ranjan und Read (2014) zwei verschiedene Zugänge zu diesem Phänomen:

1. Co-Production

Überlegungen zu Co-Production befassen sich mit der Einbeziehung von Konsumenten in den Prozess der Herstellung eines Produkts oder der Bereitstellung einer Dienstleistung. Dies ist insbesondere aufgrund der zunehmenden Individualisierung von Angeboten zu einem wichtigen Thema der Forschung geworden und hat in der Wirtschaftsinformatik vor allem dort Niederschlag gefunden, wo es um Customizing und Produktkonfiguratoren geht (z.B. Piller 2004).

2. Value-In-Use

Anders als bei Co-Production steht hinter der Idee der Value-In-Use ein neues Verständnis des Wertschöpfungsprozesses an sich, bei dem die Aktivitäten auf Seiten desjenigen, der das jeweilige Angebot in Anspruch nimmt, den Schwerpunkt bilden. Wertschöpfung kann demnach nicht durch den Anbieter determiniert werden, sondern ergibt sich erst aus den Handlungen der Abnehmer. Value-In-Use hat sich vor allem in der Marketingforschung als fruchtbares Konzept erwiesen und wurde dort durch die Service-Dominant Logic von Vargo und Lusch (2004; 2008) geprägt.

Die Service-Dominant Logic betrachtet Produkte und Dienstleistungen nicht als unterschiedliche Varianten von Wertentstehung in ökonomischen Interaktionen, sondern vielmehr als komplementäre Perspektiven auf den Prozess der Wertentstehung selbst. Dabei drückt sich im Begriff der Dienstleistung ein systemisches Verständnis aus, das allen Beteiligten an der Interaktion eine aktive Rolle zugesteht (Maglio et al. 2009). Neben den eigentlichen Handlungsträgern schließt dies auch Ressourcen wie Technologie und Information ein, die Auswirkungen auf das entstehende Resultat haben. Hieraus haben sich neue Anknüpfungspunkte der Wirtschaftsinformatik an die Dienstleistungsforschung ergeben, sowohl aus analytischer Sicht wie auch aus Sicht des

Systemdesigns (Alter 2012; Böhm et al. 2014). Darüber hinaus hat der Ansatz jedoch auch viele andere Anwendungsfelder gefunden, bis hin zur Analyse sozialer Brennpunkte in Städten (Ng und Andreu 2012; Kieliszewski et al 2012).

3 Forschungsdesign

3.1 Methodologische Basis

Die folgenden Überlegungen orientieren sich an den Prinzipien der gestaltungsorientierten Forschung, die insbesondere in Deutschland eine lange Tradition hat (Witte 1981). Sie eignet sich insbesondere dort für das wissenschaftliche Arbeiten, wo neuartige Phänomene und Aufgabenstellungen behandelt werden, für die noch keine klar strukturierten experimentellen Settings zugänglich sind (vgl. Thomke 2003). Auch international erhalten gestaltungsorientierte Ansätze in der Wirtschaftsinformatik seit einigen Jahren als Design Science Research zunehmende Aufmerksamkeit (vgl. z.B. Hevner et al. 2004).

Gestaltungsorientierte Forschung nutzt die Erstellung von Artefakten in einem strukturierten Problemlösungsprozess als Methode des Erkenntnisgewinns (vgl. Simon 1996). Durch die Reflexion der dabei entstehenden Resultate hinsichtlich der ursprünglichen Problemstellung ergeben sich weitere Einsichten in den Forschungsgegenstand, die auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen formuliert werden können, von der Beschreibung des konkreten Anwendungsfalls über weitergehende Designregeln bis hin zu einer allgemeinen Theorie (Gregor und Hevner 2011). Als Artefakte kommen dabei sowohl materiell als auch formal verfasste Gegenstände infrage.

Beim hier zu erstellenden Artefakt handelt es sich um ein Rahmenwerk für das Management von IT-Sicherheit offener Systeme. Nach der Formulierung wird das Rahmenwerk auf seine Anwendbarkeit für kritische Infrastrukturen überprüft, um daraus Erkenntnisse für die weitere Forschung abzuleiten. Zur theoretischen Grundlegung des Rahmenwerks wird das Konzept des Service-Systems aus der Dienstleistungsforschung zur kollaborativen Wertschöpfung herangezogen.

3.2 Fachlicher Ansatz

Die Darstellung des Stands der Forschung hat deutlich gemacht, dass IT-Sicherheit von den Beiträgen zahlreicher unterschiedlicher Handlungsträger abhängt. Demzufolge liegt es nahe, bei der weiteren Modellierung von einem kollaborativen Wertschöpfungsprozesses auszugehen. Im Sinne von Value-In-Use ergibt sich IT-Sicherheit dabei aus dem Nutzen, der in Summe durch die Zusammenarbeit entsteht. IT-Sicherheit muss demnach als eine systemische Leistung gelten. Sie wird durch das reibungslose Funktionieren der Informationstechnologie im Unternehmen bestimmt. IT-Sicherheit gewährleistet, dass ein störungsfreier Betrieb stattfinden kann, wobei die betrachteten Risiken aber nicht wie bei anderen operativen Ansätzen auf Konstruktionsfehler fokussiert sind, sondern die aktive Verursachung von Schäden in den Mittelpunkt gestellt wird.

Auf der Grundlage dieser Überlegungen betrachten wir IT-Sicherheit im Folgenden als Service-System. In Einklang mit Kieliszewski et al. (2012) unterscheiden wir bei der Modellierung drei Arten von Kopplung einzelner Aktivitäten (siehe dazu auch Tan et al. 2012):

- **Integration**
Es ist keine Trennung einzelner Beiträge möglich, sondern nur eine Gesamtbetrachtung, weil beispielsweise gemeinsame Ressourcen verwendet werden.
- **Feste Kopplung**
Hier ist es möglich unterschiedliche Beiträge einzelner Beteiligter zu identifizieren. Sie werden jedoch als operative Einheit mit einem erkennbaren Gesamtergebnis betrachtet.
- **Lose Kopplung**
Die Aktivitäten sind trennbar und austauschbar. Die Zusammenarbeit kann in unterschiedlichen Konstellationen erfolgen.

Es ist dabei wichtig zu verstehen, dass IT-Sicherheit selbst wiederum Teil eines Gesamtsystems ist, dessen Gemeinschaftsleistung im Betrieb der kritischen Infrastruktur besteht. Es ist also eine mehrstufige Modellierung von Service-Systemen nötig (vgl. Böhmann et al. 2014).

4 Rahmenwerk

4.1 Struktur

Unser Rahmenwerk zur IT-Sicherheit verknüpft zwei Darstellungsweisen. Dabei handelt es sich zunächst um eine Akteursmatrix, die es erlaubt, unterschiedliche Formen der Kopplung zu identifizieren. Um einen Überblick über die ablaufenden Wertschöpfungsprozesse zu bekommen, können die Inhalte der Matrix weiterhin in ein Systemschaubild übertragen werden, das ähnlich wie bei Kieliszewski et al. (2012) die verschiedenen operativen Einheiten sichtbar macht.

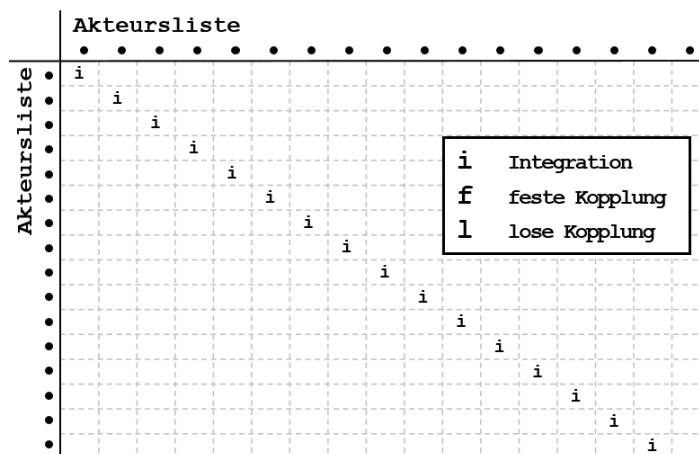


Bild 1: Akteursmatrix

Bild 1 stellt die Akteursmatrix dar. In dieser Matrix werden alle beteiligten Akteure in zwei Dimensionen aufgelistet. Die Zellen der Matrix geben die Art der Kopplung an, die mit den Buchstaben i für integriert, f für fest und l für lose bezeichnet werden. Es werden zwei Entscheidungskriterien herangezogen, um die Art der Kopplung zu bestimmen (vgl. dazu auch Kesh und Ratnasingam (2007):

- physikalisches Setting der Operationen
- verwendetes Wissen bei den Operationen

Aus Gründen der Einfachheit werden diese Kriterien in der Matrix jedoch nicht kenntlich gemacht. Die Matrix beschränkt sich auf die Angabe der Kopplung. In der Diagonale der Matrix kann vorab bereits der Buchstabe *i* gesetzt werden, da alle Operationen in Bezug auf sich selbst sowohl hinsichtlich des physikalischen Settings, als auch des verwendeten Wissens übereinstimmen.

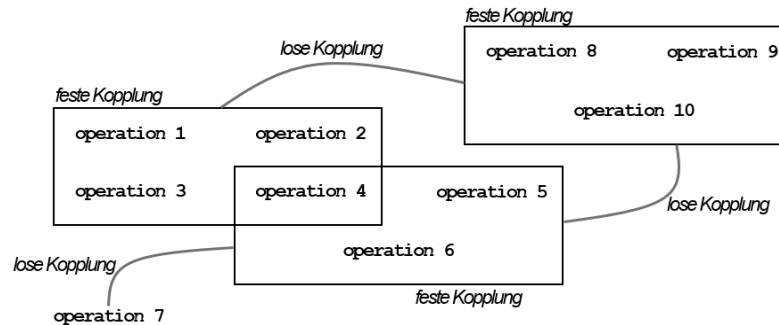


Bild 2: Schaubild Kopplungen

Die zweite Darstellungsform gruppiert die Operationen nach Art der Kopplung (vgl. Bild 2). Einzelne Operationen und Cluster integrierter Operationen werden dabei gleich behandelt. Um diese Entitäten herum sind gekoppelte Operationen dargestellt. Feste Kopplungen erscheinen als Kästen, lose Kopplungen als Verbindungslinien zwischen Elementen. Kästen mit fester Kopplung können sich überlagern.

4.2 Inhalt

Um das Rahmenwerk inhaltlich zu befüllen, ist es notwendig, die verschiedenen Operationen, die zu IT-Sicherheit beitragen, aufzuzählen. Aus diesen Operatoren werden die Akteure abgeleitet, die in der Matrix darzustellen sind. Es ist dabei möglich, dass eine Person in mehreren Rollen als Akteur auftritt. Auch in diesem Fall werden die einzelnen Rollen aber als separate Akteure dargestellt. Die Ausführung in Personalunion wird dann als operative Integration oder feste Kopplung angeführt. Dies ist entscheidend für die spätere Systemanalyse und Suche nach Optimierungen.

Die Darstellung der einzelnen Aktivitäten zur Abwehr von Angriffen in der Literatur ist recht divers (vgl. insbesondere Hawkey et al. 2008; Harsch et al. 2014) und hängt auch vom Anwendungsfall ab, der ggf. spezifische Maßnahmen erfordert. Die folgende Tabelle nimmt darauf aufbauend eine vereinfachende Typisierung vor. Darüber hinaus werden die verschiedenen Typen von Aktivitäten der Angreifer dargestellt, auf die in der Diskussion von Abwehrmaßnahmen Bezug genommen wird. Wenn IT-Sicherheit im Sinne von Value-In-Use verstanden wird, ist es unumgänglich, auch diese Aktivitäten als Beitrag zur Wertschöpfung darzustellen, da sie ebenfalls essentiell für den entstehenden Nutzen der Sicherheitsmaßnahmen sind.

Aktivitäten zur Abwehr		Aktivitäten beim Angriff	
Vorbeugung	ID-Management	Spionage	Anlagen auffinden
	Zugangskontrolle		Beteiligte kennenlernen
	Authentifizierung		Architekturbild erzeugen
	Durchführung Backups		Schwachstellen abschätzen
	Logging der Vorgänge		Abwehr austesten
	Wissenserwerb		Informationen ausspähen

Aktivitäten zur Abwehr		Aktivitäten beim Angriff	
Detektion	System-Monitoring	Aufrüsten	Kompetenz aufbauen
	Identifikation von Gefahren		Instrumente akquirieren
	Benachrichtigung		Programme schreiben
Analyse	Dokumentation des Falls		Angreifen
	Bewertung der Situation	Status verfolgen	
	Vorgehensweise, Priorisierung	Zugang verschaffen	
Reaktion	Weitergabe, Information	Ausnutzen	Programm starten
	Eingrenzen, kenntlich machen		Schaden verursachen
	Eliminieren		Kontrolle übernehmen
	Berichten		Werte abschöpfen
	Wiederherstellen		Zurschaustellen

Tabelle 2: Übersicht über Typen von Sicherheitsaktivitäten (eigene Darstellung)

Die Inhalte der Tabelle sind stets auf Vollständigkeit und Anwendbarkeit zu überprüfen und bei Bedarf entsprechend anzupassen. Ebenso muss bei der Ableitung der Systemakteure entschieden werden, wo menschliche Handlungsträger und wo artifizielle Funktionseinheiten Berücksichtigung finden, die nach der Logik der Service-Systeme auch die Rolle von Akteuren annehmen können.

5 Analyse

5.1 Anwendung des Rahmenwerks

Das Rahmenwerk wird nun gemäß den Prinzipien gestaltungsorientierter Forschung zur Anwendung gebracht und dabei auf seine Nutzbarkeit hin untersucht. Aufgrund der Längenvorgabe für diesen Konferenzbeitrag beschränken wir uns auf ein vergleichsweise einfaches Szenario, in dem es um eine Abwassereinrichtung geht, deren Nutzung von IT auf ein Minimum reduziert ist. Es werden lediglich die folgenden Funktionen damit abgedeckt:

- Speicherung des Werteverlaufs
- Berichterstattung an zentrale Stellen
- Personaleinsatzplan und andere administrative Aktivitäten

Die Einrichtung verfügt infolgedessen auch nur über handelsübliche IT-Lösungen, wie sie auch von Privatpersonen verwendet werden. Die Mitarbeiter, die aufgrund der geringen Größe der Einrichtung alle persönlich miteinander bekannt sind, verfügen über keine besondere Kompetenz zur Informationssicherheit und verlassen sich in diesem Themengebiet vollständig auf die automatischen Mechanismen, die auf ihren Geräten eingerichtet sind. Für diese Einrichtung sind sie auf Experten angewiesen, die von außen hinzugezogen werden.

Trotz der Einfachheit der Situation müssen jedoch auch hier schon so viele einzelne Operationen im System bedacht werden, dass die Matrixdarstellung des Rahmenwerks im vorliegenden Dokumentenformat nicht geeignet umsetzbar ist, sondern nur bei direkter Nutzung geeigneter Tabellenprogramme. Wir beschränken uns deshalb auf die Angabe des Schaubilds zur Interaktion, das Aufschluss über die unterschiedlich gekoppelten Bereiche gibt (vgl. Bild 3).

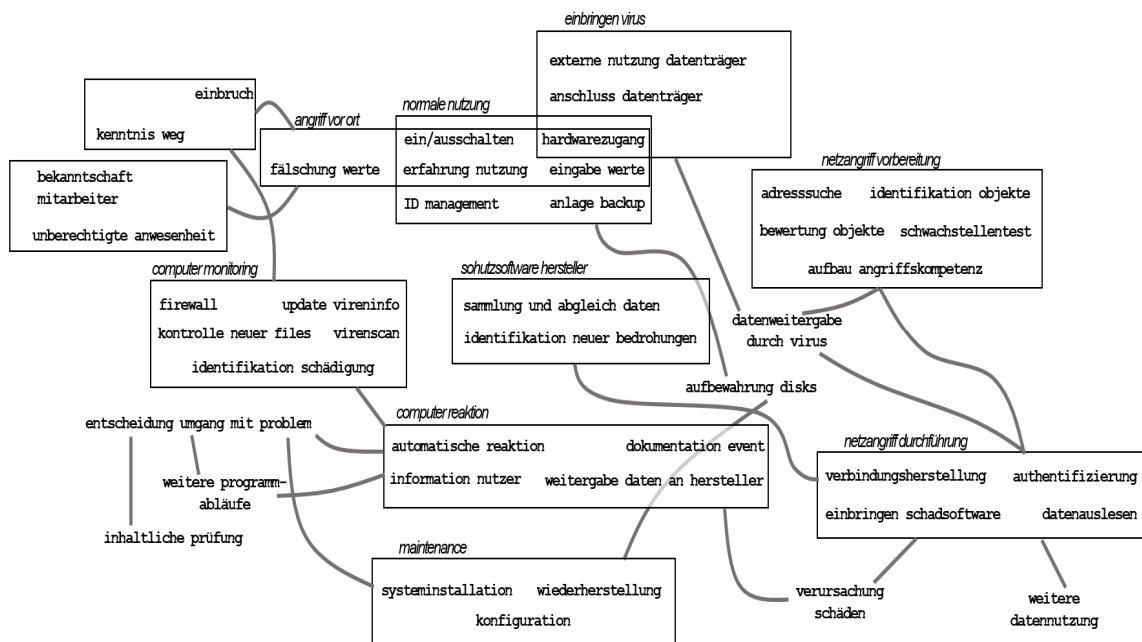


Bild 3: Anwendung Schaubild auf Fallstudie Abwassereinrichtung

Die im Schaubild berücksichtigten Schadensfälle beziehen sich auf den Totalausfall der IT und auf die Fälschung oder Vernichtung von Werten, die dort dokumentiert werden und die wesentlich für die weitergehende Kontrolle des Verlaufs der Wasserqualität sind. Obwohl es also bei dieser Einrichtung keine unmittelbaren Verbindungen zwischen der IT vor Ort und dem Funktionieren der kritischen Infrastruktur gibt, spielen solche Ausfälle mittelbar trotzdem eine Rolle und illustrieren damit die Angreifbarkeit der Gesamtstruktur.

5.2 Diskussion

Durch die Anwendung des hier vorgestellten Rahmenwerks ergibt sich ein anderes Bild von IT-Sicherheit, als es in bisherigen Forschungsbeiträgen deutlich geworden ist. Die wichtigste Neuerung besteht darin, dass die Dynamik zwischen Angreifern und Verteidigern besser erfassbar wird. Beide sind zunächst Teile des Gesamtsystems. Wertfrei betrachtet tragen sie alle in gleicher Weise zur Entwicklung des Systems bei. Ihre Aktivitäten bedingen sich gegenseitig und können im Hinblick auf ihre Wirkung nicht unabhängig voneinander verstanden werden. Eben darin kommt die Besonderheit des Konzepts von Value-In-Use zur Geltung.

Weiterhin erhöht die Anwendung des Rahmenwerks die Transparenz über die verschiedenen Arten der Kopplung von Vorgängen, die für IT-Sicherheit eine Rolle spielen. Auffällig ist dabei die Überlagerung fester Kopplungen rund um die normale Arbeit vor Ort. Dies ist als Folge der geringen Größe der Einrichtung zu verstehen, derentwegen die Mitarbeiter zahlreiche sicherheitsrelevante Themen gleichzeitig im Auge behalten müssen. Bei größeren Einrichtungen mit einem stärkeren organisationalen Differenzierungsgrad sähe das Schaubild anders aus.

Darüber hinaus ist zu erkennen, dass die technischen Operationen in vielfältiger Weise mit anderen Aktivitäten zusammenhängen, die sowohl außerhalb der Einrichtung als auch innerhalb stattfinden können. Viele davon sind nur lose mit anderen gekoppelt, was wiederum als Hinweis darauf gedeutet werden kann, dass sie bisher organisational noch keine weitere Aufmerksamkeit erfahren haben und weder systematisch gesteuert noch überwacht werden. Auch hier ergibt sich damit Entwicklungspotential, das über die bisherigen Ansätze hinausgeht.

Auf der anderen Seite ist festzustellen, dass aus dem Rahmenwerk keine organisationalen Lösungen für Sicherheitsprobleme ablesbar sind. Hierzu sind weitere Überlegungen notwendig, die nicht nur die Kopplung von Aktivitäten, sondern auch ihre Zuordnung zu verschiedenen Kompetenzbereichen und ihre Reihenfolge in der Abwicklung berücksichtigen. Das ist auf der Grundlage des existierenden Rahmenwerks nicht möglich, führt jedoch auch weit über die Zielsetzungen hinaus, die bisher normalerweise mit Anwendungen des Konzepts von Value-In-Use verbunden sind. Obendrein ist zu berücksichtigen, dass über die dargestellten Aktivitäten zum Teil große Unsicherheit herrscht. Vor allem die Beschreibung dessen, was auf Seiten der Angreifer passiert, beruht auf Annahmen und Rekonstruktionen rationaler Vorgehensweisen, ohne dass sie konkret überprüft werden könnten.

6 Schluss

Das Ziel des vorliegenden Papiers war es, eine theoretische Grundlegung für die Diskussion von IT-Sicherheit von einem weitergehenden wirtschaftswissenschaftlichen Standpunkt aus vorzubringen. Dazu orientierte sich das Papier an den Arbeiten der jüngeren Dienstleistungsforschung zu kollaborativer Wertschöpfung. Im Sinne von Value-In-Use wurde dabei ein pragmatischer Zugang zu IT-Sicherheit entwickelt, der die operative Betriebsfähigkeit in den Mittelpunkt stellt. Dieser Zugang kann auch dort Verwendung finden, wo nicht mehr voraussetzbar ist, dass schädliche Komponenten vom System ferngehalten werden, sondern von deren ständiger Gegenwart ausgegangen werden muss. Für diese Sachlage wurde der Begriff „cosecure systems“ vorgeschlagen. Anders könnte man auch von Systemen mit einem großen Offenheitsgrad oder verkürzt schlichtweg von offenen Systemen sprechen, denn unter der Annahme, dass Schadsoftware stets existiert und verbreitet wird, ist es nur eine Frage des Abschlusses, ob sie konzeptuell berücksichtigt werden muss oder nicht.

Im weiteren Verlauf wurde ein Rahmenwerk entwickelt, das bisherige Ansätze zur Analyse von Service-Systemen auf den Themenbereich IT-Sicherheit überträgt. Als Besonderheit ist hier die Einbeziehung der Angreifer als Teile des Systems zu betonen. Eine Unterscheidung zwischen positiven und negativen Beiträgen zur IT-Sicherheit muss nicht a priori vorausgesetzt werden. Dies erlaubt es auch, Grauzonen zu adressieren, in denen man nicht weiß, wie die entsprechenden Vorgänge zu interpretieren sind, oder widersprüchliche Vorstellungen davon existieren, ob etwas schädlich ist oder nicht – je nachdem, welcher Standpunkt bei der Analyse eingenommen wird.

Gerade hier scheint die vorgestellte Lösung Potential zu haben, das Forschungsgebiet in neue Richtungen weiterzuentwickeln, in denen die Wirtschaftsinformatik wichtige Beiträge liefern kann. So wäre es beispielsweise vorstellbar, neue Innovationsansätze zu entwickeln, die mehr Wert auf die Einbeziehung aller Parteien legen und nicht nur im Denkmuster der Offensive und Defensive verharren. Bevor dies verwirklicht werden kann, sind jedoch zweifellos weitere Überlegungen zur Verfeinerung des Rahmenwerks und zusätzliche Anwendungsbeispiele nötig, um sowohl die Aufgabenstellung als auch die Lösungsmöglichkeiten noch besser greifbar zu machen.

Danksagung:

Dieses Papier ist im Rahmen des Begleitforschungsprojekts „VeSiKi“ im Förderschwerpunkt des BMBF zur IT-Sicherheit kritischer Infrastrukturen unter dem FKZ 16KIS0214 entstanden. Die Autoren danken allen Beteiligten für die Unterstützung ihrer Forschung.

7 Literatur

- Alter S (2012) Metamodel for Service Analysis and Design Based on an Operational View of Service and Service Systems. In: *Service Science* 4(3): 218–235.
- Aycock J, Somayaji A, Sullins J (2014) The Ethics of Coexistence: Can I Learn to Stop Worrying and Love the Logic Bomb? In: *IEEE Symposium in Ethics in Science, Technology and Engineering*.
- Blake R, Ayyagari R (2012) Analyzing information systems security research to find key topics, trends, and opportunities. In: *Journal of Information Privacy & Security*: 8(3): 37-67.
- BMI (2009) Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie). <http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/2009/kritis.html>. Abgerufen am 21.3.2015.
- Böhm T, Leimeister JM, Möslin KM (2014) Service-Systems-Engineering. In: *BISE Business & Information Systems Engineering* 56(2): 83-90.
- Cohen F (1987) Computer viruses: theory & experiments. In: *Computers & Security* 6(1): 22-35.
- Crossler RE, Johnston AC, Lowry PB, Hu Q, Warkentin M., Baskerville R. (2013) Future directions for behavioral information security research. In: *computers & security* 32: 90-101.
- Fenz S, Parkin S, van Moorsel A (2011) A community knowledge base for IT security. In: *IT Professional* 13(3): 24-30.
- Gordon, LA, Loeb, MP, Lucyshyn, W, Richardson, R (2005) CSI/FBI Computer Crime and Security Survey, Computer Security Institute.
- Gregor S and Hevner A (2011) Introduction to the special issue on design science. In: *Information Systems and e-Business Management* 9: 1-9.
- Halliday S, Badenhorst K, von Solms R (1996) A Business Approach to Effective Information Technology Risk Analysis and Management. In: *Information Management & Computer Security* 4(1): 19-31.
- Harsch A, Idler S, Thurner S (2014) Assuming a state of compromise. In: *IT Security Incident Management & IT Forensics (IMF), 2014 Eighth International Conference on IT Security Incident Management & IT Forensics*: 76-84.
- Hawkey K, Botta D, Werlinger R, Muldner K, Gagne A, Beznosov K (2008) Human, organizational, and technological factors of IT security. In: *CHI'08 Human Factors in Computing Systems*. ACM: 3639-3644.
- Hevner A, March S, Park J and Ram S (2004) Design Science Research in Information Systems. In: *MIS Quarterly* 28(1): 75-105.
- Johnston J (2009) *Technological Turf Wars: A Case Study of the Computer Antivirus Industry*. Temple University Press.
- Kesh S, Ratnasingam P (2007) A knowledge architecture for IT security. In: *Communications of the ACM* 50(7): 103-108.
- Kieliszewski CA, Maglio PP, Cefkin M. (2012) On modeling value constellations to understand complex service system interactions. In: *European Management Journal* 30: 438-450.

- Locasto ME, Bratus S, Schulte, B (2009) Bickering in-depth: Rethinking the composition of competing security systems, In: *IEEE Security & Privacy*, November/Dezember: 77-81.
- Maglio PP, Vargo SL, Caswell N, Spohrer J (2009) The service system is the basic abstraction of service science. In: *Information Systems and e-Business Management* 7(4): 395-406.
- Ng I, Andreu L (2012) Special Issue: Research perspectives in the management of complex service systems. In: *European Management Journal* 30: 405-409.
- Oberheide J, Cooke E, Jahanian F (2008) CloudAV: N-version antivirus in the network cloud. In *17th USENIX Security Symposium*: 91-106.
- Piller F (2004). Mass customization: reflections on the state of the concept. In: *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 16(4): 313-334.
- Prahalad C, Ramaswamy V (2004) Co-creation experiences: the next practice in value creation. In: *Journal of Interactive Marketing* 18(3): 5-14.
- Ranjan KR, Read S (2014) Value co-creation: concept and measurement. In: *Journal of the Academy of Marketing Science*: 1-26.
- Simon HA (1996) *The Sciences of the Artificial* (3rded.). MIT Press, Cambridge.
- Spears JL, Barki H (2010) User participation in information systems security risk management. In: *MIS Quarterly* 34(3): 503-522.
- Straub D, Welke R. (1998) Coping with Systems Risk: Security Planning Models for Management Decision Making. In: *MIS Quarterly* 22(4): 441-469.
- Tan WC, Haas PJ, Mak RL, Kieliszewski CA, Selinger P, Maglio PP, Li Y. (2012) Splash: A platform for analysis and simulation of health. In: *Proceedings of the 2nd ACM SIGHIT International Health Informatics Symposium*. Miami: 543–552.
- Thomke SH (2003) *Experimentation Matters. Unlocking the Potential of New Technologies for Innovation*. Harvard Business School Press, Boston.
- Toffler A (1980) *The Third Wave: The Classic Study of Tomorrow*. Bantam, New York.
- Vargo SL, Lusch RF (2008) Service-dominant logic: continuing the evolution. In: *Journal of the Academy of Marketing Science* 36(1): 1-10.
- Vargo SL, Lusch RF (2004) Evolving to a new dominant logic for marketing. In: *Journal of Marketing* 68(1): 1-17.
- Wikstroem S (1996) The customer as coproducer. In: *European Journal of Marketing* 30(4): 6-19.
- Witte E (1981) Nutzungsanspruch und Nutzungsvielfalt. In: Witte, E. (Hrsg.): *Der praktische Nutzen empirischer Forschung*. Tübingen: 13-40.

Securing Smart Service Connectivity for Industrial Equipment Maintenance – A Case Study

Christian Lesjak¹ and Eugen Brenner²

¹ Infineon Technologies Austria AG, Design Center Graz, christian.lesjak@infineon.com

² Graz University of Technology, Institute for Technical Informatics, brenner@tugraz.at

Abstract

Bundling products with services tightens the relationship between a manufacturer and its customers. In the context of Industrie 4.0, smart services promise to greatly increase value to customers, and cost efficiency to manufactures and maintainers. For smart services, products require awareness and connectivity to gather field intelligence necessary to anticipate service needs. In this paper, we focus on smart services for the maintenance of industrial equipment. Connecting the globally deployed install base to a central smart service logic, equipment maintainers become able to preemptively schedule maintenance, repair and overhaul (MRO) activities. However, we identify three overall security challenges: First, equipment operators need to trust maintainers and transparently comprehend what data is being collected. Second, service providers need to trust equipment operators on the equipment data's integrity. Third, external threats arise from connecting industrial equipment to the Internet. This work presents a hardware-security based system approach. Our research cumulates into a dedicated hardware security module, the Dual-Interface Trust Anchor for Maintenance Services (DITAM).

1 Introduction

The transition from product-centric to service-centric business models led to the generation of new revenue streams and cost reduction. But simply bundling products with additional maintenance, repair and overhaul (MRO) or upgrade offerings is still not the end of the road. Already Allmendinger and Lombreglia (2005) explained that *smart* services go beyond up-keeping and upgrades bundled with products, in both value to customers and in their cost efficiency to manufacturers. But what makes services smart? Instead of offering service actions reactively or proactively (preventive), they are provided *preemptively*. Thus, a service need is anticipated long before it is needed, based on vast field intelligence acquired from products. This requires both awareness and connectivity in products. Due to the emergence of cyber-physical systems (CPSs), numerous sensors hosted inside a product already provide the basis for equipment awareness. On the other hand, the Internet-of-Things (IoT), which refers to a broad range of Internet-related technologies and products that evolved in consumer and business domain, now supplies the technological components to connect industrial equipment across different value chain

stakeholders. In this work, we study how to secure the connectivity in smart service scenarios. We focus on an industrial domain of smart services, the domain of maintenance, repair, and overhaul (MRO) services for industrial equipment. For the purpose of maintenance, industrial equipment requires interfaces for remote data acquisition, as well as for local, on-site interaction by maintenance technicians. This use case is motivated by Task 1.1 “smart services in engine business” in the EU-funded project Arrowhead (Delsing 2013). This project aims at enabling collaborative automation by networked devices. As we learned from our research, the horizontal integration of value-chains across equipment customer/operator, and equipment maintainer/manufacture creates a multi-stakeholder scenario with specific security challenges. Besides external threats targeting the equipment’s Internet connectivity, mutual trust between customer and maintainer is essential, e.g., to build accountable transparency among them. We address this problem set by applying hardware-based security controllers to industrial equipment.

This work tries to answer the overall research question of how to secure smart service connectivity for industrial equipment maintenance. We provide an overview of our research from the past two years, and condense our findings and results so far. Our contributions are: **First**, as the topic of smart services is rather new, we explain the idea of smart maintenance services and its system aspects in Section 2. **Second**, we introduce three unsolved security challenges intrinsic to smart maintenance services in Section 3. **Third**, we describe in Section 5 our main contribution: the overall security concept for secure smart service connectivity for industrial equipment. Our concept is based on exhaustive security analysis and we study the feasibility and security by means of various prototype implementations. We cumulate our findings into a hardware-security module, the Dual-Interface Trust Anchor for Maintenance Services (DITAM). Section 4 discusses related work and introduces the background for Section 5.

2 Smart maintenance services

As definitions in literature vary, we first establish a common understanding of **smart services**. Services are smart when they anticipate future service needs, and thus service actions are offered in a proactive instead of a reactive mode. In traditional service scenarios, a service action is triggered by an obviously evident service need, and thus the service action is delivered as a response (see Figure 1). In contrast, proactive and thus **smart** service actions take place before the actual service need arises. A recent PhD thesis investigated the agile development of ICT based smart services. There, Aschbacher (2014, p 200) differentiates smart service actions into preventive and preemptive service actions. A preventive service is triggered by a foreseeable demand or need in the rather near future, and where the system behavior is known. A preemptive service targets a future virtual demand or need, where the system behavior is less or not known.

Such **smart product-service systems** require field intelligence acquired from smart products and consequently intelligence in products. Michael Porter, known for inventing the Five Forces analysis framework, predicts that smart, connected products will transform competition (Porter and Heppelmann 2014): Historically, the first wave of information technology (IT) in the 1960s automated single activities in the value chain. Then, the rise of the Internet in the 1990s made coordination and global integration of supply and value chains possible. In today’s third wave, IT is becoming an integral part of a product itself. While the physical components of a product make up its basic structure, smart components such as sensors, data storage, control software and enhanced user interfaces amplify its basic functionality. Additionally, connectivity enables certain

functions that exist outside the physical device (via the cloud), and connectivity thus further amplifies a product's smart components.

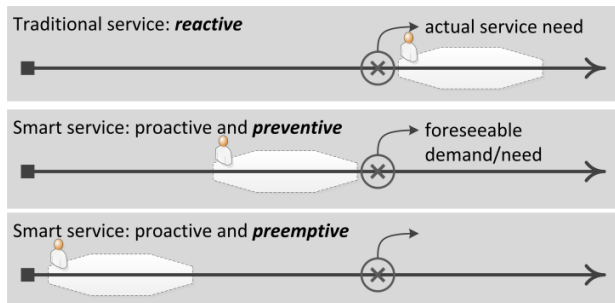


Figure 1: Classification of service actions into reactive and proactive (smart) service actions

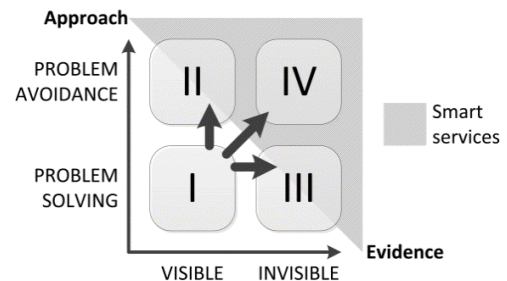


Figure 2: Paradigm shift to problem avoidance with invisible evidence (cf. Lee et al. 2014)

This goes line-in-line with the **Germany high-tech strategy Industrie 4.0** (Kagermann et al. 2013). The strategy extrapolates from three historical industrial revolutions. First, mechanization optimized work tasks using water and steam power. Second, mass production optimized the production process using electrical power. Third, automation again optimized work tasks, this time using electronics and information technology, similar to Porter's first two waves (IT and then Internet). Eventually, in Industrie 4.0 the intelligent factory will shape both product *and* process optimization. Product optimization will be driven by individualization and the consideration of the whole product life-cycle. Production process optimization will integrate stakeholders across value chains horizontally as well as vertically. Industrie 4.0 coalesces concepts from cyber-physical systems (CPSs), the Internet-of-Things (IoT) and machine-to-machine (M2M) communication.

In a **smart maintenance service** system, a *maintainer* provides MRO activities for industrial equipment located at globally distributed equipment operator plants. The equipment operator (the *customer*) employs the equipment in development, production and testing processes. The equipment thus makes use of and produces valuable and sensitive operational information. This sensitive information is used in the customer's critical business processes and is thus a trade secret. A maintainer requires current information on the equipment's condition and maintenance state. To proactively provide MRO activities, and thus smart services, all equipment instances are connected to a central **smart service logic** at the equipment maintainer. The smart services logic monitors the equipment install base, and proactively anticipates and schedules MRO activities. Such activities may also be carried out remote, via the smart service link. Due to the complexity of industrial equipment, in most cases a maintenance technician is sent to the equipment operator to service equipment on-site. Therefore, mobile clients support the technician in its on-site maintenance activities when interacting with an equipment instance on the shop floor.

Smart maintenance services align with the thinking paradigm shift in maintenance as suggested by Lee et al. (2014) and visualized in Figure 2: While in quadrant I maintenance is a "measure against troubles", in quadrants II, III and IV maintenance actions are anticipated. Quadrant III signifies the shift from maintenance triggered by visible evidence (e.g., physical evidence of equipment failure) to invisible evidence (e.g., component wear or degradation). In quadrant II, problem avoidance is achieved by redesign of future equipment generations, or equipment upgrades. The most sophisticated approach to maintenance is represented by quadrant IV, where problem avoidance

based on invisible evidence requires sophisticated equipment monitoring and prognostics to avoid failures or downtimes.

Smart maintenance services provide advantages for both, customer and maintainer, as Herterich et al. (2015) suggest. They conducted several case studies for the service business in manufacturing and identified seven affordances enabled by cyber-physical systems. First, with data acquired from the current install base of a manufacturer's equipment, better future versions of the equipment can be built. Second, historical usage data can be used to optimize equipment operations at the customer. Third, connectivity of industrial equipment allows for remote control and management of equipment. Fourth, the continuous collection of equipment status information allows predicting and triggering service activities. Fifth, remote diagnostics can replace some of the on-site field service activities. Sixth, on-site field service activities can be optimized and supported. Seventh, manufacturers, if owners of the status data, can sell smart service data to service providing companies via standardized interfaces to allow for data-driven services.

2.1 Exemplary smart maintenance scenario

To give a vivid picture of a specific smart maintenance scenario, we illustrate a smart service use case by AVL List GmbH, the largest independent company for development, simulation and testing technology of automotive powertrains. The illustrated information has been compiled from related work (Priller et al. 2014), discussions with Arrowhead partners, and partner deliverables.

AVL supplies its automotive customers with a variety of test equipment that is used in End-of-Line (EoL) testing for powertrain systems. Such devices like emission analyzers and fuel meters must meet highest quality levels, to, among other things, adhere to stringent EU emission laws or satisfy customer demands. Consequently, sophisticated MRO activities need to be carried out regularly in order to minimize equipment downtime as far as possible. At the same time, customers desire plannability of equipment services. Currently these maintenance tasks are scheduled overly conservative or by rules of thumb. AVL's smart service strategy aims to optimize its maintenance processes to maximize device availability for customers, and to minimize wasted maintenance effort.

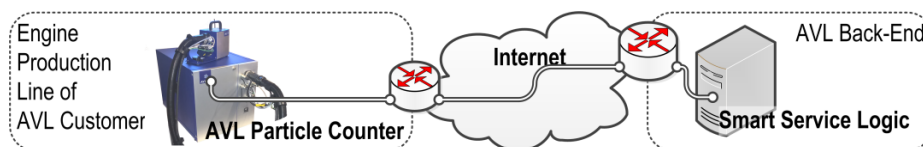


Figure 3: Connecting test equipment to the Internet feeds a smart service logic with data.

Consequently, AVL needs to centrally acquire equipment status information from its globally deployed install base (see Figure 3). This gathered data is then used to proactively and intelligently plan, schedule, execute and bill maintenance activities to its customers. AVL devices are complex cyber-physical systems equipped with numerous sensors and actuators, and different kinds of microcontrollers or computers. While some devices have limited memory or only proprietary communication ports, others are connected to local automation systems. An AVL publication (Priller et al. 2014) outlines a number of challenges to be addressed and envisions potential solutions. A first endeavor is to add connectivity to the existing legacy devices. Presently, typical devices have no (stand-alone use) or limited (isolated local networks) connectivity. Additionally, long asset life-times and legal certification requirements complicate the instant replacement of

current devices or the complete re-engineering or future device generations. Thus the Mediator is envisioned, an add-on module to current and future AVL equipment that acts as a communication gateway between the equipment and a data acquisition back-end. Data between different stakeholders is exchanged via a so-called Broker on the Internet. However, collecting sensitive data raises a number of security questions. If automated scheduling processes rely on the collected data, origin and data integrity are of utmost importance. AVL's equipment produces measurement results which are trade secrets of AVLs respective customers and must not be obtained by AVL. Additionally, AVL customers are often competitors among each other. Thus, also privacy and transparency aspects are crucial to build trust of customers into AVL's smart service concept. To establish and maintain this trust, customers need protected means to observe and monitor the data collection process. A final endeavor that results from connecting EoL equipment via Internet to Brokers is safety. Additional connectivity introduced to AVL equipment must not compromise the device's safety, e.g., by giving attackers external (via Internet) access to the equipment and cause malfunction that harms human operators.

3 Key security challenges in enabling smart maintenance services

In this Section we describe the three overall security challenges we identified when enabling smart service connectivity for maintenance.

Trust of equipment customer in maintainer: *Customers need comprehensible trust in maintainers that connecting their equipment to the maintainer's back-end, and thus the Internet, does not introduce data leaks or threats.* The horizontal integration of value chains between equipment manufacturer, equipment operator and equipment maintainer creates a multi-stakeholder situation. These stakeholders globally exchange equipment maintenance data, which is necessary to offer maintenance services and support maintenance technicians in equipment servicing tasks.

By its very nature, industrial equipment produces two types of information: operational data and status data. On one hand, operational data primarily results from the equipment's use, e.g., sensitive measurement results from automotive engine testbeds on next-generation combustion engines. Such data are business critical to the equipment operator, and thus must not be released from the operator's domain. On the other hand, equipment status data is of vital interest to the equipment maintainer. This status data holds diagnostic or other maintenance related data and is fed into the maintainer's smart service logic to anticipate future service actions. Consequently, an equipment operator requires transparent mechanisms to reliably and trustworthy comprehend what data has been transmitted to maintainer's servers. Monitoring mechanisms must reveal the data flow from equipment instances at customers to the maintainer. Additionally, systems must by design segregate operational from status data before they are even transmitted off equipment to maintainer back-end systems.

Furthermore, an equipment maintainer provides maintenance services to different customers. Although equipment status data contains only maintenance relevant data, it allows deducing valuable insights from it. Like with metadata on telephone or messaging services, status data allows to draw inferences on the number and types of equipment used by an operator. This problem becomes especially critical if two or more customers of a maintainer are competitors, e.g., two car engine manufacturers using automotive test equipment for testing next generation engines. Therefore, secure smart service connectivity needs a system design to effectively and transparently prevent data mixture or information leakages between a maintainer's customers.

Trust of equipment maintainer in its customers: *Maintainers rely on up-to-date information gathered from their global equipment install base. Thus the underlying data acquired from equipment requires integrity for its origin and its content.* Smart service connectivity for maintenance increases efficiency in servicing tasks by automating value chain networks and processes. However, automated processes require trust in the involved entities. To automatically anticipate future service actions from the acquired status data, means to check the authenticity, integrity and origin of status data received are required. Status data needs to be associated with specific equipment instances. Fraudulent customers might try to subvert service contracts by manipulating status data before transmission. By faking the number of operating hours, they pay lower bills and thus deceive a maintainer's billing and accounting. Furthermore, customers might want to hide or delete harmful equipment parameter configurations to avoid losing warranty after misusing an equipment outside its operating parameters. Also, equipment instances might be replaced to report fake maintenance data using cloned equipment instances.

Mitigation of Internet-based threats by adversarial third parties: In the past, security concepts against outside attacks have mainly focused on production stability and continuity to provide availability. Typically, Industrial Control Systems (ICSs) had been physically isolated from their environment and thus protected from external influences. In the future, the horizontal integration of value chains requires security by design to counteract a diverse range of threats. The term Industrial Internet-of-Things (IIoT) denotes the application of standardized IT components and networking protocols from the office and consumer domain. Unfortunately, transferring security considerations from the office and consumer environment to the industrial context requires stronger security considerations, especially in terms of availability. Here we briefly illustrate how versatile the threat situation for industrial systems has become. (1) *Industrial sabotage and espionage are executed using sophisticated malware.* For example, the Stuxnet malware (Langner 2011) infected industrial controllers in an Iranian uranium enrichment plant. Stuxnet's goal was not to steal, manipulate or target information, but to attack a military target by decreasing the performance and output of a physical production process. (2) *Attackers are likely to uncover unprotected targets.* Researchers from TÜV SÜD (2015) have shown that targeted attacks on infrastructures and production facilities are no longer isolated events. Shodan (Bodenheim et al. 2014) is an Internet search engine capable of identifying and indexing ICS components on the Internet. Shodan thus provides attackers with a powerful tool to discover potential targets. (3) *Sensitive data requires strong isolation.* The recent Heartbleed bug (CVE-2014-0160) in OpenSSL was caused by an implementation bug in the heartbeat extension. Although most attention was drawn to server-side issues, also TLS clients were vulnerable. An attacker was able to read a client's memory, which typically contains keys, passwords or other sensitive data.

Besides that, by capturing maintenance status data about deployed equipment, adversaries can gain in-depth understanding of ongoing activities on operator's side. Global communication networks, on which remote data acquisition needs to rely, are reportedly undermined by various intelligence agencies and considered insecure if no appropriate cryptography is used to protect data during public transit. The standardization and use of public and open communication interfaces, as well as the deployment of commodity hardware components in industrial context make it easier for researchers, script kiddies, organized crime, governmental organizations and other professional adversaries to re-engineer and attack systems. Successful attacks can have numerous consequences: safety issues (damages to humans), damages to equipment and machinery, leakage of information, or the damage of one's reputation.

4 Related work and background

To our knowledge, no related work has yet considered securing smart services on the overall system scale. However, research has investigated a number of sub-aspects that contribute to a smart service system for maintenance. We discuss the related work subject to subsystem aspects in dedicated publications (Lesjak et al. 2014, Lesjak et al. 2014b, Lesjak et al. 2015, Lesjak et al. 2015b). The case study by Priller et al. (2014) introduced for the first time the idea of migrating industrial devices into the world of smart services. The authors conceptually introduced the terms Mediator and Broker to address legacy and connectivity aspects. Consequently, the authors postulate the diverse need for security, privacy and transparency in the multi-stakeholder maintenance scenario.

A **security controller (SC)** is a discrete hardware module with protected code execution and data storage. Its integrated circuit (IC) contains a 16 bit microcontroller with on-chip ROM, RAM and non-volatile memory (NVM). An SC can be programmed to provide a defined set of security related functions that operate on the cryptographic credentials stored in the protected storage. Security controllers have hard- and software mechanisms to protect data while in use as well as while in rest. SCs are designed to withstand capable adversaries with physical access to the SC and protect against a number of local and physical attacks, like probing bus lines. Also, an SC protects against non-invasive attacks that target side channel information gained from, for example, power consumption. To offer this level of tamper-resistance, SCs employ dual CPU concepts for integrity checks, encrypted communication buses, and a number of sensors to detect physical manipulation. Standards like the Common Criteria (CC) evaluation independently certify the security properties of SCs. The SC platform used in this work is certified against the “Security IC Platform Protection Profile” in accordance to the Evaluation Assurance Level EAL6+.

Near Field Communication (NFC) is a short range contact-less communication technology that transfers energy and data over 2-3 centimeters between an active reader device and passive tag or contact-less security controller. Passive means that the reader powers the other device it is communicating with via NFC. Most modern smart phones and tablets are equipped with NFC. Due to its short range, it can be used to transfer small amounts of data without pairing devices.

MQTT is a data-centric binary publish-subscribe protocol (OASIS 2014), where publisher and subscriber clients exchange application messages via a central server, the message broker. Publishers transmit information that other clients might interest by publishing application messages to a broker. Clients interested in receiving certain application messages subscribe to respective topics. Topics are character strings, and can be hierarchically structured with forward slashes, and thus allow for encoding additional metadata with application messages, e.g., *region\continent\country\state\city\street*. The MQTT specification (OASIS 2014) includes non-normative guidance on securing MQTT. It is explicitly stated that it is the implementer’s responsibility to add security measures for authentication and authorization of users and devices and to protect the integrity and privacy of MQTT packets.

5 Securing smart maintenance connectivity

Our overall architecture enables secured connectivity for local and remote maintenance services for industrial equipment. The decentralized equipment instances are deployed globally at different plants and different customers. Each instance is enhanced with a Mediator, which adds the necessary intelligence and connectivity to the equipment, to allow both local interactions for

maintenance technicians, as well as remote connectivity to the Broker. The Broker is an MQTT-based distribution entity among equipment instances, the maintainer's smart service back-end, and the customer's back-end.

5.1 Securing the industrial equipment and local on-site interaction

At industrial equipment side, the Mediator facilitates and secures the local and remote connectivity. This Mediator is a dedicated control unit attached to equipment using a tamper-evident seal that reveals unauthorized removal of a Mediator from its equipment. The Mediator has three communication interface groups. First, it connects via Ethernet or USB to the industrial equipment via proprietary protocols used in the automotive industry, e.g., the "AK Protocol" (Priller et al. 2014). Second, it has an Ethernet-based Internet link to connect to a Broker. And as a third interface, it supports local maintenance connectivity for on-site maintenance technicians via NFC and Wi-Fi. This Mediator ultimately enables the migration of legacy devices into the world of smart services, as it can be plugged upon existing devices. More importantly, it provides an additional layer of security, as the smart service connectivity is not implemented on an equipment's host processor.

For securing the embedded Mediator system, we investigated and compared (Lesjak et al. 2015b) two hardware-security technologies: ARM TrustZone and security controller (SC). Both technologies provide security by isolating security-critical processes in a protected execution environment. Our investigations revealed that only a security controller strongly protects sensitive cryptographic credentials like authentication keys in use, and at rest. In contrast, TrustZone based systems offer better development flexibility and higher performance. Therefore we decided to implement a generic firmware for a security controller that will provide a minimal trust anchor for smart services, and keep TrustZone optional for future Mediator generations.

Using a dual-interface security controller, which besides its contact-based interfaces also has a contact-less NFC interface, we designed an equipment identification system (Lesjak et al. 2014) that works for both local on-site maintenance scenarios and remote data acquisition scenarios. Via the NFC interface, maintenance technicians use a mobile client to cryptographically corroborate the equipment's identity using the private authentication key stored in the security controllers protected storage. The same credentials are used in remote authentication scenarios via the security controller contact-based interface and the Mediators host. Besides the superior security in terms of authenticity verification, this system also prevents service technicians from servicing a wrong device due to misreading the device's optical nameplate.

A device snapshot (denoted "device fingerprint" in Priller et al. 2014) captures an equipment's maintenance state at a specific point in time. A snapshot comprises a list of channel snapshots, where a channel represents a sensor value, operating counter, or other value of the industrial equipment. The ESTADO system (Lesjak et al. 2014b) securely and transparently transfers snapshot data from equipment into smart service back-ends. Thereby, the Mediator collects channel updates via the AK Protocol from the equipment it is connected to, and forwards the updates to the SC. The security controller condenses these parameters into a device snapshot and digitally signs it to provide origin integrity and data integrity. A technician equipped with a mobile client retrieves these snapshot via NFC, therefore this process is ad-hoc and does not require permanent internet connectivity of the equipment or Mediator. To make this process transparent, the mobile client operator verifies the snapshot content to not contain sensitive information, and acknowledges the snapshot transfer via a TLS connection to the Broker.

5.2 Securing smart service connectivity

In the preceding Section we detailed the Mediator design and systems for on-site interaction, but smart service connectivity also requires permanent Internet connectivity. The Broker is a central information distribution hub based on an MQTT message broker. The Broker is hosted in a demilitarized zone administrated by the maintainer. Due to MQTT's nature, the Broker does not actively initiate connections, but all clients connect to the Broker. This active connection initiation from a Mediator out to the Broker is necessary, as customers are unlikely to allow external servers to connect to Mediators inside their plants. Furthermore, it provides an additional layer of security, as no Mediator interfaces need to be exposed to the Internet.

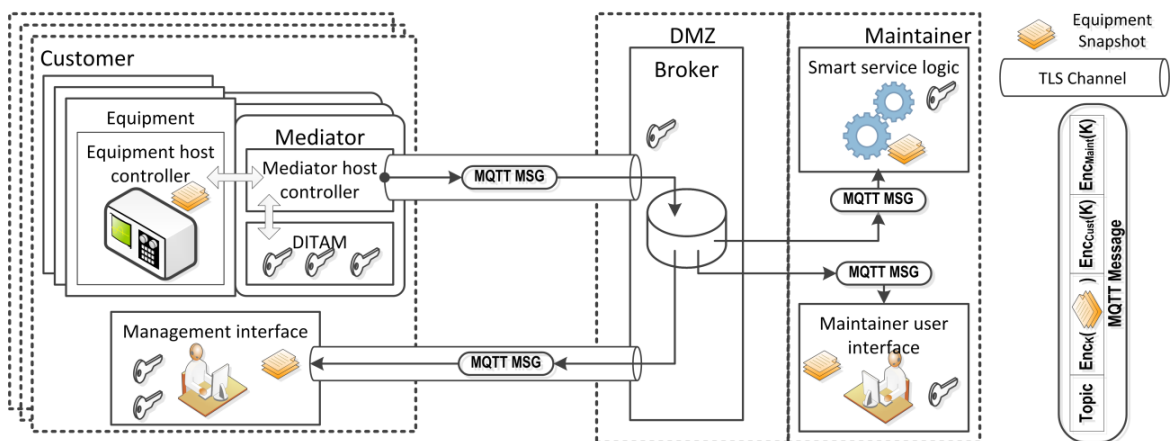


Figure 4: System to secure snapshot acquisition from equipment.

Mediators publish snapshots into the Broker. We use MQTT topics to hierarchically organize snapshots by customer, device type, location, and other properties, e.g., Customer123/Austria/particleCounter/784983 to denote equipment instance 784983 of type particle counter at customer123 site in Austria. Two layers of security protect the MQTT infrastructure depicted in Figure 4: First, all MQTT clients need to connect via TLS to the Broker, thereby providing end-to-end security from Mediator to Broker. This TLS link protects the MQTT protocol against any third-party observer. On this TLS link, we require TLS client authentication using a private Mediator TLS authentication key. To prevent the cloning of Mediator instances, we outsource the client authentication step into the security controller, which protects the required cryptographic credentials. The Broker uses this client authentication information to enforce a topic-restriction system, which prevents customers from subscribing to topics from other customers. As a second layer of security, we encrypt the MQTT payload itself, using an ephemeral session key. Thus, no unprotected plaintext snapshot data is stored inside the Broker. For the customer or maintainer to decrypt the payload, the session key accompanies the payload in an encrypted form. To securely transport this session key to the maintainer, and to the customer from which the snapshot originated, a key agreement scheme is used to derive individual key wrapping keys. Thus, the session key can be wrapped, i.e., encrypted, for each recipient. This session key could also be included for potential further recipients, e.g., if manufacturer and maintainer are different entities. After retrieval of a snapshot from the Broker, legitimate snapshot recipients are able to obtain the session key by performing the key agreement scheme using their respective private key. With the session key they can then decrypt the payload, and verify its authenticity and integrity. This transparent payload protection for MQTT allows customers to transparently track what data has been sent to the Broker,

and provides end-to-end protection of snapshots from a Mediator to any legitimate recipient (maintainer or customer).

5.3 The DITAM module

The **Dual-Interface Trust Anchor for Maintenance (DITAM)** module is a concept for a discrete hardware module running a firmware dedicated to securing maintenance services on industrial equipment side. The embedded module provides a one-stop solution that enables the secure local and remote connectivity introduced in this Section. Via its well-defined and generic API the DITAM module offers maintenance related security functions via a contact-based interface to a Mediator or equipment host controller. Furthermore, the DITAM provides additional security related functions via its contact-less NFC interface to mobile clients operated by maintenance technicians. Thus, it offers the physical protection mechanisms of security controllers for its cryptographic credentials. Equally important, it releases system implementers from dealing with the limited development flexibility imposed by implementing secure software for security controllers using dedicated tool chains and development processes (cf. Lesjak 2015b).

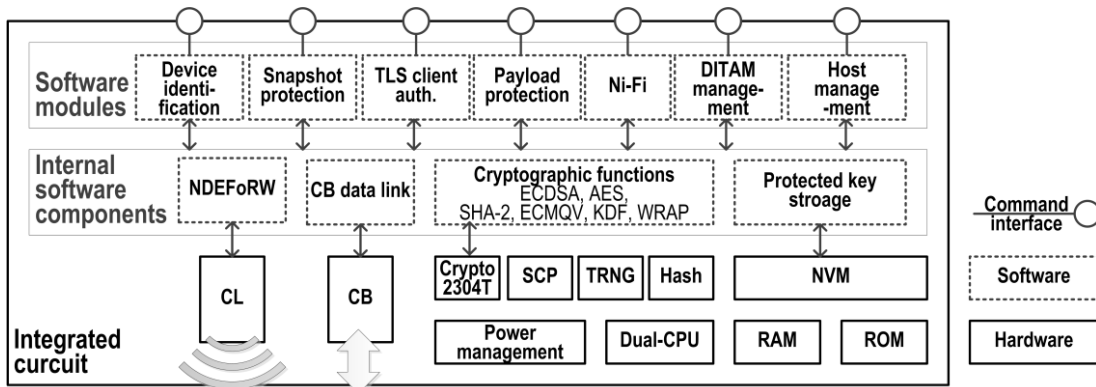


Figure 5: Block diagram of the DITAM module.

From a hardware perspective, the DITAM module is based on a prototype Infineon security integrated circuit (IC) (Figure 5). The IC provides both, a contact-less (CL) and a contact-based (CB) communication interface. The device identification module is accessible via both hardware interfaces and supports two-pass cryptographic corroboration to authenticate the device's identity for maintenance purposes. The snapshot protection module provides the latest device snapshot via the CL hardware interface. The TLS client authentication module (CB interface only) responds to the authentication challenge provided during the TLS client handshake. The payload protection module encrypts device snapshot with an ephemeral session key using AES. The ephemeral session key material is securely wrapped for each recipient, i.e., the customer and the maintainer. The Ni-Fi module authenticates a mobile client via the CL interface. After successful authentication, a WLAN session key is derived and distributed via CL to the mobile client and via CB to the DITAM's host controller. Then, mobile client and host controller establish and ad-hoc WLAN connection using this session key. The DITAM management module supports the initial configuration of the module, and later updates of certificates via CL and a mobile client. Finally, the host management module supports the exchange of commands between a mobile client and the equipment host via the DITAM and its contact-less and contact-based interfaces.

We evaluated two different Mediator host processor platforms. In an earlier generation shown in Figure 6 the XMC 4500 development board with an ARM Cortex M4 microcontroller makes up the Mediator platform. The DITAM module is placed on the bottom of a custom hexagonal extension board that also hosts the NFC antenna on its top. In a second generation depicted in Figure 7, we build the Mediator using a BeagleBone Black (BBB) development board equipped with an ARM Cortex A8 processor. The DITAM module is hosted on a custom BBB cape that again also includes the NFC antenna. Compared to the first generation, the A8-based microprocessor supports the Linux operation system and thus provides greater development flexibility by access to a broad range of Linux applications and libraries.

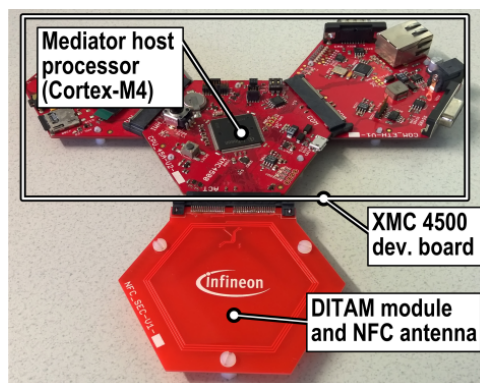


Figure 6: ARM Cortex-M4 based Mediator.

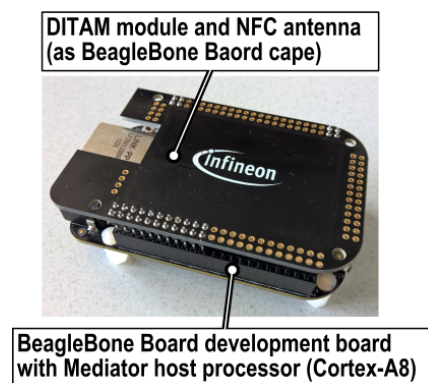


Figure 7: ARM Cortex-A8 based Mediator.

6 Conclusion

The transition from product to service-centric business models and beyond ultimately leads to the introduction of smart services. Smart maintenance services anticipate maintenance, repair and overhaul (MRO) activities in an industrial multi-stakeholder scenario between a customer (device operator) and a device maintainer. However, a major challenge is securing the necessary industrial equipment connectivity. In this paper, we introduced smart services for maintenance, and three key challenges in securing the smart service connectivity for industrial equipment. We presented a system that allows for secured and transparent data acquisition from industrial equipment via Internet. By designing the Dual-Interface Trust Anchor for Maintenance Services (DITAM) module, we provide a hardware-security module to protect industrial equipment in smart service scenarios. We have shown our prototype implementations and summarized our case studies. In our ongoing research, we want to move from sole data acquisition to remote management and control, in order to replace certain on-site field maintenance activities. Eventually, we intend to evaluate our system in a production setup to assess practical and deployment aspects.

7 References

- Allmendinger G, Lombreglia R. (2005) Four strategies for the age of smart services. *Harvard business review*, 83(10):131-140.
- Aschbacher H (2014) Framework für das agile Entwickeln von IKT-basierten Dienstleistungen unter Nutzung von Smart Services. Dissertation, Graz University of Technology.

- Bodenheim R, Butts J, Dunlap S, Mullins B (2014) Evaluation of the ability of the Shodan search engine to identify Internet-facing industrial control devices. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 7(2):114-123.
- Delsing J (2013) About Arrowhead. <http://www.arrowhead.eu>. Accessed 2015-09-01.
- Herterich MM, Übernickel F, Brenner W. (2015) The Impact of Cyber-physical Systems on Industrial Services in Manufacturing. *Procedia CIRP*, 30:323-328.
- Kagermann H, Helbig J, Hellinger A, Wahlster W (2013) Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0. Final Report of the Industrie 4.0 Working Group.
- Langner R (2011) Stuxnet: Dissecting a cyberwarfare weapon. *S&P, IEEE* 9(3):49-51.
- Lee J, Holgado M, Kao HA, Macchi M (2014, August). New Thinking Paradigm for Maintenance Innovation Design. In *World Congress* (Vol. 19, No. 1, pp. 7104-7109).
- Lesjak C, Hein D, Hofmann M, Maritsch M, Aldrian A, Priller P, Ebner T, Ruprecht T, Pregartner G (2015) Securing smart maintenance services: Hardware-security and TLS for MQTT. In *13th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, 2015. IEEE.
- Lesjak C, Hein D, Winter J (2015b) Hardware-security technologies for Industrial IoT: TrustZone and Security Controller. *41st Industrial Electronics Conference (IECON)*, 2015. IEEE.
- Lesjak C, Ruprecht T, Haid J, Bock H, Brenner E (2014) A secure hardware module and system concept for local and remote industrial embedded system identification. In *ETFA*, 2014. IEEE.
- Lesjak C, Ruprecht T, Bock H, Haid J, Brenner E (2014b) ESTADO - Enabling smart services for industrial equipment through a secured, transparent and ad-hoc data transmission online. In *ICITST*, 2014 (pp. 171-177). IEEE.
- OASIS (2014) MQTT Version 3.1.1.
- TÜV SÜD (2015) Potential attackers can be anywhere. <http://www.tuv-sud.com/news-media/news-archive/potential-attackers-can-be-anywhere>. Accessed 2015-07-28.
- Porter ME, Heppelmann JE (2014) How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review* 92(11):11-64.
- Priller P, Aldrian A, Ebner T (2014) Case study: From legacy to connectivity: migrating industrial devices into the world of smart services. In *ETFA*, 2014. IEEE.

Assessing Identity and Access Management Maturity in Germany's Financial Sector (Extended Abstract)

Andre Schrimpf¹, Andreas Drechsler², and Konstantinos Dagianis¹

¹ PricewaterhouseCoopers WPG AG, Düsseldorf, {andre.schrimpf | konstantinos.dagianis}@de.pwc.com

² University of Duisburg-Essen, Institute for Computer Science and Business Information Systems, andreas.drechsler@icb.uni-due.de

1 Introduction

The financial sector is usually among the most strongly regulated industries since it forms a key part of a country's critical infrastructure that is essential for the country's effective operation and survival. Financial sector organizations are particularly exposed to various kinds of IT-related attacks. All organizations in this sector are thus mandated by law and regulations to meet a substantial number of requirements and are subject to regular compliance audits.

One part at the intersection of business and IT that must fulfill specific compliance requirements is the Identity and Access Management (IAM) process. Effective IAM seeks to ensure that employees can only access the systems, functions, or data they need so as to fulfill their tasks and that the necessary checks and balances within IT-supported business processes are upheld. In the past, auditors have often noticed deficiencies within IAM's scope (Singleton 2012). However, identified deficiencies are not published so that possible points of attack are not made public, which leads to low to no transparency regarding IAM maturity in the financial sector. To achieve this transparency and to be able to compare and, eventually, benchmark IAM process maturity, it is necessary to have a well-justified and transparent assessment instrument. Extant IAM maturity models used in practice (Kuppinger 2007; Fairchild and Ribbers 2011; Cser et al. 2012; Ernst & Young 2013; Rohner 2013) lack, among other things, a rigorous and transparent foundation or do not integrate regulatory requirements for the financial sector.

To remedy these issues, we contribute a rigorously designed IAM maturity model for Germany's financial sector that doubles as a maturity assessment framework. Its development rests on a thorough literature review of the IAM and maturity model foundations, as well as corresponding compliance sources for Germany's financial sector. During the maturity assessment framework's evaluation, we provide insights into the current state of IAM implementation maturity in Germany's financial sector through the framework's application to assess IAM implementation levels in four typical cases.

2 The IAM Maturity Model

Table 1 shows the IAM maturity model. Owing to space restrictions, we show only model's structure. We developed the model as design science research artifact (Gregor and Hevner 2013) and drew on literature that provides requirements and processes for maturity model development (Becker et al. 2009; De Bruin et al. 2005). The maturity model's vertical axis reflects the IAM lifecycle phases we synthesized from the literature (ISO/IEC Standard 27002; Steinberg et al. 2011; Fairchild and Ribbers 2011; Bertino and Takahashi 2011). The horizontal axis contains the different maturity levels. We chose to follow the established CMMI maturity levels and expanded level 3 (*defined*) to signify that an organization on this level has achieved formal compliance to extant laws and regulations.

Each cell contains the requirements we synthesized drawing on regulations, standards, and frameworks that explicitly contain specific requirements for IAM such as: the BDSG (Bundesdatenschutzgesetz – Federal German Data Protection Act), the Federal Office for Information Security (BSI)'s IT-Grundschutz Catalogue, the GoBD (general principles of electronic archiving of accounting and tax information and electronic data access for organizations), audit standards as published by the IDW – the Institute of Public Auditors in Germany, MaRisk – the Minimum Requirements for Risk Management, ISF (The Standard of Good Practice for Information Security), ISO 2700x, PCI DSS, SANS Critical Security Controls, COBIT, and ITIL.

Maturity level Area	Level 1: Initial	Level 2: Managed	Level 3: Defined and compliant	Level 4: Quantitatively managed	Level 5: Optimized
User registration					
Provisioning					
Enforcing user access					
Review					
Removal and adjustment					
Logging and tracking of identity and access					

Table 1: The IAM Maturity Model structure

3 Model Evaluation – Key Findings

Figure 1 shows a summary of the results of the application of our IAM maturity assessment model in four application cases in the German financial sector. We aimed for a range of typical cases (Gläser and Laudel 2010), i.e. a mixture of smaller financial industry IT service providers and banks with their own IT technology as well as larger organizations from either group. The IAM maturity assessments were based on the documented evidence that the organizations' IT auditors collected during their last annual or special audits as of the fiscal year 2014. Note that the second author –

the university representative – had no access to the analysis and the underlying data, to ensure client anonymity and auditing process compliance.

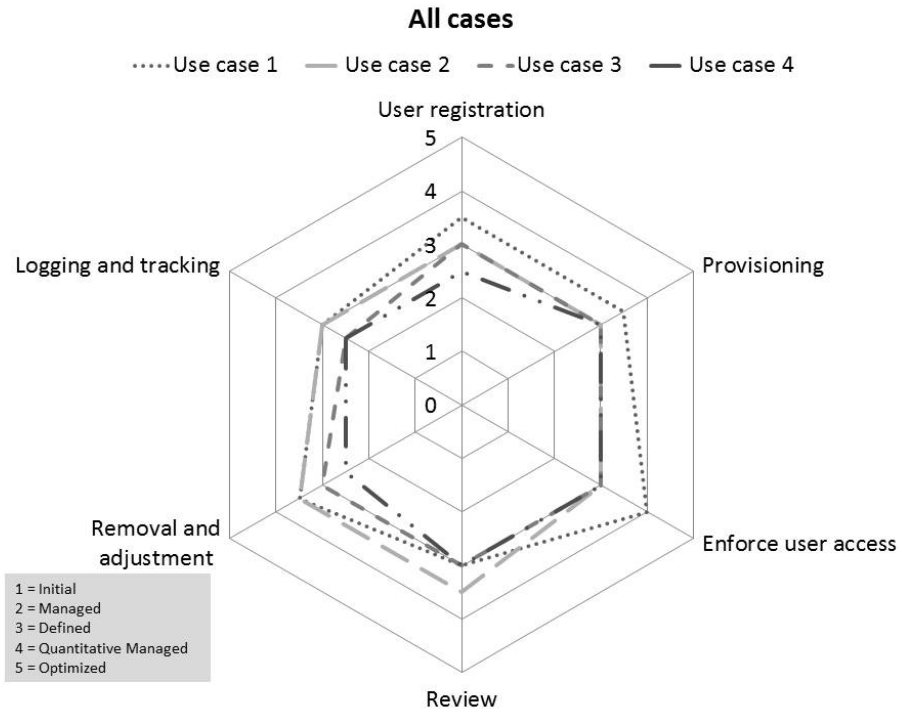


Figure 1: Maturity Levels for the six IAM Phases across all Cases

We also used the model to assess compliance levels for each case and phase (see Table 2). All four organizations show sufficient deficiencies in the *user registration* and the *logging and tracking user access* phases that prevents them from being compliant.

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
User registration				
Provisioning	X	X		X
Enforce user access	X	X	X	X
Review	X	X	X	X
Removal and adjustment	X	X	X	
Logging and tracking user access				

Table 2: Compliance Status of the Cases in the IAM Phases

4 Conclusion

In sum, and given the fact that the financial sector is considered to be a country’s critical infrastructure, we consider the overall average (level 3 of 5) assessment of IAM maturity levels to be below our expectations and the requirements we consider appropriate for a critical infrastructure sector that predominantly relies on IT for its business processes. We therefore urge the IT and business management of (but not limited to) financial organizations to pay special attention to the two most critical areas of Table 2 and to identify and implement improvements. Likewise, we

encourage auditors and regulatory institutions to pay special attention to these two areas during audits of critical infrastructure organizations.

During the evaluation, the developed IAM maturity model proved to be superior to existing IAM maturity models in that it proved to be particularly useful to assess IAM maturity and process compliance for a specific industry sector (finance) in a specific country (Germany). In sum, the IAM maturity model constitutes an improvement to Gregor and Hevner's (2013) taxonomy of design science contributions. IT auditors can use the framework as a standardized instrument to assess and, eventually, benchmark their clients' IAM maturity and compliance. Likewise, IT organizations of and IT service providers to German banks can use the framework for internal audits and to identify the most pressing areas for improvement.

5 References

- Becker J, Knackstedt R, Pöppelbuß J (2009) Developing Maturity Models for IT Management - A Procedure Model and its Application. *Business & Information Systems Engineering* 1:213–222.
- Bertino E, Takahashi K (2011) *Identity Management. Concepts, Technologies, and Systems*, 1st edition Artech House, Norwood.
- Cser A, Balaouras S, Maler E, McKee J (2012) *Assess Your Identity And Access Management Maturity*.
- De Bruin T, Rosemann M, Freeze R, Kulkarni U (2005) Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. In: Campbell B, Underwood J, Bunker D (eds) 16th Australasian Conference on Information Systems. Sydney, Australia.
- Ernst & Young (2013) *Identity and access management. Beyond compliance*.
- Fairchild A, Ribbers P (2011) Privacy-Enhancing Identity Management in Business. In: Camenisch J, Leenes R, Sommer D (eds) *Digital Privacy. PRIME - Privacy and Identity Management for Europe*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Gläser J, Laudel G (2010): *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse: als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. 4th edition. VS Verlag, Wiesbaden.
- Gregor S, Hevner AR (2013) Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. *MIS Quarterly* 37:337–355.
- ISO 27002 (2013) *Information technology – Security techniques – Code of practice for information security controls*.
- Kuppinger M (2007) *Identity Management Roadmap and Maturity Levels*, <https://www.id-conf.com/files/kuppingerroadmap.pdf>. Retrieved February 26, 2015.
- Rohner P (2013) Identity Management for Health Professionals. A Method for the Integration of Responsibility, Organization and IT. *Business & Information Systems Engineering* 5:17–33.
- Singleton TW (2012) What Every IT Auditor Should Know About Proper Segregation of Incompatible IT Activities. *ISACA Journal* 12–14.
- Steinberg RA, Rudd C, Lacy S, Hanna A (2011) *ITIL Service Operation*. 2011 edition, 2nd ed. The Stationary Office, Norwich.

Developing a Model to Analyze the Influence of Personal Values on IT Security Behavior

Beatrix Semba¹ and Torsten Eymann²

¹ Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,
{beatrix.semba | torsten.eymann} @uni-bayreuth.de

Abstract

The influence of human behavior on the security of IT systems has become an increasingly important subject for IS research as well as for management practice. To advance the understanding of the antecedent factors that influence the security behavior of IT users, we develop a conceptual model that combines research on IT usage and security behavior with research on human values. We propose that personal values have a significant impact on IT security behavior as values determine human behavior. In order to provide a model that is able to show the influence of personal values on IT security behavior we adapt the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, a widely accepted and valid framework for IT usage behavior developed by Venkatesh et al. (2003) to an IT security context. We extend the collection of influence factors proposed in this framework by modelling the user's individual value structure as a further determinant of IT security behavior.

1 Introduction

The increasing use of interconnected IT devices has an aggravating effect on all kinds of IT security issues, for companies as well as for private individuals. Harmful intrusions and data theft can compromise the privacy of customers and system users as well as the integrity of data and systems and can cause severe financial losses. To prevent an IT system from harm, technologies as well as the system users have to be regarded. The so-called "human factor" has become a research stream with growing dynamics. It pays special attention to the behavior of IT users and its effect on IT systems security. Studies show that a majority of IT security incidents results from the behavior of users inside the organization (Ernst and Young 2002, Gonzales and Sawicka 2002). Existing research addresses these issues by providing an expanding variety of approaches that deal with IT security behavior and approaches to influence it (Johnston and Warkentin 2010, Bulgurcu et al. 2010, Wynn et al. 2012). These approaches focus on the *external factors* (rules, guidelines, sanctions etc.) as well as on the *internal cognitive factors* (self-efficacy, attitude etc.) that determine the behavior of IT users. Although they provide helpful instruments to analyze single influencing factors of IT security behavior, no approach has been developed yet that enables a comprehensive analysis of the different influence factors on IT security behavior.

Observable behavior is the outcome of complex cognitive processes that are determined by a person's individual personality traits. We believe that, in order to effectively influence IT security behavior, we need to understand how the combination of external factors and internal decision processes affects user behavior. We present the conceptual development of an approach that relates IT security behavior to a comprehensive set of factors that determine IT security behavior. The conceptual model is built on an adapted version of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) (Venkatesh et al. 2003) which we found to be a suitable theoretical framework to explain the influence of different factors on observable behavior. In order to represent the individual decision-making guidelines of IT users and their influence on IT security behavior, we employ the Theory of Basic Human Values developed by Schwartz (1992, 2012).

The article is organized as follows: chapter 2 provides the theoretical background for the development of our model by providing a brief overview of the related research on factors influencing the security behavior of IT users as well as a presentation of Schwartz' Theory of Basic Values and the UTAUT. In chapter 3 we describe the conceptualization of the value-behavior model of IT security and present the propositions that we derive from our model. Chapter 4 concludes the paper with a discussion and an outlook on the future research process.

2 Theoretical Background

2.1 IT Security Behavior

Several authors have so far dealt with different factors that impact IT security behavior. Building on the Theory of Planned Behavior (Ajzen 1991) and the Rational Choice Theory, Bulgurcu et al. (2010) developed a model that examines the influence on different internal factors on the intention of employees to comply with an organization's information security policies. They found empirical support that compliance with security rules is positively influenced by a person's attitude, its normative beliefs, its level of self-efficacy and the level of information security awareness. Also based on the Theory of Planned Behavior as well as on the Health Belief Model and the Protection Motivation Theory is Wynn et al.'s (2012) Preventive Adoption Model. The model shows the influence of individual capabilities, beliefs about threats and their avoidability and proposed preventive actions on the intention to engage in preventive security behaviors. Uffen et al. (2012) found that personality traits (represented by the Five-Factor Model of Personality) correlate with the use of certain information security behaviors.

During the search for models explaining IT security behavior we found one group of researchers which also has applied Schwartz' concept of individual value structures to an IT security context: Myyry et al. (2009) introduce a model that tries to explain the non-compliance of IT users with information security policies using theories of moral reasoning and individual values. It is based on Kohlberg's (1969) Theory of Cognitive Moral Development and on Schwartz's (1992) Theory of Motivational Types of Values. In their study, Myyry et al. (2009) operationalized two of Schwartz' value types (conformity and self-direction) in order to investigate how information security compliance behavior is affected by the extent to which users are striving for conservation and are open to change. Although the study was not able to confirm the proposed positive relationship between a high preference for conservation and compliant behavior, it was able to show a significant negative relation between openness to change and compliant behavior in an IT security context.

Besides the analysis of influence factors, existing literature also provides research on actual IT security behavior. Stanton et al. (2004) developed a taxonomy that describes different security-related behaviors of IT users. The taxonomy classifies user behavior by applying a two-dimensional scheme consisting of the dimensions *technical expertise* and *intentionality of the behavior*. Users' intentions can be either beneficial, neutral or malicious. Combined with the technical expertise reflecting a user's knowledge about information technologies and his or her skills to fulfill specific IT-related tasks, it provides a behavior classification scheme consisting of six categories: (1) *intentional destruction*: behavior of users with malicious intentions and high technical expertise, (2) *detrimental misuse*: intentionally harmful behavior of users with low technical skills, (3) *dangerous tinkering*: behavior of users with neutral intentions and a low technical expertise, (4) *naïve mistakes*: behavior caused by a combination of low technical expertise combined with a neutral attitude towards security, (5) *aware assurance*: effective security practices of users with high technical expertise and beneficial intentions and (6) *basic hygiene*: behavior of users with beneficial intentions but low technical skills. This classification scheme provides a highly useful tool in order to analyze individual differences in IT security behavior. As one aim of our research model is to analyze the relation between IT user's personal values and their IT security behavior, we apply this taxonomy to operationalize the outcome variable in our model.

2.2 Individual User Values

The analysis of external factors alone cannot explain differences in IT user behavior. People exposed to the same environmental settings apply different behaviors. This implies that individual cognitive processes must be causing the different behaviors. We propose that these behavioral differences are to a great extent attributable to a person's structure of values.

Research on human values has played an important role in the social sciences for the last decades. "Values are used to characterize cultural groups, societies, and individuals, to trace change over time, and to explain the motivational bases of attitudes and behavior" (Schwartz 2012, p. 3). Rokeach's concept of values has been essential for the research on personal values and their influence on behavioral processes. Values are seen as stable constructs that remain quite unchanged over long periods of time (Rokeach 1976, Schwartz and Bilsky 1987, Bardi and Schwartz 2003). Based on the work of Rokeach (1976) and Kluckhohn (1951), Schwartz defines values "as the criteria people use to select and justify actions and to evaluate people (including the self) and events" (Schwartz 1992, p. 1). This implies that values are antecedents of behavior. In his value theory, Schwartz (1992) conceptualizes human values by six main features: (1) Values are inextricably linked to affect. The activation of values causes specific feelings like happiness, arousal or despair. (2) Values refer to desirable goals that motivate action. (3) Values transcend specific actions and situations. This differentiates values from attitudes, which depend on situations and actions. (4) Values serve as standards or criteria that guide the evaluation and selection of actions, policies, people and events. (5) Values are ordered by importance. Every person has an individual hierarchical structure of values. (6) The relative importance of multiple values guides a person's actions. In case of competing values a tradeoff takes place, resulting in a behavior that expresses the most relevant value in the specific context.

Schwartz evolved the existing concepts of individual values by developing a theoretical framework where personal values are organized in a circular structure. This structure combines values with their underlying motivations (Schwartz 2012). In contrast to Rokeach's List of Values, Schwartz' Theory of Basic Values is able to represent possible interdependencies between the different values

(Schwartz 2006). The theory defines ten basic values together with their defining goals (Schwartz 2012): *power* (social status and prestige, control over people and resources), *achievement* (personal success through a demonstration of competence according to social standards), *hedonism* (pleasure and sensuous gratification for oneself), *stimulation* (excitement, novelty and challenge in life), *self-direction* (independent thought and action-choosing, creating and exploring), *universalism* (appreciation, tolerance and protection for the welfare of all people and for nature), *benevolence* (preserving and enhancing the welfare of the people with whom one is in frequent personal contact), *tradition* (respect, commitment and acceptance of the customs and ideas of other cultures and religions), *security* (safety, harmony and stability) and *conformity* (restraint of actions likely to upset or harm others and violate social expectations or norms). These values were found to be similar across different cultures in a broad set of studies. Bardi and Schwartz (2003) also examined the relation between values and actual behavior. They found significant correlations between values and their corresponding behaviors. We therefore conclude that values can be used as a variable to predict behavior.

2.3 Unified Theory of Acceptance and Use of Technology

The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) is one of the most widely accepted and applied frameworks in IS research. Developed by Venkatesh et al. (2003), it unifies several well-known approaches from information technology acceptance research (Theory of Reasoned Action, Theory of Planned Behavior, Motivational Model, Technology Acceptance Model, Model of PC Utilization, Innovation Diffusion Theory and Social Cognitive Theory). Therefore, the UTAUT provides a framework including a relevant set of factors influencing IT usage behavior. Four variables are defined as direct determinants of behavioral intention: *performance expectancy*, *effort expectancy*, *social influence* and *facilitating conditions*. Moderated by the variables *age*, *gender* and *experience*, they influence the behavioral intention to use a technology which in turn determines the actual use behavior (Venkatesh et al. 2012).

3 Developing the Model

3.1 Adapting the UTAUT to Analyze User Behavior in an IT Security Context

The UTAUT (Venkatesh et al. 2003) provides an empirically verified framework that enables us to conceptualize the influence factors of IT security behavior. We propose that the determinants for IT usage behavior can also be applied to IT security behavior. Therefore, we replace the outcome variable "*usage behavior*" with a variable called "*IT security behavior*". In order to model the outcome variables for IT security behavior, we employ the IT security behavior taxonomy developed by Stanton et al. (2004). The behavior of a user who installs and maintains anti-malware software, keeps passwords safe, handles sensitive data with care and has beneficial intentions would, for example, be classified as aware assurance behavior. By applying this taxonomy we operationalize the outcome variable for IT security behavior in order to analyze the effect of the proposed influence factors, including our value dimension, on the actual IT security behavior. We further use Venkatesh et al.'s (2003) *behavioral intention* variable which is defined as the antecedent variable of usage behavior, in order to represent the intention of a user to apply a specific IT security behavior. Building on Venkatesh et al.'s (2003) conceptualization of *performance expectancy*, we adapt this determinant for the behavioral intention to use a technology to the context of IT security behavior by defining performance expectancy as the degree to which an IT user believes that the

application of a specific security behavior will help to achieve his or her security goals. We believe that an IT user is more likely to apply security measures if he or she is convinced that these measures are able to perform effectively. Thus, we posit:

P1: Performance expectancy significantly influences the intention to apply an IT security behavior.

We adapt the second determinant, *effort expectancy*, to our model by modifying the original definition in order to refer to the application of an IT security behavior rather than to the use of a system. We define effort expectancy as the degree of ease associated with the application of an IT security behavior. We suppose that if users find a security behavior easy to implement, they are more likely to use it. Thus, we posit:

P2: Effort expectancy significantly influences the intention to apply an IT security behavior.

The UTAUT employs *social influence* as third direct determinant of usage behavior and defines it as "the degree to which an individual perceives that important others believe he or she should use the new system" (Venkatesh et al. 2003). We adapt this definition to the IT security context by replacing the term "use the new system" with "apply an IT security behavior". We assume that the social environment has a significant influence on the intention to apply IT security behaviors. Thus, we posit:

P3: Social influence significantly influences the intention to apply an IT security behavior.

The fourth determinant of the UTAUT, the *facilitating conditions*, are defined by Venkatesh et al. (2003) as the degree to which a user believes that there exists an organizational and technical infrastructure to support the use of the system and are modelled as a direct determinant of usage behavior. We adapt this determinant by referring to the application of IT security behaviors rather than to the use of an information technology. It is supposed that the organizational and technical environment significantly influences IT security behavior. Thus, we posit:

P4: Facilitating conditions significantly influence IT security behavior.

The UTAUT further employs *age*, *experience*, *gender* and the *voluntariness of use* as variables that have a moderating effect on the direct determinants for behavioral intention (Venkatesh et al. 2003). We adapt these moderating variables to our model as we propose that they have similar effects on IT security behavior as they have on IT usage behavior. It is suggested that a low level of experience with the use of information technology leads to a lack of knowledge about security issues and therefore negatively influences security behavior. We also suggest that higher age groups, the so-called digital migrants, are characterized by significantly lower IT skills and thus show according security behaviors. It is further proposed that the voluntariness of the use of IT security practices effects behavioral intention. Finally, we adapt the proposition of Venkatesh et al. (2003) that behavioral intention influences behavior to the IT security context. Thus, we posit:

P5: Behavioral intention significantly influences IT security behavior.

3.2 Extending the Conceptual Model by Adding a Value Dimension

Building on the definition of values as guidelines for the evaluation of situations and selection of behaviors (Bardi and Schwartz 2003), we assume that the value-guided evaluation of situations and behaviors is part of a process that results in the formation of a certain user intention which in turn affects actual IT security behavior. Therefore, we conceptualize values as a direct determinant for

behavioral intention. We expect that certain value structures lead to specific security behaviors. Thus, we posit:

P6: The individual value structure significantly influences the behavioral intention to apply a specific IT security behavior.

In order to ensure a comprehensive analysis of value-behavior relations, we employ all ten value orientations included in Schwartz' (2006) Theory of Basic Values for our conceptual model although we expect that not all values will show a significant impact on IT security behavior.

We expect that the values safety, conformity and benevolence strongly influence IT security behavior. We suggest that a high priority for safety results in the adaption of behaviors that intend to ensure a high security level. Vice versa, a value structure showing a low priority for safety is supposed to more likely to lead to a neutral or even malicious behavioral intention and thus result in behaviors that are characterized either by negligence of security rules or intentionally abusive actions. Thus, we posit:

P6a: Safety has a significant effect on the intention to apply an IT security behavior

It is assumed that conformity also strongly influences the intention to adapt a certain security behavior. Employees whose actions are guided by a high priority for behaviors that comply with norms and expectations will be more likely to follow an organization's IT security rules than those with a lower priority for conformity. It is further suggested that the value structure of users with malicious intentions shows a significantly lower priority for conformity. We posit:

P6b: Conformity has a significant effect on the intention to apply an IT security behavior

People with a high priority for benevolence are characterized by a responsible, loyal and honest behavior (Schwartz 2012). Thus, we propose that a value structure with a high priority for benevolence results in a beneficial intention and a corresponding application of behaviors that aim at protecting an IT system from harm, whereas a low priority for benevolence is more often likely to result in malicious intentions and intentionally harmful actions. We posit:

P6c: Benevolence has a significant effect on the intention to apply an IT security behavior

We further hypothesize that the values achievement, universalism and tradition might have moderate effects on IT security behavior. Persons that put emphasis on the value achievement might be more motivated to adopt security guidelines, especially if such behavior is positively rewarded by the social environment. It could also lead to a higher motivation to exploit an IT system if such behavior seems beneficial and is rewarded either by financial or social appreciation. We posit:

P6d: Achievement has a significant effect on the intention to apply an IT security behavior

The behavior of a person driven by universalism strives towards the protection of people and the environment (Schwartz 2012). We propose this might also apply to the IT security context. A high priority for universalism is supposed to motivate people to apply comprehensive IT security measures to protect the IT system and its users from harm. In contrast, a low appreciation for universalism might increase the chance to show defective behaviors. We posit:

P6e: Universalism has a significant effect on the intention to apply an IT security behavior

We further contemplate that tradition might influence security behavior. As people who have a high priority for tradition tend to act moderately and with respect to societal norms (Schwartz 2012) it is

supposed that they are more likely to adapt to the security policies promoted by an organization. We posit:

P6f: Tradition has a significant effect on the intention to apply an IT security behavior

We were not able to derive clear propositions for the effect of the values power, hedonism, stimulation and self-direction on IT security behavior. An empirical examination of our model will show if these values have any significant influence on IT security behavior and have to be included as determining variables or if they can be ignored because of a lack of explanatory power in this context.

Our conceptual model is shown in figure 1.

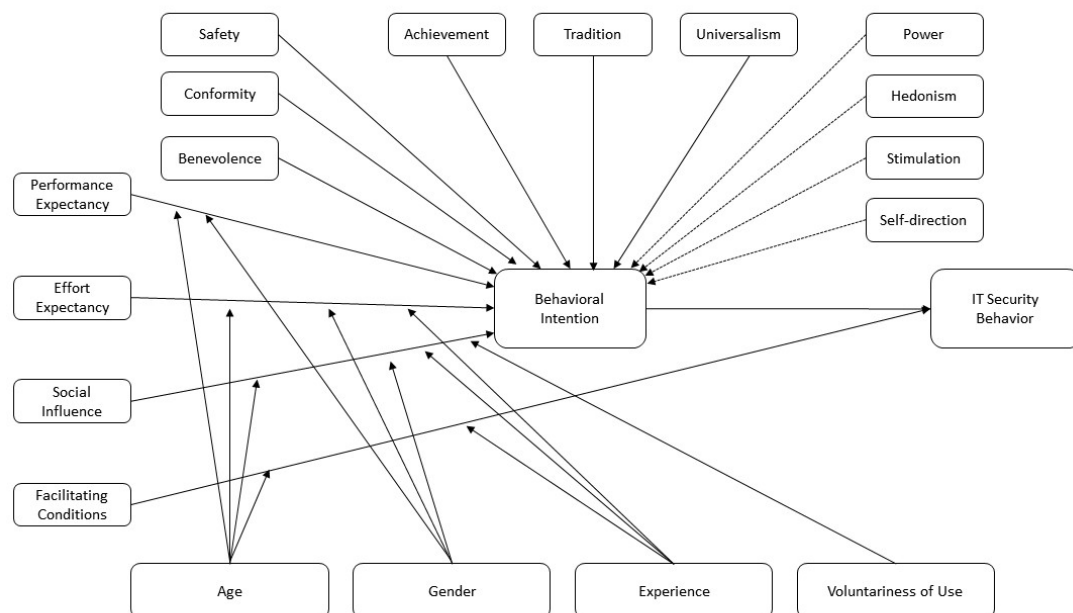


Figure 1: Research Model

4 Discussion

We intend to use the results of our research on value-behavior relations in IT security to develop an IT user taxonomy by classifying users with regard to their specific value composition in order to allow conclusions on their IT security behavior. We assume that once we understand the impact of values on IT security behavior, we can provide helpful insights for an effective application of methods developed to influence IT security behavior. Understanding the guidelines for IT security behavior could help managers and decision makers in organizations to positively influence compliance with IT security policies. When dealing with personality constructs like values and personality traits, one must take into account that short-term effects can always influence the actions of information technology users in a way that seems to not correspond with the user's individual value constellation. Nevertheless, the development of prototypical value-behavior taxonomy could enable executives, experts and teachers to develop tailored training programs and security mechanisms for the different user groups.

The model is, of course, a work-in-progress conceptualization and will have to prove its explanatory power in future empirical examinations. We are aware of the fact that the model will need to undergo a number of adjustments to provide a sufficient degree of validity and to ensure its ability to reliably measure the influence of personal values on actual IT security behavior. The next steps in our research on the influence of personal values on IT security behavior will be to develop a questionnaire that is able to represent a person's value constellation and to combine it with items on IT security behavior. We will use items from the constituting theories of the UTAUT to operationalize the four determinants for behavioral intention (Venkatesh et al. 2003). Some items will have to be modified in order to refer to an IT security context. A pretest will have to show if our modified version of the UTAUT is suitable to examine behavior in an IT security context. In order to operationalize the actual IT security behavior, we need to develop items that represent the different IT security behaviors from Staton et al.'s (2004) taxonomy. For the operationalization of a person's value structure we will employ the Schwartz Value Survey (Schwartz 1992). This survey contains a list of 57 value items designed to measure the individual value structure (Bardi and Schwartz 2003). In order not to overcharge the study participants with an excessive number of items and to gain objective insights into their actual IT security behavior we intend to perform the study in a behavioral research laboratory. Therefore, we can reduce the number of questions on the questionnaire and examine the study participants' behavior while they accomplish IT security related tasks. This also allows us to reduce the problem of socially desirable responses.

Empirical testing will provide insights about the relevance of the single values. If specific values have no explanatory power for IT security behavior, we can adapt our model to improve its internal validity. In our model, we conceptualize the individual value structure of users as an independent variable that determines the behavioral intention to apply security behaviors. As Bardi and Schwartz (2003) found that the influence of values on behavior is moderated by external factors like normative pressures, we also need to further develop our model to be able to show the relationship between values and the other direct determinants of behavioral intention. Social influence, performance expectancy and effort expectancy could have moderating effects on the values that determine behavioral intention. Therefore, the empirical examination also needs to include an analysis of possible moderating effects of the variables. Despite the limitations of this new, yet only theoretical model, it might be a first important step in the attempt to provide a comprehensive approach to explain the antecedents of individual IT security behavior.

5 Literature

- Ajzen, I (1991) The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50(2):179-211
- Bardi A, Schwartz S (2003) Values and Behavior: Strength and Structure of Relations. *Personality and Social Psychology Bulletin* 29(10):1207-1220
- Bulgurcu B, Cavusoglu H, Benbasat I (2010) Information Security Policy Compliance: An Empirical Study of Rationality-based Beliefs and Information Security Awareness. *MIS Quarterly* 34(3):523-548
- Ernst and Young LLP (2002) Global Information Security Survey. Published in the UK by Presentation Services

- Gonzales J, Sawicka A (2002) A Framework for Human Factors in Information Security. WSEAS Int. Conf. on Information Security, Rio de Janeiro
- Johnston AC, Warkentin M (2010) Fear Appeals and Information Security Behaviors: An Empirical Study. *MIS Quarterly* 34(3):549-566
- Kluckhohn, CK (1951) Values and value orientations in the theory of action. In: Parsons T and Shils EA (Eds.) *Toward a general theory of action*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Kohlberg L (1969) Stage and sequence: The Cognitive-developmental Approach to Socialization. In: Goslin D (Ed.) *Handbook of Socialization Theory and Research*. Rand McNally, Chicago.
- Myyry L, Siponen M, Pahnla S, Vartiainen T, Vance A (2009) What levels of moral reasoning and values explain adherence to information security rules? An empirical study. *European Journal of Information Systems* 18:126–139
- Rokeach M (1976) *Beliefs, Attitudes and Values: A Theory of Organization and Change*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco et al.
- Schwartz S (1992) Universals in the Content and Structure of Values: Theoretical Advances and Empirical Tests in 20 Countries. *Advances In Experimental Social Psychology* 25:1-65
- Schwartz S (2006) A Theory of Cultural Value Orientations: Explication and Applications. *Comparative Sociology* 5(2-3):137-182
- Schwartz S (2012) An Overview of the Schwartz Theory of Basic Values. *Online Readings in Psychology and Culture*, 2(1) <http://dx.doi.org/10.9707/2307-0919.1116>
- Schwartz S, Bilsky W (1987) Toward a Universal Psychological Structure of Human Values. *Journal of Personality and Social Psychology* 53(3):550-562
- Stanton JM, Stam KR, Mastrangelo P, Jolton J (2004) Analysis of end user security behaviors. *Computers and Security* 24(2):124-133
- Uffen J, Guhr N, Breitner M (2012) Personality Traits and Information Security Management: An Empirical Study of Information Security Executives. *ICIS 2012 Proceedings*, Orlando
- Venkatesh V, Morris MG, Davis GB, Davis FD (2003) User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 27(3):425-478
- Venkatesh V, Thong JYL, Xin X (2012) Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly* 36(1):157-178
- Wynn DJ, Williams CK, Karahanna E, Madupalli R (2012) Preventive Adoption of Information Security Behaviors, *ICIS 2012 Proceedings*, Orlando

Modellgestützte Risikoanalyse der Sicherheit Kritischer Infrastrukturen für kleine und mittlere Unternehmen: Eine Übersicht

Clemens Teichmann¹, Stephan Renatus² und Alexander Nieding¹

¹ Fraunhofer AISEC, {vorname.nachname}@aisec.fraunhofer.de

² Chef Software Inc., srenatus@chef.io

Abstract

Der Einzug neuer Informations- und Kommunikationstechnologien in den Bereich der Kritischen Infrastrukturen (KI) ermöglicht eine Vielzahl neuer Angriffswege und stellt vor allem kleine und mittlere Unternehmen (KMU) vor Herausforderungen, die sie ohne speziell ausgebildetes IT-Sicherheits-Personal sowie umfangreiche finanzielle Ressourcen nicht bewältigen können. Um KMU eine effiziente Durchführung von Risikoanalysen und Sicherheitsbewertungen zu ermöglichen, stellen modellgetriebene und modellbasierte Ansätze einen vielversprechenden Lösungsansatz dar.

Wir untersuchen den aktuellen Publikationsstand zu modellgetriebenen Methoden und Werkzeugen der sicherheitsbezogenen Risikoanalyse Kritischer Infrastrukturen. Dabei analysieren wir den Stand der Forschung anhand von Kriterien, die für den Einsatz durch KMU relevant sind. Unsere Untersuchung zeigt, dass modellbasierte Ansätze etabliert sind, es aber aktuelle Methoden und Werkzeuge kleinen und mittleren Betreibern Kritischer Infrastrukturen nur begrenzt ermöglichen, eine aussagekräftige Risikoanalyse und Sicherheitsbewertung durchzuführen.

1 Einleitung

Kritische Infrastrukturen sind nach dem Bundesministerium des Innern definiert als „Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden“ (Bundesministerium des Innern, 2009). Um die IT-Sicherheit gewährleisten zu können, sind ein grundlegendes Verständnis und die akkurate Identifikation drohender Risiken notwendig. Existierende Methoden und Standards zur Risikoanalyse, wie z.B. der IT-Grundschutz des Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), sind in diesem Bereich auf allgemeine Anwendbarkeit fokussiert und im Anwendungsbereich sehr generisch gehalten. Sie verlangen substantielle Aufwände und sind in der Regel nicht auf die Anwendung in kleinen und mittleren

Unternehmen (KMU) ausgerichtet¹. Um dieser Herausforderung gerecht zu werden, stellen u.a. modellbasierte Ansätze eine vielversprechende Möglichkeit dar, domänenspezifisches Wissen im Bereich von KI und Expertenwissen aus dem Bereich der Risikoanalysen und Sicherheitsbewertungen zu modellieren und für KMU anwendbar zu machen. Modellbasierte Ansätze stammen derzeit hauptsächlich aus wissenschaftlichen Publikationen und sind größtenteils auf die Verwendung durch IT-Sicherheitsexperten zugeschnitten. Mit dieser Übersicht wollen wir den aktuellen Stand der Forschung zu modellgetriebenen Methoden und Werkzeugen der sicherheitsbezogenen Risikoanalyse Kritischer Infrastrukturen untersuchen. Wir durchsuchen bekannte Quellen für wissenschaftliche Publikationen, wählen die Ergebnisse anhand von definierten Kriterien aus und charakterisieren und klassifizieren die Veröffentlichungen. Dabei bilden wir den gegenwärtigen Stand der Technik ab und identifizieren dessen Defizite für die Anwendung durch kleine und mittlere KI-Betreiber.

Das restliche Dokument ist wie folgt gegliedert. Nach der Vorstellung verwandter Arbeiten (Abschnitt 1.1) wird in Abschnitt 2.1 die Suchstrategie dargelegt. Abschnitt 2.2 definiert die Charakteristika nach denen wir die gefundenen Ansätze einordnen und bewerten. Eine tabellarische Übersicht über die identifizierten Arbeiten ist in Abschnitt 2.3 gegeben. In Abschnitt 0 werden die Suchergebnisse kurz inhaltlich skizziert. Abschließend gibt Abschnitt 3 eine Diskussion bemerkenswerter Ansätze vor dem Hintergrund der Fragestellung und Abschnitt 4 eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

1.1 Verwandte Arbeiten

Yusta et al. (2011) kategorisieren Methoden und Werkzeuge zum Schutz Kritischer Infrastrukturen („Critical Infrastructure Protection“, CIP). Zu verschiedenen Ansätzen erheben die Autoren deren Modellierungstechnik, behandelte Phase im Risikomanagement, avisierte KI-Sektoren, sowie ob der Ansatz softwaregestützt und diese Software gegebenenfalls verfügbar ist (kommerzielle Produkte, Forschung, etc.). Die Kriterien der Autoren wurden von uns adaptiert. Im Gegensatz zu ihrer Übersicht betrachten wir Ansätze aus der Forschung, die speziell auf die sicherheitsbezogene Risikoanalyse und nicht allgemein auf den Schutz von Kritischen Infrastrukturen ausgerichtet sind.

Kriaa et al. (2015) analysieren Ansätze des Designs und der Risikoanalyse von industriellen Steuerungssystemen, die Funktionssicherheit und IT-Sicherheit vereinen. Unsere Suche unterscheidet sich von den dort aufgeführten Arbeiten darin, dass wir uns auf IT-Sicherheit („IT Security“) fokussieren, und die Anwendbarkeit der Ansätze für KMU-Betreiber explizit und zu einem zentralen Aspekt unserer Auswertung machen. Dies impliziert zum einen, dass Ansätze, die sich ausschließlich auf Design und Entwicklung von Steuerungssystemen beziehen, für diese Untersuchung keine Relevanz besitzen. Zum anderen sind komplexe Modellierungen (z.B. mathematische oder formale Methoden), die nicht durch den Einsatz von Werkzeugen erleichtert werden, ebenfalls nicht im Zentrum unserer Untersuchung. Die Einschränkung auf KI als einer bestimmten Teilmenge industrieller Steuerungssysteme ist in der vorliegenden Übersicht ebenfalls nicht vordergründig.

Knowles et al. (2015) stellen eine Liste von Regierungen, Behörden und Normungsorganisationen publizierter Standards und Leitlinien für das Management des Risikos vor, das mit Bedrohungen der IT-Sicherheit industrieller Steuerungssysteme verbunden ist. Darüber hinaus stellen sie

¹ Vgl. BSI „Studie zur IT-Sicherheit in KMU“ (2011) und BMWi „Studie zum IT-Sicherheitsniveau in KMU“ (2012)

verschiedene akademische Ansätze vor, die sich mit der Thematik befassen. Die Autoren erfassen keine Eigenschaften der Vorschläge, und es ist nicht ihr Anliegen, diese zu vergleichen.

2 Ansätze modellgestützter Risikoanalysen der IT-Sicherheit Kritischer Infrastrukturen

Im Folgenden legen wir unsere Suchstrategie dar und erläutern die Kriterien, die im Zuge der Übersicht erhoben werden. Eine Präsentation der Ergebnisse in Tabelle 1 und individuelle Erläuterungen schließen diesen Abschnitt ab.

2.1 Suchstrategie

Die Suche erfolgte mit folgender Anfrage:

```
security AND (model OR ontology OR catalogue) AND ("risk assessment" OR "risk analysis") AND ("critical infrastructure" OR "critical information infrastructure" OR "control systems")
```

und beschränkte sich auf Veröffentlichungen zwischen 2010 und 2015. Gesucht wurde in den Online-Angeboten² von ACM, IEEE, ScienceDirect und Springer im August 2015. Ausgewählt wurden nur englischsprachige Veröffentlichungen, die in elektronischer Form verfügbar sind, einen Vorschlag enthalten, wie Risikoanalysen (bzw. eng verwandte Themen und Teilaspekte) im Bereich IT-Sicherheit durchzuführen sind, dabei im weitesten Sinne (s.o.) modellbasiert vorgehen, und für verschiedene KI-Sektoren angewendet werden können³. Dadurch wurden deutsche Publikationen wie Tews et al. (2014) nicht betrachtet. Die Suche ist dabei nicht streng auf Kritische Infrastruktur beschränkt, da sich unseres Erachtens eine „Kritische“ Infrastruktur nicht notwendig von einem sonstigen industriellen Steuerungssystem („control system“) so unterscheidet, dass Ansätze, die sich auf Steuerungssysteme beziehen, keine Anwendbarkeit für KI haben.

2.2 Erhobene Charakteristika der gefundenen Ansätze

Um dem spezifischen Fokus unserer Übersicht gerecht zu werden, wurden folgende Charakteristika der untersuchten Veröffentlichungen erhoben:

Welche Modellierungstechniken kommen zum Einsatz? Dieses Kriterium dient in erster Linie der Ordnung der vorgeschlagenen Ansätze. Die möglichen Belegungen, „(nicht-)graphisch“ und „(nicht-)formal“, orientieren sich an der Menge gefundener Ansätze und entsprechen in groben Zügen Kriaa et al. (2015).

Ist die Methode werkzeuggestützt bzw. softwaregestützt (● für „ja“ und ○ für „nein“)? Häufig werden akademische Vorschläge für Methoden bereits in Form einer konkreten Implementierung präsentiert. Die Hypothese lautet, dass für KMU-Betreiber ein softwaregestützter Ansatz leichter umzusetzen und zu adaptieren ist. Beispielsweise können Assistenten („Wizards“) Anwender durch die einzelnen Methodenschritte leiten und entsprechende Validierungsverfahren eine Rückmeldung über die Eingaben, die nicht notwendigerweise von einem IT-Sicherheitsexperten getätigt werden, liefern. Dieses Kriterium findet sich in ähnlicher Form bei Yusta et al. (2011).

In welchem Aspekt des Risikomanagements hilft die Modellierung? Da viele Ansätze keine vollständige Methode zum Risikomanagement liefern (und dies keines der Selektionskriterien ist),

² dl.acm.org; ieeeexplore.ieee.org; sciencedirect.com; link.springer.com

³ Ansätze, die beispielsweise inhärent Energiesektor-bezogen sind, werden nicht aufgeführt.

erfasst dieses Kriterium, bei welchem Schritt des Risikomanagements der Ansatz unterstützt. Mögliche Werte sind „Identifikation und Bewertung von Assets“⁴ (IBA), „Identifikation und Bewertung von Bedrohungen“ (IBB), „Identifikation und Bewertung von Schwachstellen“ (IBS), „Risikobewertung“ (RB), „Auswahl und Empfehlung von Schutzmechanismen“ (AES) sowie „Risikomanagement und -assessment“ (RMA). Letzteres bezeichnet Methoden, die nicht einem typischen Vorgehen des Risikomanagements⁵ (d.h. einer Kombination der aufgeführten Schritte) folgen. Das Kriterium findet sich in ähnlicher Form in der Literatur (Knowles, Prince, Hutchison, Disso, & Jones, 2015; Yusta, Correa, & Lacal-Aréntegui, 2011).

Ist dedizierte Expertise im Bereich „Security“ benötigt? Wie eingangs erwähnt, besitzen vor allem KMU meist keine Experten im Bereich der IT-Sicherheit, die zur Durchführung einer Risikoanalyse herangezogen werden können. Dieses Kriterium bildet daher ab, ob zur Anwendung des jeweiligen Ansatzes Expertenwissen explizit vorhanden sein muss (●), ob eine Anwendung auch ohne Expertise zumindest teilweise durchführbar ist (◐) oder ob der betrachtete Ansatz ohne grundlegendes Wissen im Bereich IT-Security vollständig umsetzbar ist (○).

Wie hoch ist der zur Ermittlung der Datenbasis nötige Aufwand? Um eine Risikoanalyse durchführen zu können, muss in der Regel zunächst der Evaluationsgegenstand in einer generischen Form abgebildet werden. Dieses Kriterium unterstützt die Abschätzung der Anwendbarkeit für KMU-Betreiber und wird über die Stufen „Gering“ (Nutzung bestehender Dokumentation wie z.B. Netzpläne), „Moderat“ (Erstellung einer Datenbasis in einer bekannten Syntax oder Notation wie z.B. UML-Diagramme) und „Hoch“ (Nutzung einer ansatzspezifischen Notation) abgebildet.

Welchen Teil des Lebenszyklus‘ einer Kritischen Infrastruktur adressiert der Ansatz („E“ für Entwicklung, „B“ für Betrieb)? Einige Ansätze nehmen explizit Bezug auf die Entwicklung, d.h. den Aufbau einer KI (bzw. eines Steuerungssystems), und sind dafür konzipiert, von den Entwicklern benutzt zu werden. Den Gegensatz dazu stellen Ansätze dar, die sich auf den Betrieb von KI beziehen. Vom Abstraktionsniveau des Vorschlags hängt ab, ob diese Einschränkung für den Nutzen durch KMU-Betreiber folgenreich ist.

Ist der Ansatz empirisch erprobt und welche KI-Sektoren werden behandelt (Beschreibung)? Unabhängig von der Reife der Methode fängt dieses Kriterium die empirische Evaluation des Ansatzes ein. Existiert beispielsweise eine umfangreiche Fallstudie (oder mehrere), wurde die Methode nur an einem Beispiel demonstriert, oder ist der Ansatz bereits weitreichender empirisch erprobt?

2.3 Suchergebnisse

Die tabellarisch zusammengefassten Suchergebnisse finden sich in Tabelle 1. Ausgehend von ca. 500 Suchergebnissen wurden ca. 160 Arbeiten anhand ihrer Abstracts ausgewählt. Eine anschließende, auf den genannten Kriterien basierende Selektion reduzierte den Umfang auf die dargestellten 21 wissenschaftlichen Arbeiten. In der Darstellung haben wir zusammenhängende Ansätze gemeinsam aufgeführt. Aus Platzgründen wurde die Übersicht um einige Arbeiten gekürzt.

⁴ Assets (dt. Werte) bezeichnen dabei alles, was wichtig für eine Institution ist (Vermögen, Wissen, Gegenstände, Gesundheit), vgl. BSI (2008)

⁵ Ein etabliertes Vorgehen zum Risikomanagement wird beispielsweise in der NIST Special Publication 800-30 (Stoneburner, Goguen, & Feringa, 2002) erläutert.

Model- lierung	Publikationen	Werk- zeuge	Risikobewertungsaspekte						Aufwand Daten- erfassung	Exper- ten- wissen	Lebens- zyklus	Empirische Evaluation (KI-Bezug)	
			RMA	IBA	IBB	IBS	RB	AES					
Graphisch													
Formal	(Ma & Smith, 2013)	○		●	●	●			M	●	B	Beispiel (Steuerungssystem)	
Nicht- formal	(Faily & Fléchais, 2010)	●		●	●				M	●	E, B	Fallstudie (Klärwerk)	
	(MacDonald, et al., 2013)	●			●				M	●	B		
	(Oates, Thom, & Herries, 2013)	●			●				M	○	E, B	Beispiel (industrielles Steuerungssystem)	
	(Marrone, Rodríguez, Nardone, Flammini, & Vittorini, 2015; Rodríguez, Merseguer, & Bernardi, 2014)	(●) ⁶			●		●		M	○	E, B	Beispiel (Rohöl-Rohrnetz Saudi-Arabiens)	
	(Vasilevskaya, Nadjm-Tehrani, Gunawan, & Herrmann, 2012)	●		●				●	M	○	E, B	Beispiel (Smart Metering)	
	(LeMay, Ford, Keefe, Sanders, & Muehrcke, 2011)	●		●	●	●		●	H	●	E, B	Beispiel (industrielles Steuerungssystem)	
	(Paul & Vignon-Davillier, 2014)	●		●	●	●	●				E, B	Angewandt in großem Maßstab (ESA Galileo)	
Nicht- graphisch	Formal												
	(Poreddy & Corns, 2011)	(●) ⁷	●						M	○	(E), B	Beispiel (Luftraumüberwachung)	
	(White, Boulton, & Chow, 2014)	(●) ⁷						●	●	M	●	B	
	(Burmester, Magkos, & Chrissikopoulos, 2012)	○			●	●			H	●	B	Beispiel (Gasversorgung)	
	(Baiardi, Tonelli, Guidi, Pestonesi, & Angeletti, 2015; Baiardi, Corò, Tonelli, & Sgandurra, 2014)	●			●	●	●		M	○	B	Beispiel (hydroelektrisches, verteiltes Steuerungssystem)	
	(Lo & Chen, 2012)	○			●	●	●		H	●	B	Beispiel (Krankenversicherung)	
Nicht- formal	(Brandstetter, Knorr, & Rosenbaum, 2010)	(●) ⁸		●	●	●	●		M	●	E, (B)	Praxiserprobte (industrielle Steuerungssysteme, Energiesektor)	
	(Hecht, Smith, & Scholler, 2014)	●		●	●	●			H	○	B	Beispiel (Verkehrsmanagement)	

⁶ In Entwicklung

(Goldstein & Frank, 2015; Heise, Strecker, & Frank, 2014)	●		●	●	●	●		M	●	E, B	
(Rybnicek, Poisel, Ruzicka, & Tjoa, 2012)	●			●	●			H	●	B	Beispiel (Energiesektor)
(Lemaire, Lapon, De Decker, & Naessens, 2014)	●			●				M	○	B	Beispiel (industrielles Steuerungssystem)

Legende:

Tools: ● für „ja“ und ○ für „nein“

Aufwand: „N“ für Niedrig, „M“ für Mittel, „H“ für Hoch

Expertise: ● für „Expertise explizit benötigt“, ◐ für „teilweise benötigt“, ○ für „nicht benötigt“

Lebenszyklus: „E“ für Entwicklung, „B“ für Betrieb

Tabelle 1 Übersicht der Ergebnisse

2.4 Beschreibung der aufgenommenen Ansätze

Im Folgenden werden die in Tabelle 1 zusammengefassten Ergebnisse jeweils kurz erläutert. Die Präsentation erfolgt entsprechend der verwendeten Modellierungstechniken.

2.4.1 Graphische Methoden

Formale Ansätze

In der von Ma et al. (2013) vorgeschlagenen Risikoanalyse-Methode wird zunächst, ausgehend von einem Netzdiagramm der IT-Infrastruktur, die Konnektivität der Knoten bestimmt und in einem Graphen („conditional connectivity graph“) modelliert. Mithilfe einer Datenbank werden bekannte Schwachstellen den Knoten zugeordnet. Zusammen mit dem Graphen und bestimmten Regeln werden Verkettungen von Schwachstellen („vulnerability chains“) gebildet und mögliche mehrschrittige Angriffe auf das System identifiziert.

Nicht-formale Ansätze

Verschiedene Meta-Modelle, die zusammen das „Integrating Requirements and Information Security“ (IRIS) Meta-Modell ausmachen, werden in Faily et al. (2010) vorgestellt. Ein zentraler Aspekt der damit modellierten Anforderungen ist die Bedienbarkeit („usability“) der Steuersysteme. Konzeptuell wird auf KAOS („Knowledge Acquisition in autOated Specification“, vgl. Dardenne et al. (1993)) aufgebaut, um Ziele im „Goal Meta-Model“ zu erfassen, und auf „misuse cases“ zur narrativen Beschreibung eines Risikos, sowie zur Plausibilitätsprüfung von Risiken und deren konstituierenden Aspekten (z.B. Assets, Bedrohungen und Schwachstellen).

In ihrem Ansatz präsentieren Lemaire et al. (2014) eine Erweiterung der Modellierungssprache SysML zur Beschreibung von Systemeigenschaften, Schwachstellen im System und Angreifern. Mit dieser Erweiterung lässt sich modellieren, wie z.B. fehlende Authentifizierung zu einer möglichen Spoofing-Schwachstelle führt. Schwachstellen und Maßnahmen beziehen sie aus gängigen Standards, u.a. NIST, ISO, DHS, ENISA und wissenschaftlichen Publikationen.

Wie auch Lemaire et al. (2014) stellen Oates et al. (2013) eine Erweiterung der Modellierungssprache SysML vor, um darin eine auf IT-Sicherheit fokussierte Sicht auf das System darzustellen. Dazu haben die Autoren zwei neue Profile erstellt: das „SysML Threat Agent Profile“

⁷ Anwendung oder Empfehlung generischer Werkzeuge

zur Modellierung von Angreifern, Schwachstellen und Assets, sowie das „SysML Data Model Profile“ zur Darstellung der Interaktion zwischen Assets und Datenflüssen bzw. -speichern. Zusätzlich ermöglicht die Erweiterung die Betrachtung sicherheitsrelevanter Eigenschaften eines Systems (Vertraulichkeit, Integrität, Authentizität, Verfügbarkeit und Nichtabstreitbarkeit) mittels eines SysML-Modells.

MacDonald et al. (2013) beschreiben in ihrem Ansatz ein Modell und eine Simulation von Angreifern und ihren Angriffswegen im System. Sie modellieren das System als Graph in dem der Angreifer von einem festgelegten Startpunkt zu einem Zielpunkt gelangen will. Dabei bestehen die Wege aus „Areas“ und deren Verbindungen mit Schutzmechanismen zur Erkennung und Verzögerung von Angriffen. Mit dem aufgestellten Graphen simulieren die Autoren dann einen Angriff um festzustellen, ob der Angreifer erkannt wird und ausgeschaltet wird (basierend auf probabilistischen Werten) bevor er sein Ziel erreicht.

Wie auch MacDonald et al. (2013) beschreiben LeMay et al. (2011) eine Möglichkeit zur Modellierung und Simulation von Angriffswegen in einem System. Innerhalb ihrer ADVISE-Methode („ADversary VIEW Security Evaluation“) beschreiben sie die Erstellung von Angriffsbäumen („attack execution graph“) um Angriffswege, Zugriff, Wissen, Fähigkeiten und Ziele verschiedener Angreifertypen („adversary profiles“) zu modellieren. Im Anschluss simulieren sie anhand eines Beispiels sowohl einen Angreifer, der verschiedene Angriffswege vorausplant, als auch einen eher „kurzsichtigen“, auf einen Angriffsweg fokussierten Angreifer, sowie den Zustand des Systems.

Marrone et al. (2015)⁸ beschreiben eine Kombination der UML-Profile „Security Analysis and Modeling“ (SecAM) und „Critical Infrastructure Protection – Vulnerability Analysis and Modeling“ (CIP-VAM) zur gemeinsamen Analyse von physischer und digitaler Sicherheit. Die Profile erweitern UML-Diagramme mittels Annotationen um Sicherheitsinformationen und werden im weiteren von den Autoren eingesetzt, um mittels Modell-Transformationen generalisierte stochastische Petrinetze zu erzeugen und damit die Sicherheitsanalyse basierend auf probabilistischen Werten durchzuführen.

Vasilevskaya et al. (2012) wollen mit ihrem Ansatz das Sicherheitswissen von Experten in ihrem „Domain-Specific Security Model“ (DSSM) festhalten und für Systemingenieure zugänglich machen. Aus Aktivitäts- und Kommunikationsdiagrammen lassen sich über definierte Regeln Assets identifizieren und über ein weiteres Tool konkrete Schutzmaßnahmen aus dem DSSM ermitteln.

Paul et al. (2014) beschreiben umfassend ein Werkzeug, das die Durchführung „traditioneller“ Risiko-Assessment-Prozesse (d.h. die ISO-27000-Reihe) erleichtert, und die damit in einer Anwendung im großen Maßstab gewonnenen Erfahrungen. Besondere Beachtung legen die Autoren auf die Skalierbarkeit der Risikobewertung. Zu diesem Zweck wurden graphische Repräsentationen eingeführt, mit denen Teil-Aspekte der Betrachtung mittels sog. „risk chain diagrams“ auf einem für die Entscheidungsfindung hinreichend hohen Niveau isoliert werden können. Zur detaillierten Analyse werden Angriffsbäume verwendet.

⁸ Siehe auch Rodríguez et al. (2014).

2.4.2 Nicht-graphische Methoden

Formale Ansätze

Im Vorschlag von Poreddy et al. (2011) werden Assurance Cases, welche üblicherweise im Safety-Bereich dazu eingesetzt werden, Ziele („goals“), Argumente, Behauptungen („claims“), und Evidenz einander zuzuordnen und Nachverfolgbarkeit zu ermöglichen, dargestellt. Die Autoren schlagen vor, diesen Ansatz mit auf Security bezogenen „Goals“ zu erweitern, die in „Claims“ für Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit, und weitere Schutzzielklassen zerlegt werden, für deren Einhaltung Evidenz gefunden bzw. erzeugt werden muss.

White et al. (2014) stellen ein auf frühen Arbeiten zur Spieltheorie beruhendes, formales Modell zur Bestimmung des Risikos dar („asset vulnerability model“, AVM), das eine Lücke des Risk Management Frameworks (Department of Homeland Security, 2013) adressiert, und gleichzeitig einen Vergleich (Kosten-Nutzen-Analyse) verschiedener Kombinationen von Schutzmaßnahmen, sowie die Nachvollziehbarkeit von Änderungen der Risiko-Stufe ermöglicht.

Burmester et al. (2012) stellen eine Methode zur Bedrohungsmodellierung vor, in der ein „cyber-physical system“ (CPS) als endlicher Automat modelliert wird, in dem sowohl diskrete („Cyber-“) als auch kontinuierliche („physikalische“) Aspekte des Systems Berücksichtigung finden. Formal können damit für eine konkrete Modellierung eines Systems die Einhaltung von sowohl „Cyber-Gleichungen“ als auch „physikalischen Gleichungen“ bewiesen werden.

Baiardi et al. (2014) nutzen ihre „Haruspex Suite“ zur Simulation von intelligenten Angreifern auf ein ICT-System. Der Ansatz modelliert Systemkomponenten als Knoten mit Schwachstellen, sowie einen Angreifer mit einem Ziel, verfügbaren Angriffen und Informationen, die er über das System besitzt. Ziel der Simulation ist es zu ermitteln, wie viel Zeit ein Angreifer benötigt, um von seinen initialen Rechten im System auf bestimmte Zielrechte auf einer Komponente zu gelangen bzw. mit welcher Wahrscheinlichkeit er dies nach einer bestimmten Zeit erreicht.

Lo et al. (2012) stellen einen hybriden Ansatz vor, mit dem sie Sicherheitsrisiken durch Abhängigkeiten zwischen Schutzmechanismen analysieren. Sie adaptieren etablierte Entscheidungsfindungs-Methoden wie z.B. den „Decision Making Trial and Evaluation Laboratory“-Ansatz (DEMATEL), um zunächst Beziehungen zwischen Familien von Schutzmechanismen (basierend auf NIST-SP 800-53 (2007)) zu identifizieren und anschließend die Wahrscheinlichkeit von Beeinflussung zwischen den Schutzmechanismen und deren Auswirkungen zu bestimmen.

Nicht-formale Ansätze

Brandstetter et al. (2010) stellen eine Methode vor, mit der Komponenten Kritischer Infrastruktur („critical infrastructure components“, CIC) sicher entwickelt werden sollen. Dabei werden sowohl nicht-CIC-spezifische theoretische Assessments, als auch CIC-spezifische Risikoanalysen, basierend auf NIST SP 800-30 (Stoneburner, Goguen, & Feringa, 2002) und ISO 27005 (ISO/IEC, 2011), durchgeführt. Letztere werden in einem Workshop mit verschiedenen Stakeholdern, der von einem erfahrenen IT-Sicherheitsexperten geleitet und moderiert wird, anhand vordefinierter Listen potentieller Angreifer, Ziele, Bedrohungen, und Auswirkungen („impacts“) diskutiert und deren Vollständigkeit geprüft. An beide Teile schließt sich ein praktisches Assessment an, indem mittels Diagnosewerkzeugen und Checklisten sowie automatischen und manuellen Tests Schwachstellen in den Komponenten aufgedeckt werden. Zur Bestimmung des Risikos wird ein Risiko-Matrizen-Ansatz verwendet.

Hecht et al. (2014) ergänzen einen bestehenden, zu MAGERIT (vgl. López et al. (2006)) und OCTAVE⁹ kompatiblen Risikobewertungsprozess um Zusatzschritte, um das spezifische Risiko zu integrieren, dass sich bei der Verlagerung von KI-Systemen „in die Cloud“ ergibt. Sie unterstützen ihre Methode mit „Fault-“ und „Challenge-Katalogen“, die sich auf unterschiedliche Schichten eines Cloud-Architektur-Modells beziehen.

Goldstein et al. (2015) nutzen ihren „Multi-perspective Enterprise MOdeling“ (MEMO) Ansatz und erweitern diesen um sicherheitsspezifische Elemente. Der MEMO-Ansatz erlaubt die Abstraktion und Modellierung von verschiedenen Perspektiven auf ein Unternehmen wie z.B. das Strategic-Level, Business-Process-Level und IT-Operational-Level. Dazu nutzt MEMO mehrere domänenspezifische Modellierungssprachen („domain specific modeling language“, DSML), die von den Autoren um weitere Sprachkonstrukte zur Darstellung von sicherheitsrelevanten Informationen erweitert werden.¹⁰

Mit einem Agenten-basierten Ansatz modellieren und simulieren Rybnicek et al. (2012) die Zusammenhänge zwischen Consumer-Agenten, Critical Infrastructure-Agenten und Threat-Agenten. Die Agenten besitzen dabei eine Reihe von Attributen und Services, die sie bereitstellen oder benötigen. Mittels Spieltheorie simulieren sie auf einem abstrakten Level, wie sich die Agenten im System in den Sicherheitsanforderungen (in diesem Ansatz sind das Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit, Betriebssicherheit („reliability“), Safety und Wartbarkeit) beeinflussen.

3 Diskussion

Im Folgenden werden Eigenschaften einiger Arbeiten des Surveys hervorgehoben, die sich mit den oben angewandten Charakteristika nicht erfassen lassen, aber für die Anwendung durch kleine und mittlere KI-Betreiber Relevanz besitzen.

Vasilevskaya et al. (2012) schlagen vor, domänenspezifische Sicherheitsmodelle (DSM) zu erstellen, die es ermöglichen, IT-Sicherheits-Expertenwissen in einer wiederverwendbaren Form zu erfassen. Dem DSM liegt dabei ein „core security model“ (CSM) zugrunde, das die domänenunabhängige Struktur der „security models“ definiert. Den DSMs, die dazu dienen, zum Beispiel Sicherheitseigenschaften, Bedrohungen, und Assets zu erfassen, stehen „security building blocks“ (SBB) gegenüber, die in wiederverwendbarer Weise Schutzmechanismen beschreiben. Die Zuordnung von SBB zu mittels DSM identifizierter Assets des Systems erfolgt softwaregestützt.

Diese Arbeitsteilung ermöglicht es KI-Domänenexperten, in ihrer (in UML modellierten) Infrastruktur schutzbedürftige Werte zu identifizieren, indem sie auf ihre Domäne zugeschnittene Sicherheitsmodelle einsetzen. Der beschriebene Ansatz ermöglicht ihnen darüber hinaus, Schutzmechanismen auszuwählen und zuzuordnen. Eine vollständige Risikoanalyse ist damit noch nicht gegeben, wenngleich die Modellierung viele Aspekte dafür bereits beinhaltet. Ob für kleine und mittlere Betreiber von KI eine solche UML-Modellierung machbar ist, bleibt zu evaluieren.

Die Entscheidung, Sicherheitswissen *domänenspezifisch* zu modellieren (d.h. in DSMs), besitzt ebenfalls Optimierungspotential: wenn es gelingt, anstelle der Inferenz anhand von DSM und Systemmodell bereits mit einem CSM schutzbedürftige Werte zu identifizieren, wäre der Ansatz

⁹ Siehe <http://www.cert.org/resilience/products-services/octave/> (zuletzt abgerufen am 09.02.2016)

¹⁰ Eine weitere Ergänzung zur Modellierung von Sicherheitsmaßnahmen findet sich bei Heise et al. (2014).

für eine größere Menge verschiedener Sektoren von potentielltem Nutzen. Welche Aspekte der Modellierung bzw. Inferenzregeln dazu zu verstärken sind, bleibt ebenfalls zu evaluieren.

Eine weitere auffallende Arbeit ist die der von Goldstein et al. (2015) vertretenen MEMO-Gruppe, deren Umsetzung des DSML-Ansatzes der mit Abstand umfassendste unserer Übersicht ist. Nach dem Erfassen aller wichtigen Aspekte eines IT-Betriebs in ein maschinenverständliches Format, bleibt allerdings die „Maschine“ ihre Arbeit schuldig – und der Automatisierungsgrad des Ansatzes eher gering. Besonders in Sicherheitsaspekten sind weitere Hilfestellungen für KMU-Anwender denkbar: Welche Werte existieren und welche sind zu schützen? Wo müssen zum Beispiel Prozesse verändert werden, um organisatorische Schutzmaßnahmen zu implementieren? Welches Restrisiko bleibt?

Eine etwas leichtgewichtiger erscheinende Arbeit mit einem analogen Fazit ist Faily et al. (2010), deren Meta-Modelle ebenfalls ein strukturiertes Vokabular für Risikoanalysen liefern. Ihre Arbeit baut im Gegensatz zu Goldstein et al. (2015) auf weniger Ebenen auf, d.h. das IRIS-Meta-Modell bezeichnet seine (Teil-)Meta-Modelle, ohne diese auch formal als Meta-Meta-Modell zu fassen.

4 Fazit

Modellbasierte Ansätze zur Risikoanalyse stellen eine Möglichkeit dar, domänenspezifisches Wissen im Bereich KI und deren IT-Sicherheit zu modellieren, es damit auf kleine und mittlere Betreiber zuzuschneiden und für sie anwendbar zu machen. In dieser Arbeit haben wir den aktuellen Stand der Forschung zu modellgetriebenen Methoden und Werkzeugen der sicherheitsbezogenen Risikoanalyse Kritischer Infrastrukturen untersucht.

Das Ergebnis unserer Suche enthält zwölf nicht-graphische Modellierungsansätze (vgl. Tabelle 1), wobei entsprechend der Erwartung als „formal“ zu bezeichnende Ansätze in den graphischen Modellierungen eher selten sind (einer von neun Ansätzen), in nicht-graphischen jedoch ausgeglichen zu nicht-formalen Ansätzen (jeweils sechs) sind. Auffallend ist, dass die Mehrheit der Ansätze keine umfassenden Fallstudien bereitstellt. Zwar stellen viele Ansätze ihre Beispiele als „Case Study“ vor, keine der gefundenen Arbeiten führt aber eine empirische Evaluation nach etablierten Richtlinien durch. Zusätzlich wird deutlich, dass ein Großteil der Ansätze die Umsetzung durch Personen mit Expertise im Bereich IT-Security erfordert. Dies spiegelt sich auch im Aufwand zur Erstellung der nötigen Datenbasis wieder, da keiner der untersuchten Ansätze auf eventuell bestehende Dokumente wie z.B. Infrastrukturbeschreibungen aufsetzt.

Zusammenfassend lässt unsere Übersicht bestehender Ansätze zur Risikoanalyse der IT-Sicherheit Kritischer Infrastrukturen durch KMU-Betreiber den Schluss zu, dass keiner der akademischen Ansätze unser Ausgangsproblem der sicherheitsbezogenen Risikoanalyse Kritischer Infrastrukturen, betrieben von kleinen und mittleren Unternehmen, vollständig adressiert. Für diese Anwendergruppe existiert keine umfassende, einsatzbereite, werkzeuggestützte Methode in Form einer akademischen Publikation.

Danksagung:

Ergebnisse für diese Arbeit wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens „Modellbasierte Sicherheitsanalyse von IKT-basierten Kritischen Infrastrukturen“ (MoSaIK) erstellt, welches vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird (Förderkennzeichen: 16KIS0173K).

5 Literatur

- Baiardi F, Corò F, Tonelli F, Sgandurra D (2014) Automating the assessment of ICT risk. *Journal of Information Security and Applications*, 19(3), 182-193.
- Baiardi F, Tonelli F, Guidi L, Pestonesi D, Angeletti V (2015) Assessing and managing the information and communication risk of power generation. *Computers & Electrical Engineering*.
- Brandstetter T, Knorr K, Rosenbaum U (2010) A Manufacturer-Specific Security Assessment Methodology for Critical Infrastructure Components. In *Critical Infrastructure Protection IV* (S. 229-244). Springer.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2008) Standard 100-2: IT-Grundschutz-Vorgehensweise.
- Bundesministerium des Innern (2009) Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie).
- Burmester M, Magkos E, Chrissikopoulos V (2012) Modeling Security in Cyber-Physical Systems. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 5(3), 118-126.
- Dardenne A, van Lamsweerde A, Fickas S (1993) Goal-directed requirements acquisition. *Science of Computer Programming*, 3-50.
- Department of Homeland Security (2013) NIPP 2013: Partnering for Critical Infrastructure Security and Resilience. Washington, DC.
- F López Crespo MAG (2006) Methodology for Information Systems Risk, Analysis and Management (MAGERIT version 2). Madrid: Ministerio de Administraciones Públicas.
- Faily S, Fléchais I (2010) A meta-model for usable secure requirements engineering. *Proceedings of the 2010 ICSE Workshop on Software Engineering for Secure Systems*, (S. 29-35).
- Goldstein A, Frank U (2015). Components of a multi-perspective modeling method for designing and managing IT security systems. *Information Systems and e-Business Management*, 1-40.
- Hecht T, Smith P, Scholler M (2014) Critical services in the cloud: Understanding security and resilience risks. *Reliable Networks Design and Modeling (RNDM)*, 2014 6th International Workshop on, (S. 131-137).
- Heise D, Strecker S, Frank U (2014) ControlML: A domain-specific modeling language in support of assessing internal controls and the internal control system. *International Journal of Accounting Information Systems*, 15(3), 224-245.
- ISO/IEC (2011) ISO 27005: 2011. Information technology--Security techniques--Information security risk management. ISO.
- Knowles, W, Prince D, Hutchison D, Disso JF, Jones K (2015) A survey of cyber security management in industrial control systems. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 9, 52-80.
- Kriaa S, Pietre-Cambacedes L, Bouissou M, Halgand Y (2015) A survey of approaches combining safety and security for industrial control systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 139, 156-178.

- Lemaire L, Lapon J, De Decker B, Naessens V (2014) A SysML extension for security analysis of industrial control systems. Proceedings of the 2nd International Symposium on ICS & SCADA Cyber Security Research 2014, (S. 1-9).
- LeMay E, Ford MD, Keefe K, Sanders WH, Muehrcke C (2011) Model-based security metrics using adversary view security evaluation (advise). Quantitative Evaluation of Systems (QEST), 2011 Eighth International Conference on, (S. 191-200).
- Lo CC, Chen WJ (2012) A hybrid information security risk assessment procedure considering interdependences between controls. Expert Systems with Applications, 39(1), 247-257.
- Ma Z, Smith P (2013) Determining risks from advanced multi-step attacks to critical information infrastructures. In Critical Information Infrastructures Security (S. 142-154). Springer.
- MacDonald D, Clements SL, Patrick SW, Perkins C, Muller G, Lancaster MJ, Hutton W (2013) Cyber/physical security vulnerability assessment integration. Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), 2013 IEEE PES, (S. 1-6).
- Marrone S, Rodríguez RJ, Nardone R, Flammini F, Vittorini V (2015) On synergies of cyber and physical security modelling in vulnerability assessment of railway systems. Computers & Electrical Engineering.
- NIST. (2007) SP 800-53 Rev. 2 Recommended Security Controls for Federal Information Systems.
- Oates R, Thom F, Herries G (2013) Security-aware, model-based systems engineering with SysML. Proceedings of the 1st International Symposium on ICS & SCADA Cyber Security Research 2013, (S. 78-87).
- Paul S, Vignon-Davillier R (2014) Unifying traditional risk assessment approaches with attack trees. Journal of Information Security and Applications, 19(3), 165-181.
- Poreddy BR, Corns S (2011) Arguing security of generic avionic mission control computer system (mcc) using assurance cases. Procedia Computer Science, 6, 499-504.
- Rodríguez RJ, Merseguer J, Bernardi S (2014) Modelling Security of Critical Infrastructures: A Survivability Assessment. The Computer Journal, bxu096.
- Rybnicek M, Poisel R, Ruzicka M, Tjoa S (2012) A Generic Approach to Critical Infrastructures Modeling and Simulation. International Conference on Cyber Security (S. 144-151). IEEE.
- Stoneburner G, Goguen AY, Feringa A (2002) SP 800-30. Risk Management Guide for Information Technology Systems.
- Tews E, Schlehuber C (2014). Quantitative Ansätze zur IT-Risikoanalyse. Sicherheit, (S. 293-303).
- Vasilevskaya M, Nadjm-Tehrani S, Gunawan LA, Herrmann P (2012) Security asset elicitation for collaborative models. Proceedings of the Workshop on Model-Driven Security, (S. 7).
- White,R, Boulton T, Chow E (2014) A computational asset vulnerability model for the strategic protection of the critical infrastructure. International Journal of Critical Infrastructure Protection, 7(3), 167-177.
- Yusta JM, Correa GJ, Lacal-Aréntegui R (2011) Methodologies and applications for critical infrastructure protection: State-of-the-art. Energy Policy, 39(10), 6100-6119.

Teilkonferenz Modellierung betrieblicher Informationssysteme – Konzeptuelle Modelle im Zeitalter der digitalisierten Wirtschaft (d!conomy)

Die Teilkonferenz „Modellierung betrieblicher Informationssysteme“ ist das zentrale Forum für aktuelle Forschungsarbeiten zu Themen der Modellierungsforschung in der Wirtschaftsinformatik und reflektiert die mit dem Forschungsfeld „Modellierung betrieblicher Informationssysteme“ verbundene Vielfalt an Forschungszielen, Forschungsgegenständen und Forschungsmethoden. Die Teilkonferenz greift gegenwärtige Herausforderungen der Modellierungsforschung auf, wie bspw. die Modellverwendung im Rahmen innovativer Organisationsformen, neuer Geschäftsmodelle sowie Kooperations- und Interaktionsformen, die eine beachtliche Komplexität aufweisen und entsprechende Anforderungen an die Gestaltung von Informationssystemen stellen. Mit der aktuellen Teilkonferenz wird die seit langem bestehende Tradition von Teilkonferenzen und Konferenztracks zum Forschungsfeld Modellierung betrieblicher Informationssysteme (zuletzt u. a. auf der WI 2013 und der MKWI 2014) fortgesetzt. Erneut wird die Teilkonferenz von der GI-Fachgruppe „Modellierung betrieblicher Informationssysteme“ (MobIS) der Gesellschaft für Informatik e.V. unterstützt. Auf Basis der Ergebnisse der Begutachtungsphase wurden aus insgesamt 20 Einreichungen die nachfolgenden acht Manuskripte zur Präsentation und Aufnahme in den Tagungsband ausgewählt.

Werner Esswein, Stefan Strecker, Sebastian Schlauderer

(Teilkonferenzleitung)

Linking Service- and Capability-Driven Design – Towards a Framework for Designing Digital Businesses

Rieke Bärenfänger¹, Jens Leveling², and Boris Otto³

¹ University of St. Gallen, Institute of Information Management, St. Gallen, Switzerland,
rieke.baerenfaenger@unisg.ch

² Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics, Dortmund, Germany,
jens.leveling@iml.fraunhofer.de

³ Technical University of Dortmund, Audi-Endowed Chair of Supply Net Order Management,
Dortmund, Germany, boris.otto@tu-dortmund.de

Abstract

The digitization of the economy and society requires enterprises from all industries to revisit their business models and prepare their organizations for the digital age. The design of “smart” products and services, the involvement of prosumers, and the intensifying interconnection of supply chains are signs of this transformation. Each of these scenarios builds on improved availability and interchangeability of data. In order to successfully transform their business and be able to develop valuable new services, companies require methodological help. To address this need, this paper proposes a service-capability design framework for digital businesses. The framework is developed theoretically based on the literature and earlier research. It consists of a meta-model and a high-level reference model. The framework is retroactively applied to a real-world digital use case to demonstrate its validity.

1 Introduction

The digitization challenges companies to consider data as a new valuable resource. From a volume perspective, this resource seems to be growing towards infinity, with more and more new data sources like social media data or data from “smart” products extending the current data pool consisting of core business objects data, operational transactions data, or internal documents. Before actually benefitting from this vast amount of data, however, companies need to make it technically available for use and to create organizational structures that welcome data-driven insights. This requires a tight integration of IT and Business, which needs to go beyond the “Business-IT alignment” that has always been a central topic in information systems research (Proper and Lankhorst 2014). On the technical side, new “big data” technologies address challenges like integration of heterogeneous data sources, improving data quality, and delivering complex analytics results in an understandable manner to business users (Agrawal et al. 2012; Labrinidis and Jagadish 2012; Ammu and Irfanuddin 2013). On the organizational or business side, several additional

challenges arise. These are reflected by the growing research interest in the digital transformation of business models and business strategy (Bharadwaj et al. 2013; Keen and Williams 2013; Otto et al. 2015).

So far, research in the various related fields of (digital) service systems (Leimeister et al. 2014; Barrett et al. 2015), digital business modeling (Keen and Williams 2013), digital organizational capabilities (Bärenfänger and Otto 2015; Bērziša et al. 2015), and big data management (Agrawal et al. 2012; Chen et al. 2012) has existed separately of each other. This paper suggests an integration of these fields by proposing a “service-capability” enterprise design paradigm that combines service systems design and capability modeling. The goal is a theoretically sound and practically useful framework that may help companies address the challenges of digitization.

Methodologically, the paper belongs to the domain of design-oriented research, which strives at developing “IT artifacts intended to solve identified organizational problems” (Hevner et al. 2004, 77). The model is developed theoretically based on the results of an earlier design science research (DSR) project and on ongoing consortium research. For the academic community, the contribution of the service-capability model lies in highlighting the connection of different theoretical concepts in the context of digitization. For practitioners, the model helps to structure digital initiatives and to understand the enablers of digital business services.

The remainder of the paper is structured as follows. Section 2 establishes the necessary background on services science and capability research. Section 3 presents the service-capability meta-model and its high-level reference model. Section 4 then applies the model to a real-life case to demonstrate its explanatory power for completed projects in the context of digitization. Section 5 discusses the theoretical and managerial implications and limitations of the research. Section 6 concludes the paper.

2 Background

The theoretical background for this paper is given by two main streams of research, service science and capability modeling. Special attention is paid to current research related to digitization.

2.1 Service science

Service research (or its related concepts service systems, service engineering, service science, or service management) is gaining increasing attention in information systems research (Fielt et al. 2013; Böhmman et al. 2014; Barrett et al. 2015). Generally, offering a service means “to organize a solution to a problem [...] which does not principally involve supplying a good.” (Gadrey et al. 1995, 5). The goal of a service is therefore to create value for a service user by a standalone intangible solution or by one that is delivered alongside a physical good. The authors further explain service provisioning by stating “It is to place a bundle of capabilities and competences (human, technological, organizational) at the disposal of a client and to organize a solution, which may be given to varying degrees of precision” (*ibid.*). Service provisioning therefore requires a combination of several organizational resources, for example technological resources as well as organizational capabilities (Den Hertog 2000). A relevant question to ask is how these different capabilities should relate to each other for successful service provisioning. The contemporary service understanding grounded in service-dominant logic adds that value is frequently co-created between service provider and service user by collaboration and contextualization (Lusch and Nambisan 2015). The resulting relation is sometimes referred to as “service ecosystems” (Barrett et al. 2015). This implies

that resources and capabilities for service delivery may be distributed or shared between different actors. Moreover, the intangible nature of services favors personalized, user-specific solutions as opposed to conventional mass-produced physical goods. This explains the appeal of services to many companies in the digital age, as personalization promises higher revenues and long-term customer relationships.

Consequently, Böhmann et al. (2014) recently proposed “service systems engineering” as an information systems research perspective, which focuses on developing entire “service systems” of enterprises (opposed to the design of single services), calling for more research dedicated to service architectures, service systems interactions, and resource mobilization. They encourage the creation of more “evidence-based design knowledge” for service systems (Böhmann et al. 2014, 73). In another recent publication, Barrett et al. (2015) reviewed several streams of IS research with respect to their implications for service innovation. They stress that information and communication technology (ICT), digitization and information are in the center of innovation in service ecosystems. Examples of the growing body of information systems research related to (digital) services include both service value and practical use case-oriented research like the ones on consumer-oriented digital services (Leimeister et al. 2014) or industrial service innovation (Chew 2014; Krueger et al. 2015). Others pivot more towards the technological aspects (Delen and Demirkan 2013; Demirkan and Delen 2013).

Regarding the latter, digitization increases the need for setting up light-weight and flexible IT infrastructures providing access to information from various data sources. Current IT-systems and databases are not able to handle data sharing in complex IT-landscapes and cross-company environments. Therefore, the service-oriented architecture (SOA) is currently experiencing a renaissance in approaches like the so-called data-service oriented architecture (DSOA) and the microservice architecture (Newman 2015). The goal of a DSOA is to provide data as-a-service. Light-weight technologies like HTTP (RESTful) and simple data structures like JSON replace the traditional SOA technologies SOAP (Simple Object Access Protocol) and WSDL (Web Service Description Language). A traditional SOA principle means putting the functionality of each service into the focus, but encapsulating the implementation behind interfaces (Starke et al. 2007). Another important aspect of a SOA is the loosely coupled design for avoiding dependencies between services (Maier 2009). Today, these two aspects – encapsulation and loose coupling – are two important aspects of a DSOA and of microservices, too. The fields of application of service-oriented design therefore reach from higher-level business design to actual IT implementation.

2.2 Capabilities

Organizational capability research is an established research domain going back to the resource-based view of the firm (RBV). Its goal was and still is to explain the roots and whereabouts of sustainable competitive advantage (Barney 1991). An IS capability is defined as “a firm’s ability to acquire, deploy, and leverage its IT-related resources in combination with other resources and capabilities in order to achieve business objectives” (Zhang et al. 2013, 423). Others define capabilities from a general business perspective as “the ability and capacity that enable an enterprise to achieve a business goal in a certain context” (Bērziša et al. 2015, 16). Put differently, capabilities can be regarded as core building blocks of an organization that are configured to reach business goals. They describe *what* a company *does* – or rather what it *should be doing* considering its objectives. In view of constant environmental change, the need to continuously develop further ones’ capabilities is acknowledged in the “dynamic capability” notion, which focuses on “a set of

capabilities [...] that help reconfigure existing operational capabilities into new ones that better match the environment” (Pavlou and El Sawy 2011, 239).

To become useful in a the real world and to justify their place besides classical enterprise modeling approaches, capabilities need to relate to other elements of enterprise architecture, such as processes, resources (both system-related and human resources), and key performance indicators. Bērziša et al. (2015) proposed a comprehensive meta-model illustrating these relationships. In recent years, capability modeling has also been recognized by practitioners as a potential bridging concept between Business and IT architecture (cf. Ulrich and Rosen 2011, The Open Group 2015). One example is its use in TOGAF, an enterprise architecture framework (The Open Group 2015). The mere fact that capabilities do relate to classical elements of enterprise modeling of course does not yet prove that they should be preferred over traditional modeling paradigms like process modeling. Process orientation with its research domain Business Process Management (BPM) has been the dominant enterprise modeling paradigm of the last decades of the “information society” (Leimeister et al. 2014). In the new “digital age” or “digital society”, however, requirements for business modeling change: for example, there is a need for greater flexibility to empower lower-level actors than the one offered by traditionally restrictive process models. Moreover, software (service) implementation could benefit from an organizational design made up of well-capsulated, modular business capabilities and services, whereas the chain-of-activities logic of processes does not support this equally well. While more research is needed on the issue of how capability modeling compares to process modeling, these arguments lend first theoretical support to the claim that capability modeling is a promising addition to process modeling in light of digitization and that it could combine well with services.

2.3 Related work in service and capability research

Capabilities and services have been combined in existing research. For example, Storbacka (2011) proposed 69 capabilities for a “solutions business model”, which is an industrial business model focusing on selling solutions (product-service bundles). His capabilities relate to the “business capabilities” of the model in this research. In contrast to Storbacka’s list of capabilities, we also formalize the meta-model of services and capabilities and explicitly model the information systems management level, which is only implicitly included in a capability category called “infrastructure support” by Storbacka (cf. Storbacka 2011, 704). Gebauer and colleagues (Gebauer et al. 2012) studied three different paths to service business development in small- and medium-sized enterprises and analyzed the differences across paths in dynamic and operational capabilities. They find different manifestations of the high-level capabilities across the different paths, supporting this paper’s argumentation that capabilities are a valid construct to characterize service-oriented business. Furthermore, Den Hertog et al. (2010) proposed six dynamic capabilities for service innovation and argue which types of innovations they support. Regarding practical design support for new services and a corresponding enterprise modeling perspective, the “service-innovation based business model design method” by Chew (2014) has a similar goal as the one of this research. His approach begins with understanding customer needs and proceeds to four more design practices called service concept design, service activity system design, service architecture design, and customer experience design. However, the details of these design practices are not yet specified. We complement Chew’s approach by proposing capability configurations as elements of service architecture and (to some degree) of service activity systems.

3 The service-capability design framework

3.1 Research approach

The service-capability design framework presented in this research is based on literature research, a completed DSR project (Bärenfänger and Otto 2015), and ongoing exchange with a community of practitioners. This community forms a research consortium (Österle and Otto 2010) meeting five times per year for two-day workshops to discuss the latest needs and developments regarding data and information management in the industry. The participants are experienced information managers from more than 15 companies, of which most are large international firms from various industries such as automotive and automotive supply, pharmaceuticals, fast moving consumer goods, and telecommunications. These managers are therefore adequate experts for a focus group, which is one of the recommended methods to evaluate DSR artifacts (Österle and Otto 2010).

We presented our service-capability methodology at consortium workshops in January and June 2015. Each time after the presentation and a general feedback session with the whole audience of 45 to 50 participants, details were discussed in focus groups of 10 – 20 participants, which lasted half a day, respectively. The focus group session in January refined the relation of the modeling elements and discussed “digital use cases” and valuable industrial services. The session in June was used to test the information service and capability methodology with example cases coming from the companies. This research is the outcome of these iterations and the ongoing literature work.

3.2 Meta-model

The basic service-capability meta-model is shown in Figure 1 and has four elements, which are defined below.

- *Business service*: A business service is an IT-enabled service that enterprises provide for their internal customers (e.g. employees) or external customers (e.g. B2B, B2C or B2G customers and consumers). It may be created collaboratively with the customer, delivers a specific value proposition or benefit for the customer (by satisfying a customer need), and contributes to at least one measurable business goal of the enterprise.

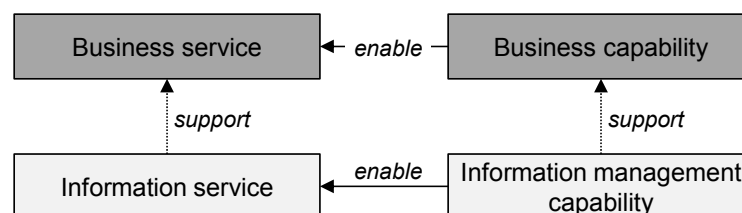


Figure 1: Basic service-capability meta-model

- *Business capability*: A business capability is the dedication of a resource set (or bundle) for a specific business goal in a certain context. This resource set may comprise a combination of both intangible resources (e.g. knowledge, skills, time) and tangible resources (e.g. money, tools, systems). Business capabilities specify the most important, stable functional goals of the enterprise. Multiple business capabilities are instantiated and configured to enable a business service. A *digital* business capability is a capability relevant for digital business models. Business capabilities imply an ongoing renewal and re-definition of the underlying resources to

be able to continuously satisfy the business goal in view of changing external and internal context (cf. *dynamic* capability).

- *Information service*: An information service is an IT-enabled information-transferring service that satisfies the information processing requirements (the information needs) of a business service. A business service may require multiple information services to have its various information processing requirements satisfied. Furthermore, the same information service can be used in multiple businesses services. Information service users may be human (e.g. an employee or customer) or non-human actors (e.g. an information system that further processes the output or result of an input information service).
- *Information management capability*: An information management capability is the dedication of a set of tangible and/or intangible IS/IT-related resources for a specific information management goal in a certain context. Multiple information management capabilities are instantiated and configured to form information services. A *digital* information management capability is a capability relevant for information management in view of the challenges of digitization and big data management.

3.3 High-level reference model

Whereas a meta-model tells the modeler (here: the information manager or enterprise architect) *how to model* something in a particular domain (here: her digital business), a reference model offers *content* that may be re-used in a practical application (Vom Brocke 2007). As reusability is the ultimate goal of reference models, it should aim for universal validity for a certain type of problem situation or certain type of company (Becker et al. 2002).

Figure 2 shows the high-level service-capability reference model for digital businesses. Its goal is to provide methodological assistance for companies that need to design their future business in the digital economy. It is called “high-level” because it only presents the general service types and capability categories, respectively. It does not show the complete lists of detailed capabilities that are subsumed under these capability categories because of the limited space available. For illustrative purposes, the four elements’ quadrants have been numbered in Figure 2. The left-hand side, quadrants I and III, shows the service perspective and contains a collection of reference service types, whereas the right-hand side shows the capability perspective.

- *Quadrants I and II*: The reference digital business services from quadrant I are based on a growing case database of “big data” or “digitization” use cases taken from the literature (e.g. BITKOM 2015) and on own empirical work with the research consortium. “Predictive maintenance” is one of these typical digital business services. The digital business services consist of a configuration of several digital business capabilities, whose categories are presented in quadrant II. They are based on the dynamic capabilities for digital business described in Bärenfänger and Otto (2015).
- *Quadrants III and IV*: Quadrant III lists four generic types of information services for digital businesses which can be distinguished by their different levels of information richness or intensity. Support for this classification comes from the business intelligence, decision support, and analytics literature (Kiron et al. 2011; Chaudhuri et al. 2011; Chen et al. 2012; Delen and Demirkan 2013; Holsapple et al. 2014). A “data-as-a-service” type information service could for example be a single quality-assured master data value, whereas “information-as-a-service”- or “analytics-as-a-service”-type outcomes require more context and logic being applied to basic

data. Consequently, information services consist of configurations of several information management capabilities, whose categories are presented in quadrant IV and which were also based on Bärenfänger and Otto (2015). These capabilities cover the entire “data value chain” or “data analysis pipeline” (cf. Agrawal et al. 2012, 2).

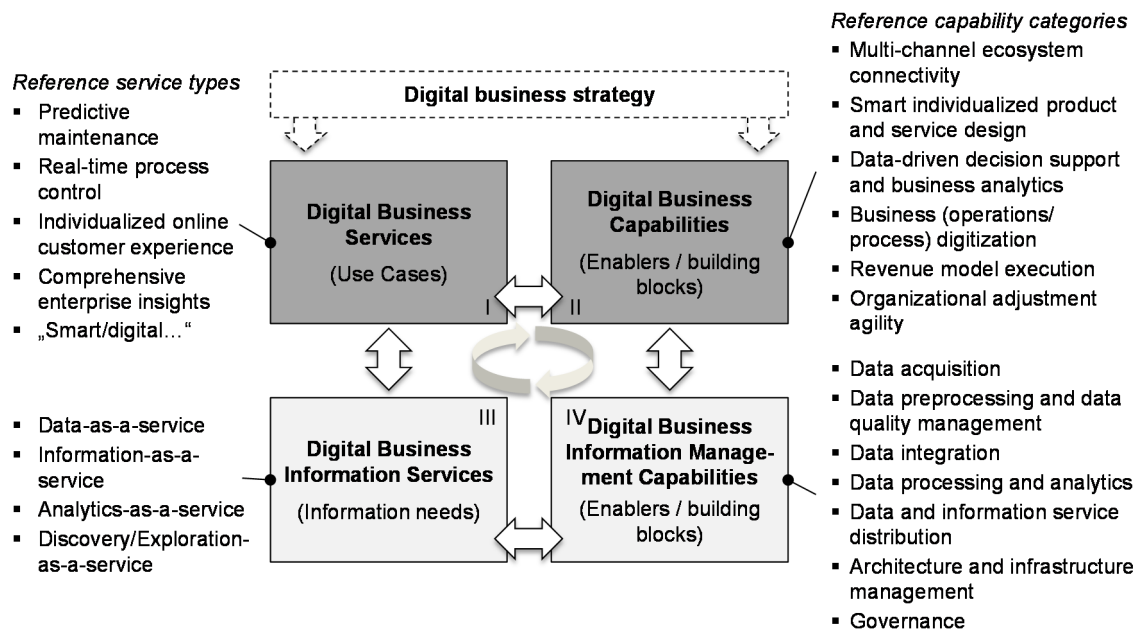


Figure 2: High-level service-capability reference model for digital businesses

4 Case example: project smaRTI

In order to evaluate the practical usefulness of the framework for real-world cases, we retroactively applied it to the industrial use case “SmaRTI”. This is a common way for an early evaluation of new research frameworks, which has for example been used by Chew (2014) or Krueger et al. (2015).

4.1 SmaRTI

The goal of the smaRTI (smart reusable transport items) research project was to increase the intelligence of material flows in logistics networks by developing a service for real-time tracking and tracing of reusable transport items (RTI). We chose this case because it features a data-enabled solution based on current technology for a typical transparency and control problem in a business ecosystem. It is therefore an adequate illustrative example for a use case in the digital economy, which is the targeted scope of the service-capability framework.

The inability to keep track of the exact number and location of shared transport structures is a challenge for many companies, for example in the consumer goods supply chain. This leads to frequent losses of transport structures (in the worst case along with the handling units they were carrying), to insufficient transparency of the actual material flows, and to high working capital costs. The smaRTI solution was based on Auto-ID technologies like RFID for the identification and localization of RTIs and on a cloud software architecture for data integration. The project was completed 2013 with a pilot implementation for a candy supply chain with 18 read points shared between a manufacturer, a retailer, and an RTI service center. The implementation tracked 600

pallets in a loop between the three companies, which created around 90.000 read events per week. The loop is initiated from the RTI service center. The outcome of the pilot implementation was a transparent RTI flow between the three participants (Wrycza et al. 2014).

4.2 Framework application

The smaRTI solution is described in terms of the service-capability framework in Table 1.

Element	SmaRTI
Business Service	<ul style="list-style-type: none"> • Value proposition: gain full transparency and control of shared transport structures in a consumer-goods supply chain by monitoring the material flow in real-time. • Measurable business goal: reduce high inventory levels and avoid out-of-stock situations in stores. • Stakeholders: participants of a consumer-goods supply chain (manufacturer, retailer, pallet pooling provider). • Geographic scope: cross-country within Europe.
Business Capabilities	<p>Configuration of digital business capabilities for the business service:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multi-channel ecosystem connectivity by sensing internal resources and by digital communication with business partners. • Service design as information-enabled service on top of physical goods. • Data-driven decision support for collaborative logistics, inventory management and for internal financial planning. • Business digitization by transparency of collaborative material flows and internet-of-things- connectivity of resources of production. • Organizational adjustment agility by reduction of lead times. • Revenue model optimization by cost control, enabled by transparency and cost-efficient scalability.
Information Service	<ul style="list-style-type: none"> • Information Service goal: real-time intercompany pallet traceability. • Contribution to business service: identify locations of transport structure losses and create inventory cycle-time transparency (on pallet level). • Relation to “big data”: large data volumes, near real-time data access, ubiquitous service availability, high velocity of data processing.
Information Management Capabilities	<p>Configuration of information management capabilities for this information service:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Data acquisition and integration from multiple sources: The solution acquires and integrates Auto-ID data as defined by the GS1 standard <i>EPCIS</i> from read points from all supply chain participants. A read point creates events containing an ID, a timestamp and location information and sends it to a centralized cloud service. RTIs and the transported goods are mapped via IDs. The supply chain participants use this information for a near real-time tracking not only of the RTIs, but also of the transported goods, based on the centralized stored Auto-ID events. • Data preprocessing: Incomplete read events are automatically detected to ensure information quality. • Information service distribution: The tracking data is offered in multi-channel, user-specific manner (web delivery for end-users, and an API based on RESTful interfaces for IT-system usage). • Scalable architecture and infrastructure management: The solution uses a micro service architecture building on a No-SQL document store in a cloud environment. This satisfies requirements for an easily scalable and fast service. • Governance: Roles and responsibilities are divided between supply chain partners and the solution is embedded in their operational processes.

Table 1: Framework application to SmaRTI project

This retroactive application of the framework to the smaRTI case shows that the reference model is generally suitable to describe the essential elements of a digital use case and its implementation. More detailed knowledge of the sub-level capabilities could thus facilitate information service development and business service implementation in the digital economy.

5 Discussion

5.1 Theoretical and managerial implications

The service-capability framework can provide value to researchers and managers. For researchers, it contributes to the growing understanding of the nature of digital businesses. It suggests that the new information services and their associated capabilities of a business are important to conceptualize businesses in the digital economy. To achieve this conceptualization, we combined service and capability research streams, which had been rather unrelated areas so far.

For managers, the framework may firstly speed up use case implementation by more closely aligning business requirements and information systems design. A condition for this is that information services are documented in such a way that information management capabilities' characteristics can be inferred easily.

Secondly, organizational governance and responsibility planning may benefit from a structured analysis approach of both new and existing services with respect to their required capabilities. In its pure form, capability modeling does not specify *who* should deliver a capability, thus leaving the option of either developing the required capability in-house or acquiring it externally. For example, German sports gear manufacturer Adidas recently announced the acquisition of the company owning the popular running app "Runtastic". Adidas thereby ensures the capability "multi-channel information service distribution" by integrating an external provider (Hofer 2015).

Thirdly, information managers can use the service-capability methodology to highlight their department's contribution to overall business goals. If they modeled all their outputs as "services" and established the links to (quantifiable) business goals (i.e., specific business services), this could help to justify the department's position within the organization. Furthermore, transparency of the involved capabilities for creating any information service can help gain transparency about the "price tag" of every information service, even if it is only a single high-quality data record.

5.2 Limitations

Despite being a reference model that strives for a degree of universal validity for a particular domain (Vom Brocke 2007), the model needs more empirical testing to evaluate and complement its current contents. So far, it was mainly derived theoretically from the literature and has only been retroactively applied to one real-life case. Another limitation is that the research domain of digital businesses is subject to many new technological innovations and dynamic market developments. Any set of reference capabilities will therefore only be "universally valid" for a limited period of time. Because of the apparent need for methodological and conceptual support in the industry, this should however be no excuse *not* to attempt to address this field from an information systems research perspective.

6 Conclusion

This paper presented a service-capability design framework that can help companies with enterprise modeling for the digital economy. It combines service systems design and capability modeling in a new way, thereby connecting two research streams that are currently subject of intensive research. Building on prior research and literature in these domains, the framework was presented as a meta-model introducing the core modeling elements and as a high-level reference model for service-capability design. A retroactive application of the model has demonstrated its applicability to complex digital real-world use cases. Future research will test the reference model on other real-world use cases. Two action research projects are currently underway that will validate the methodology and help develop the detailed reference models. More precisely, the goal is to develop representative business service and capability catalogs and verify the information management capabilities required to implement these services. These case studies can furthermore be used to derive design principles (Vom Brocke 2007) as to how the reference model can be applied in different companies.

7 References

- Agrawal D, Bernstein P, Bertino E, et al (2012) Challenges and Opportunities with Big Data. <http://cra.org/ccc/wp-content/uploads/sites/2/2015/05/bigdatawhitepaper.pdf>. Accessed July 31st 2015
- Ammu N, Irfanuddin M (2013) Big Data Challenges. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering* 2(1):613–615
- Bärenfänger R, Otto B (2015) Proposing a Capability Perspective on Digital Business Models. In: *Proceedings of the 2015 IEEE 17th Conference on Business Informatics (CBI 2015)*. 17–25
- Barney J (1991) Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management* 17(1):99–120
- Barrett M, Davidson E, Prabhu J, Vargo SL (2015) Service Innovation in the Digital Age: Key Contributions and Future Directions. *MIS Quarterly* 39(1):135–154
- Becker J, Algermissen L, Delfmann P, Knackstedt R (2002) Referenzmodellierung. *Das Wirtschaftsstudium* 11:1392–1395
- Bērziša S, Bravos G, Gonzalez TC, et al (2015) Capability Driven Development: An Approach to Designing Digital Enterprises. *Business & Information Systems Engineering* 57(1):15–25
- Bharadwaj AS, Sawy OA El, Pavlou PA (2013) Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights. *MIS Quarterly* 37(2):471–482
- BITKOM (2015) Big Data und Geschäftsmodell-Innovationen in der Praxis: 40+ Beispiele. BITKOM, Berlin
- Böhmman T, Leimeister JM, Möslin K (2014) Service Systems Engineering. *Business & Information Systems Engineering* 6(2):73–79
- Chaudhuri S, Dayal U, Narasayya V (2011) An overview of business intelligence technology. *Communications of the ACM* 54(8):88–98

- Chen H, Chiang RHL, Storey VC (2012) Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly* 36(4):1165–1188
- Chew EK (2014) Linking a Service Innovation-based Framework to Business Model Design. In: *Proceedings of the 2014 IEEE 16th Conference on Business Informatics (CBI 2014)*. 14.-17. July 2014, Geneva
- Delen D, Demirkan H (2013) Data, information and analytics as services. *Decision Support Systems* 55(1):359–363
- Demirkan H, Delen D (2013) Leveraging the capabilities of service-oriented decision support systems: Putting analytics and big data in cloud. *Decision Support Systems* 55(1):412–421
- Den Hertog P (2000) Knowledge-Intensive Business Services as Co-Producers of Innovation. *International Journal of Innovation Management* 4(4):491–528
- Den Hertog P, van der Aa W, de Jong MW (2010) Capabilities for managing service innovation: towards a conceptual framework. *Journal of Service Management* 21(4):490–514
- Fielt E, Böhmman T, Korthaus A, et al (2013) Service Management and Engineering in Information Systems Research. *The Journal of Strategic Information Systems* 22(1):46–50
- Gadrey J, Gallouj F, Weinstein O (1995) New modes of innovation: How services benefit industry. *International Journal of Service Industry Management* 6(3):4–16
- Gebauer H, Paiola M, Edvardsson B (2012) A capability perspective on service business development in small and medium-sized suppliers. *Scandinavian Journal of Management* 28(4):321–339
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28(1):75–105
- Hofer J (2015) Die Fabrik im Laden. *Handelsblatt* 149(August 6th 2015):22–23.
- Holsapple C, Lee-Post A, Pakath R (2014) A unified foundation for business analytics. *Decision Support Systems* 64:130–141
- Keen P, Williams R (2013) Value Architectures for Digital Business: Beyond the Business Model. *MIS Quarterly* 37(2):643–648
- Kiron D, Shockley R, Kruschwitz N, et al (2011) Analytics: The Widening Divide. *MIT Sloan Management Review* Fall 2011, North Hollywood
- Krueger MW, Chew EK, Ouertani ZM, Gitzel R (2015) Integrative Service Innovation: An Industrial Use Case. In: *Proceedings of the 2015 IEEE 17h Conference on Business Informatics (CBI 2015)*. Lisbon, 13.-16. July 2015, 217–223
- Labrinidis A, Jagadish H (2012) Challenges and opportunities with big data. *Proceedings of the VLDB Endowment* 5(12):2032–2033
- Leimeister JM, Österle H, Alter S (2014) Digital services for consumers. *Electronic Markets* 24(4):255–258
- Lusch RF, Nambisan S (2015) Service Innovation: A Service-Dominant Logic Perspective. *MIS Quarterly* 39(1):155–175

- Maier B, Normann H, Trops B, Utschig-Utschig C, Winterberg T (2009) Event-driven SOA - ein Überblick. SOA Spezial 1(1)
- Österle H, Otto B (2010) Consortium Research. Business & Information Systems Engineering 2(5):283–293
- Otto B, Bärenfänger R, Steinbuß S (2015) Digital Business Engineering: Methodological Foundations and First Experiences from the Field. In: Proceedings of the 28th Bled eConference. 7-10 June 2015, Bled, 58–76
- Pavlou PA, El Sawy OA (2011) Understanding the Elusive Black Box of Dynamic Capabilities. Decision Sciences 42(1):239–273
- Proper HA, Lankhorst MM (2014) Enterprise Architecture: Towards essential sensemaking. Enterprise Modelling and Information Systems Architecture 9(1):5–21
- Starke G, Tilkov S, (2007) SOA-Expertenwissen. dpunkt verlag GmbH, Heidelberg
- Storbacka K (2011) A solution business model: Capabilities and management practices for integrated solutions. Industrial Marketing Management 40(5):699–711
- The Open Group (2015) TOGAF Version 9.1. TOGAF Capability Framework. <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/>. Retrieved on August 28th, 2015
- Ulrich W, Rosen M (2011) The Business Capability Map: The “Rosetta Stone” of Business/IT Alignment. Enterprise Architecture 14(2):1–23
- Vom Brocke J (2007) Design Principles for Reference Modeling: Reusing Information Models by Means of Aggregation, Specialisation, Instantiation, and Analogy. In: Fettke P, Loos P (eds) Reference Modelling for Business Systems Analysis. Idea Group, Hershey, 47–76
- Wrycza MSP, Hille A, Anderseck B (2014) 1.5 Billion Events a week - a statistical assessment for smart transport items in German FMCG supply chains. In: Proceedings of the European Conference on Smart Objects, Systems and Technologies (Smart SysTech). July 1 - 2, 2014 Dortmund, 1–5
- Zhang M, Sarker S, Sarker S (2013) Drivers and export performance impacts of IT capability in “born-global” firms: a cross-national study. Information Systems Journal 23(5):419–443

Semantics in the Context of BPMN Extensions – State of Affairs and Research Challenges

Richard Braun¹ and Werner Esswein¹

¹ Technische Universität Dresden, Chair of Wirtschaftsinformatik, esp. Systems Development, {richard.braun|werner.esswein}@tu-dresden.de

Abstract

This research article addresses the issue of meta model semantics in extensions of enterprise modeling languages by conducting an extensive analysis of 36 extensions of the process modeling language BPMN. The study reveals remarkable shortcomings regarding to semantic considerations both during extension design and extension specification. Only 50% of the analyzed extensions provide a clear description of the required domain concepts and only the minority conducts some kind of ontological comparison with original BPMN elements. Extension semantics largely arise directly from syntactical additions, but some extensions also introduce additional semantics without syntactical changes. Positively, semantic redefinitions are very rare. However, 80% of the analyzed extensions do not provide any semantic specification of the extension elements. We therefore outline several aspects for further improvement.

1 Introduction and Motivation

The Business Process Model and Notation (BPMN) is the prevalent modeling language for business process models, which are important units of analysis within the field of enterprise modeling (Vernadat 2003, Chinosi & Trombetta 2012). Enterprise modeling languages (EMLs) like BPMN are typically semi-formal conceptual modeling languages having a precisely defined syntax and informal semantics (Wand & Weber 2002). EMLs feature at least three specificities in comparison to other types of modeling languages: The relevance of perspectives (Frank 2014), the importance of a diagrammatic notation (Moody 2009) as well as the challenging role of semantics due to ambiguity (Höfferer 2007). The issue of semantics is explicitly broached in this research paper by focusing the example of BPMN extensions (cf. Braun 2015a). Recently published research articles ascertained a remarkable need for flexible and adaptable EMLs in order to satisfy situation-specific or domain-specific requirements (Bjekovic et al. 2014b, Braun 2015a). This need is especially caused by the diversity and characteristics of domains, enterprises and its perspectives, which factually precludes “one fits all” approaches (de Kinderen et al. 2014, Bjekovic et al. 2014b). However, research primarily investigates syntactical issues (cf. Braun & Esswein 2014a), mostly omitting semantics and pragmatics (cf. Bjekovic et al. 2014a). We argue that the consideration of semantics is crucial for two reasons: Justification of extension need and semantic explication. The

first aspect affects the necessity of comparing the expressiveness of an EML with the required expressiveness of a particular situation in order to rationally justify extension need and elaborate respective extension points. This issue is closely related to the second aspect of specifying the semantics of EMLs and its extensions as precise as possible in order to conduct the stated comparison and to explicate the semantics of added EML constructs.

This article therefore aims to investigate and illustrate the stated research problems by means of an extensive analysis of BPMN extensions in order to present the current state of affairs and formulate respective research challenges. The BPMN is used as it is a well-known and prevalent EML having a precise meta model, an extension interface and a remarkable number of considerable extensions (OMG 2011, Chinosi & Trombetta 2012, Braun & Esswein 2014a). This study explicitly focus the role of semantics on the meta model layer and does not directly relate to research on semantics on model layer (e.g. Havel et al. 2014). The remainder of this article is structured as follows. Section 2 introduces fundamentals on semantics of EMLs and summarizes the role of semantics in BPMN. Section 3 provides the main contribution of this article by presenting the extension analysis. Section 4 then presents the derived research challenges and proposes first approaches for their solution. The article ends with a short conclusion in Section 5.

2 Semantics and Language Extensibility

2.1 Semantics of Enterprise Modeling Languages

Semantics can be generally understood as meaning of expressions formed with a particular modeling language in regard of a specific domain (referring to Harel & Rumpe 2004 and Lindland et al. 1994). While there is common sense on parts of EML syntax (abstract and concrete), there is a missing consensus on parts of semantics¹. We share the understanding of Kühn (2004), who proposes a division into *semantic domain* and *semantic mapping*. The semantic domain covers all kinds of things the language should be able to express (Harel & Rumpe 2004, 68). Things are explicitly perceived as both real-world things and artificial things constructed for problem solution. Semantic domains contain *domain constructs* representing one or more things of an area of discourse (Lindland et al. 1994, 44). Different types of ontologies are appropriate for the semi-formal description of domain constructs (Höfferer et al. 2007, Opdahl et al. 2012), but they are usually described in natural language statements implying the lack of invariant interpretation (cf. Thalheim 2012). *Semantic mapping* describes the mapping of syntactical constructs to domain constructs (Kühn 2004). This mapping generally constitutes as interpretation (Wand & Weber 1993), since domains in enterprise modeling are usually not invariant, which means that domain constructs cannot be completely specified in a formal way (Pfeiffer & Gehlert 2005, 111-113). This constellation can be covered by the term *material semantics* (Gehlert et al. 2005), while *formal semantics* refers to the invariant interpretation of syntactical constructs that could enable automation (Guizzardi et al. 2002). Within the Computer Science discipline, semantics of conceptual modeling languages are mostly understood in the sense of formal semantics, which is also referred as *execution semantics* or *dynamic semantics* (e.g. Hausmann 2005). Basically, formal semantics can be described as the determined and invariant transformation from a valid state into a valid state. Those transformations are often specified by means of algebra or graph theory (e.g. Engels et al. 2000, Soltenborn & Engels 2009). State machines or Petri Nets are commonly used examples

¹ Semantics in the context of EMLs is further influenced by a range of aspects like the level of formalization, natural language or the underlying epistemological position.

enabling formal semantics (cf. Hausmann 2005, 25). The token-based control flow concept of BPMN bases on the idea of Petri Nets and leads to a certain “automation focus” within BPMN. This is evidently within BPMN specification, where semantics is primarily considered in the light of execution semantics (OMG 2011, 425; Bork & Fill 2014, 3402).

2.2 Semantics of the Business Process Model and Notation (BPMN)

Like in most EMLs (cf. Opdahl et al. 2012), the specification of BPMN strongly focuses the syntax and the explanation of its semantics is limited to supplemented informal statements (OMG 2011). Thereby, references to the material semantics of BPMN are only given for some elements and those statements are rather under-specified, since BPMN is designed as domain-independent process modeling language (e.g. OMG 2011, 306). Instead, semantics are rather addressed as execution semantics (OMG 2011, 435). Several *flow objects* are therefore textually specified regarding to their execution and corresponding workflow patterns. Concepts related to material semantics (e.g. *Manual Tasks, Data Objects* or *Pools*) are not semantically specified in detail.

Natschläger (2011b) published a BPMN 2.0 ontology aiming to remedy incomplete, distributed and partly contradictory element definitions within the original BPMN specification. The author explicitly aims to provide a formal semantics ontology (Natschläger 2011b, 3) and does not consider material semantics. Instead, the ontology can be rather seen as groundwork for the revision of the BPMN meta model. Rospocher et al. (2014) adopt a similar approach. Opdahl et al. (2012) mention a BPMN ontology based on UEML, which has not been published so far. Consequently, the conduction of ontological comparisons remains difficult and reduces the methodical rigor during extension design (cf. Braun & Esswein 2014a, Braun 2015b).

3 Semantic Review of BPMN Extensions

We have conducted an analysis of BPMN extensions in order to elaborate the current state of affairs in terms of the consideration of semantic aspects in extension design. The analysis rests on the extension list presented in Braun & Esswein (2014a), which was expanded by six recently published extensions. Table 1 presents the results of the analysis, which are discussed in the following sub sections according to the following criteria. *Extension need* investigates the precise explication of the extension reasons or requirements (Section 3.1). *Comparison* reflects, whether the extension bases on an explicitly conducted semantic comparison with original BPMN concepts (Section 3.2). The criterion *Extension Types* stands for the particularly applied types of implementing the extension (Section 3.3). The criterion *Explication* addresses the question, whether the semantics of the added concepts is appropriately expressed (Section 3.4). Finally, *Formality* refers to the type of semantics that is provided by an extension (Section 3.5).

Article and Extension Purpose or Domain	BPMN Version	(a) Ext. Need	(b) Comparison	(c) Ext. Type	(d) Explication	(e) Formality
Altuhhov et al. (2013) - Risk Management	2.0	✓	✓	SEM-ADD SYN-ADD	– (CON)	M
Awad et al. (2009) - Resource allocation	1.1	✓	–	SYN-ADD	– (SYN)	M/F
Baumgrass et al. (2014) - Process event monitoring	2.0	–	–	SYN-ADD	– (CON)	M
Bocciarelli & D'Ambrogio (2011) - Performance properties	2.0	–	–	SYN-ADD	– (MAP)	M

Article and Extension Purpose or Domain	BPMN Version	(a) Ext. Need	(b) Comparison	(c) Ext. Type	(d) Explication	(e) Formality
Brambilla et al. (2012) - Social BPM	2.0	-	-	-	-(CON)	M
Braun & Esswein (2014b) - Production resources	2.0	✓	✓	SYN-ADD SYN-SPE	-(SYN)	M
Braun et al. (2015) - Clinical pathways	2.0	✓	✓	SYN-ADD SYN-SPE	✓ (TEX)	M
Brucker et al. (2012) - Security and compliance	2.0	-	-	-	-(CON)	M
Charfi et al. (2010) - Aspects (AOP)	1.2	✓	✓	SEM-ADD SEM-SPE	✓ (TEX)	M
Cherdantseva et al. (2012) - Information assurance	2.0	✓	✓	-	-(CON)	M
Friedenstab et al. (2012) - Business activity monitoring	2.0	✓	-	SYN-ADD	-(SYN)	M
Gagne & Trudel (2009) - Time aspects	1.2	-	-	-	-(CON)	M
Großkopf (2007) - Human resources	1.0	✓	✓	SYN-ADD	✓ (TEX)	M/F
Kopp et al. (2012) - TOSCA	2.0	✓	-	SYN-SPE	-(SYN)	M
Korherr & List (2007) - Performance measures	1.0	✓	-	SYN-ADD	-(SYN)	M
Lodhi et al. (2011) - Process evaluation	2.0	-	-	SEM-SPE	-(CON)	M
Lohmann & Nyolt (2012) - Artifacts	2.0	-	-	SEM-RED	-(CON)	M
Magnani & Montesi (2007) - Costs	1.0	-	-	-	-(CON)	M/F
Magnani & Montesi (2009) - Data modeling	1.2	-	-	SEM-RED	-(CON)	M
Marcinkowski & Kuciapski (2012) - Risk management	2.0	-	-	SYN-SPE	-(SYN)	M
Müller-Wickop & Schultz (2013) - Audits	2.0	✓	-	SYN-SPE	✓ (TEX)	M
Natschläger (2011a) - Deontic Logic	2.0	-	-	-	-(CON)	(F)
Parody et al. (2012) - Data constraints	2.0	-	-	-	-(SYN)	M
Pillat et al. (2012) - Process tailoring	2.0	✓	-	SYN-ADD	-(SYN)	M
Rodriguez et al. (2007) - Security	1.0	✓	✓	-	✓ (TEX)	M
Rodriguez et al. (2012) - Data quality	2.0	-	-	-	-(SYN)	M
Saeedi et al. (2010) - Service quality requirements	2.0	✓	✓	SYN-ADD	-(SYN)	M
Saleem et al. (2012) - Security, SOA	2.0	-	-	-	-(CON)	M
Schleicher et al. (2010) - Compliance	2.0	-	-	-	-(CON)	M
Schultz & Radloff (2014) - Internal controls	2.0	✓	-	SYN-ADD	✓ (TEX)	M
Sperner et al. (2011) - Internet of Things	2.0	✓	✓	-	-(MAP)	M
Stroppi et al. (2015) - Resources	2.0	-	-	SYN-ADD SYN-SPE	-(SYN)	M/F
Sungur et al. (2013) - Wireless sensor networks	2.0	✓	-	SEM-ADD SYN-SPE	✓ (TEX)	M
Supulniece et al. (2010) - Knowledge management	2.0	✓	✓	SEM-ADD SEM-RED	-(MAP)	M
Wolter & Schaad (2007) - Authorization constraints	1.0	-	-	-	-(CON)	M
Zor et al. (2011) - Manufacturing	2.0	-	✓	SEM-RED SEM-SPE	-(MAP)	M

Table 1: Analyzed BPMN extensions and their values for the given criteria

3.1 Explication of Extension Need

Each language extension is initially caused by particular requirements coming from a domain or business problem (Braun 2015a). This requirements knowledge triggers the analysis of the host language in order to proof its capabilities for satisfying the requirements. It is therefore advisable to provide an initial conceptualization of the domain in order to define concepts and properties as a solid fundament for comparison. We found that 50% (18 in total) of the extensions provide a

sufficiently detailed explication of the domain concepts or requirements, whereby the degree of formalization differs. Five extensions (14%) use *conceptual domain models* (Altuhhov et al. 2013, Rodriguez et al. 2012, Supulniece et al. 2010, Sperner et al. 2011, Korherr & List 2007) and three extensions (8%) present a *domain ontology* as base for extension (Braun & Esswein 2014b, Braun et al. 2015, Cherdantseva et al. 2012). Both domains models and ontologies are further explained textually. Another two extensions (6%) justify the extension need by *patterns* (Awad et al. 2009, Großkopf 2007). Four extensions (11%) base on explicitly defined *requirements* (Kopp et al. 2012, Müller-Wickop & Schultz 2013, Sungur et al. 2013, Schultz & Radloff 2014), whereby one extension combines an ontology with a requirements set (Braun et al. 2015) and one extension combines domain models with requirements (Supulniece et al. 2010). Four extensions (11%) do not provide semi-formal models but rather *detailed textual descriptions* of the area of discourse (Charfi et al. 2010, Saeedi et al. 2010, Friedenstab et al. 2012, Pillat et al. 2012).

3.2 Comparison with the Semantics of Original Concepts

It is important to compare the identified extension need with the expressiveness of the host language (cf. Rosemann et al. 2004) in order to ensure a maximum of language exploitation, avoid redundant elements and hence justify the extension need. This is especially important for BPMN *dialects* possessing multiple element extensions and specializations (e.g. Braun et al. 2015, Zor et al. 2011). The analysis reveals a remarkable lack at this point, since only 33% of the extensions conduct at least some sort of semantic comparison. One extension work presents a structured *ontological comparison* (Braun et al. 2015) and another four extensions *map* the identified extension concepts to the semantics of original concepts indicating either semantic equivalence or similarity in the sense of a sub type (Bocciarelli & D'Ambrogio 2011, Supulniece et al. 2010, Sperner et al. 2011, Zor et al. 2011). Seven extensions compare some concepts textually, but not in a structured manner (Saeedi et al. 2010, Cherdantseva et al. 2012, Braun & Esswein 2014b, Charfi et al. 2010, Großkopf 2007, Rodriguez et al. 2012, Marcinkowski & Kuciapski 2012). Semantic differences between extension concepts and original concepts are only explicated in a few works (structured in Braun et al. 2015, textually in Braun & Esswein 2014b, Supulniece et al. 2010 and Sperner et al. 2011). The most extensions (66%) do not provide any comparison, although procedural transparency is vital for rigorous design-oriented research (cf. Gleasure et al. 2012). To be fair, some extensions refer to early BPMN 1.x versions (cf. Table 1), which did not provide standardized specifications. But also several BPMN 2.0 extensions (e.g. Friedenstab et al. 2012, Schultz & Radloff 2014) eschew justification representation, albeit we assume that the authors at least mentally applied such comparisons.

3.3 Types of Semantic Extensions

An extension can affect the syntax, the semantics or both parts. Semantic changes can be conducted in two ways. In the first type, a particular syntactical concept remains unaffected, but its semantic mappings to domain constructs are changed (Section 3.3.1). In the second type, semantic changes are solely caused by syntactical changes (Section 3.3.2).

3.3.1 Changing Semantics without Syntactical Changes

Figure a symbolizes the case of **adding semantics** by introducing additional semantic mappings (*SEM-ADD* in Table 1). A particular meta model is intended to be used for the representation of further domain concepts. We found semantic adding in Charfi et al. (2010) (e.g. *Flow Objects* act as *Joint Points*), Supulniece et al. (2010) (e.g. *Activities* also act as knowledge activities), Sperner

et al. (2011) (e.g. *Annotations* are understood as physical entities) and Altuhhov et al. (2013) (e.g. *Events* are additionally understood as perceived threats).

Figure b presents **specifying semantics**, which addresses situations where domain concepts are specified and explicitly referred by an introduced semantic mapping (*SEM-SPE* in Table 1c). This may occur if a construct is intentionally under-specified (e.g. *Lanes* in BPMN (OMG 2011, 306)). We found this type in Charfi et al. (2010), where *Data Objects* are also understood as *Pointcuts*, as well as in Lodhi et al. (2011) and Zor et al. (2011), where *Lanes* are specified.

Figure c depicts the type of **redefining semantics**, which covers the deletion of original semantic mappings and their replacement by new mappings (*SEM-RED* in Table 1c). For instance, Lohmann & Nyolt (2012) explicitly abuses control flow constructs in order to model the evolution of object life cycles (Lohmann & Nyolt 2012, 58). Also Magnani & Montesi (2009) and Supulniece et al. (2010) misuse *Data Objects* by integrating them into the control flow of BPMN. Further, Zor et al. (2011) extend the semantics of *Gateways* in terms of using them for material flows, although BPMN is explicitly no data-flow language (OMG 2011, 22).

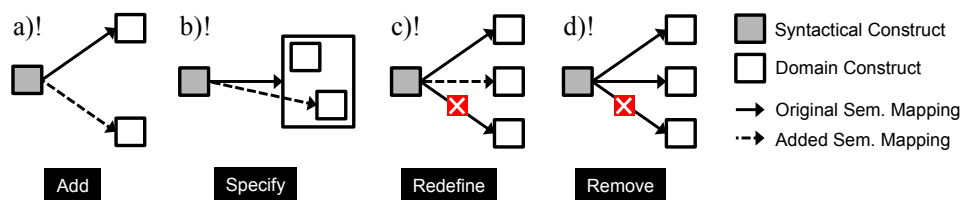


Figure 1: Types of changing the semantics

Figure d represents the **removing semantics** type, which covers the deletion of semantic mappings without integrating any alternative mapping for a syntactical construct (*SEM-REM* in Table 1c). This type makes the modeling language less specific and causes a higher level of interpretation. Within our study we could not find any extension that removes semantics. Both redefining and removing semantics are forbidden by BPMN, as it only allows extensions by addition, ensuring a valid meta model core (OMG 2011, 44).

3.3.2 Additional Semantics Due to Additional Syntax

The second type of introducing additional semantics covers the case of adding syntactical constructs, which usually causes new semantics (*SYN-ADD* in Table 1c). Additional syntax is the most prevalent reason for additional semantics (e.g. Friedenstab et al. 2012, Baumgrass et al. 2014). A special type of this is specialization (*SYN-SPE* in Table 1c). This occurs, if a domain concept is specialized and this specialization is also represented by a sub type within the meta model (e.g. Kopp et al. 2012, Müller-Wickop & Schultz 2013, Stroppi et al. 2015).

3.4 Explication of Extension Semantics

This aspect addresses the question, whether the intended semantic domain and the semantic mapping of the extension are precisely described (e.g. as ontology (Höfferer 2007, Opdahl et al. 2012)) in order to ensure comprehensibility (Santos et al. 2013, 690) and to reveal the extension purpose transparently (Bjekovic et al. 2014a). This explicitly includes those extensions, which only add semantics. Our analysis reveals that nearly 80% do *not* provide such required explanations for different reasons. Firstly, semantics are not considered at all (39%, e.g. Lodhi et al. 2011,

Baumgrass et al. 2014). Secondly, the publications provide textual explanations, which solely focus the syntax and omit the semantic domain (31%, e.g. Braun & Esswein 2014b). Thirdly, semantics are naturally not explicitly considered, since domain concepts are mapped to original concepts (11%). Only 19% of the extensions explicitly refer to the semantic domain (e.g. Charfi et al. 2010, Müller-Wickop & Schultz 2013). However, all explanations are provided in informal statements, which causes the already stated interpretation issue (cf. Section 2.1).

Table 1d summarizes the results concerning this aspect. Thereby, “–” stands for missing semantic explications and “✓” means that there is some kind of semantic description. The reason for the assessment is stated in brackets. *CON* covers simply missing consideration. *MAP* indicates that the domain concepts are mapped to original concepts and further explication was therefore not given. *SYN* covers the case of solely describing the introduced abstract syntax, which can be seen as redundant, since syntactical constructs are both described diagrammatically (meta model) and textually (natural language based statements). *TEX* refers to textual explanations.

3.5 Formality

The formality of semantics was analyzed, since BPMN both concerns material and formal semantics (cf. Section 2.2). Formal semantics are relevant for process run time (e.g. process simulation), while material semantics are primarily used during design time (e.g. documentation). Due to mostly missing semantic explications (cf. Section 3.4), it was necessary to investigate, whether the proposed concepts can be executed invariantly. This contains also a consideration of extended elements. If those elements are “non-executable” (OMG 2011, 435), then extension semantics are usually material.

Four extensions (11%) have at least partially formal semantics. More precisely, a sole assignment to material semantics was not feasible. Awad et al. (2009) specify role-based resource allocation constraints, which could enable process automation. However, particular roles, authorizations and organizations have to be interpreted. Similar constellations can be observed in Stroppi et al. (2015) and Großkopf (2007). Magnani & Montesi (2007) propose cost-related annotations to tasks in BPMN. On the one hand, those costs can be automatically analyzed, but on the other hand, their real-world interpretation remains open. The stated works clearly intend some kind of automation and prepare this by the extension elements. Those extensions are hence assessed as “*M/F*” indicating material semantics with an intention on formal semantics (cf. Table 1e). One extension (3%) has formal semantics: Natschläger (2011a) extends the BPMN by building a transformation-based BPMN dialect for applying deontic logic. However, this extension constitutes as exception, as it aims to rather analyze particular models instead of executing them. This type is annotated as “*(F)*” in Table 1e. Finally, the vast majority of the extensions (86%) refers to material semantics. For instance, *Evidence-based Gateways* in Braun et al. (2015) require situational interpretation, which hampers automation. In addition, the semantics of *Evidence Indicators* cannot be formalized due to the complexity of the domain and its terminology. This aspect also holds true for a range of other addressed domains like security objectives (Altuhhov et al. 2013) or risk types (Marcinkowski & Kuciapski 2012), for instance.

4 Implications and Possible Approaches

Figure 2 summarizes the most important results of the BPMN extension analysis, which reveals several issues regarding extension design and extension specification. First and foremost, the actual

extension goal in the form of explicating the addressed ontological concepts remains mostly imprecise and vague. Consequently, most extensions do not provide a comparison with the semantics of the host language. Both issues limit design rigor. The semantics of BPMN are primarily extended by the direct introduction of syntactical constructs. Extending the semantics of BPMN while keeping the meta model unaffected is very unusual and constitutes as additional or specialized meanings in regard of a particular domain understanding. Only very few extensions conduct illegal redefinitions of semantics, which is a positive result. However, a particular need for “non process flow” concepts (e.g. data flows or material flows) as well as complex resource-related constructs became obvious and might be relevant for BPMN language evolution (Braun & Esswein 2014a, 54). The explication of variations as well as the semantics of introduced constructs is more or less missing in all extensions, which is a severe shortcoming in regard of reuse and understanding. The perceived lack of semantic clarity also hampers the differentiation between intentionally formal and material semantics of extensions.

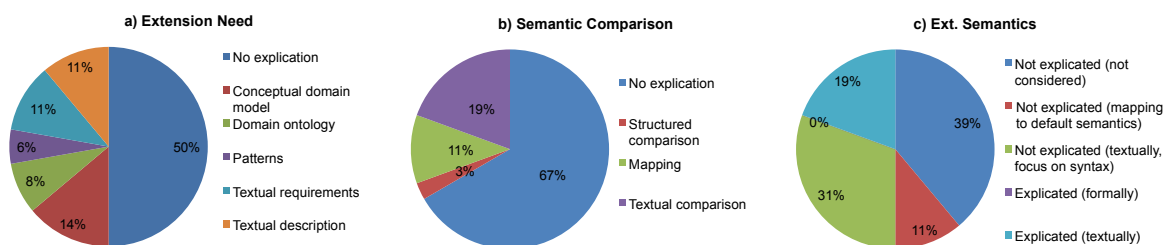


Figure 2: Distribution of values regarding to the explication of the extension need, conducted semantic comparisons and extension semantics

These observations correspond to the recognized lack of specifying semantics in EMLs (Wysusek 2006, Bjekovic et al. 2014a). The most extensions only provide natural language based explanations of the added abstract syntax, which causes respective lexical issues (e.g. Gehlert et al. 2005). We therefore propose the following topics for further research:

Semi-formal specification of extension semantics: It is extremely important to specify the semantic domain and the semantic mapping of extension constructs structurally in order to explicate the intended meaning (cf. Höfferer 2007). Therefore, the UEML approach of Opdahl et al. (2012) is very promising in terms of providing general concepts for modeling. Additionally, the integration of domain-specific ontologies might reduce the lack of lexical ambiguities.

Support for semantic comparison: The need for methodical support in terms of justifying respective extension need is obvious. Therefore, approaches from the field of ontological analysis should be adapted (Rosemann et al. 2004, Pfeiffer & Gehlert 2005, Opdahl et al. 2012). Respective ontologically founded differences should then support the selection and implementation of an appropriate extension technique (Braun 2015a). This may also overcome the traditional syntax overemphasis and could generate more useful extensions (cf. Bjekovic et al. 2014a). Semantic comparison further requires a semantic description of BPMN itself, which is currently missing.

Standardized extension specification: Our study also discloses the heterogeneity of extension design and specification. We therefore propose a standardized specification framework for BPMN extensions providing the syntax and a structured semantic description (e.g. relevant ontologies and correspondence measures). Therefore, service description approaches or specification approaches from model component research could be leveraged (de Kinderen et al. 2014).

Material and formal semantics: Finally, BPMN extensions should clarify, whether they intend to provide formal semantics or material semantics. Formal semantics needs special consideration and well-defined description techniques, which are currently not available within BPMN. The adaptation of model-driven engineering approaches should be examined (e.g. Engels et al. 2000).

5 Conclusion

This article aims to bring light into the area of EML extension semantics using the case of BPMN. We therefore conducted an analysis of 36 BPMN extensions in order to elaborate the current state of affairs. Due to the increasing level of EML standardization, extensions and adaptations become more and more important (Bjekovic et al. 2014b, Braun 2015b). Semantics is crucial in terms of language adaptation and comprehensibility (Harel & Rumpe 2004). To the best of our knowledge, this is the first explicit investigation in this context. The article therefore contributes to the knowledge base by providing the current state of affairs. The analysis reveals a lack of semantic considerations both during extension design (procedural aspect) and extension description (static aspect). The analysis also confirms the general assumption that syntax is overemphasized, although EML definitions should consist of syntax, semantics and pragmatics (Bjekovic et al. 2014a). Although semantics is some kind of an “evergreen issue” within the Information Systems discipline, we propose a better consideration of available approaches from different research fields (e.g. Opdahl et al. 2012, Engels 2000) in order to *diminish the semantic gap* in EML definitions. We therefore work on an EML extension kit containing method fragments for integrated semantic specification of EML extensions.

Acknowledgement: This research paper presents partial research results from the research project SFB Transregio 96, which is funded by the German Research Foundation (DFG). We further appreciate the MKWI reviewer comments on meta model issues in BPMN 1.x versions.

6 References

- Altuhhov O, Matulevicius R, Ahmed N (2013) An Extension of Business Process Model and Notation for Security Risk Management. IJOSMD 4(4): 93–113
- Awad A, Grosskopf A, Meyer A, Weske M (2009) Enabling Resource Assignment Constraints in BPMN. Hasso Plattner Institute, University of Potsdam
- Baumgrass A, Herzberg N, Meyer A, Weske M (2014) BPMN Extension for Business Process Monitoring. EMISA
- Bjekovic M, Proper HA, Sottet JS (2014a) Embracing Pragmatics. LNCS 8824: 431–444
- Bjekovic M, Proper HA, Sottet JS (2014b) Enterprise Modelling Languages – Just Enough Standardisation? Business Modeling and Software Design, LNBIP 173: 1–23
- Bocciarelli P, D’Ambrogio A (2011) A BPMN Extension for Modeling Non Functional Properties of Business Processes. Proc. Symposium on Theory of Modeling & Simulation: 160–168
- Bork D, Fill HG (2014) Formal Aspects of Enterprise Modeling Methods: A Comparison Framework. Proc. of the 47th HICSS, IEEE: 3400–3409

- Brambilla M, Fraternali P, Vaca Ruiz CK (2012) Combining Social Web and BPM for Improving Enterprise Performances: The BPM4People Approach to Social BPM. Proceedings of the 21st Int. Conference on World Wide Web: 223–226
- Braun R (2015a) Behind the Scenes of the BPMN Extension Mechanism – Principles, Problems and Options for Improvement. MODELSWARD 2015: 403–410
- Braun R (2015b) Towards the State of the Art of Extending Enterprise Modeling Languages. MODELSWARD 2015: 394–402
- Braun R, Esswein W (2014a) Classification of Domain-Specific BPMN Extensions. LNBIP 147: 42–57
- Braun R, Esswein W (2014b) Extending BPMN for Modeling Resource Aspects in the Domain of Machine Tools. WIT Transactions on Engineering Sciences 87: 450–458
- Braun R, Schlieter H, Burwitz M, Esswein W (2015) Extending a Business Process Modeling Language for Domain-Specific Adaptation in Healthcare. Wirtschaftsinformatik Proceedings
- Brucker AD, Hang I, Lückemeyer G, Ruparel R (2012) SecureBPMN: Modeling and Enforcing Access Control Requirements in Business Processes. Proc. of the 17th ACM symposium on Access Control Models and Technologies: 123–126
- Charfi A, Müller H, Mezini M (2010) Aspect-Oriented Business Process Modeling with AO4BPMN. Modelling Foundations and Applications: 48–61
- Cherdantseva Y, Hilton J, Rana O (2012) Towards SecureBPMN – Aligning BPMN with the Information Assurance and Security Domain. Springer
- Chinosi M, Trombetta A (2012) BPMN: An Introduction to the Standard. Computer Standards & Interfaces 34(1): 124–134
- De Kinderen S, Ma Q, Proper HA (2014) Model Bundling: Towards a Value-Based Componential Approach for Language Engineering. Workshop on Value Modeling and Business Ontology
- Engels G, Hausmann JH, Heckel R, Sauer S (2000) Dynamic Meta Modeling. UML 2000 – The Unified Modeling Language, Springer: 323–337
- Frank U (2014) Multi-Perspective Enterprise Modeling: Foundational Concepts, Prospects and Future Research Challenges. Software & Systems Modeling 13(3): 941–962
- Friedenstab J, Janiesch C, Matzner M, Muller O (2012) Extending BPMN for Business Activity Monitoring. Proc. of the 45th HICSS: 4158–4167
- Gagne D, Trudel A (2009) Time-BPMN. IEEE Conference on CEC: 361–367
- Gehlert A, Buckmann U, Esswein W (2005) Ontology Based Method Engineering. AMCIS 2005
- Gleasure R, Feller J, O'Flaherty BF (2012) Procedurally Transparent Design Science Research: A Design Process Model. Proc. of the 33rd ICIS
- Großkopf A (2007) An Extended Resource Information Layer for BPMN. Hasso Plattner Institute, University of Potsdam
- Guizzardi G, Herre H, Wagner G (2002) On the General Ontological Foundations of Conceptual Modeling. LNCS 2503: 65–78
- Harel D, Rumpe B (2004) Meaningful Modeling: What's the Semantics of Semantics? Computer 37(10): 64–72

- Hausmann JH (2005) Dynamic Meta Modeling. PhD Thesis, University of Paderborn
- Havel JM, Steinhorst M, Dietrich HA, Delfmann P (2014) Supporting Terminological Standardization in Conceptual Models. Proc. of the 22nd ECIS
- Höfferer P (2007) Achieving Business Process Model Interoperability Using Metamodels and Ontologies. Proc. of the 15th ECIS: 1620–1631
- Kopp O, Binz T, Breitenbücher U, Leymann F (2012) BPMN4TOSCA: A Domain-Specific Language to Model Management Plans for Composite Applications. BPMN: 38–52
- Korherr B, List B (2007) Extending the EPC and the BPMN with Business Process Goals and Performance Measures. Proceedings of the 9th ICEIS: 287–294
- Kühn H (2004): Methodenintegration im Business Engineering. PhD Thesis, Universität Wien
- Lindland OI, Sindre G, Solvberg A (1994) Understanding Quality in Conceptual Modeling. IEEE Software 11(2): 42–29
- Lodhi A, Küppen V, Saake G (2011) An Extension of BPMN Meta-Model for Evaluation of Business Processes. Scientific Journal of Riga Technical University 43(1): 27–34
- Lohmann N, Nyolt M (2012) Artifact-Centric Modeling Using BPMN. Workshops in Service-Oriented Computing: 54–65
- Magnani M, Montesi D (2007) BPMN: How Much Does it Cost? An Incremental Approach. Business Process Management: 80–87
- Magnani M, Montesi D (2009) BPDMMN: A Conservative Extension of BPMN with Enhanced Data Representation Capabilities. Proc. of CoRR
- Marcinkowski B, Kuciapski M (2012) A Business Process Modeling Notation Extension for Risk Handling. Computer Information Systems and Industrial Management: 374–381
- Moody DL (2009) The “Physics” of Notations: Toward a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering. IEEE Trans. on Software Engineering 35(6): 756–779
- Müller-Wickop N, Schultz M (2013) Modelling Concepts for Process Audits – Empirically Grounded Extension of BPMN. Proc. of the 21st ECIS: 194–206
- Natschläger C (2011a) Deontic BPMN. Database and Expert Systems Applications: 264–278
- Natschläger C (2011b) Towards a BPMN 2.0 Ontology. BPMN, Springer: 1–15
- OMG (2011) Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0. OMG
- Opdahl AL, Berio G, Harzallah M, Matulevicius R (2012) An Ontology for Enterprise and Information Systems Modelling. Applied Ontology 7(1): 49–92
- Parody L, Gómez-López MT, Gasca RM (2012) Extending BPMN 2.0 for Modelling the Combination of Activities that Involve Data Constraints. BPMN, Springer: 68–82
- Pfeiffer D, Gehlert A (2005) A Framework for Comparing Conceptual Models. Proceedings of the EMISA Workshop 2005: 108–122
- Pillat RM, Oliveira TC, Fonseca FL (2012) Introducing Software Process Tailoring to BPMN: BPMNt. Int. Conference on Software and System Process: 58–62
- Rodríguez A, Caro A, Cappiello C, Caballero I (2012) A BPMN Extension for Including Data Quality Requirements in Business Process Modeling

- Rodríguez A, Fernández-Medina E, Piattini M (2007) A BPMN Extension for the Modeling of Security Requirements in Business Processes. *IEICE Trans. on Inf. and Sys.* 90(4): 745–752
- Rosemann M, Green P, Indulska M (2004) A Reference Methodology for Conducting Ontological Analyses. *LNCS 3288*: 110–121
- Rospocher M, Ghidini C, Serafini L (2014) An Ontology for The Business Process Modelling Notation. *Proc. of the 8th Int. Conference Formal Ontology in Information Systems*: 133–146
- Saeedi K, Zhao L, Sampaio PRF (2010) Extending BPMN for Supporting Customer-Facing Service Quality Requirements. *IEEE Int. Conference on Web Services*: 616–623
- Saleem M, Jaafar J, Hassan M (2012) A Domain-Specific Language for Modelling Security Objectives in Business Process Models of SOA Applications. *AISS 4(1)*: 353–362
- Santos PS, Almeida JP, Guizzardi G (2013) An Ontology-Based Analysis and Semantics for Organizational Structure Modeling in the ARIS Method. *Information Systems* 38(5): 690–708
- Schleicher D, Leymann F, Schumm D, Weidmann M (2010) Compliance Scopes: Extending the BPMN 2.0 Meta Model to Specify Compliance Requirements. *IEEE Int. Conference on Service-Oriented Computing and Applications*: 1–8
- Schultz M, Radloff M (2014) Modeling Concepts for Internal Controls in Business Processes – An Empirically Grounded Extension of BPMN. *LNCS 8659*: 184–199
- Soltenborn C, Engels G (2009) Towards Test-Driven Semantics Specification. *MODELS 2009*, *LNCS 5795*: 378–392
- Sperner K, Meyer S, Magerkurth C (2011) Introducing Entity-Based Concepts to Business Process Modeling. *BPMN*, Springer: 166–171
- Stroppi LJR, Chiotti O, Villarreal PD (2015) Defining the Resource Perspective in the Development of Processes-Aware Information Systems. *Inf. and Softw. Technology*: 86–108
- Sungur CT, Spiess P, Oertel N, Kopp O (2013) Extending BPMN for Wireless Sensor Networks. *IEEE 15th Conference on Business Informatics*: 109–116
- Supulniece I, Businska L, Kirikova M (2010) Towards Extending BPMN with the Knowledge Dimension. *Enterprise, Business Process and Information Systems Modeling*: 69–81
- Thalheim B (2012) *Syntax, Semantics and Pragmatics of Conceptual Modelling*. Natural Language Processing and Information Systems, Springer: 1–10
- Vernadat FB (2003) *Enterprise Modelling and Integration*. Springer
- Wand Y, Weber R (1993) On the Ontological Expressiveness of Information Systems Analysis and Design Grammars. *ISJ 3(4)*: 217–237
- Wand Y, Weber R (2002) Research Commentary: Information Systems and Conceptual Modelling – A Research Agenda. *ISR 13(4)*: 363–376
- Wolter C, Schaad A (2007) Modeling of Task-Based Authorization Constraints in BPMN. *Business Process Management*: 64–79
- Wyssusek B (2006) On Ontological Foundations of Conceptual Modelling. *Scandinavian Journal of Information Systems* 18(1): article 9
- Zor S, Leymann F, Schumm D (2011) A Proposal of BPMN Extensions for the Manufacturing Domain. *Proceedings of 44th CIRP Int. Conference on Manufacturing Systems*

Modellierungssprachenunabhängige IT-basierte Geschäftsprozessanalyse

Andreas Drescher¹

¹ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB), Andreas.Drescher@kit.edu

Abstract

Für die Modellierung von Geschäftsprozessen werden zum einen anwendungsdomänen-unabhängige Modellierungssprachen, wie EPK oder BPMN sowie zum anderen, insbesondere in der Praxis, domänenspezifische Sprachen, wie die PICTURE-Methode, angewendet. Dabei steht die Dokumentation der Prozesse im Vordergrund, so dass die Anforderungen für eine nachgelagerte Analyse, Simulation oder auch Implementierung in der Regel nicht berücksichtigt werden. Diese würde eine vollständige, präzise und widerspruchsfreie Syntax und Semantik erfordern sowie ein entsprechendes Modellierungswerkzeug. Für diesen Zweck können die semi-formalen Modellierungssprachen in eine formale Beschreibung, wie z.B. Petri-Netze oder BPMN transformiert werden. Dabei ist es eigentlich erstrebenswert, einen Notationswechsel zu vermeiden, so dass im Rahmen dieser Arbeit eine Methode zur leichtgewichtigen Formalisierung von Modellierungssprachen mit Hilfe von BPMN vorgestellt wird. In diesem Zusammenhang soll für beliebige, graphische, insbesondere domänenspezifische Geschäftsprozessmodellierungssprachen, unabhängig vom Formalisierungsgrad und ohne ein Notationswechsel, eine IT-basierte Analyse sowie Simulation ermöglicht werden.

1 Einleitung

Die Modellierung von Geschäftsprozessen sowie die damit einhergehende Dokumentation der betrieblichen Abläufe wird unter anderem für die Erhöhung der Transparenz bzw. die bessere Verständlichkeit eines ausgewählten Prozesses, einer Qualitätsmanagementzertifizierung oder für eine leichtere Einarbeitung neuer Mitarbeiter herangezogen (Oberweis 1996). In diesem Zusammenhang werden Modellierungssprachen verwendet, welche durch eine Notation, Syntax und Semantik spezifiziert wird. Dabei repräsentiert die Notation die graphischen Modellierungselemente. Die Syntax definiert die Grammatik der Modellierungssprache und die Semantik die Bedeutung der Elemente (Fill and Karagiannis 2013). Der Formalisierungsgrad wird durch die vollständige, präzise und widerspruchsfreie Beschreibung der einzelnen Komponenten (Notation, Syntax und Semantik) bestimmt, so dass die Wahl der Modellierungssprache einen essentiellen Baustein für die nachgelagerten Phasen im Geschäftsprozessmanagement (Design und Analyse, Konfiguration, Enactment und Evaluation (Weske 2012)) bildet. Dementsprechend können bspw.

durch formale Modellierungssprachen Analysen durchgeführt werden, die nicht oder nur schwer am Original möglich sind, um eine damit einhergehende Verbesserung der betrieblichen Abläufe zu ermöglichen (Oberweis 1996; Aalst, W.M.P. van der 2010). Darüber hinaus können Analysen für die syntaktische Korrektheit, Widerspruchsfreiheit oder Redundanzfreiheit herangezogen werden, aber auch um inhaltliche Aspekte während der Modellierungsphase zu betrachten. Das Ziel der Geschäftsprozessanalyse ist unter anderem die Reorganisation bzw. Optimierung von Geschäftsprozessen im Kontext der Produktqualität, Durchlaufzeiten, Kundenbedürfnisse und Erhöhung der Effizienz. Mit Hilfe der IT-basierten Geschäftsprozessanalyse können quantitative Aussagen z.B. über die Mindestdauer, den Ressourcenverbrauch oder die Kapazitätsauslastung getätigt werden. Im Rahmen der Reorganisation kann ebenfalls die Simulation herangezogen werden, um Geschäftsprozessalternativen zu evaluieren und deren Auswirkungen miteinander zu vergleichen (Oberweis 1996). Für die Konfiguration muss sowohl die Syntax als auch die Semantik der Modellierungssprache vollständig, präzise und widerspruchsfrei definiert sein (Oberweis 1996), um Missverständnisse bei der Implementierung zu vermeiden.

In der Praxis werden jedoch häufig anwendungsdomänenabhängige Modellierungssprachen eingesetzt, welche durch einen geringen Verbreitungsgrad, fehlende Werkzeugunterstützung und eine semi-formale Beschreibung charakterisiert werden (Braun et al. 2015), aber für Stakeholder leichter zu verstehen sind (Bicevskis et al. 2010), obwohl eigentlich eine formale Beschreibung für die konsistente Anwendung aller Phasen des Geschäftsprozessmanagements benötigt wird. Aufgrund der fehlenden Werkzeugunterstützung wird oftmals Microsoft Visio in der Praxis verwendet (Kocbek et al. 2015). Im Gegensatz dazu existieren in der Regel für die anwendungsdomänenunabhängigen Modellierungssprachen, wie EPK (Kindler 2006), UML-AD (Sarstedt 2006) oder BPMN (Natschläger 2011) formale Beschreibungen oder Transformationsverfahren in Petri-Netze, wie von (Aalst, W.M.P. van der 1999) aufgezeigt. Jedoch ermöglichen zahlreiche Modellierungswerkzeuge keine umfassende Analyse- oder Simulationskomponente für Geschäftsprozesse, sodass wiederum eine Transformation in ein anderes Modellierungswerkzeug für die Analyse oder Simulation erforderlich ist. Für den Austausch von Geschäftsprozessmodellen zwischen Modellierungswerkzeugen existieren bspw. XML-basierte Sprachen, wie GXL (Holt et al. 2006) oder BPMN XSD (OMG 2013), wobei trotz dieser standardisierten Formate nicht sichergestellt werden kann, dass eine reibungslose Portierung möglich ist (Ko, R. K. L. et al. 2009). Dementsprechend wäre ein Analyse- und Simulationskomponente wünschenswert, welche unabhängig von der verwendeten Modellierungssprache, -werkzeug und Formalisierungsgrad eingesetzt werden kann.

In diesem Zusammenhang soll im Rahmen dieses Beitrags ein leichtgewichtiges Artefakt vorgestellt werden, mit dessen Hilfe die Phasen des Geschäftsprozessmanagements, unabhängig von der verwendeten Modellierungssprache, angewendet werden können. Hierfür wird nicht, wie bei der klassischen Transformation von Modellierungssprachen ein Notationswechsel vorgenommen, sondern stattdessen die formal definierte Semantik von BPMN (Kossak et al. 2014) auf die verwendete Modellierungssprache transformiert. Die Transformation der BPMN-Semantik, auf die verwendete Modellierungssprache, erfolgt über die Notation durch den Endanwender und wird in einem Transformationsprofil gespeichert. Für die anwendungsdomänenunabhängigen Modellierungssprachen, wie EPK, YAWL, Petri-Netze oder auch UML-AD, existieren in der Regel bereits Transformationsverfahren in BPMN und somit ein Transformationsprofil für die Notation, wie überblickartig in (Lichtenegger 2012) illustriert wird. Dementsprechend adressiert dieser Ansatz insbesondere die graphischen, semi-formalen und domänenspezifischen Modellierungssprachen. Infolgedessen wird die Modellierungssprache durch die Notation und Syntax der

verwendeten Modellierungssprache sowie durch die zugehörige Semantik von BPMN definiert. Zur Erreichung des Ziels wird die Methode des konstruktionsorientierten Forschungsansatzes nach (Hevner et al. 2004) herangezogen.

2 Methodenentwurf

2.1 Auswahl einer universellen Sprache

Die IT-basierte Analyse, Simulation oder auch widerspruchsfreie Implementierung von Geschäftsprozessen, unabhängig von einer bestimmten Modellierungssprache, erfordert eine universelle Sprache, bei der die Notation, Syntax und Semantik vollständig, präzise und widerspruchsfrei definiert ist, so dass der Formalisierungsgrad ein entscheidender Faktor für die Auswahl einer universellen Modellierungssprache ist. Darüber hinaus sollte die Modellierungssprache über eine große Bandbreite von logisch bzw. semantisch unterschiedlichen Modellierungselementen verfügen, damit ein Geschäftsprozessanalyst die verschiedenen Notationen der unterschiedlichen Modellierungssprachen möglichst einfach auf die universelle Sprache abbilden kann. Hierfür könnte die Anzahl der Notationselemente herangezogen werden. Dabei ist jedoch die Quantität unabhängig von den semantischen Möglichkeiten der Notationselemente einer Modellierungssprache, sodass aus diesem Grund die kontrollflussbasierten Workflow-Muster herangezogen werden. Die Workflow-Muster definieren generische, wiederkehrende Konzepte im Kontext der prozessgestützten Informationssysteme (engl. Process-aware Information Systems) und repräsentieren somit die verschiedenen semantischen Möglichkeiten einer Modellierungssprache (Wohed et al. 2005). Zusätzlich sind die Workflow-Muster speziell auf die Analyse von Modellierungssprachen zugeschnitten (Wohed et al. 2005), im Vergleich zu anderen Methoden, wie (Wand and Weber 2002). Weiterführend müssen die existierenden Geschäftsprozessanalyseverfahren betrachtet werden, da die modellierungssprachenunabhängige IT-basierte Geschäftsprozessanalyse und Simulation bzw. die manuelle Simulation das Ziel der Arbeit ist. Zusätzlich muss die Endanwenderperspektive betrachtet werden, da diese die Transformation vornimmt. Die Auswahl einer universellen Sprache beschränkt sich darüber hinaus nur auf die etablierten, graphischen anwendungsdomänenunabhängigen Modellierungssprachen, namentlich EPK, UML-AD, Petri-Netz, BPMN sowie YAWL (Ko, R. K. L. et al. 2009). Anwendungsdomänenabhängige Modellierungssprachen, wie bspw. PICTURE, umfassen lediglich spezifischere visuelle Darstellungen, welche aber auf logischer bzw. semantischer Kontrollflussebene keine zusätzlichen Symbole zur Verfügung stellen (Laue and Högbe 2013). Zudem werden in der Praxis häufig weniger als 20% der Modellierungselemente von BPMN und UML-AD verwendet, was darauf hindeutet, dass nur die elementaren Modellierungselemente verwendet werden, wie auch bspw. in (Muehlen and Recker 2008) aufgezeigt wird.

Im ersten Schritt werden daher die einschlägigen Modellierungssprachen im Kontext der logisch unterschiedlichen, kontrollflussbasierten Modellierungselemente betrachtet. Hierfür werden die 43 kontrollflussbasierten Workflow-Muster der Workflow Patterns Initiative verwendet (Russell et al. 2006). Alternativ könnten auch die 13 Workflow-Muster von (Börger 2007) herangezogen werden. Jedoch wird aufgrund der Etablierung der Workflow Patterns Initiative (Ko, R. K. L. et al. 2009) darauf verzichtet, trotz der Kritik von (Börger 2012) an den Workflow-Mustern. Die Analyse der Kontrollflussmuster für die einzelnen Modellierungssprachen hat ergeben, dass EPK sowie UML-AD für eine weitere Betrachtung ausgeschlossen werden kann, da EPK nur 27% und UML-AD 69% der Workflow-Muster unterstützen (Russell et al. 2006). Die Modellierungssprache YAWL

unterstützt 72% der Workflow-Muster, jedoch unterstützt die erweiterte und verbesserte Version, namentlich newYAWL (Han et al. 2012) alle kontrollflussbasierten Workflow-Muster, wie auch die gefärbten Petri-Netze (Russell et al. 2006) und BPMN (Kous 2010; Bizagi 2014).

Im nächsten Schritt wird die Syntax und Semantik der verbleibenden Modellierungssprachen newYAWL (nachfolgend YAWL), gefärbte Petri-Netze (nachfolgend Petri-Netze) sowie BPMN betrachtet. Die Modellierungssprachen YAWL sowie auch Petri-Netze unterliegen durch ihre Konzeption bereits einer formalen Beschreibung (Jensen 1992; Russell et al. 2007). Im Gegensatz dazu unterliegt die Modellierungssprache BPMN einer semi-formalen Beschreibung, sofern ausschließlich die Spezifikation (OMG 2013) betrachtet wird. Jedoch wird durch die nachgelagerten und durchgängigen Beschreibungen, wie bspw. für die Syntax in (Drescher 2013; Natschläger 2011) sowie für die Semantik in (Kossak et al. 2014) aufgezeigt, die Modellierungssprache als formalisiert betrachtet. Die formale Beschreibung der Syntax von (Natschläger 2011) basiert auf zwei Ontologien, namentlich BPMN 2.0 Basisontologie (engl. BPMN 2.0 Base Ontology) und erweiterte BPMN 2.0 Ontologie (engl. Extended BPMN 2.0 Ontology), welche zusammen die BPMN 2.0 Ontologie ergeben. Die Basisontologie bildet das Metamodell von BPMN ab, d.h. die Klassendiagramme sowie das XML-Schema. Die erweiterte Ontologie spezifiziert die zusätzlichen syntaktischen Restriktionen, die in textueller Form im Rahmen der BPMN Spezifikation aufgeführt werden. Die BPMN-Semantik, welche in (Kossak et al. 2014) definiert wird, basiert auf der abstrakten Zustandsmaschine (engl. Abstract State Machine, ASM), sodass durch die Formalisierung IT-basierte Geschäftsprozessanalysen, wie deadlock, livelock und terminierung sowie bspw. eine manuelle Simulation mithilfe von CoreASM (Kossak et al. 2014) ermöglicht wird.

Weiterführend werden die existierenden Geschäftsprozessanalyseverfahren betrachtet, so dass aufgrund der formalen Beschreibung und der starken Verbreitung im wissenschaftlichen Bereich für Petri-Netze zahlreiche Analyseverfahren (Ouyang et al. 2015) identifiziert werden können, wie bspw. in (Murata 1989) aufgezeigt. Für die Modellierungssprache YAWL, welche auf Petri-Netzen basiert, können diese Verfahren entsprechend angewendet werden, wie in (Aalst, W.M.P. van der 2007) illustriert. Für BPMN existieren nur wenige Analyseverfahren, da für die Analyse in der Regel eine Transformation in YAWL (Decker et al. 2008) oder Petri-Netze (Raedts et al. 2007) angestrebt wird. Beispielsweise ist eine vollständige, direkte Transformation von BPMN in YAWL nicht möglich, da keine Darstellungsmöglichkeit eines komplexen Gateways existiert (Decker et al. 2008), was in der Praxis aber dennoch angewendet wird (Muehlen and Recker 2008). Die Anzahl der Analyseverfahren für BPMN ist zunehmend. Zum einen aufgrund des de-facto Standards im Kontext der Geschäftsprozessmodellierung (Kocbek et al. 2015) und zum anderen durch die nachgelagerte, durchgängige, syntaktische (Natschläger 2011) und semantische (Kossak et al. 2014) Beschreibung, die eine Transformation in Petri-Netze oder YAWL nicht mehr erforderlich macht.

Abgerundet wird die Betrachtung mit der Endanwenderperspektive, welche die explizite Darstellung von logischen Verzweigungen (Sarshar and Loos 2005) bevorzugt, so dass sich Petri-Netze nicht als geeignet herausstellen. Des Weiteren sollte eine Standardmodellierungssprache aus der Praxis verwendet werden, da Kenntnisse über die Notation und Semantik notwendige Bedingungen für die Erstellung eines Transformationsprofils sind, welche durch den Endanwender vorgenommen werden soll. Dementsprechend eignet sich BPMN am besten in Bezug aus der Sichtweise der Endanwenderperspektive, aufgrund des de-facto Standards in der Praxis (Kocbek et al. 2015).

Abschließend wird mithilfe der vorherigen Betrachtungen BPMN als universelle Sprache ausgewählt, da eine umfangreiche Abbildung der Workflow-Muster zugrunde liegt, eine formale syntaktische und semantische Beschreibung existiert sowie BPMN auf bestehende Modellierungssprachen, wie bspw. EPK, UML-AD, IDEF basiert (OMG 2013). Es existieren zwar weniger Analyseverfahren im Vergleich zu Petri-Netzen oder YAWL, andererseits überwiegt jedoch die Endanwenderperspektive, da das leichtgewichtige Artefakt von den Endanwendern verwendet wird. Darüber hinaus werden für die IT-basierte Geschäftsprozessanalyse quantitative Verfahren benötigt, wie in (Mendling 2008) für EPKs aufgezeigt, die aber auch auf BPMN angewendet werden können.

2.2 Abbildung der Semantik von BPMN auf eine beliebige Modellierungssprache

Die Anwendung der IT-basierten Geschäftsprozessanalyse, Simulation oder widerspruchsfreien Implementierung, unabhängig von einer bestimmten Modellierungssprache, erfordert für diesen Ansatz eine Abbildung der verwendeten Notation auf BPMN, welche durch den Endanwender vorgenommen werden soll, um die Semantik von BPMN zugrunde legen zu können. Die Transformation der Semantik von BPMN auf die verwendete Modellierungssprache wird als Transformationsprofil bezeichnet und ist weder surjektiv noch injektiv. Durch die Erstellung eines Transformationsprofils wird eine Wiederverwendung ermöglicht, so dass in der Regel bei der Verwendung einer anwendungsdomänenunabhängigen Modellierungssprache kein neues Transformationsprofil erstellt werden muss. Diverse Literaturquellen sowie Modellierungswerkzeuge ermöglichen bereits eine Transformation in BPMN, wie überblickartig in (Lichtenegger 2012) illustriert wird. Somit kann auf die Transformationen entsprechend zurückgegriffen werden, so dass dieser Ansatz insbesondere die semi-formalen, domänenspezifischen und graphischen Modellierungssprachen adressiert, für die noch keine Transformationen existieren. Sofern gar kein oder kein vollständiges Transformationsprofil vorliegt, wird der Prozess aus Bild 1 instanziiert, woraufhin im ersten Schritt alle unterschiedlichen verwendeten Notationselemente erfasst werden. Nachfolgend kann jedes identifizierte Notationselement oder auch eine Kombination von Notationselementen auf ein bzw. eine Kombination von mehreren BPMN-Notationselementen abgebildet werden, welches durch die Schleife im Prozess gekennzeichnet wird. Dementsprechend werden die Modellierungselemente iterativ transformiert und die Schleife erst beendet, wenn alle Konstrukte vollständig transformiert werden können. Abschließend wird die Zuordnung der einzelnen Elemente gespeichert.

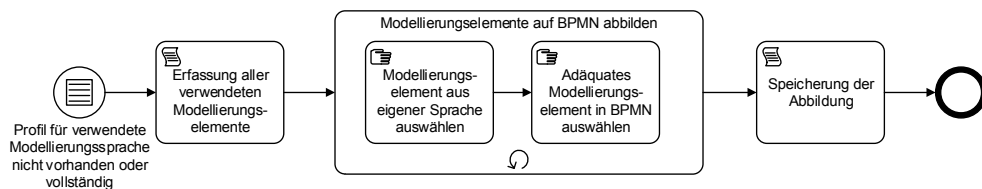


Bild 1: Prozess zur Semantikdefinition für eine beliebige Modellierungssprache

Im Folgenden soll der Transformationsprozess am Beispiel eines UML-AD illustriert werden (vgl. Bild 2). Dabei wird ganz bewusst eine anwendungsdomänenunabhängige Modellierungssprache ausgewählt, damit diese nicht zusätzlich beschrieben werden muss. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass diese in der Regel komplexer sind, als anwendungsdomänenabhängige Modellierungssprachen (Laue and Hogrebe 2013). Unter der Annahme, dass gar kein oder kein vollständiges Transformationsprofil vorliegt, wird der Prozess aus Bild 1 instanziiert, so dass im

nächsten Schritt das Skript für die Erfassung aller verwendeten Modellierungselemente durchlaufen wird. Hierbei werden die Notationselemente aus Bild 3 identifiziert. Weiterführend müssen die identifizierten Notationselemente auf BPMN abgebildet werden, wobei nicht immer eine direkte Abbildung möglich ist, so dass auch Transformationsmuster definiert werden müssen. Die fünf direkten Abbildungen (vgl. Tabelle 1, Zeile 1) sowie die zu definierenden Transformationsmuster (vgl. Tabelle 1, Zeile 2) werden in Tabelle 1 illustriert und im Folgenden weiterführend erörtert.

Beim ersten zu definierenden Muster handelt es sich um Aktionen, die ein- bzw. ausgehende Pins aufweisen. Hierbei ist keine direkte, sondern nur eine indirekte Transformation möglich und kann mithilfe von BPMN-Aufgaben realisiert werden, welche über einen Sequenzfluss miteinander verbunden sind, der wiederum mit einem Datenobjekt verknüpft ist. Weiterführend muss ein Muster für den Unterbrechungsbereich sowie für das damit zusammenhängende Modellierungselement Empfangen von Signalen definiert werden, welches durch einen Teilprozess mit einem angehefteten Signalereignis, transformiert werden kann. Abschließend müssen die ein- bzw. ausgehenden Sequenzflüsse eines Unterbrechungsbereichs betrachtet werden. Bei den ausgehenden Sequenzflüssen besteht die Möglichkeit, dass mehrere Pfade den Unterbrechungsbereich verlassen können, wie aus Bild 2a deutlich wird. Dementsprechend muss ein ausgehender Sequenzfluss, wie in Zeile 2 und Spalte 3 von Tabelle 1 transformiert werden sowie ebenfalls die restlichen ausgehenden Sequenzflüsse mithilfe des Eskalationsereignisses, wie aus Zeile 2 und Spalte 4 (Tabelle 1) ersichtlich wird. Weiterhin muss eigentlich zwischen nebenläufigen und alternativen Pfaden differenziert werden. Bei nebenläufigen Pfaden muss das angeheftete Eskalationsereignis vom Typ nicht-unterbrechend, im anderen Fall vom Typ unterbrechend, gewählt werden. Dieser Aspekt wird jedoch umgangen, da der Endanwender die Abbildung auf den Ereignistyp vornehmen soll und die konkrete Ausprägung durch die definierte Syntax in BPMN zugewiesen wird.

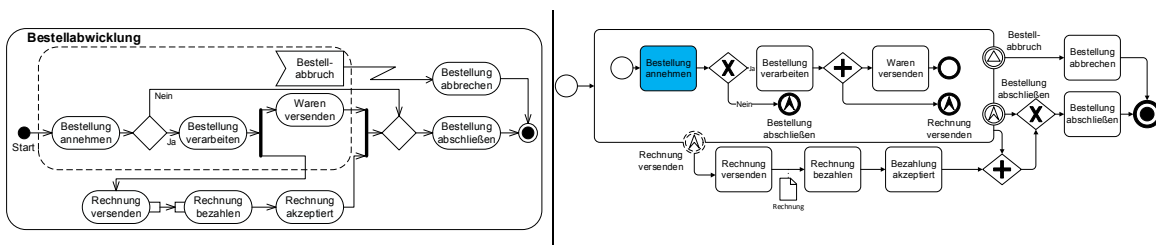


Bild 2: Prozessdiagramm einer Bestellabwicklung in UML-AD (a) und BPMN (b)

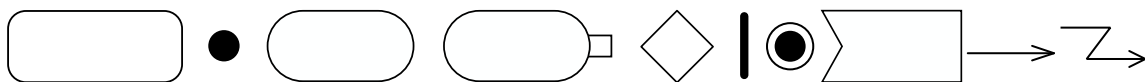


Bild 3: Erfasste Modellierungselemente aus dem UML-AD

Nachdem alle Modellierungselemente entweder direkt oder indirekt bzw. durch Muster transformiert worden sind, kann das Transformationsprofil gespeichert werden und nach Bedarf im Anschluss jederzeit erweitert oder verändert werden. Das illustrierte Beispiel visualisiert lediglich einen kleinen Ausschnitt der möglichen Notationselemente eines UML-Aktivitätsdiagramms und skizziert daher nur das Prinzip der direkten bzw. indirekten Transformation. Im Folgenden Abschnitt wird daher die Transformation kritisch betrachtet.

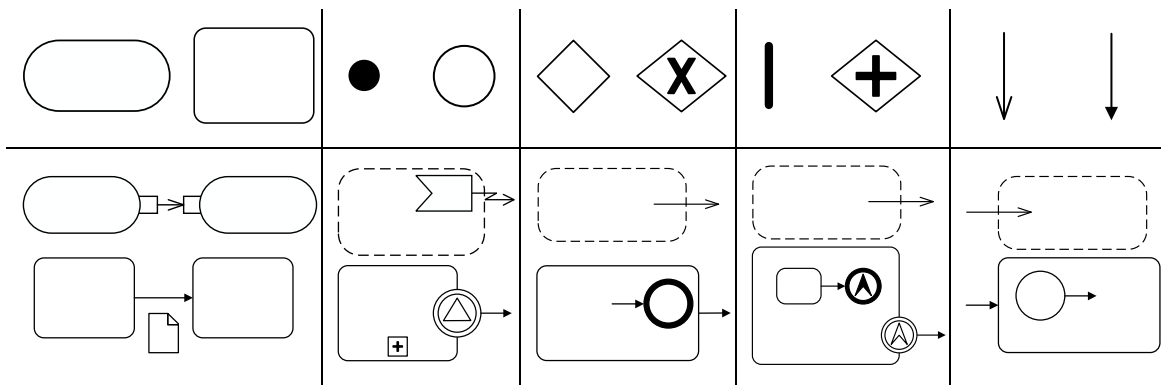


Tabelle 1: Transformation von UML-AD in BPMN

2.3 Kritische Betrachtung der Methode

Durch die Auswahl einer universellen Modellierungssprache für die Transformation der BPMN-Semantik auf eine beliebige graphische Modellierungssprache wird die Restriktion geschaffen, dass die gewünschte Semantik, der Notationselemente, der verwendeten Modellierungssprache direkt bzw. indirekt durch die Semantik der BPMN-Notation abbildbar ist, was hier aber nicht abschließend bewertet werden kann. Aus diesem Grund kann nicht gewährleistet werden, dass für jedes beliebige Notationselement eine direkte bzw. indirekte Transformation auf BPMN existiert. Aufgrund der guten Abbildung auf die kontrollflussbasierten Workflow-Muster kann aber davon ausgegangen werden, was jedoch weiterführend noch zu evaluieren ist. Darüber hinaus wird nur die Semantik auf der Basis der Notation transformiert, so dass das entsprechende BPMN-Modell, welches indirekt für die Analyse und Simulation verwendet wird, Syntaxfehler aufweisen kann, wovon aber derzeit nicht ausgegangen wird, da BPMN nicht so restriktiv ist, wie dies bspw. Petri-Netze sind, welches aber im Rahmen einer erweiterten Evaluation noch zu überprüfen wäre. Zusätzlich wurde für die Auswahl der universellen Modellierungssprache nur die formale Beschreibung, die kontrollflussbasierten Workflow-Muster, die Analyseverfahren sowie die Endanwenderperspektive betrachtet, aber bspw. die Ressourcenperspektive (Russell et al. 2005) oder weitere Verfahren (Wand and Weber 2002) außer Acht gelassen, was zu einem anderen Ergebnis führen könnte. Weiterführend können die spezifizierten Ereignisse von BPMN nicht verwendet werden, wie bspw. an den EPKs ersichtlich wird, da das EPK-Ereignis auf das BPMN-Blankoereignis transformiert werden muss. Eine direkte Spezifizierung ist hierbei nicht möglich, da zwischen den verschiedenen Ereignisausprägungen unter Verwendung der obigen Transformation nicht differenziert werden kann. Jedoch besteht die Möglichkeit, auf der Basis von Ontologien, automatisch eine Spezifizierung zu offerieren, wie für Elementbezeichnungen in (Koschmider et al. 2015) vorgeschlagen wird.

Ein Geschäftsprozessanalyst, welcher ein Transformationsprofil für die verwendete Modellierungssprache erstellt, benötigt eigentlich Kenntnisse in der Modellierungssprache BPMN. Dieser Punkt kann jedoch aufgeweicht werden, da BPMN als de-facto Standard in der Praxis gilt (Kocbek et al. 2015) und ein innovatives IT-Artefakt den Analyst unterstützt. Lediglich für die komplexeren bzw. indirekten Transformationen sind tiefgreifende BPMN-Kenntnisse erforderlich, wie aus obigem Beispiel deutlich wird. Analog gilt dies bspw. bei der Transformation von Petri-Netzen, welche eine implizite Flusslogik besitzen. Die Synchronisation von Geschäftsprozesspfaden in Petri-Netzen wird mittels einer Transition vorgenommen und kann zwar durch ein paralleles Gateway in BPMN realisiert werden, jedoch muss zusätzlich eine nachgelagerte Aufgabe folgen, um die Tätigkeiten

der Transition vollständig abbilden zu können. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass in der Praxis im Allgemeinen keine implizite Flusslogik verwendet wird (Sarshar and Loos 2005). Allerdings werden zugleich im Rahmen des IT-Artefakts Transformationsprofile für die etablierten anwendungsdomänenunabhängigen Modellierungssprachen zur Verfügung gestellt. Sofern andere Modellierungssprachen mit einer impliziten Flusslogik verwendet werden, muss eine indirekte, fallbasierte Abbildung durch den Geschäftsprozessanalysten, wie am obigen Beispiel ersichtlich, mithilfe des IT-Artefakts, vorgenommen werden. Im Kontext der Analyseverfahren existieren derzeit nur punktuell definierte, quantitative Verfahren, wie bspw. in (Makni et al. 2010) aufgezeigt. Jedoch können auch definierte Metriken für EPK, wie in (Mendling 2008) illustriert, auf BPMN angewendet werden, welches in weiteren Forschungsarbeiten aufzuzeigen wäre. Zusätzlich wird im Rahmen dieses Beitrags nur eine elementbasierte Semantiktransformation betrachtet, obwohl bspw. für eine Analyse der Durchlaufzeit eine Quantifizierung erforderlich ist, so dass weitere Betrachtungen benötigt werden, um quantifizierte Prozessparameter generisch übertragen zu können.

3 Prototypische Implementierung

Im vorherigen Kapitel wurde ein konzeptionelles Artefakt vorgestellt, welches im Folgenden als prototypische Realisierung, namentlich *BPMN4Analyse*, illustriert werden soll. *BPMN4Analyse* ist ein Add-In für Microsoft Visio 2013, welches eine schnelle und einfache Modellierung von Geschäftsprozessen ermöglicht und darüber hinaus, eines der am häufigsten angewendeten Modellierungswerkzeuge in der Praxis ist (Kocbek et al. 2015). Microsoft Visio unterstützt eine große Anzahl an verschiedenen Modellierungselementen, was für die Transformation von diversen Modellierungssprachen in BPMN unerlässlich ist. Sofern gewünschte Modellierungselemente nicht vorhanden sind, besteht dennoch die Möglichkeit, eigenständig Shapes zu erstellen. Zur Konzipierung des Add-Ins wurde Visual Studio verwendet, welches die VSTO (Office-Entwicklung mit Visual Studio) Projektvorlage für die individuelle Erweiterung von Office Produkten zur Verfügung stellt und als Programmiersprache C# verwendet (Microsoft 2015). Das für Microsoft Visio 2013 konzipierte Add-In besteht aus sechs Kernelementen, namentlich Import und Export, Verifikation, Analyse und manuelle Simulation sowie aus einer individuellen Modellierungselementpalette für BPMN und einer Transformationskomponente (vgl. Bild 4). Im Folgenden soll ausschließlich auf die Funktionen aus der Gruppe Transformation sowie kurz auf die Simulation und Analyse eingegangen werden. Die weiteren Funktionen werden in (Drescher 2013) aufgezeigt.

Im Rahmen der Transformation besteht die Möglichkeit, ein neues Transformationsprofil zu erstellen oder ein vorhandenes Transformationsprofil zu laden. Für die Erstellung wird die Prozessbeschreibung aus Bild 1 herangezogen und eine entsprechende Realisierung in Bild 5a illustriert, bei dem der Endanwender die direkte bzw. indirekte Transformation vornehmen kann. Auf der linken Seite werden dem Anwender die verwendeten Notationselemente aufgezeigt, welche durch das Skript (vgl. Bild 1, 3) identifiziert wurden sowie auf der rechten Seite ein TreeView mit den BPMN-Notationselementen. Zusätzlich wird der Geschäftsprozessanalyst durch die Beschreibung der BPMN-Elemente unterstützt. Die Zuweisungen werden über den Speichern-Button gespeichert und nachfolgend in der Gruppe Referenzierung aufgezeigt, wie bspw. aus Bild 5a für eine UML-Aktion und BPMN-Aufgabe ersichtlich wird. Die Speicherung erfolgt in einem JSON-Dokument. Nachträgliche Änderungen an der Transformation können jeder Zeit

vorgenommen werden, indem das entsprechende Modellierungselement aus dem Referenzierungsbereich wieder ausgewählt wird. Sofern bereits ein Transformationsprofil vorliegt, kann dieses über ein FileDialog geladen werden.

Des Weiteren wird nach einer vollständigen Transformation eine manuelle Simulation sowie die Anwendung vordefinierter Analyseverfahren ermöglicht. Die manuelle Simulation wird über den Button Start (vgl. Bild 4) in der Gruppe Simulation gestartet, so dass nachfolgend die auszuführenden Elemente, wie im obigen Beispiel illustriert, blau bzw. grau markiert werden und sich der Endanwender entsprechend durch den Geschäftsprozess bzw. die manuelle Simulation klicken kann. Im Rahmen der IT-basierten Geschäftsprozessanalyse kann der Endanwender derzeit zwischen Struktur- und Verhaltensanalysen, Workflow-Muster sowie Prozess-Metriken wählen. Sofern bspw. die Verhaltensanalyse - Deadlock gewählt wurde, wird entweder in einem Dialog angezeigt, dass der Geschäftsprozess keinen Deadlock enthält (vgl. Bild 5b) oder alternativ wird der Deadlock im entsprechenden Geschäftsprozess rot markiert.

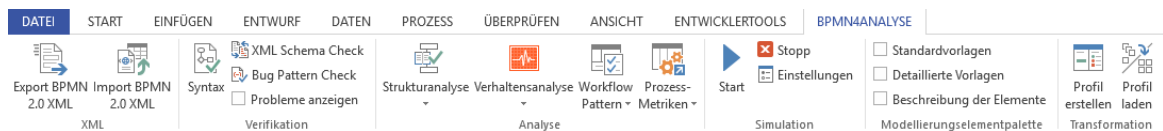


Bild 4: Menüleiste BPMN4Analyse

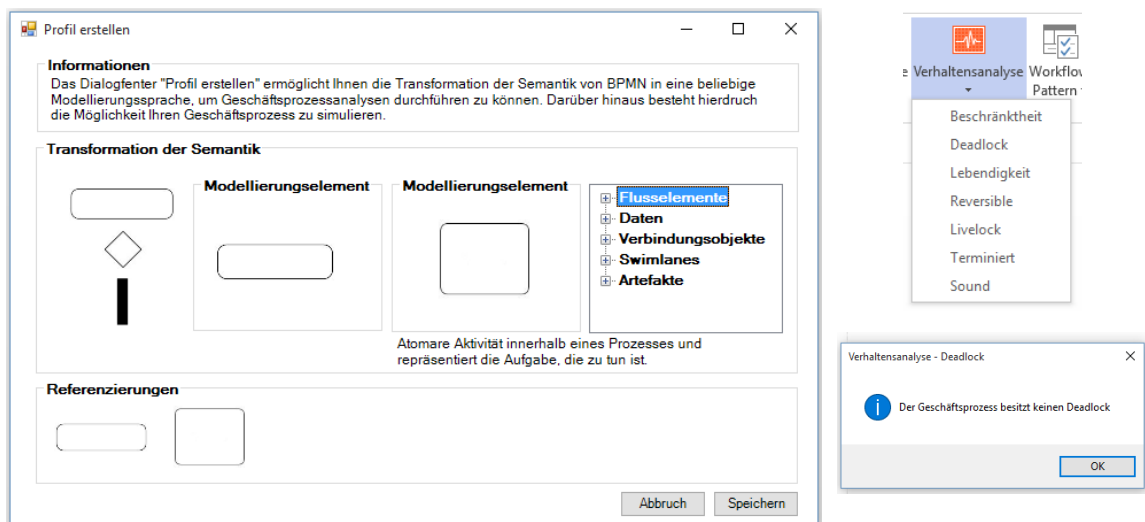


Bild 5: Profil erstellen (a) und Beispiel: Verhaltensanalyse – Deadlock (b)

4 Verwandte Arbeiten

Es gibt einige verwandte Arbeiten zur Thematik, welche in die Kategorien formale Beschreibung von Modellierungssprachen sowie Transformation von semi-formalen Modellierungssprachen in formale Modellierungssprachen aufgliedert werden kann. Die Modellierungssprachen Petri-Netze sowie YAWL sind bereits in ihrer Konzeption formal beschrieben (Jensen 1992; Russell et al. 2007). Im Gegensatz dazu sind die Modellierungssprachen EPK (Kindler 2006), BPMN (Natschläger 2011; Kossak et al. 2014) sowie auch UML-AD (Sarstedt 2006) erst durch nachgelagerte, präzise und widerspruchsfreie Syntax- sowie Semantikbeschreibungen als formalisiert zu betrachten. Für anwendungsdomänenabhängige Modellierungssprachen wird in der

Regel keine Formalisierung vorgenommen (Braun et al. 2015), da ein durchschnittlicher Geschäftsprozessanalyst nicht in formalen Beschreibungen geschult ist (Dijkman 2008), so dass sich bspw. eine Formalisierung der Modellierungssprache mittels des ADOxx meta² Models (Fill and Karagiannis 2013) nicht eignet. Ein weiterer interessanter Ansatz wird in (Fill 2011, 2012) aufgezeigt, bei dem die verwendeten Modellierungselemente durch semantische Annotationen angereichert werden, wie bspw. Wahrscheinlichkeitsverteilungen an Verzweigungen, Ausführungszeiten oder auch Risiken, sodass unter anderem die Durchlaufzeit analysiert werden kann. Im Gegensatz zum Transformationsprofil können mithilfe des Ansatzes von (Fill 2011, 2012) individuellere semantische Annotationen konzipiert werden. Jedoch ist es fraglich, ob diese in der Praxis benötigt werden sowie entsprechende Ontologien erst durch den Endanwender definiert werden müssen. Zudem ist eine Werkzeugunterstützung für die Simulation bzw. IT-basierte Analyse erforderlich, welches über eine große Brandbreite von anwendungsdomänenabhängigen Notationselementen verfügt, so dass ohne die Erfüllung dieser Aspekte eine formale Beschreibung obsolet ist.

Aus diesem Grund können alternativ Transformationsverfahren angewendet werden, um eine semi-formale Sprache in eine formale Beschreibung zu überführen, was in der Regel einen Notationswechsel impliziert und somit für den Endanwender nicht immer wünschenswert ist. Beispielsweise können die Geschäftsprozessmodellinformationen in Linked-Data Formate extrahiert werden, um auf Basis dessen, Analysen zu ermöglichen (Karagiannis and Buchmann 2016). Eine weitere Möglichkeit ist die klassische Transformation von Modellierungssprachen, d.h. die Überführung der Notation, Syntax und Semantik in eine andere Modellierungssprache, welches aber nicht immer ohne weiteres möglich ist, wie anhand des komplexen Gateways (BPMN) aus der Transformation von BPMN in YAWL (Decker et al. 2008) deutlich wird. Zusätzlich muss der Geschäftsprozessanalyst die formale Beschreibung beherrschen, um Analysen durchführen zu können. Dabei sollte mindestens eine Standardsprache zur Geschäftsprozessmodellierung verwendet werden, da der Endanwender für die Entwicklung des Transformationsprofils verantwortlich ist und somit Kenntnisse über die Notation, Syntax und Semantik eine notwendige Bedingung darstellt. Transformationsverfahren für anwendungsdomänenabhängige Sprachen in formale Beschreibungen existieren in der Regel in der Literatur nicht. Ebenso wird keine Transformation der Semantik auf andere Modellierungssprachen verfolgt, sodass ähnliche Methoden, welche bspw. BPMN als universelle Sprache heranziehen, nicht identifiziert werden konnten. Dies ist unter anderem für BPMN darauf zurückzuführen, dass erst in (Kossak et al. 2014) eine durchgängige Semantik für BPMN definiert wurde.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des Beitrags wurde die Möglichkeit einer IT-basierten Analyse, Simulation sowie widerspruchsfreien Implementierung von Geschäftsprozessen unabhängig von einer Modellierungssprache aufgezeigt. Hierfür wurde im zweiten Abschnitt BPMN als universelle Sprache, auf der Basis von Workflow-Mustern, einer formalen Beschreibung, vorhandenen Analyseverfahren sowie der Endanwenderperspektive, ausgewählt. Weiterführend wurde ein Artefakt für die Transformation der Semantik von BPMN auf eine beliebige Modellierungssprache illustriert, am Beispiel von UML-AD. Des Weiteren wurden die kritischen Aspekte der Methode diskutiert, die in weiterführenden Arbeiten betrachtet werden müssen. Zusätzlich muss Guideline 3 nach (Hevner et al. 2004), d.h. die Evaluierung des Artefakts in Bezug auf Nützlichkeit, Qualität und Effektivität noch Rechnung getragen werden. Hierfür wird unter anderem das konzipierte

prototypische Artefakt aus Abschnitt 3 in die Lehre am KIT, in den Vorlesungen *Modellierung von Geschäftsprozessen* sowie *Softwaretechnik: Qualitätsmanagement* eingebunden, damit die Studierenden die erlernten Verfahren und Methoden an einem realen Prototyp evaluieren können. Abschließend wurden formale Beschreibungen und Transformationsverfahren aus der Literatur aufgezeigt.

6 Literaturverzeichnis

- Aalst, W.M.P. van der (1999) Formalization and Verification of Event-driven Process Chains. *Information and Software Technology* 41(10):639–650
- Aalst, W.M.P. van der (2007) Challenges in Business Process Analysis. In: Filipe J, Cordeiro J, Cardoso J (eds) *Enterprise Information Systems*. Springer, pp 27–42
- Aalst, W.M.P. van der (2010) Business Process Simulation Revisited. In: Barjis J (ed) *Enterprise and Organizational Modeling and Simulation: 6th International Workshop*. Springer, pp 1–14
- Bicevskis J, Cerina-Berzina J, Karnitis G, Lace L, Medvedis I, Nesterovs S (2010) Practitioners View on Domain Specific Business Process Modeling. In: Barzdins J, Kirikova M (eds) *Databases and Information Systems VI*. IOS Press, Amsterdam, pp 169–182
- Bizagi (2014) Modeling Workflow Patterns: Bizagi Suite. <https://www.bizagi.com/docs/Workflow%20Patterns%20using%20BizAgi%20Process%20Modeler.pdf>
- Börger E (2007) Modeling Workflow Patterns from First Principles. In: Parent C, Schewe K, Storey VC, Thalheim B (eds) *Conceptual Modeling*. Springer, pp 1–20
- Börger E (2012) Approaches to modeling business processes: A critical analysis of BPMN, workflow patterns and YAWL. *Software and System Modeling* 11(3):305–318
- Braun R, Schlieter H, Burwitz M, Esswein W (2015) Extending a Business Process Modeling Language for Domain-Specific Adaptation in Healthcare. In: Thomas O, Teuteberg F (eds) *Smart Enterprise Engineering: 12. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik*, pp 468–481
- Decker G, Dijkman RM, Dumas M, García-Bañuelos L (2008) Transforming BPMN Diagrams into YAWL Nets. In: Dumas M, Reichert M, Shan MC (eds) *BPM*. Springer, pp 386–389
- Dijkman RM (2008) Diagnosing Differences between Business Process Models. In: Dumas M, Reichert M, Shan MC (eds) *BPM*. Springer, pp 261–277
- Drescher A (2013) Analytische Untersuchung von BPMN-Modellen. Masterarbeit, KIT
- Fill H (2011) Using Semantically Annotated Models for Supporting Business Process Benchmarking. In: Grabis J, Kirikova M (eds) *Perspectives in Business Informatics Research*, vol 90. Springer, pp 29–43
- Fill H (2012) An Approach for Analyzing the Effects of Risks on Business Processes Using Semantic Annotations. In: *European Conference on Information Systems, Barcelona*
- Fill H, Karagiannis D (2013) On the Conceptualisation of Modelling Methods Using the ADOxx Meta Modelling Platform. *EMISA Journal* 8(1):4–25
- Han Z, Zhang L, Ling J, Huang S (2012) Control-Flow Pattern Based Transformation from UML Activity Diagram to YAWL. In: Sinderen Mv, Johnson P, Xu X, Doumeingts G (eds) *Enterprise Interoperability*. Springer, pp 129–145
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28(1):75–105
- Holt RC, Schürr A, Sim SE, Winter A (2006) GXL: A graph-based standard exchange format for reengineering. *Science of Computer Programming* 60(2):149–170
- Jensen K (1992) *Coloured Petri Nets: Volume 1: Basic Concepts*. Volume 1, Berlin
- Karagiannis D, Buchmann RA (2016) Linked Open Models: Extending Linked Open Data with conceptual model information. *Information Systems* 56:174–197
- Kindler E (2006) On the semantics of EPCs: Resolving the vicious circle. *Data & Knowledge Engineering* 56(1):23–40
- Ko, R. K. L., Lee, S. S. G., Lee EW (2009) Business Process Management (BPM) Standards: A Survey. *Business Process Management Journal* 15(5):744–791
- Kocbek M, Jost G, Hericko M, Polancic G (2015) Business Process Model and Notation: The Current State of Affairs. *Computer Science and Information Systems* 12(2):509–539

- Koschmider A, Ullrich M, Heine A, Oberweis A (2015) Revising the Vocabulary of Business Process Element Labels. In: Zdravkovic J, Kirikova M, Johannesson P (eds) *Advanced Information Systems Engineering*. Springer, pp 69–83
- Kossak F, Illibauer C, Geist V, Kubovy J, Natschläger C, Ziebermayr T, Kopetzky T, Freudenthaler B, Schewe K (2014) *A Rigorous Semantics for BPMN 2.0 Process Diagrams*. Springer
- Kous K (2010) Comparative analysis versions of BPMN and its support with Control-flow patterns. In: Biljanovic P (ed) *Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics: 24 - 28 May 2010, Opatija, Croatia*. IEEE, pp 315–319
- Laue R, Hogrebe F (2013) Zur Verständlichkeit graphischer Symbole in Geschäftsprozessmodellierungssprachen. In: Horbach M (ed) *Informatik angepasst an Mensch, Organisation und Umwelt*. GI, pp 693–705
- Lichtenegger W (2012) *Methoden zur teilautomatischen Konstruktion von Ist-Prozessmodellen mittels Process Mining sowie zur Integration manuell konstruierter und automatisch generierter Ist-Prozessmodelle*. Logos, Berlin
- Makni L, Khelif W, Haddar NZ, Ben-Abdallah H (2010) A Tool for Evaluating the Quality of Business Process Models. In: Fähnrich K, Franczyk B (eds) *Service Science - Neue Perspektiven für die Informatik*. Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), pp 230–242
- Mendling J (2008) *Metrics for Process Models: Empirical Foundations of Verification, Error Prediction and Guidelines for Correctness*, vol 6. Springer
- Microsoft (2015) Office-Entwicklung mit Visual Studio (VSTO). <http://msdn.microsoft.com/de-de/office/hh133430.aspx>.
- Muehlen Mz, Recker J (2008) How Much Language Is Enough? Theoretical and Practical Use of the Business Process Modeling Notation. In: Bellahsene Z, Léonard M (eds) *Advanced Information Systems Engineering*. Springer, pp 465–479
- Murata T (1989) Petri Nets: Properties, Analysis and Applications. *IEEE* 77(4):541–580
- Natschläger C (2011) Towards a BPMN 2.0 Ontology. In: Dijkman RM, Hofstetter J, Koehler J (eds) *Business Process Model and Notation*. Springer, pp 1–15
- Oberweis A (1996) *Modellierung und Ausführung von Workflows mit Petri-Netzen*. Habilitation, Universität Karlsruhe (TH)
- OMG (2013) *Business Process Model and Notation*. www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/PDF
- Ouyang C, Adams M, Wynn MT, Hofstede At (2015) *Workflow Management*. In: Brocke Jv, Rosemann M (eds) *Handbook on Business Process Management 1: Introduction, Methods and Information Systems*, 2. Auflage. Springer, pp 475–506
- Raedts I, Petkovic M, Usenko YS, Werf, J. M. E. M. van der, Groote JF, Somers LJ (2007) Transformation of BPMN Models for Behaviour Analysis. In: Augusto JC, Barjis J, Ultes-Nitsche U (eds) *MSVVEIS*, pp 126–137
- Russell N, Aalst, W. van der, Hofstede At, Edmond D (2005) Workflow Resource Patterns: Identification, Representation and Tool Support. In: Pastor O, Cunha, J. F. e (eds) *Advanced Information Systems Engineering*. Springer, pp 216–232
- Russell N, Hofstede At, Aalst, W.M.P. van der (2007) newYAWL: Specifying a Workflow Reference Language using Coloured Petri Nets. In: Jensen K (ed) *Practical Use of Coloured Petri Nets and CPN Tools*. University of Aarhus, Aarhus, Dänemark, pp 107–126
- Russell N, Hofstede, A. H. M. ter, Aalst, W. van der, Mulyar N (2006) *Workflow Control-Flow Patterns: A Revised View*. bpmcenter.org/wp-content/uploads/reports/2006/BPM-06-22.pdf
- Sarshar K, Loos P (2005) Comparing the Control-Flow of EPC and Petri Net from the End-User. In: Aalst, W.M.P. van der, Benatallah B, Casati, F., Curbera, F. (eds) *Business Process Management*. Springer, pp 434–439
- Sarstedt S (2006) *Semantic foundation and tool support for model-driven development with UML 2 activity diagrams*. Dissertation, Universität Ulm
- Wand Y, Weber R (2002) Research Commentary: Information Systems and Conceptual Modeling: A Research Agenda. *Information Systems and Research* 13(4):363–376
- Weske M (2012) *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*, 2. Auflage. Springer
- Wohead P, Aalst, W.M.P. van der, Dumas M, Hofstede, A. H. M. ter, Russell N (2005) *Pattern-based Analysis of BPMN*

Automatic Pattern Mining in Repositories of Graph-based Process Models

Philip Hake¹, Peter Fettke¹, and Peter Loos¹

¹ Institute for Information Systems (IWi) at the German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI) and Saarland University, firstname.surname@iwi.dfki.de

Abstract

Due to increasing numbers of business process models developed by different modelers for numerous domains, the need for reducing the complexity of the models and the repositories they are contained in emerges. Hence, the approach at hand aims at identifying patterns in repositories of business process models. In contrast to approaches addressing the detection of business process model clones or similar business process models, we focus on identifying and extracting patterns in different business process models. Using the Refined Process Structure Tree (RPST), we derive trees of nested process fragments from different models and then determine patterns among these nested fragments. We therefore provide an overview of existing types of process fragments, which are adapted in other approaches exploiting the RPST, as well as criteria to detect process structure patterns based on these fragment types. Furthermore, we implement and evaluate our approach in the context of a large business process model corpus in order to give insights into recurring patterns used in business process modeling.

1 Introduction

Identifying correspondences between business process models (in the following referred to as process models) is a challenge which various research fields such as clone detection (Uba et al. 2011), determining process similarities (Becker and Laue 2012) and the inductive development of reference models (Rehse et al. 2015) face. While the detection of clones and the computation of model similarities examine process models as a whole, the inductive development of reference models depends on more fine granular relations. In the latter case the identification of correspondences in the shape of process semantic, behavior and structure is of major importance, since an inductively derived reference process model is supposed to abstract from differences and at the same time focusing on commonalities.

Different approaches have been proposed which deal with the identification of correspondences (Niemann et al. 2011; Uba et al. 2011; Gao et al. 2014; Leopold et al. 2015). These approaches include but are not limited to semantic investigations based on the labels of a process model whereas Walter et al. (2012) provide an approach which exclusively relies on structural criteria in order to identify analogies. The authors use a graph-based approach to identify structurally identical

fragments of processes. Although the results achieved by this approach are promising for the development of reference process models, it is not applicable for large repositories, since the underlying problem is NP-complete. Thus, this approach does not allow for further investigations concerning structural criteria used to differentiate process models.

Therefore, we aim at investigating structural patterns in large process model repositories and we will answer the following research questions motivated by the research gaps identified above.

(Q1) How are process model patterns *computationally* efficiently identified?

(Q2) What patterns that suffice the requirements of *Q1* are of interest for a corpus analysis?

(Q3) Which of the identified patterns in *Q2* occur in real world processes and to what extent?

While we aim at answering *Q1* by logical reasoning, we identify the patterns of *Q2* by reviewing literature and we empirically evaluate our approach via a large corpus of business process models to answer *Q3*. By answering these three questions we give insight into patterns used in process models and therefore contribute valuable knowledge to the field of process modeling and the comparison of process models, which is crucial for the inductive development of reference models.

The remainder of the paper is organized as follows. In Section 2 we introduce the topic of pattern mining in graph data. By discussing related work, we show two major challenges which pattern mining approaches have to deal with. Then in section 3 we propose a solution for these challenges in the context of graph-based process models. Building on the proposed approach, section 4 describes the implementation, the evaluation, and presents the results. Finally, we conclude our work in section 5.

2 Related Work

Techniques for pattern mining in graph data originate from the field of data mining (Aggarwal and Wang 2010a). Since various problems can be represented as graphs, these techniques have been successfully applied to different research fields including bioinformatics, computer networking, and business process management (Aggarwal and Wang 2010b; Walter et al. 2012). Independent of the specific problem, the core idea of pattern mining relies on identifying isomorphic subgraphs within a set of graphs.

Although pattern mining in graph data is a well-established and widely used technique, there are two major challenges, which all research fields that adopt these techniques face. On the one hand, the subgraph isomorphism problem is considered NP-complete (Cheng et al. 2010), which restricts the feasibility of the *(1) computation*. On the other hand, the computed set of isomorphic subgraphs might be potentially large, while containing only a few subgraphs that are of *(2) interest* to the specific use case. Thus, in literature techniques are provided that reduce the computational complexity for different classes of graphs, e.g., trees or planar graphs (Riesen et al. 2010). Furthermore, interestingness measures are proposed to narrow down the result set (Geng and Hamilton 2006). In the field of business process management several approaches exist for determining isomorphic sub-processes in order to identify clones in process model repositories (Uba et al. 2011; Ekanayake et al. 2012; Gao et al. 2014). These sub-processes are considered as patterns in the sense of pattern mining in graph data. However, as the authors reduce the computational complexity by pruning the set of possible sub-processes, there might exist patterns which are

neglected. Unfortunately, this is a limitation which any approach that reduces the computational complexity by pruning the set of possible subgraphs has to deal with.

In the field of workflow management, the term of workflow patterns has been coined. In van der Aalst et al. (2003) the authors present different patterns in the context of workflows, which can also be represented as graph-based models. Contrary to the definition used in pattern mining, a workflow pattern is described by a set of workflows which suffice given structural criteria. Therefore, this work introduces the concept of structural patterns to the field of business process management. However, the authors do not provide a technique for deriving frequent patterns within a set of workflow models or process models.

In Walter et al. (2012) the authors aim at identifying structural patterns by using pattern mining techniques. They investigate structural patterns contained in reference process models. In contrast to the approaches introduced above, the authors exclusively focus on identifying structural patterns. Again, the complexity is handled by initially pruning the set of possible subgraphs. Nevertheless, the computation exceeds two days using a standard library for graph analysis while at the same time feasible results are neglected. On the one hand, we contribute to the field of pattern mining by enabling an efficient structural analysis in large process model corpora. Based on our technique the impact of structural similarity on the overall similarity of process models can be investigated. On the other hand, by applying our approach to a process model corpus we give insights on structural patterns used in process models.

3 RPST-based concept for pattern detection

3.1 Overview

We aim at providing a technique for automatic pattern detection in graph-based process models that reduces the computational complexity whilst at the same time takes a configurable reasonable pruning into account. We therefore use the Refined Process Structure Tree (RPST) decomposition that is a common fragmentation technique in the field of business process management (Polyvyanyy et al. 2011). Since the RPST decomposition consists of either distinct or nested fragments, which each represents a subgraph, the set of subgraphs is drastically reduced. By reducing this set we decrease the amount of comparisons that need to be conducted in order to identify frequent patterns. This results in a reduction of the computational complexity of the pattern mining problem. Furthermore, this decomposition describes a reasonable pruning because each subgraph represents a single-entry single-exit region having exactly one entry and one exit node. Consequently, these subgraphs suit the requirements of modularization and are therefore applicable to manifold use cases. Our automatic approach is subdivided roughly into three steps.

1. decomposition of the models into hierarchical fragments
2. assigning a specific pattern class to each fragment
3. clustering fragments within a given pattern class

3.2 Foundations

The Refined Process Structure Tree (RPST) is a deterministic decomposition of process models into hierarchical process fragments computed in linear time. Our approach uses the RPST decomposition (step 1) to reasonably prune the set of subgraphs derived from a process model. The

RPST is originally used for decomposing workflow graphs but it is generally applicable to any graph-based process modeling language. Hence, before introducing the RPST we provide a definition for process model graphs based on Dijkman et al. (2011).

A process model graph is a tuple $(N, E, \tau, \lambda, \alpha)$. Let Ω be a set of labels and T be a set of types. N describes a finite set of nodes and $E: N \times N$ represents a finite set of edges between these nodes. Furthermore, let $\tau: (N \cup E) \rightarrow T$ associate nodes and edges with types; let $\lambda: (N \cup E) \rightarrow \Omega$ associate nodes and edges with labels and $\alpha: (N \cup E) \rightarrow (T \rightarrow \Omega)$ associate nodes and edges with attributes. Also, due to requirements of the decomposition a process model graph contains exactly one source with no incoming edges and one outgoing edge, and exactly one sink with one incoming edge and no outgoing edges. Further restrictions may be found in Polyvyanyy et al. (2011).

Given a process model graph $G(N, E, \tau, \lambda, \alpha)$. Let F be a subset of E with F inducing a connected subgraph $G_F(N_F, F, \tau, \lambda, \alpha)$ of G . A node $n \in N_F$ is a boundary node of F if either it is a source or sink of G or if there exist edges $e, e' \in E$ that are incident to n such that $e \in F$ and $e' \notin F$. A boundary node is an entry node of F if no incoming edge is contained in F or if all outgoing edges are contained in F . A boundary node is an exit node of F if no outgoing edge is contained in F or if all incoming edges are contained in F . F describes a single-entry single-exit fragment if it has exactly one entry node and one exit node. Two fragments F_1 and F_2 are called nested if either $F_1 \subset F_2$ or $F_2 \subset F_1$; they are called distinct if $F_1 \cap F_2 = \emptyset$. The RPST of G is a subset of fragments that are either distinct or nested. The fragments contained in the RPST are also called canonical fragments.

The RPST decomposition distinguishes four different fragment types. Fragments that consist of a single edge are considered *trivial* (T) fragments, while a sequence of fragments is denoted a *polygon* (P). A *bond* (B) fragment consists of child fragments that all share the same entry and exit node. Any other fragment which cannot be classified according to these three types is considered a *rigid* (R) fragment. Figure 1 shows the decomposition of a process model including a bond B , a rigid R and the polygons $P1$ - $P8$.

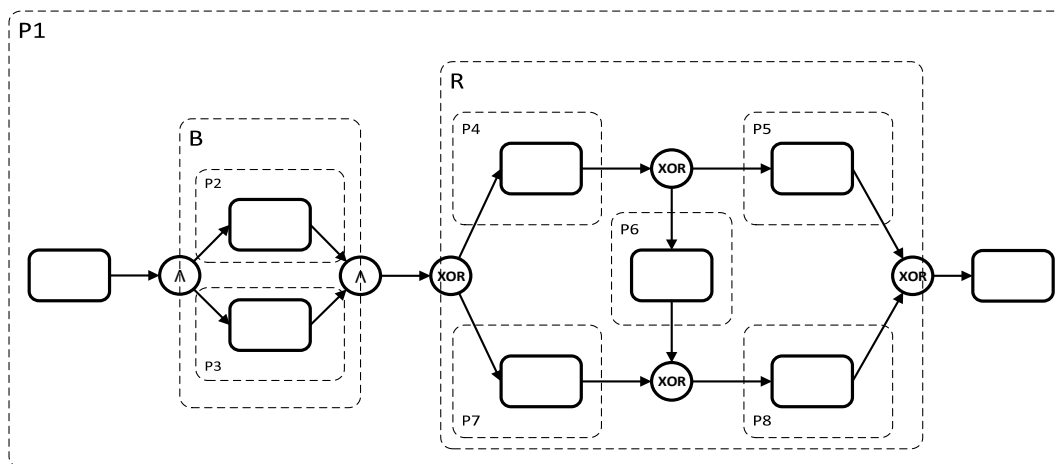


Figure 1: RPST decomposition of a process model

3.3 RPST-based Patterns

The second step of our approach includes determining interesting pattern classes for the fragments of a process model. In graph mining a frequent pattern is described by a set of subgraphs which are

isomorphic and occur in a set of graphs with a predefined frequency (Cheng et al. 2010). Since we aim at exploiting the pruning achieved by the RPST decomposition (Polyvyany et al. 2011), we require our patterns to be subgraphs that suffice the RPST fragment definition. Hence, the four different fragment types *trivial*, *polygon*, *bond*, and *rigid* represent pattern classes and the patterns we aim to identify present instances of these classes.

In order to identify further interesting classes beside the four classes provided by the RPST and answer research question *Q2*, we review the literature for approaches that use the RPST decomposition. Thus, we expect to obtain further classes of fragments whose relevancy and interestingness have been proven in a certain scope. To identify feasible RPST related pattern classes, we have searched for the term “process structure tree” in titles, abstracts, keywords, and references of documents indexed in the scopus database. Among the 189 documents received we have dropped out all works which do not introduce a novel pattern class with regard to the four RPST related classes we introduced above. This way we obtained 18 works of which we have identified eight novel classes. These classes represent specifications of the *bond* and the *polygon* pattern class. In the following we introduce the eight pattern classes:

We denote $F_p = \{S, PB, AB, TAB, U, L, DL, IL\}$ the set of pattern classes which have been identified in literature. A *sequence* (*S*) is a polygon for that applies that all children are trivial fragments. Table 1 shows an exemplary *sequence*, the number of works introducing this class as well as exemplary works which are related to this pattern class.


pattern	example	# works	reference
<i>sequence</i> (<i>S</i>)		10	(González-Ferrer et al. 2013; Figl and Laue 2015)

Table 1: Sequence pattern class

Table 2 shows the *branching* (*B*) pattern class that can be subdivided in a *parallel* (*PB*) pattern class and an *alternative* (*AB*) pattern class. A *branching* pattern is a bond pattern, such that all paths between the entry and exit node of the bond start with the entry node and end with the exit node. If the entry and exit nodes are of type AND we declare the class a *parallel branching* (*PB*). In case they are of type XOR we denote the class as *alternative branching* (*AB*). Additionally, we consider an *alternative branching* a *true alternative branching* (*TAB*) if none of the children represents a trivial fragment. Furthermore, we identified the *unsound* (*U*) class which represent a dichotomous classification of all bonds. A pattern belongs to the *unsound* class if the entry node and the exit node are of different types or one of these nodes represents a function or an event.

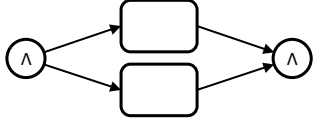
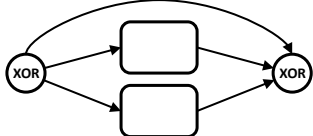
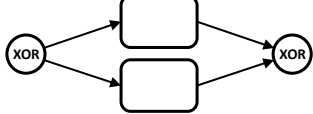
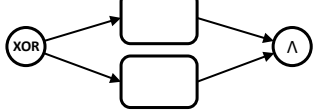
pattern	example	# works	reference
<i>parallel branching (PB)</i>		14	(González-Ferrer et al. 2013; Figl and Laue 2015)
<i>alternative branching (AB)</i>		14	(González-Ferrer et al. 2013; Figl and Laue 2015)
<i>true alternative branching (TAB)</i>		1	(Cao et al. 2013)
<i>unsound branching (U)</i>		4	(Fahland et al. 2011)

Table 2: Branching patterns

Table 3 depicts the *loop (L)* class which is a specification of the bond class. The entry and exit nodes of a loop are of type *XOR*. Moreover, there exists at least one fragment containing a path which starts with the exit node and ends with the start node of the loop. We call this fragment the *loop component* of the *loop* class. We consider a *loop* a *direct loop (DL)* if the *loop component* is a trivial fragment; otherwise the class is called an *indirect loop (IL)*.

Step 3 of our approach focuses on deriving more specific fragment clusters within each class. Therefore, we cluster the fragments of a pattern in order to group potentially similar fragments. We cluster the fragments of each pattern according to their size and additionally, in case of a branching pattern, according to their number of distinct branches. Thus, with each cluster derived we obtain a more precise sub-pattern.

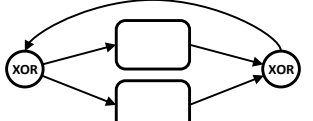
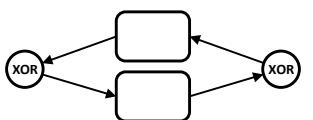
pattern	example	# works	reference
<i>Loop (L)</i>		9	(González-Ferrer et al. 2013; Figl and Laue 2015)
<i>direct loop (DL)</i>		1	(Cao et al. 2013)
<i>indirect loop (IL)</i>		1	(Cao et al. 2013)

Table 3: Loop patterns

4 Implementation and Evaluation

4.1 Evaluation Setup

In order to evaluate our approach we provide an implementation. The presented approach is implemented in Java 1.8. It is embedded in the RefMod-Miner¹ tool which provides techniques for an automatic processing of process models. Furthermore, we use the RPST decomposition provided by the *jbpt* library (Polyvyanyy and Weidlich 2013) version 0.2.429 to derive the RPST fragments.

We evaluate our pattern mining approach in the context of a large process model corpus. The corpus contains 3,333 event-driven process chains (EPC) of different domains, including individual process models, process model variants as well as reference models and experimental models. Table 4 presents the characteristics of these models. There are 13 models that exhibit missing entries or exits, while 2,240 models have multiple entries or exits (MEME). The remaining 1,080 models have a single-entry and a single-exit (SESE). Since the RPST decomposition requires the models to contain at least one entry and one exit, we apply our approach to the models with SESE or MEME, which leaves us with 3,320 models for the evaluation. The size of these models varies from 3 nodes up to 483 nodes. However, in total all models contain 109,843 nodes resulting in an average node size of 33.09 per model. Using these process models for our evaluation, we build the foundation for answering research question Q3.

models	no			nodes	AVG	STD	MIN	MAX
	entry/exit	MEME	SESE					
3,333	13	2,240	1,080	109,843	33.09	31.50	3	483

Table 4: Statistics of the process model corpus

Although recent implementations of the RPST decomposition are able to deal with MEME process models, the comparison of fragments raises problems, since some of the derived fragments violate the SESE requirement. Due to the extent of MEME process models in the corpus we prefer excluding these fragments from further processing to neglecting the entire process models.

In order to identify frequent patterns we use the concept of a support threshold, which is used for frequent pattern mining in graph data (Cheng et al. 2010). Given a process model corpus $M = \{G_1, \dots, G_k\}$ represented by a set of process model graphs. We denote a pattern, described by a set of fragments F_s , as frequent, if the fraction of models in the corpus that contain a fragment $F \in F_s$ exceeds a predefined threshold. Equation 1 describes the *support* of a pattern.

$$\frac{|\{G_i \in M \mid \exists F \in F_s: F \subseteq G_i\}|}{|M|} > threshold \quad (1)$$

Our evaluation includes the extraction and analysis of all pattern classes as well as the patterns of the eight novel pattern classes. We evaluate the presented corpus experimentally with the predefined support thresholds of 0.00, 0.25, 0.50, 0.75 and 1.00. We chose the support values of 0.00 in order to get an overview of all patterns and 1.00 to identify whether there are patterns which are used in all process models.

¹ <http://refmod-miner.dfki.de>

The evaluation architecture consists of a machine with a 3.60 GHz i7 processor with 16 GB of RAM running Windows 7 and Java in their 64 bit version. We measure the average runtime of our approach considering 10 iterations excluding the loading stages of the process models.

4.2 Results

In this section we present the results of our evaluation. The average execution time of 10 iterations was 18.3 seconds. Table 5 describes the patterns we have identified in the corpus when setting the support threshold to 0.00. The first row shows the pattern classes. The second row presents the amount of fragments contained in each pattern class. In addition, the last rows describe the average number of fragments of a single model of and the respective standard deviation.

Applying our analysis we have obtained 33,807 fragments in total (step 1). Hence a process model contains about 10 fragments on average. Besides, the set of fragments includes 26,555 *polygons* which account for 78% of all identified fragments. Furthermore we have identified 6,687 fragments of the *bond* pattern and 565 fragments of the *rigid* pattern. Thus, the *rigid* fragments represent barely 2% of all fragments whereas the *bond* fragments account for 20% of all fragments.

F_p	All	P	B	R	S	PB	AB	TAB	DL	IL	U
$ F_p $	33,807	26,555	6,687	565	23,101	1,851	3,442	3,229	113	385	896
AVG	10.18	8.00	2.01	0.17	6.96	0.56	1.03	0.97	0.03	0.12	0.27
STD	12.50	9.78	2.79	0.51	8.48	1.14	1.88	1.82	0.32	0.46	0.73

Table 5: Overview of the occurring pattern classes

Furthermore, we have derived the number of fragments for each pattern class identified in literature (step 2). We have obtained 23,101 *sequences* from the *polygon* class. Thus, 68% of all fragments represent *sequences*. Moreover, 1,851 fragments are contained in the *parallel branching class* whereas the *alternative branching class* is represented by almost twice as much fragments. Additionally, the *alternative branching class* contains 213 patterns more than the *true alternative branching class* which represents the difference between these overlapping classes. According to the definition of both classes, 213 fragments of the *alternative branching* contain branches in which no activity is executed.

We have also gathered 498 fragments of the *loop class* which is composed of the *direct loop* containing 113 fragments and the *indirect loop* containing 385 fragments. Thus, the loop fragments we have identified account for 1.50% of all fragments contained in the corpus. Moreover, 896 fragments contained in the *unsound branching class* describe 3% of all fragments. The figures 2 (a-c) and 3 (a-c) show the fragment distribution within the clusters we have derived from each pattern class (step 3). The figures 2 (a-c) and figure 3a show the distribution of the clusters each containing fragments of the same size. However, figure 3b and figure 3c exhibit the distribution of the clusters containing fragments with the same number of branches. Since we have neglected trivial patterns, the minimal node size of a cluster is bound to three. Furthermore, due to space limitation, we refrain from distinguishing the distribution of true alternative branching and alternative branching. Instead we present solely the alternative branching. Additionally, we merge the occurrences of both loop subclasses.

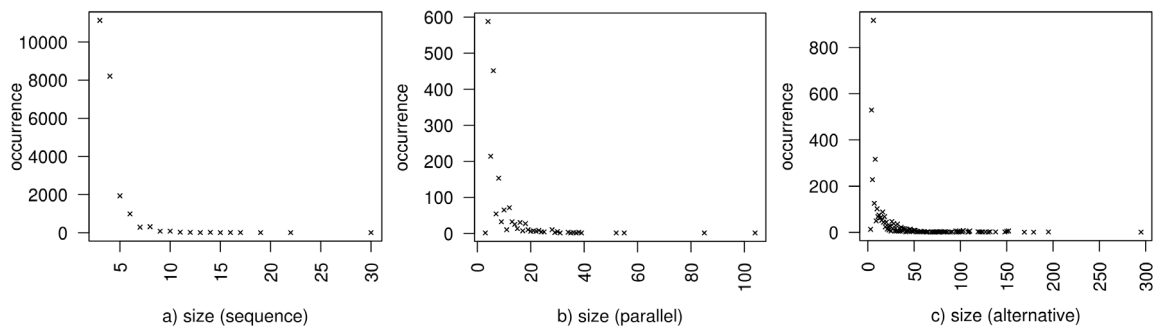


Figure 2: Fragment distribution according to the fragment size

Figure 2a presents the sequence clusters each containing only sequences of the same node size. With regard to all fragments derived from the corpus, the most frequent fragment is a sequence of three nodes. This sequence appears 11,135 times in the corpus which accounts for almost a third of all fragments. In total we have identified 18 clusters of different fragment size within the sequence pattern class. Figure 2b shows the distribution of the parallel branching according to the size of the fragments. We have observed 37 clusters within this pattern. The largest parallel branching cluster contains 588 fragments of size four, which represents 2% of all fragments. Furthermore, the largest cluster within the alternative branching pattern class contains 917 fragments of size six.

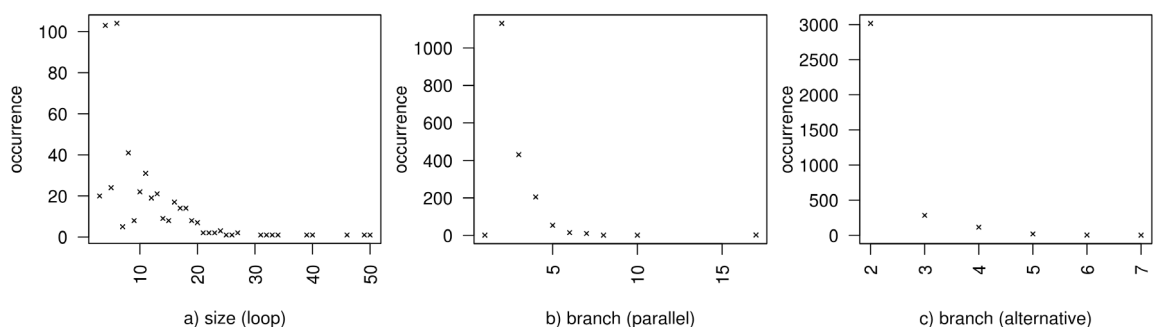


Figure 3: Fragment distribution according to the size (a) and the number of branches (b), (c)

In total the corpus contains 102 different clusters within the alternative branching class. Moreover, the loop class depicted in fig. 3a contains the smallest clusters considering fragments of size 10 and below. Yet the largest cluster contains 104 fragments of size six. Altogether the loop class consists of 34 clusters of different fragment sizes. The unbound pattern class, whose distribution is not depicted, contains 32 clusters, whereby the largest cluster consists of 218 fragments of size six.

Figure 3b presents the distribution of branch clusters within the parallel branching pattern. We have identified 10 different clusters, of which the largest cluster contains 1,131 fragments with two distinct branches. In contrast to the parallel branching pattern, the largest cluster of the alternative branching class (fig. 3c) contains 3,017 fragments of branch size 2. However, in comparison to the parallel branching we have identified only six clusters.

When applying a support threshold of 1 to the eight pattern classes, no frequent pattern is found. By setting the support threshold to 0.75, the sequence patterns are the only patterns to be considered frequent. Even a threshold of 0.50 results in only sequence patterns as frequent pattern. Decreasing

the threshold to 0.25 introduces the parallel and the alternative branching classes to the set of frequent classes, but not patterns in the sense of isomorphic subgraphs. Furthermore, when dividing these classes into more specific pattern classes according to our clustering, a support threshold of 0.25 only results in the frequent patterns sequence and alternative branching.

Figure 4a shows the sequences clustered according to their size and the respective support for each cluster. The support of two sequence patterns exceeds the threshold of 0.50 but none of the patterns achieves a support greater than 0.75. In contrast figure 4b and 4c present the support for the parallel branching and the alternative branching class which are clustered according to the number of branches contained in a fragment. The cluster containing parallel branching of size two achieves the highest support of 0.24 among the other clusters. In contrast to the parallel branching, a cluster of the alternative branching containing fragments with two branches achieves 0.37 and thus exceeds the support threshold of 0.25. Though neglecting a further clustering, the remaining classes only achieve a support of 0.17 and below. The lowest support was achieved by the loop clusters with a support of 0.10. Beside the sequences, no frequent patterns in the sense of isomorphic subgraphs could be identified.

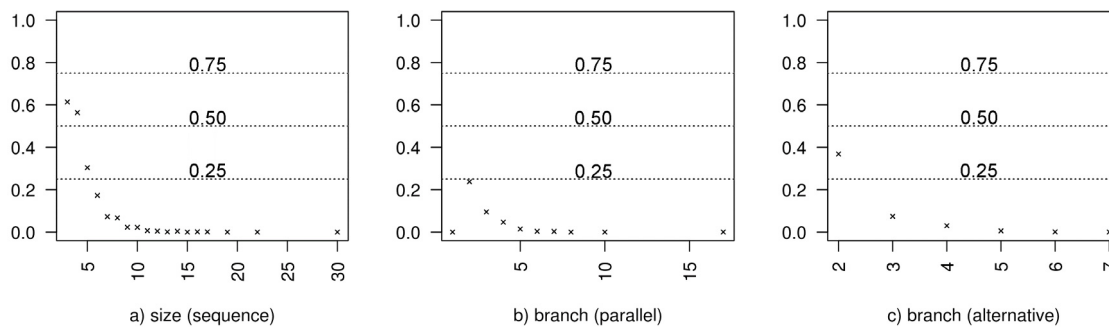


Figure 4: Pattern support according to the size (a) and the number of branches (b), (c)

4.3 Discussion

The evaluation exhibits that our approach is capable of identifying patterns in large repositories of process models. The analysis of our corpus revealed that the most frequently used pattern is the sequence pattern. More than 61% of all process models contain sequences of size three, whereas only 10% of the models make use of the loop pattern and less than 15% contain an unsound branching pattern. The most frequently used alternative branching considering the number of branches occurs in 37% of the process models. However, through the variation of the node sizes within this pattern, no frequent usage of a specific branching pattern could be identified.

The findings of our evaluation show that there are recurring patterns as well as a plethora of structures, which occur only once or a few times. Consequently, some of the structures we identified seem to be more applicable for differentiating process models than others. However, our evaluation does not reveal the correlation between structural commonalities and process model similarity. In order to use the structure as comparison criterion supporting the inductive development of reference models, further investigations need to be conducted, which can efficiently be supported by our approach. Therefore, the interestingness of the identified pattern classes concerning a process model comparison needs to be examined and might also be complemented by further classes as proposed in van der Aalst et al. (2003).

Though we identified frequent patterns, there might exist further frequent patterns since our approach is limited to identifying patterns which can be derived only from RPST fragments. Nevertheless, the thereby extracted patterns can be referred to as modular and reusable sub-processes and are applicable to manifold use cases. The RPST-oriented literature review did not yield any rigid pattern class or further polygon pattern classes beside the sequence pattern class. In order to compare process models, pattern classes that represent rigids need to be examined.

5 Conclusion

In this paper we investigated the RPST decomposition as a means for efficiently identifying structural patterns in large repositories of process models. Thus, we first reviewed the literature in order to determine existing pattern classes, which are based on RPST fragments. Hence, we obtained a set of eight pattern classes that had been proven to be relevant for certain use cases. In order to evaluate our approach, we applied our implementation of the approach to a corpus of 3,320 process models. The average computation time of our approach yields only 18,3 seconds. All pattern classes derived from literature could be found in the corpus whereas only fragments of the sequence pattern class could be considered frequent. In future research, we plan to examine rigids in order to derive further RPST pattern classes. Moreover, we aim to adapt further pattern classes and investigate their interestingness concerning a process model comparison. Therefore, the structuring of rigids in acyclic process models (Polyvyanyy et al. 2012) should be considered as well as the pattern classes of van der Aalst et al. (2003).

By implementing and integrating our approach in the RefMod-Miner tool we lay the foundations for further investigations on process structures. Since only the sequence pattern was contained in more than 50% of the models and the frequency of the others patterns was comparatively low, we consider the process structure as a strong criterion for discriminating models. Hence, we strive for evaluating further repositories of process models in order to examine correlations between functional and structural model similarities.

Acknowledgement:

The research described in this paper was supported by a grant from the German Research Foundation (DFG), project name: “Konzeptionelle, methodische und technische Grundlagen zur induktiven Erstellung von Referenzmodellen (Reference Model Mining)”, support code GZ LO 752/5-1.

6 References

- Aggarwal C, Wang H (2010a) An Introduction to Graph Data. In: Aggarwal CC, Wang H (eds) *Managing and Mining Graph Data SE - 1*. Springer US, pp 1–11
- Aggarwal C, Wang H (2010b) Graph Data Management and Mining: A Survey of Algorithms and Applications. In: Aggarwal CC, Wang H (eds) *Managing and Mining Graph Data SE - 2*. Springer US, pp 13–68
- Becker M, Laue R (2012) A comparative survey of business process similarity measures. *Comput Ind* 63:148–167.
- Cao J, Wang J, Zhao H, Sun X (2013) A service process optimization method based on model refinement. *J Supercomput* 63:72–88.

- Cheng H, Yan X, Han J (2010) Mining Graph Patterns. In: Aggarwal CC, Wang H (eds) *Managing and Mining Graph Data SE - 12*. Springer US, pp 365–392.
- Dijkman R, Dumas M, van Dongen B, et al (2011) Similarity of business process models: Metrics and evaluation. *Inf Syst* 36:498–516.
- Ekanayake C, Dumas M, García-Bañuelos L, et al (2012) Approximate Clone Detection in Repositories of Business Process Models. In: Barros A, Gal A, Kindler E (eds) *Business Process Management SE - 24*. Springer Berlin Heidelberg, pp 302–318.
- Fahland D, Favre C, Koehler J, et al (2011) Analysis on demand: Instantaneous soundness checking of industrial business process models. *Data Knowl Eng* 70:448–466.
- Figl K, Laue R (2015) Influence factors for local comprehensibility of process models. *Int J Hum Comput Stud* 82:96–110.
- Gao X, Chen Y, Ding Z, et al (2014) Process model fragmentation, clustering and merging: An empirical study. Springer International Publishing, pp. 405-416.
- Geng L, Hamilton HJ (2006) Interestingness measures for data mining. *ACM Comput Surv* 38
- González-Ferrer A, Fernández-Olivares J, Castillo L (2013) From business process models to hierarchical task network planning domains. *Knowl Eng Rev* 28:175–193.
- Leopold H, Stuckenschmidt H, Weidlich M, et al (2015) Process Model Matching Contest. <https://ai.wu.ac.at/emisa2015/contest.php>
- Niemann M, Siebenhaar M, Eckert J, Steinmetz R (2011) Process Model Analysis Using Related Cluster Pairs. In: zur Muehlen M, Su J (eds) *Business Process Management Workshops SE - 50*. Springer Berlin Heidelberg, pp 547–558.
- Polyvyanyy A, Garcia-Banuelos L, Fahland D, Weske M (2012) Maximal Structuring of Acyclic Process Models. *Comput J* 57:12–35.
- Polyvyanyy A, Vanhatalo J, Völzer H (2011) Simplified Computation and Generalization of the Refined Process Structure Tree. In: Bravetti M, Bultan T (eds) *Web Services and Formal Methods SE - 2*. Springer Berlin Heidelberg, pp 25–41.
- Polyvyanyy A, Weidlich M (2013) Towards a compendium of process technologies the jBPT library for process model analysis. In: *CEUR Workshop Proceedings. CEUR-WS*, pp 106–113.
- Rehse J-R, Fettke P, Loos P (2015) A graph-theoretic method for the inductive development of reference process models. *Softw Syst Model* 1–41.
- Riesen K, Jiang X, Bunke H (2010) Exact and Inexact Graph Matching: Methodology and Applications. In: Aggarwal CC, Wang H (eds) *Managing and Mining Graph Data SE - 7*. Springer US, pp 217–247.
- Uba R, Dumas M, García-Bañuelos L, La Rosa M (2011) Clone Detection in Repositories of Business Process Models. In: Rinderle-Ma S, Toumani F, Wolf K (eds) *Business Process Management SE - 20*. Springer Berlin Heidelberg, pp 248–264.
- van der Aalst WMP, ter Hofstede AHM, Kiepuszewski B, Barros AP (2003) Workflow Patterns. *Distrib Parallel Databases* 14:5–51.
- Walter J, Fettke P, Loos P (2012) Zur Identifikation von Strukturanalogien in Prozessmodellen. In: Mattfeld DC, Robra-Bissantz S (eds) *Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2012*. pp 1703–1715.

mimesis: Ein datenzentrierter Ansatz zur Modellierung von Varianten für Interview-Anwendungen

Michael Hitz¹

¹ Duale Hochschule Baden-Württemberg, Wirtschaftsinformatik, michael.hitz@dhbw-stuttgart.de
Allianz Deutschland AG - IT Kunden und Vertriebe, Stuttgart, michael.hitz@allianz.de

Abstract

Dieses Papier stellt einen datenzentrierten, modellgetriebenen Ansatz zur Generierung für Benutzerschnittstellenvarianten für dialogbasierte Anwendungen vor. Er fokussiert auf Interview-Anwendungen, einem u.a. im Versicherungsumfeld häufig vorkommenden Anwendungsmuster. Dies ermöglicht eine im Vergleich zu bestehenden Ansätzen leichtgewichtige Modellierung. Der Ansatz basiert auf der These, dass sich Aufbau und Verhalten von Benutzerschnittstellen aus der Semantik der in der Anwendung verarbeiteten Daten ableiten lassen. Er verwendet daher ein um semantische Informationen erweitertes Datenmodell zur Herleitung der Benutzerschnittstellen und zur Definition von Anwendungsvarianten.

Im Folgenden wird ein Metamodell entwickelt, das wesentliche Informationen zur Generierung von Benutzerschnittstellen abbildet und ein Ansatz zur Definition von Varianten vorgestellt. Zudem wird das Vorgehen zur Validierung erläutert, deren Ergebnisse in der Praxis bei der Allianz Deutschland AG eingesetzt werden. Der Ansatz soll einen Beitrag zur modellgetriebenen Entwicklung von Anwendungsvarianten leisten und bestehenden Arbeiten Erkenntnisse zur Nutzung der Semantik der verarbeiteten Daten hinzufügen.

1 Einleitung

Dialogbasierte Anwendungen spielen inzwischen eine prominente Rolle in der IT-Anwendungslandschaft. Die Erfahrungen der letzten Jahre u.a. im Versicherungsbereich zeigen, dass für diese Anwendungen häufig Varianten entwickelt wurden, die sich je nach Nutzergruppe im Umfang der erfragten Daten unterscheiden und für unterschiedliche Ablaufumgebungen bereitgestellt werden müssen (z.B. als Desktop- und mobile Variante für Endkunden oder Vertreter). Bisher wurden diese Anwendungsvarianten meist aufwendig manuell neu erstellt - was sich als teuer und fehleranfällig in der Entwicklung und Wartung herausstellte (Pleuss und Hauptmann 2012). Eine Lösung des Problems bietet die modellgetriebene Softwareentwicklung. Das Ziel ist hierbei die Modellierung einer multikanalfähigen Anwendung und die weitestgehend automatisierte Generierung unterschiedlicher Anwendungsvarianten, um Entwicklungs- und Wartungskosten zu reduzieren.

Ein häufig auftretendes Anwendungsmuster in vertriebsnahen Systemen ist, in einer Art *Interview* vom Anwender in einer Sequenz von Schritten inhaltlich zusammengehörende Daten zu sammeln, um darauf Berechnungen oder Transaktionen auszuführen (Witte et al. 2015). Beispiele hierfür begegnen uns täglich: die Buchung eines Fluges, die Durchführung einer Überweisung oder die Tarifierung eines Versicherungsproduktes. Diese dialogbasierten **Interview-Anwendungen** (auch *form filling* oder *directed dialog*, Chlebek 2006) treten in Varianten für unterschiedliche Nutzergruppen auf, weisen in den Benutzerschnittstellen einen hohen Standardisierungsgrad auf und verwenden definierte Interaktionsformen (Styleguides bzw. Plattformstandards). Sie eignen sich durch diese Standardisierung besonders für die automatische Generierung.

Bestehende Ansätze zur modellgetriebenen Entwicklung von Benutzerschnittstellen (vgl. *Arbeiten im Umfeld*) konzentrieren sich vorwiegend auf die Beschreibung von Oberflächen und Abläufen. Der Vorteil dieser Ansätze besteht in der abstrakten Modellierung der Benutzerschnittstellen und Abläufe. Sie fokussieren dabei jedoch meist auf die Erzeugung technischer Varianten von Benutzerschnittstellen, modellieren bereits konkrete Abläufe oder besitzen eine Vielzahl konsistent zu haltender Teilmodelle. Die zugrundeliegenden Modelle eignen sich daher nur bedingt zur Definition von Varianten für unterschiedliche Nutzungskontexte (Coutaz 2010) oder besitzen durch ihre hohe Komplexität eine geringe Akzeptanz in der Praxis.

Das Projekt *mimesis* soll zeigen, dass für Interview-Anwendungen aufgrund ihrer Eigenschaften ein vereinfachter, praxisnaher Ansatz entwickelt werden kann. Die These ist, dass sich Aufbau und Verhalten von Benutzerschnittstellen aus der Semantik der in der Anwendung verarbeiteten Daten ableiten lassen. Die Lösungsidee besteht darin, die verarbeiteten Daten hinsichtlich ihrer Semantik näher zu beschreiben und aufgrund dieser Informationen Frontendvarianten automatisch herzuleiten. Nach unserem Kenntnisstand gibt es bisher keinen Ansatz, der auf der reinen *Beschreibung der verarbeiteten Daten* basiert und dabei die Erstellung von Varianten berücksichtigt.

Im Folgenden werden die grundlegenden Eigenschaften dargestellt, die zur Generierung einer Benutzerschnittstelle für Interview-Anwendungen benötigt werden. Daraus wird ein Metamodell hergeleitet, welches die zur Generierung benötigten Informationen in einer datenzentrierten Beschreibung abbildet. Zudem wird gezeigt, wie die Definition von Varianten auf diesem Modell erfolgen kann und wie der Ansatz in der Praxis validiert wurde.

2 Datenzentrierte Beschreibung von Interview-Anwendungen

Die dem Ansatz zugrundeliegende Annahme ist, dass manuell erstellte Benutzerschnittstellen für Interview-Anwendungen auf *semantischen Eigenschaften der verarbeiteten Daten* basieren. Anwendungsentwickler verwenden diese semantischen Informationen, um passende Frontends zu erstellen - z.B. sinnvolle Auswahl, Gruppierung und Reihenfolge von Eingabeelementen, Aufteilung auf Seiten, Ein-/Ausblenden von Bereichen, Navigation (Constantine und Lockwood 1999). Dieses Semantikwissen ist als *implizites Wissen* in die Ergebnisse eingeflossen und kann so nur unzureichend für die Herleitung von Varianten automatisch ausgewertet werden, da in der konkreten Umsetzung nicht benötigte semantische Details üblicherweise nicht mehr modelliert werden.

Der Lösungsansatz von *mimesis* besteht darin, ein Modell aller in einer Anwendung *verarbeiteten Daten* als Grundlage zu verwenden. Dieses wird um das bei manueller Erstellung implizit genutzte semantische Wissen erweitert. Hierbei wird Information zur Semantik, Struktur und dem Verhalten

der Daten explizit beschrieben und kann so bei der Ableitung einer Benutzerschnittstelle für unterschiedliche **technologische Varianten** im Sinne einer Inferenz ausgewertet werden.

Eine weitere These ist, dass **nutzerspezifische Varianten von Interview-Anwendungen** als Untermengen eines solchen Modells aufgefasst werden können. Die Definition einer Variante kann dann als Auswahl einer Untermenge aus dem Modell erfolgen. Sind ausreichend Informationen zur Semantik der Daten enthalten, lässt sich eine getroffene Auswahl zudem auf Konsistenz überprüfen, um valide Varianten für Benutzerschnittstellen aus dem Basismodell herzuleiten.

Im Folgenden soll dargestellt werden, welche Informationen hierfür in einer datenzentrierten Beschreibung enthalten sein müssen.

3 Charakter von Interview-Anwendungen

Interview-Anwendungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie in *einer Folge* von Schritten *inhaltlich zusammengehörende* Informationen *im Dialog* mit dem Benutzer sammeln. Abhängig von bereits gegebenen Informationen werden dabei ggf. *weitere Nachfragen* gestellt, die zur Verarbeitung der Informationen in Folgeschritten benötigt werden.

Das folgende Beispiel soll den *datengetriebenen Charakter* von Interview-Anwendungen illustrieren. Daraus werden anschließend Eigenschaften abgeleitet, die für eine datenzentrierte Beschreibung notwendig sind.

3.1 Ein Beispiel: Angebotstarifizierung

Als Beispiel dient die Angebotstarifizierung einer Haftpflichtversicherung. Solche Tarifierungskomponenten treten im Versicherungsbereich häufig in Varianten auf. Sie werden beispielsweise von Vertreter in einem Kundengespräch auf seinem Rechner als auch von Kunden im Kundenportal des Versicherungsanbieters verwendet.

The screenshot shows a web interface for configuring a liability insurance policy. It is divided into two main panels: 'Kundendaten' (Customer Data) and 'Produktkonfiguration' (Product Configuration).

Kundendaten (Customer Data):

- Navigation:** Einführung, Kundendaten (highlighted), Kontaktinformationen, Partner Informationen, Angebotsdaten, Produktkonfiguration, Zahlungsweise, Vereinbarungen, Ergebnis.
- Fields:**
 - Name des Versicherungsnehmers: ... Kundendatenbank öffnen (Callout 3)
 - Anrede: Frau (dropdown)
 - Vorname: Marianne, Hermine, Hortenback (dropdown)
 - Nachname: ?
 - Geburtsstag: 03.06.1970
 - Geburtsort: Mannheim
 - Familienstand: verheiratet (Callout 1)
 - Datum der Heirat: 01.03.1990

Produktkonfiguration (Product Configuration):

- Navigation:** Einführung, Kundendaten, Kontaktinformationen, Partner Informationen, Angebotsdaten, Produktkonfiguration (highlighted), Risikoort: Öltank, Wohnungen, Zahlungsweise, Vereinbarungen, Ergebnis.
- Basiskonfiguration:**
 - Haftpflicht SicherheitPlus (with shield icon)
 - Erweiterte Haftpflicht (with shield icon)
 - Basis Haftpflicht (with shield icon)
- Komponente: Öltank:**
 - Öltank Plus:
 - vom VN bewohnt?:
- Komponente: Vermieter:**
 - Vermieter Plus:
 - Anzahl der Wohnungen (0-3): 2 (with slider)

Abbildung 1: a) Erfassung der Kundendaten

b) Produktkonfiguration

Abb. 1a und 1b zeigen die grafische Benutzerschnittstelle exemplarisch aus Vertretersicht. Der Vertreter erfasst sukzessive Daten, die für die Angebotserstellung benötigt werden. In Abb. 1a werden dazu nacheinander Informationen zum Kunden abgefragt (z.B. *Name, Familienstand*). Auf der linken Seite befindet sich eine hierarchische Navigation, auf der frei zwischen Fragegruppen navigiert werden kann (z.B. *Kunden- und Angebotsdaten*).

Die Daten werden aufgrund ihrer **typpedingten Eigenschaften** (Wertebereiche, Beschränkungen etc.) über spezifische Eingabeelemente erfragt. Sie sind **semantisch sinnvoll gruppiert** (z.B. *Name, Familienstand*) und stehen in einer **hierarchischen Beziehung** zueinander. So sind z.B. in der linken Navigation in Abb. 1a *Kontaktinformationen* als Teil der *Kundendaten* dargestellt.

Die verarbeiteten Informationen stehen zudem in einer **inhaltlichen Beziehung** zueinander. Dies kann von abhängigen Wertebereichen (z.B. Postleitzahl zu einer Stadt) bis hin zu **Existenzabhängigkeiten** reichen. Z.B. existieren *Datum der Heirat* sowie *Partnerdaten* nur dann, wenn der *Familienstand* auf *verheiratet* gesetzt wurde (Abb. 1a, ❶❷). Dialoge besitzen zudem ein dynamisches Verhalten während der Dateneingabe: Eingaben müssen **validiert** und ggf. Werte von Feldern als **Reaktion** auf Eingaben angepasst werden (z.B. Ermittlung des *Kreditinstituts* bei Eingabe einer *IBAN*). Zudem kann der Nutzer explizit **Aktionen** initiieren (z.B. Öffnen einer Kundendatenbank zur Vorbefüllung von Werten, Abb.1a, ❸).

3.2 Abgeleitete Eigenschaften aus Sicht der Daten

Basierend auf einer empirischen Analyse repräsentativer, in der Praxis genutzter Tarifierungsbausteine aus dem Versicherungsbereich sowie existierender Arbeiten im Umfeld (z.B. Chlebek 2006; Puerta 1994) wurden die Informationen abgeleitet, die zur Herleitung der vorgefundenen Interaktionsmuster in den Benutzerschnittstellen relevant sind (Hitz 2013a). Für die Muster wurden im letzten Abschnitt Beispiele angeführt. Die Analyse führte zu einer Menge an Informationen, aus welchen die Oberflächen der betrachteten Anwendungen automatisch generiert werden können (vgl. *Evaluierung des Ansatzes*):

Statische Informationen

- Typinformation für ein Datum
- hierarchische Gruppierung der Daten
- temporale Abfolge der Daten/Gruppen im Fragefluß
- semantischer Zusammenhalt (Kohäsion) der Daten

Informationen zu dynamischen Aspekten

- Existenz- und Editierbarkeitsbedingungen für Daten und Gruppen
- Validierungsoperationen
- Aktionen und Reaktionen

Der **Typ eines Datums** bestimmt dessen Darstellung und Eingabeweise und besitzt ggf. Einschränkungen (z.B. Vorbelegung, Wertebereiche). Die Daten besitzen einen **semantischen Zusammenhalt (Kohäsion)**, der sich in einer Zusammenfassung in sinnvollen **Gruppen** widerspiegelt, die eine **hierarchische Beziehung** zueinander aufweisen können. An der Benutzerschnittstelle werden daraus Gruppen von Fragen bzw. Abhängigkeits- und Navigationshierarchien abgeleitet. Zudem existiert eine **sinnvolle Abfolge der Fragen** in einem

Interview, die auf der semantischen Zusammengehörigkeit der Daten basiert (Constantine und Lockwood 1999).

Die in den dynamischen Aspekten zusammengefassten Punkte kommen bei Nutzerinteraktionen zum tragen. So bestehen **Existenz- und Editierbarkeitsbedingungen für Gruppen und Daten** abhängig von Inhalten anderer Datenfelder, die sich an der Oberfläche durch ein-/ausblenden von Informationen oder ganzer Fragebereiche äußern (z.B. Nichols und Myers 2009). Zusätzlich existieren Regeln zur Prüfung (**Validierung**) eines eingegebenen Inhalts, die ggf. ebenfalls abhängig von anderen Datenelementen im Modell sind (Dubinko et al. 2003). Zudem existieren mit Modellelementen assoziierten Operationen, die entweder als **Reaktion** auf die Änderung anderer Inhalte des Modells angestoßen (z.B. Anzeige von Postleitzahlbereiche bei Angabe eines Städtenamens) oder als **nutzerinitiierte Aktionen** (z.B. durch explizites Betätigen eines Buttons) ausgeführt werden müssen (Miguel und Faria 2010; Puerta et al. 1994).

4 Metamodell zur Beschreibung von Interviewkomponenten

Zur Beschreibung des benötigten Wissens wurde aus den dargestellten Informationen ein Metamodell entwickelt, welches die bestehenden Ansätze der Wissensrepräsentation mit *Framesprachen* (Karp 1993) nutzt. Dort wird Wissen über *Konzepte* (Frames) im Problemraum repräsentiert und Beziehungen zwischen den Konzepten beschrieben. *Attribute* (Slots) beschreiben die Konzepte inhaltlich und werden über *Facetten* näher spezifiziert (z.B. Typinformationen und Einschränkungen). Zudem sind prozedurale Erweiterungen für Konzepte vorgesehen (*demons*), die bei Änderung des Wissens angestoßen werden. Die Ansätze der Framesprachen bilden die Basis für aktuelle Forschungen zu Ontologien und Semantic Web Technologien, wodurch neben der Wissensrepräsentation auch auf bestehende Techniken zur Auswertung des Wissens (*reasoning*) zurückgegriffen werden kann.

Abb. 2 zeigt das aus den in Abschnitt 3.2 dargestellten Eigenschaften entwickelte Metamodell. Die Datenbeschreibung besteht aus einer Folge von Gruppen (*DataGroup*), die wiederum eine Reihe von Gruppen oder Datenelementen (*DataItem*) in geordneter Form enthalten kann. Hierdurch kann die **hierarchische Gruppierung** und **Kohäsion der Daten** sowie die **temporale Abfolge** der Fragen abgebildet werden.

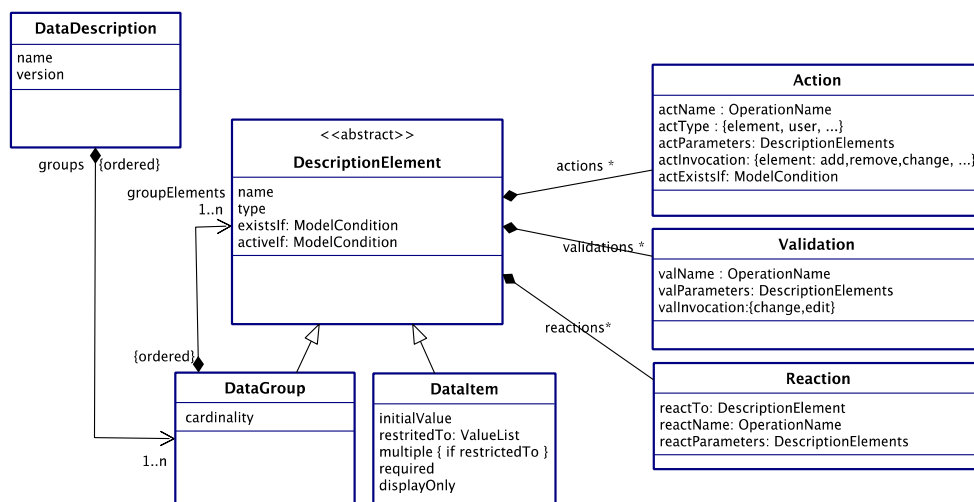


Abbildung 2: mimesis Metamodell als UML-Klassendiagramm

Gruppen und Elemente werden über Facetten näher bestimmt. So sind z.B. **Typ-Eigenschaften** und **Existenzbedingungen** und Eigenschaften der Daten (z.B. Initialwerte und Wertebereiche) spezifizierbar. Analog können **Validierungsoperationen**, **Aktionen** und **Reaktionen** bestimmt werden, welche über auslösende Ereignisse und an der Operation beteiligten Modellelemente näher beschrieben werden. Eine Zusammenfassung der Facetten für *DescriptionElement*, *DataItem* und *DataGroup* ist in Tabelle 1 dargestellt.

Facette	Beschreibung	Ausprägungen	Notation in DSL (Beispiele)
DescriptionElement			
name*	eindeutiger Name des Elements innerhalb seiner Hierarchiestufe. Dient der Identifikation des Elements innerhalb des Modells.	[a-zA-Z0-9]*	name="customer" name="firstName"
type	Typ der Gruppe oder des Datenelements	s. DataGroup / DataItem	s. DataGroup / DataItem
existsIf	Bedingung für die Existenz des Elements. Evaluiert der Wert zu "wahr", sind die enthaltenen Daten relevant für die Bearbeitung und müssen erfragt werden.	bool'scher Ausdruck über Modellelementen.	exists-if = "(customer.ismarried=true) && (customer.age<=60)"
activeIf	Bedingung für die Erfassung des Elements. Evaluiert der Wert "wahr", sind die enthaltenen Daten editierbar. Sonst werden die enthaltenen Daten lediglich angezeigt.	bool'scher Ausdruck über Modellelementen.	active-if = "(customer.ismarried=true)"
DataGroup			
type	Typisierung der Gruppe.	default: keine Angabe. strongcohesion: die enthaltenen Daten sind eng verbunden und bilden eine Einheit (z.B. PLZ und Ort)	type="strongcohesion"
cardinality	beschreibt die Kardinalität, mit der die Gruppe auftritt. Verwendung für Listen der beschriebenen Gruppe	*: beliebige Anzahl an Vorkommen <n>: fester Wert <n>..<m>: Anzahl zwischen n und m.	cardinality="*" cardinality="3" cardinality="3..5"
DataItem			
type	Typ des Datums Einfache Datentypen: Semantik gemäß XMLSchema simple data types Erweiterte Datentypen: ggf. domänen- oder kontextspezifisch und implizieren weiteres Verhalten (z.B. länderspezifische Validierung eines ZIP-codes).	einfacher Datentyp: text, number, boolean, longtext, date, float erweiterter/domänenspezifischer Datentyp: email, zipcode, phone, licenseplate, contractnumber, ...	type="number" type="email" type="zip" type="licenseplate"
+ restrictions	weitere typbezogene constraints / facets gemäß XMLSchema (z.B. min/maxinclusive, pattern, ...)	facets für einfache Datentypen	mininclusive="3" maxinclusive="10"
restrictedTo	Einschränkung des Wertebereichs, der zur Auswahl steht.	Wertebereich abhängig vom angegebenen Typ. Kann dynamisch über Funktionsaufruf befüllt werden.	restrictedTo="malefemale" restrictedTo="0..10" (number) restrictedTo="addresses.getZIP(address.city)"
+ multiple	gestattet die Auswahl mehrerer Werte aus der Einschränkung (manyOfMany)	true, false	restrictedTo="onetwothree" multiple="true"
required	zeigt an, dass das Item vom Benutzer angegeben werden muss.		required="true"
initialValue	Vorbelegung für den Wert des Items	abhängig vom angegebenen Typ, ggf. vorhandener Einschränkungen und Multiplizität	initialValue="male" initialValue="onetwothree"
displayOnly	Feld wird nur dargestellt und ist nicht editierbar	true, false	

Tabelle 1: Facetten der Basiselemente des Metamodells

Abb. 3 zeigt am Beispiel der Kundendaten aus Abschnitt 3.1 die konkrete Modellierung in Form einer DSL (domain specific language), die im Rahmen des Projekts zur übersichtlichen Beschreibung des Modells entlang des Metamodells entwickelt wurde.

Die **Gruppierung und Kohäsion** wird durch die Zusammenfassung semantisch zusammenhängender Elemente in *group*-Bereichen beschrieben. Diese können geschachtelt sein und bilden eine Hierarchie, in der die Elemente einer Hierarchiestufe die gleiche Kohäsion aufweisen (z.B. *fullname* und *maritalinformation*). Die **Abfolge** der Elemente ist über die Reihenfolge innerhalb der Gruppe beschrieben. **Existenzabhängigkeiten** werden als Facetten der Elemente über Bedingungen mit Referenz auf andere Datenelemente dargestellt. So existieren z.B. die Daten *marriedsince* und *partnerinformation* nur, wenn der Inhalt von *status* auf *married* steht (Abb. 3, ③⑤). Zur eindeutigen Referenzierung eines Modellelements kann aufgrund der hierarchischen Struktur des Modells eine *dotted notation* verwendet werden, wie sie etwa in Java Server Faces

(JSF) über die Unified Expression Language (UEL) verwendet wird (z.B. *customerdata.address.zip*).

```

{
  group : "customerdata" { actions="user.select:user.chooseCustomer(customerdata,
                                                                    customerdata.fullName.lastname)"} ❶
    group : "fullName" {
      gender: { restrictedTo="male|female"}, ❷
      firstname: { required=true},
      lastname: { required=true}
    },
    group : "maritalinformation" {
      status: { initialized="married",
              restrictedTo="married|notmarried|divorced"},
      marriedsince: { type="date",
                    existsIf="(customerdata.maritalinformation.status == 'married')"} ❸
    },
    group : "address" { type="independent" } {
      street: {},
      building_no: { type="buildingNo"},
      zip: { type="zip",
           reactTo="customerdata.address.city:retrieval.getZIPS(customerdata.address.city)", ❹
           { validate="change:validators.validateCity(customerdata.address.zip)"},
      city: { type="city", restrictedTo="retrieval.getCountries()"},
      country: { type="country", restrictedTo="retrieval.getCountries()"},
      email: { type="email", required=true}
    },
    group : "birthdetails" {
      ...
    },
    group : "partnerinformation" { character="independent",
                                  existsIf="(customerdata.maritalinformation.status == 'married')"} ❺
      ...
}

```

Abbildung 3: Beschreibung als mimesis DSL

Neben **Typinformationen** für Elemente (Abb. 3, ❷❸❹) werden auch **Validierungen, Aktionen und Reaktionen** mit Abhängigkeiten zu anderen Datenelementen über Facetten beschrieben (s. Abb. 3, ❶❺). So besitzt die beschriebene Validierung *validateCity* eine Abhängigkeit zur PLZ der Kundenadresse (*customerdata.address.zip*) und wird bei Änderung des Wertes angestoßen.

Nutzen des Modells: Die im beschriebenen Metamodell enthaltenen Informationen wurden aus den vorgefundenen Mustern in repräsentativen Benutzerschnittstellen abgeleitet und basieren rein auf den verarbeiteten Daten der Anwendung. Sie bilden somit eine Wissensbasis, aus der die Benutzerschnittstellen für die betrachteten Interview-Anwendungen ableitbar sind (vgl. *Validierung des Ansatzes*). Hierzu werden die enthaltenen Informationen ausgewertet und auf technologische Lösungen abgebildet (z.B. die Verwendung spezifischer Widgets, Mechanismen zum Ein-/Ausblenden und Eventhandling für Re-/Aktionen), die von der jeweiligen Zielplattform für Benutzerschnittstellen bereitgestellt werden.

5 Definition von Varianten auf dem Datenmodell

Im Falle von Interview-Anwendungen unterscheiden sich Varianten neben der Technologie auch im Umfang der zu bearbeitenden Daten. Sie besitzen eine eigene, plattformabhängige Darstellung (z.B. Navigation, Eingabe-Widgets, Verteilung der Elemente auf Seiten) und arbeiten auf einem unterschiedlichen Umfang der Daten (z.B. geringere Anzahl von Fragen auf mobilen Geräten oder bei Endkunden im Internetportal).

Sie basieren jedoch auf denselben semantischen Eigenschaften der Daten und es bestehen dieselben Rahmenbedingungen hinsichtlich des Typs, der hierarchischen Zusammenhänge und Kohäsion, der temporalen Abfolge und den genannten dynamischen Eigenschaften. Abb. 4a (links) zeigt eine Variante der Produktkonfiguration, wie sie sich dem Endkunden im Unternehmensportal

präsentiert. Hierbei ist der Umfang der Fragen im Vergleich zur in Abschnitt 3.1 dargestellten Vertreter-Variante reduziert und das Erscheinungsbild unterscheidet sich grundlegend (plattformspezifische Eingabe-Widgets, Art der Navigation, Erläuterungstexte etc.).

Soll nun eine Anwendungsbeschreibung für mehrere Varianten verwendet werden, bedarf es eines Gesamtmodells der verarbeiteten Daten, welches mit den im letzten Abschnitt dargestellten Mitteln beschrieben werden kann. Die Definition einer Variante besteht dann in der **Festlegung der für die Variante relevanten Teilmenge aus dem Gesamtmodell** - unter Beibehaltung der dort festgelegten Eigenschaften der Daten.

Das im letzten Abschnitt beschriebene Modell gestattet aufgrund der hierarchischen Struktur eine einfache Definition einer solchen Teilmenge. In Hitz (2013b) und Ebsen (2014) wurde die Basis

```

{
  channel : "desktop" {
    include : "*"
  },
  channel : "mobile" {
    extends : "root",

    exclude : "customerdata.fullname.secondname",
    exclude : "customerdata.birthdata.placeofbirth",
    exclude : "customerdata.maritalinformation.marriedsince",
    exclude : "customerdata.children.childrenbelow7",
    exclude : "customerdata.partnerinformation",

    include : "customerdata.partnerinformation.firstname",
    include : "customerdata.partnerinformation.lastname"
  },
  ...
}

```

Abbildung 4: a) Produktkonfiguration im Kundenportal b) Variantenbeschreibung der desktop- und mobile-Variante

für die Beschreibung entwickelt, die mittels der bereits erwähnten *dotted notation* Elemente der Hierarchie identifizieren und für eine Variante entfernen oder hinzunehmen kann (*include/exclude*-Mechanismus). In Abb. 4b (rechts) ist exemplarisch die textuelle Kanalbeschreibung für eine mobile- und eine Desktop-Variante für die Kundendaten dargestellt. Hier werden in der Desktop-Variante alle Modellelemente verwendet. Die *mobile*-Variante baut auf der *desktop*-Definition auf (❶) und schließt diverse Daten und Gruppen des Modells durch einen *exclude*-Eintrag aus (❷). Mittels eines *include*-Eintrages können ggf. vorher entfernte Elemente wieder hinzugenommen werden (❸). Dieses Vorgehen ermöglicht eine einfache und intuitive Definition von Teilmengen des Modells, die in der Praxis die schnelle Erzeugung von Varianten gestattet.

6 Arbeiten im Umfeld

Zur modellgetriebenen Entwicklung von Benutzerschnittstellen wurden unterschiedliche Ansätze entwickelt, die jeweils einen anderen Fokus auf Aspekte der Benutzerschnittstellen haben.

User Interface Description Languages (UIDL) beschreiben die konkrete Ausprägung eines UIs unabhängig von einer spezifischen Technologie. Beispiele sind *JavaFX* (Fedortsova 2014), *UIML* (Abrams et al. 1999), *UsiXML* (Limboung 2004) und *XForms* (Dubinko et al. 2003). Hier werden technologieneutral Ein-/Ausgabeelemente, Beziehungen zwischen Elementen und das Verhalten innerhalb der UI (z.B. Sichtbarkeitsregeln) beschrieben (Nichols und Myers 2009). Teilweise beinhalten die Ansätze bereits grundlegende Task-Konzepte (z.B. UsiXML).

Task-/konversationsbasierte Ansätze beschreiben die Anwendung über Ausprägungen der Dialogflüsse, abgeleitet aus Taskmodellen. Zur Ableitung von UIs werden Tasks mit technologieneutralen UI-Beschreibungen assoziiert - z.B. *CAP3* (Bergh et al. 2011), *MARIA* (Paterno et al. 2009) und die Arbeiten zu Konversationen von Popp et al. (z.B. Popp et al. 2009; Raneburger et al. 2014). Der Fokus liegt hier auf der expliziten Modellierung der Abläufe und Varianten (z.B. *MANTRA*, Botterweck 2006), es existieren jedoch auch erste Ansätze zur Modellierung von Varianten und Produktfamilien (Pleuss et al. 2013, Tran et al. 2012).

Datenzentrierte Ansätze finden sich in *JANUS* (Balzert et al. 1996) und *Mecano* (Puerta, 1994), in welchen ein **Domainmodell** als Basis zur Herleitung von Oberflächen dient. *Mecano* fügt dem Domainmodell analog dem hier vorgeschlagenen Ansatz dynamische Aspekte hinzu. Die Ansätze sind für die Generierung von Oberflächen zur Bearbeitung des gesamten Domainmodells bis hin zur Persistierung ausgelegt (CRUD-Anwendungen), was jedoch die Modellierung von Varianten als Ausschnitte erschwert.

Abgrenzung des *mimesis*-Ansatzes

Die aufgeführten Ansätze enthalten in ihren Modellen nur wenig semantische Informationen, die für die automatisierte Herleitung der Benutzerschnittstellenvarianten ausgewertet werden können. Die Oberflächen und Abläufe werden z.T. über eine Vielzahl von Artefakten beschrieben, die mit dem Datenmodell konsistent gehalten werden müssen oder beschränken sich auf technische Varianten und können damit nur schwer inhaltliche Varianten redundanzfrei abbilden (Coutaz 2010).

Der hier vorgestellte Ansatz setzt bereits bei der Modellierung der in der Anwendung verarbeiteten Daten an und erweitert diese um Informationen zu ihrer Semantik, wodurch das Modell als zentrale Wissensbasis für eine automatische Herleitung von Anwendungsvarianten nutzbar wird. Die Fokussierung auf Interview-Anwendungen führt dabei zu einer signifikant vereinfachten Modellierung, da **sowohl technische als auch inhaltliche Varianten aus einem zentralen, konsistenten Artefakt** hergeleitet werden können.

7 Validierung des Ansatzes

In Zusammenarbeit mit der Allianz Deutschland AG wurden zur Validierung die zur Analyse herangezogenen Anwendungen mit dem beschriebenen Ansatz modelliert und umgesetzt. Hierbei sollte nachgewiesen werden, dass diese Anwendungen aus den Informationen des Metamodells wieder ableitbar sind, sie funktional den manuell Erstellten entsprechen und somit weitere Anwendungen generativ erstellt werden können, die den modellierten Interaktionsmustern folgen.

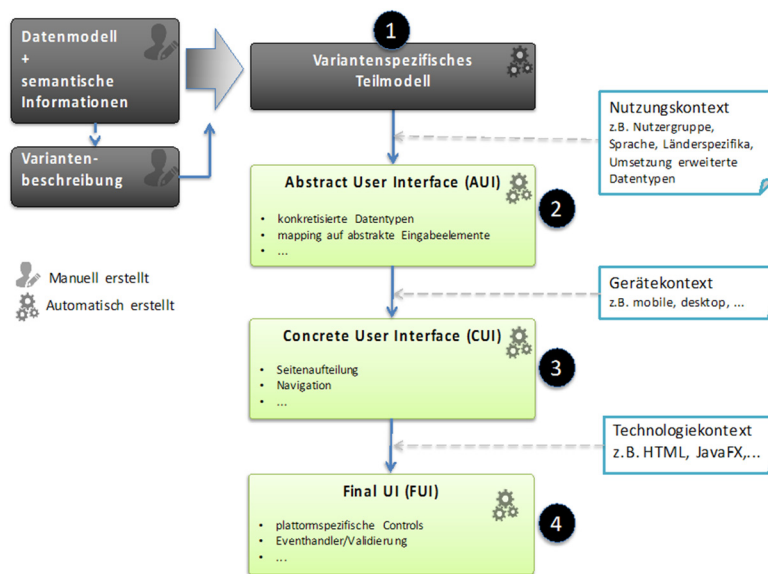


Abbildung 5: Ablauf bei der Generierung

Dazu wurden für das Metamodell und die Variantendefinition DSLs entwickelt (vgl. Abschnitt 4), aus denen die variantenspezifischen Teilmodelle für unterschiedliche Nutzungskontexte abgeleitet werden können (Abb. 5, ❶). Diese Teilmodelle wurden in weiteren Transformationsschritten (Anreicherung um Labels, typabhängige Validierungen etc.) in ein abstraktes UI-Modell überführt (Abb. 5, ❷). Dieses wurde final in konkrete Plattforttechnologien transformiert (Abb. 5, ❸❹). Hierbei folgten wir konzeptionell den Arbeiten, die von Calvary et al. (2002) im CAMELEON-Framework vorgeschlagen werden.

Im ersten Schritt wurde die Transformation aus einer abstrakten in eine konkrete UI-Beschreibung umgesetzt (Abb. 5, ❷-❹). Der Fokus lag hierbei auf webbasierten HTML/JavaScript-Oberflächen für unterschiedliche Gerätekategorien (mobile, desktop). Zudem erfolgten Evaluierungen für RichClient-Oberflächen mit JavaFX. Hiermit konnte nachgewiesen werden, dass sich die identifizierten Eigenschaften in der Praxis zur Herleitung von nicht-trivialen Benutzerschnittstellen eignen. Die hierbei implementierten Ergebnisse werden bereits produktiv im Kunden- und Vertreterportal für Interview-Anwendungen z.B. zur elektronischen Risikoprüfung eingesetzt.

Zur Validierung des hier vorgestellten Ansatzes wurde anschließend die Transformation umgesetzt, welche aus einem Gesamtmodell und der Variantendefinition ein variantenspezifisches Teilmodell ableitet (❶). Dieses konnte durch Anreicherung um Informationen zum Nutzungskontext in eine abstrakte UI-Beschreibung überführt und damit als Eingabe für die im vorangegangenen Schritt erstellte Transformation verwendet werden. Zudem wurde ein Editor zur grafischen Bearbeitung des Anwendungsmodells und der semantischen Informationen erstellt (Abb. 6a). Als Varianten wurden Oberflächen für Vertreter- und mobile Endkundenanwendungen generiert (Abb. 6b), die in unterschiedliche Portalanwendungen integriert werden können.

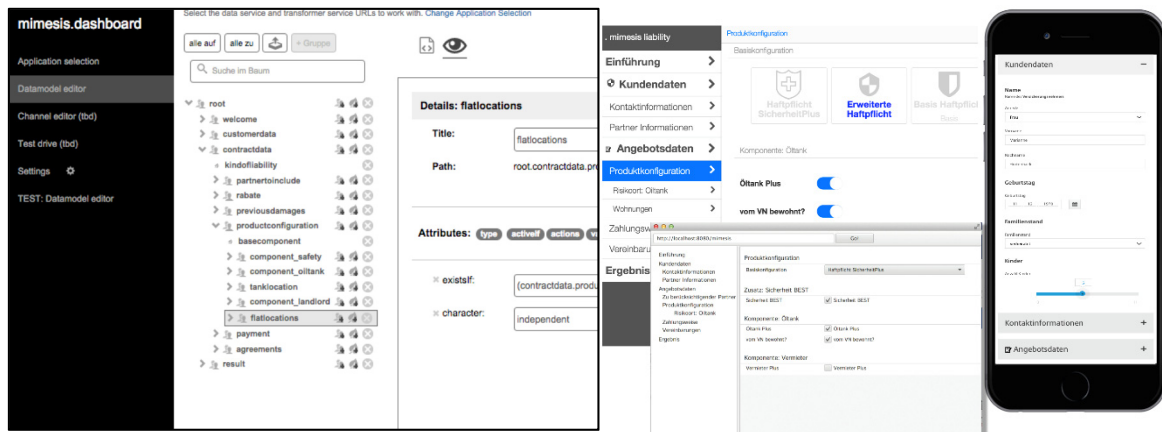


Abbildung 6: a) mimesis Editor

b) Beispiele für Plattformvarianten

Mit dieser Umsetzung konnte nachgewiesen werden, dass aus der datenzentrierten Beschreibung grundsätzlich die abstrakten UI-Beschreibungen für die Varianten erstellt werden können. Diese entsprachen funktional weitestgehend den Anforderungen, die die bereits bestehenden, manuell erstellten Anwendungen erfüllten und die im Metamodell abgebildet wurden. **Einschränkungen** traten bei der Generierung von Oberflächenelementen an Stellen auf, an denen noch nicht genügend semantische Information zur Auswertung vorhanden war - z.B. die Verwendung eines Auswahl-Panels alternativ zu einer Dropdown-Box abhängig von der Art/Bedeutung der Frage (vgl. Abb. 1b, Auswahl *Produktkonfiguration*). Dies konnte jedoch durch die Erweiterung des Modells um zusätzliche semantische Eigenschaften gelöst werden (*semantical tags*). Eine **Grenze des dargestellten Ansatzes** besteht in Fällen, in denen die Reihenfolge der Fragen zwischen Varianten verändert werden muss (z.B. Abfrage der Kundendaten *nach* der Produktkonfiguration). Dies kann jedoch durch Erstellen eines weiteren Artefakts in der Variantendefinition gelöst werden. Dies erhöht die Komplexität, muss jedoch nur in wenigen Ausnahmefällen erfolgen. Das Gros der Anwendungen kann weiterhin dem vereinfachten Vorgehen folgen, sodass der Ansatz in der Gesamtheit zu einer Vereinfachung der Entwicklung gegenüber bestehenden Ansätzen beiträgt.

8 Fazit und Ausblick

In diesem Papier wurde für Interview-Anwendungen ein Ansatz vorgestellt, der zur datenzentrierten Beschreibung von Anwendungsfrontends verwendet werden kann. Es wurde gezeigt, wie auf dieser Beschreibung in einfacher Weise Varianten definiert werden können und es wurde die Herleitung von technischen Benutzerschnittstellenvarianten skizziert. Der Ansatz konnte im Rahmen einer prototypischen Implementierung validiert werden, in welcher praxisrelevante Beispiele aus dem Versicherungsumfeld umgesetzt wurden.

Es wurde aufgezeigt, dass aus einem datenzentrierten Modell der Anwendung sowohl inhaltliche als auch technische Varianten für mehrere Nutzerkanäle automatisiert generierbar sind. Die datenzentrierte, semantische Beschreibung schafft dabei ein zentrales Artefakt, aus dem alle Varianten konsistent und redundanzfrei abgeleitet werden können – was potentiell zu geringeren Aufwänden bei der Entwicklung und Pflege der Varianten führt. Durch die rein datenzentrierte Sicht kann das entwickelte Modell zudem zur Automatisierung weiterer Aspekte genutzt werden, z.B. zur Konsistenzprüfung von Varianten oder der konsistenten Anbindung von Backendschnittstellen. In weiteren Arbeiten werden insbesondere die hier nicht näher betrachtete

Konsistenzprüfung definierter Varianten untersucht und Lösungsansätze zur Verfeinerung des Modells um aufgabenspezifische Semantik erarbeitet, welche einerseits zu spezialisierteren Benutzerschnittstellen führen, andererseits die automatisierte Bindung des Frontendmodells an Backends aufzeigen sollen.

9 Literatur

- Abrams M, Phanouriou C, Batongbacal AL, et al (1999) UIML: An appliance-independent XML user interface language. In: WWW '99 Proceedings of the eighth international conference on World Wide Web: 1695–1708
- Balzert H, Hofmann F, Kruschinski V (1996) The JANUS Application Development Environment—Generating More than the User Interface. In: Computer Aided Design of User Interfaces, Vol. 96.: 183–206
- Van den Bergh J, Luyten K, Coninx K (2011) CAP3: Context-Sensitive Abstract User Interface Specification. In: Proceedings of the 3rd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems - EICS '11: 31–40
- Botterweck G (2006) A Model-Driven Approach to the Engineering of Multiple User Interfaces. In: Proceeding MoDELS'06 Proceedings of the 2006 international conference on Models in software engineering: 106–115
- Calvary G, Coutaz J, Thevenin D, et al (2002) The CAMELEON Reference Framework. Deliverable 1.1, CAMELEON Project.
- Ceri S, Daniel F, Matera M (2003) Extending WebML for Modeling Multi-Channel Context-Aware Web Applications. In: Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering Workshops. Proceedings.: 225–233
- Chlebek P (2006) User Interface-orientierte Softwarearchitektur, 1. Auflage. Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden.
- Constantine L, Lockwood L (1999) Software for use: a practical guide to the models and methods of usage-centered design. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., New York
- Coutaz J (2010) User interface plasticity: model driven engineering to the limit! In: EICS '10 Proceedings 2nd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems.
- Dubinko M, Klotz L, Merrik R, Raman T (2003) XForms 1.0 W3C Recommendation - <http://www.w3.org/TR/xforms>. Abgerufen am: 06.09.2015
- Ebsen M (2014) Entwurf eines Meta-Datenmodells zur automatischen Generierung einer Mehrkanal-Benutzeroberfläche. Studienarbeit. Duale Hochschule Baden-Württemberg, Stuttgart.
- Fedorotsova I, Brown G (2014) JavaFX Mastering FXML, Release 8. In: JavaFX Doc. <http://docs.oracle.com/javase/8/javafx/xml-tutorial/preface.htm>. Abgerufen am: 04.04.2015
- Hitz M (2013) Interner Projektbericht zu mimesis.ui (a) und mimesis.model (b). Duale Hochschule Baden-Württemberg, Stuttgart. <http://dhbw-stuttgart.de/mimesis>
- Karp PD (1993) The Design Space of Frame Knowledge Representation Systems. SRI AI Center Technical Note 520.
- Koch N, Kraus A (2003) Towards a common metamodel for the design of web applications. In: Proceedings of the 3rd Intl Conference on Web Engineering (ICWE 2003). Springer.
- Limbourg Q (2004) USIXML: A User Interface Description Language Supporting Multiple Levels of Independence. In: Matera M, Comai S (Hrsg.) ICWE Workshops. Rinton Press: 325–338
- Miguel A, Faria JP (2010) Automatic Generation of User Interface Models and Prototypes from Domain and Use Case Models. In: Rita Matrai (Hrsg.) User Interfaces. InTech, Rijeka.
- Nichols J, Myers B a. (2009) Creating a Lightweight User Interface Description Language: An overview of the Personal Universal Controller Project. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 16, No. 4.
- Paterno F, Santoro C, Spano LD (2009) Maria: A Universal, Declarative, Multiple Abstraction-Level Language for Service-Oriented Applications in Ubiquitous Environment. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 16, No. 4.
- Plauss A, Hauptmann B (2012) User interface engineering for software product lines: the dilemma between automation and usability. In: Proceedings of the 4th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems – EICS '12: 25–34. ACM Press, New York
- Plauss A, Wollny S, Botterweck G (2013) Model-driven development and evolution of customized user interfaces. In: Proceedings of the 5th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems - EICS '13. ACM Press, New York
- Popp R, Falb J, Arnautovic E, et al (2009) Automatic generation of the behavior of a user interface from a high-level discourse model. In: Proceedings of the 42nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS
- Puerta AR, Eriksson H, Gennari JH, Musen MA (1994) Beyond data models for automated user interface generation. In: In Proceedings British HCI'94.
- Raneburger D, Kaindl H, Popp R, et al (2014) A Process for Facilitating Interaction Design through Automated GUI Generation. In: SAC '14 Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing. ACM Press, New York: 1324–1330
- Tran V, Vanderdonck J, Tesoriero R, Beuvs F (2012) Systematic generation of abstract user interfaces. In: Proceedings of the 4th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems - EICS '12. ACM Press, New York: 101-110
- Witte L, Knorsch M, Schmidt T, et al (2015) Typisierung von Anwendungen in Online-Portalen. Studienarbeit. Duale Hochschule Baden-Württemberg, Stuttgart.

Towards an EPC Standardization – A Literature Review on Exchange Formats for EPC Models

Dennis M. Riehle¹, Sven Jannaber², Arne Karhof², Patrick Delfmann¹, Oliver Thomas², and Jörg Becker³

¹ University of Koblenz-Landau, Institute for Information Systems Research,
{riehle|delfmann}@uni-koblenz.de

² University of Osnabrück, Institute for Information Management and Information Systems,
{sven.jannaber|arne.karhof|oliver.thomas}@uni-osnabrueck.de

³ University of Münster, European Research Center for Information Systems,
becker@ercis.uni-muenster.de

Abstract

Event-driven process chains (EPCs) have been used to create business process models from the early 90s and are still used in research and practice today. However, up to today, there is still no accepted standard for the EPC modelling language, which caused several different EPC dialects to appear and disappear over the last decades. To contribute to the development of a future standard for the EPC modelling language, we have conducted a systematic literature review on exchange formats for EPC models. In the paper at hand, we describe seven different exchange and storage formats which we have found in literature and compare their properties and capabilities. We find that the EPC Markup Language (EPML) has the greatest capabilities so far, as it supports the greatest variety of different EPC dialects. With our discussion, we contribute to the development of an EPC standard in the future, by describing how EPML can be adapted as a standardized exchange language for EPC models, which is part of a future standard for the EPC language.

1 Get Things Going – Shedding Light on EPC Exchange Formats

The event-driven process chain (EPC) has been one of the most dominant languages for business process modelling over the last decades and is well established in both research and practice (Knuppertz and Schnägelberger 2008; Fettke 2009; Houy et al. 2009). The maturity of EPCs manifests itself in numerous scientific publications covering a wide range of language aspects. In addition, the EPC has proven its relevance in practice by being implemented in most common business process modelling tools (Drawehn et al. 2014). However, in contrast to languages such as Business Process Model and Notation (BPMN), whose popularity has been significantly boosted by the existence of a defined standard (Recker et al. 2006), no systematic standardization effort for the EPC language has been made yet. Consequently, the absence of a standard hampers EPC usage

and diffusion, especially due to difficulties in terms of interoperability, further development and overall acceptance (Ko et al. 2009; Fellmann et al. 2013).

Nowadays, most business process modelling languages have been standardized by respective institutions, for example the Object Management Group (OMG) or the International Organization for Standardization (ISO) (ISO/IEC 15909-1 2004; OMG 2011). The publication of those standards ensures international adherence to specified language components such as syntax, notation or exchange format. Although there have been attempts to provide detailed specifications for certain aspects of the EPCs language (e.g. Nüttgens and Rump 2002; Mendling 2007), an official standardization process guided by a standardization development organization (SDO) has not been initiated to date. In addition, due to the widespread nature of EPCs and extensive previous research in the field, there exists a multitude of contributions ranging from various syntactical or semantical propositions to multiple language extensions (Rittgen 2000; Fettke et al. 2010), ultimately resulting in a mosaic-like EPC landscape. Naturally, this situation renders standard-making a difficult challenge.

The paper at hand aims at addressing this issue by laying ground for a standardization of the EPC language. Since successful standardization endeavours rely heavily on agreement and consensus of a domain community (David and Greenstein 1990; Fomin et al. 2003), this paper tries to lift the fog of previous EPC research by proposing a state-of-the-art analysis on EPC exchange formats discussed in relevant literature. We believe that by focusing on exchange formats, valuable groundwork for further standardization efforts can be gained, since interfaces and thus the seamless exchange of data (e.g. models), is an essential driver for technical standardization (Fomin 2003; Mendling and Nüttgens 2006). Furthermore, exchange formats provide insight into other language components and underline what is of importance to software vendors and practitioners. A specific focus on literature has been chosen, since the foundation for successful EPC standard-making needs to closely consider both scientific and practical concerns. Hence, a research point of view has been applied in this paper, whereas a practical perspective is covered in greater detail in subsequent work. In order to investigate the state-of-the-art, a structured keyword-driven literature review is conducted. The results are classified according to predefined criteria and ultimately consolidated according to their underlying concept.

By reviewing relevant literature, several formats to exchange EPCs have been identified. The major contribution of this paper is two-fold: On the one hand, an overview of scientific literature in the field of EPC exchange formats is provided. On the other hand, the identified formats are evaluated against their feasibility to serve as an EPC exchange format that can be adopted for EPC standard-making.

The remainder of the paper is structured as follows. Section 2 introduces theoretical background on business process management with special focus on the EPC. In addition, a brief overview over related efforts to enhance EPC modelling and research conformable to ours further motivates the strived objects. Subsequently, the applied research methodology is carried out in Section 3. In Section 4 the results of the literature review are presented and synthesized, followed by a discussion of results and an outlook on further work. The paper concludes with a summary of the gained insights.

2 Theoretical Background and Related Work

The first definition for EPCs emerged in the 1990s from a joint work of the Institute for Information Systems in Saarbrücken and SAP (Keller et al. 1992). The objective of the project has been to develop a definition of a business process language that would be able to document the SAP R/3 enterprise resource planning system (Melcher 2014). Due to its usability for reference modelling, the EPC evolved to a widely accepted and well-established business process modelling language in practice as well as in academic research (Mendling 2008).

In order to obtain a comprehensive view on EPC exchange formats, it is necessary not just to consider the initial publication, but also to explore the manifold contributions in the field of EPCs. Alongside several standardization approaches (e.g. Nüttgens and Rump 2002; Mendling 2007), many extensions for the EPC language have been proposed. The basic elements initially established by Keller et al. (1992) mainly consist of events, functions and logical connectors. *Events* can either describe post-conditions or pre-conditions in the business process and are presented as a hexagon. Accordingly, a *function* represents an activity and is able to alter these conditions. Functions are portrayed as a rounded rectangle. Finally, *logical connectors* are used to join or split the control flow. This can be done with AND, OR and XOR connectors. As those connector types are also widely established in many other business process modelling languages, we renounce the explanation of their semantics. For an extensive explanation, the reader may refer to e.g. Keller et al. (1992).

On the basis of these modelling concepts, many extensions have been developed and discussed in literature. The most widely known extension might be the eEPC (extended EPC), as it was also implemented in ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) and is nowadays often synonymously used for EPC (Becker et al. 2009). Other contributions that have been considered in this research often extend the semantics of EPCs and mostly add new modelling possibilities. We identified configurable EPCs (C-EPC) which extend the basic EPC by two elements and try to capture commonalities between processes (La Rosa et al. 2011). Another extension is the Fuzzy EPCs by Thomas (Thomas 2009), who presents an approach to offset fuzziness that exists for some decisions in business process models. By doing so, the modelling possibilities have been enhanced (Thomas et al. 2002). Nüttgens and Zimmermann (1998) developed the object-oriented EPC (oEPC), which outsources functions and organizational units from the very control flow and rebind them on object classes. Events thereby are directly affiliated by the control flow with these object classes. A likely approach to enrich the basic EPC is semantically annotated EPCs (S-EPC). S-EPCs have been presented by the concept of an ontology and offer the possibility to annotate functions and other elements in an EPC. Due to that, explicit questions regarding the S-EPC model, like “which events triggers which functions”, can automatically be answered (Filipowska et al. 2009). Eventually, we identified Yet another EPC (yEPC) by Mendling et al. (2005a), an extension that enables standard EPCs the support of workflow patterns. Thereby the concepts of empty connectors, multiple instantiation and cancellation is introduced.

By considering not only the basic EPC, the list of relevant exchange formats could be enhanced while doing research. Another reason for the need of a profound fundament is the lack of existing research in this field. Sarshar et al. (2005) provide an overview of EPC extensions, but neglect exchange formats in their consideration. A similar study has already been conducted by Barborka et al. (2006), who give a short review on EPC exchange formats by comparing Microsoft Visio VDX-files with AML-files of the ARIS Toolset and EPML files. However, they did not conduct a systematic literature review, and their work may lack evolution of the last nine years.

3 Methodology

To review existing literature on EPC exchange formats, we have conducted a structured literature review as suggested by Webster and Watson (2002) and vom Brocke et al. (vom Brocke et al. 2013). Since exchange formats for EPC models might be named in various different ways (e.g. exchange format, file format, XML syntax etc.) and especially because an exchange format could also be defined implicitly by the implementation of a modelling tool, we have decided to keep the scope of our literature review rather wide. Our goal was to gather all papers which address the language EPC as such.

For our literature review, we have considered four different data sources. First, since the event-driven process chain was originally invented at the Institute for Information Systems in Saarbrücken (Keller et al. 1992), we have considered their working paper series consisting of 198 papers in total. Additionally, we have considered the EPC workshop proceedings from 2002 to 2009, leading to another 57 papers. Lastly, we have searched for literature on two different search engines, SpringerLink¹ and ScienceDirect². As search terms, we have used “event-driven process chain”, “event driven process chain” and “Ereignisgesteuerte Prozesskette” (each search term was entered separately), which lead to a total of 1.806 results on SpringerLink and 198 results on ScienceDirect.

As suggested by Webster and Watson, we the first took the titles of all 2.259 papers into account and discarded papers which we considered to be not of interest. For the remaining 315 papers, we evaluated the abstracts to get a better understanding of the papers content. Again, we discarded papers which did not cover our topic, so that 150 papers remained. We removed duplicates from this set of papers, finally resulting in 78 papers, which we considered relevant.

We conducted a forward and backward search, to include papers which we may have missed so far. While the backward search was done manually by looking at the references, the forward search was done with the use of Google Scholar³, because neither SpringerLink nor ScienceDirect provide such a feature. The same principle of title, abstract and paper content was applied, leading to a final set of an additional 27 papers. Therefore, our literature review is based on 105 papers in total.

4 Overview of Existing EPC Exchange Formats

We found that many papers consider the language EPC and elements of that modelling language like events, functions etc. and the relationships between them, but rather few papers consider an exchange format for EPC models. In total, we have identified seven different exchange formats, of which six were developed in academic publication, while one is the file format of proprietary software, the “ARIS Toolset”, developed by the IDS Scheer Company – a company of one of the EPC founders, August-Wilhelm Scheer.

In the next subsections, we will describe each exchange format and its capabilities shortly and will further discuss the information, which are summarized in the table above.

¹ <http://link.springer.com/>

² <http://www.sciencedirect.com/>

³ <https://scholar.google.de/>

Name	Language	Type	EPC-specific	Meta-Data	Layout
AML	EPC	XML (Proprietary)	No	Yes	Yes
XML for EPC	EPC	XML	Yes	No	No
EPML	EPC, yEPC and C-EPC	XML (EPML)	Yes	Yes	Yes
Fuzzy-EPML	Fuzzy-EPC	XML (EPML)	Yes	Yes	Yes
oEPML	oEPC	XML (EPML)	Yes	Yes	Yes
GXL	EPC	XML (GXL)	No	No	No
sEPC	S-EPC	Ontology	No	Yes	No

Table 1: Comparison of EPC exchange formats

4.1 ARIS Markup Language

The ARIS Markup Language (AML) is the file format the ARIS Toolset uses when a model is exported to a file. AML is a proprietary file format, which is based on the eXtensible Markup Language (W3C 2008), shortly referred to as XML. The AML format is formally described by a Document Type Definition (DTD), which is a formal declaration of the syntax of an XML document (W3C 2008). The DTD for AML is available together with the user manual of an ARIS Toolset installation. In the following, we refer to ARIS Toolset 7.2, though newer versions are unlikely to be very different.

With the ARIS Toolset, modellers cannot only create EPC models, but conceptual models of different kinds, which can all be exported to AMF files. This makes the AML format a non-EPC-specific format, i.e. it was created to store different conceptual models and, therefore, is not optimized to structurally represent EPC models. For a meta-model of AML, the reader may refer to Barborka et al. (2006). Basically, in an AMF file, there are object definitions and object occurrences, which are connected by connection definitions and connection occurrences. Distinguishing between definitions and occurrences allows ARIS to identify elements which occur multiple times within a process as the same. For example the activity “check invoice” might occur twice in a process, referring both times to the same activity definition, therefore being identical.

Since early process models were mainly used to visualize and understand processes, and machine use of process models for business process analysis was only introduced later. Subsequently, legacy file formats as the ARIS Markup Language have a focus on visualization. The file structure of an AML file includes much information on how to visualize the EPC model on screen, i.e. it includes a full layout with size (width and height) and position (x and y) of all elements.

Elements in an AMF file do not have a type. Therefore, an immediate identification of an element as activity or event is not possible. Instead, elements have a symbol number, which refers to a number for an ARIS symbol that can be an event, a function or something else. Therefore, the elements, which can be placed within a model, are not restricted by the exchange format, because the XML file can refer to any type of element by an ID. This makes an automated processing of AMF files more complicated as if the elements had types in terms of XML elements.

All in all, the AML file format is rather a graphical representation of conceptual models than an exchange format for event-driven process chains. However, it should not be underestimated, as it

was the first file format for EPC models on the market and is still widely supported by current BPM software (e.g. by Signavio⁴ and by ARIS Cloud⁵).

4.2 XML for EPC

A first step towards an EPC-specific exchange format was done by Geissler and Krüger (2002), who defined an XML notation for EPC models. They also formally described their XML notation by a Document Type Definition (DTD). An XML file in the format defined by Geissler and Krüger can contain one or more, dependent or independent EPC models. EPC models consist of events, functions, connectors, organizational units, information objects and process markers.

Control flows are used on functions and connectors (but not on events) to define ingoing and outgoing neighbour nodes for these elements. Therefore, events are implicitly connected to functions. To find the neighbour nodes of an event programmatically, one would need to iterate all functions and check if the desired event is referenced in the control flow there.

Besides from simple names for individual processes and resources, which can be assigned to functions, the XML notation by Geissler and Krüger does not allow specification of any meta-data, like informational data of a process modelling editor. Moreover, this XML notation does not include any information on the layout of an EPC model, which makes it hard to display such a model graphically.

The XML notation by Geissler and Krüger is suited to structurally represent an EPC model for further machine processing. It is not useful, if the EPC model should be transferred from one modeller and one modelling environment to another, because of the missing information on visualization of the model.

4.3 EPC Markup Language

The Event-driven Process Chain Markup Language (EPML) was first suggested by Mendling and Nüttgens (2002). EPML has evolved over the years (Mendling and Nüttgens 2003; Mendling and Nüttgens 2004a; Mendling and Nüttgens 2006). In their work, it has also been demonstrated how AML files can be transformed to EPML files (Mendling and Nüttgens 2004b).

Similarly to AML, EPML is also based on XML, making it easy to process EPML files in many different tools and programming languages. However, EPML differs significantly from AML, as EPML was specifically designed for EPC models and is not capable of representing other conceptual models. Therefore, in EPML the nodes of the XML document directly refer to element types of EPC, e.g. events, function, process interfaces, roles, documents and connectors like AND, OR and XOR. Further, in EPML, connections between process elements are named arcs and are modelled as XML elements as well, which is an improvement compared to the XML notation of Geissler and Krüger, because connections can directly be accessed programmatically without the need to iterate over all elements.

To circumvent issues with EPC models not being able to represent state-based workflow patterns, Mendling et al. (2005a) extended the EPC with an empty connector and concepts for multiple instantiation and cancellation. This extension is mostly referred to as yEPC and with version 1.2, Mendling et al. (c.f. id.) added support for yEPC models in EPML.

⁴ See <http://www.signavio.com/>

⁵ See <http://www.ariscloud.com/>

Since some processes have multiple variants, and modellers do not want to create a different process model for each variant of that process, configurative EPC models were introduced (Recker et al. 2005; Mendling et al. 2005b), mostly referred to as C-EPC models. With C-EPCs changing slightly over the years, the C-EPC as presented by La Rosa et al. (2011) was used to create EPML 2.0, which is capable of representing EPC, yEPC and C-EPC models.

Another approach to EPML was done by Thomas and Dollmann (Thomas and Dollmann 2008; Thomas 2009), who discussed fuzzy process engineering, which allows modelling imprecise decision making in EPC models. Thomas also suggested a modification of EPML to add fuzzy attributes to the file format. However, the EPML version by Thomas has not yet been integrated into EPML 2.0, meaning that fuzzy EPML currently is a standalone file format, even though it has many commonalities with EPML 2.0.

Similarly, Hoglebe et al. (2009) defined a version of EPML which is capable of storing oEPC models. Their approach is an extension of EPML 1.2 and has not yet been integrated into EPML 2.0 as well, making it yet another standalone file format.

The above-mentioned EPML formats do all include a variety of information on the graphical representation of EPC models. While the specification of such a graphical representation is not mandatory in EPML, all elements can be stored with their x and y position on the screen. This enables the reconstruction of the EPC model in different modelling tools, ensuring that the model looks the same in every different modelling environment.

All in all, EPML includes the greatest varieties of EPC dialects of all exchange formats discussed in this paper and represents an open, XML-based approach to exchange EPC models between different modellers and different modelling tools.

4.4 GXL

Winter and Simon (2006) suggested using the Graph Exchange Language (GXL) to exchange business process models. While it might be generally beneficial to regard process models as graphs, e.g. for business process analysis, such a storage format is rather impracticable to exchange EPC models between different modelling tools.

The GXL allows nodes and edges to be stored within a GXL file. Therefore, all process elements like events and activities are converted to nodes and all arcs between process elements are converted to edges. In order to keep information on which node is an event and which a function, additional string-based type declarations are added to each node. While this has the advantage of being able to store any kind of element types in the GXL file (i.e. configurable C-EPC nodes could be added, though not implicitly handled by the authors), it bears the danger of naming conflicts, because element types are not handled by the format. Different vendors might name different elements in different ways, leading to confusion for humans and probably errors for machine interpretation.

Additionally, the GXL format does not include any information on how the EPC model should look like in a modelling tool, so there is no information on a layout included. This makes the GXL format impractical for exchanging EPC models between modellers or modelling environments.

4.5 sEPC Ontology

Semantically annotated EPCs (sEPC) were introduced by Filipowska et al. (2009), who apply ontology concepts to EPC models. To exchange such annotated models, no known exchange format

has been capable of including ontology concepts, which is why they stored the EPC model within the ontology. They included only the basic EPC elements defined by Keller et al. (1992), disregarding several recent EPC extensions.

Further, their ontology does not include any information on graphical representation, which is why the authors state that the EPC layout will be lost when an EPC is transformed from EPML to their ontology. For the exchange of EPC models, this exchange format seems to be inappropriate.

5 Discussion and Outlook

In the previous chapter, we have described seven different exchange formats for EPC models, of which three exchange formats were based on the EPC Markup Language suggested by Mendling and Nüttgens (2002). Still, these three EPML variants are incompatible with each other, as there is no integrated specification which includes all three dialects.

Comparing the seven exchange formats (c.f. Table 1), most of them are based on the extensible markup language (XML) – which is comprehensible, since XML documents are widely adopted for storing and processing structured data, and XML processing libraries are available for many programming languages and development environments, enabling tool developers to support XML processing without much effort. However, to allow tool developers and easy adoption of an EPC exchange format, such a format should not be proprietary, i.e. an exchange format should be well documented and the documentation should be freely available on the internet. This is not the case for the AMF format, which makes the AMF format an improper candidate for an exchange standard in an EPC standard.

Our review has further shown that there are approaches which are specific to the EPC language, while some approaches are capable of storing arbitrary conceptual models. While such flexible exchange formats may be beneficial in some cases, they have a severe disadvantage from a programmer's point of view. When such an EPC model is to be imported into a modelling environment, the type of content within that file cannot be guessed from the file format. Extensive parsing needs to be done, and maybe also assumptions need to be made, in order to import a model from a file which may contain arbitrary conceptual models. Additionally, since the type of elements is usually not limited to a certain set, such a file might contain elements, which are not part of an EPC standard and therefore are unknown to the modelling tool. Hence, an exchange format should be specifically designed for EPC models, to limit the file contents to a well-defined standard. Consequently, the GXL format and sEPC ontologies are improper candidates for an exchange standard as well.

Since an EPC model does not only consist of the structural process, but also the visual representation of that process, an exchange standard for EPC models should include a visual representation of an EPC. This ensures that an EPC can be displayed in the very same way across different modelling tools, which helps users to better identify and exchange their process models. Additionally, an EPC exchange format should include fields for meta-data, where modelling tools can store individual information, for example annotations for process model elements. Ideally, this information is stored in something similar to a key-based hash map, where arbitrary values can be stored under a specific identifier. If modelling tools adhere to a convention like prefixing all identifiers with a tool-specific vendor prefix, several different modelling tools could store meta-information in the same model without conflicting with each other.

Over the decades that EPCs have been discussed in literature, several variations of the EPC modelling language have been developed. Obviously, an exchange format for EPC models should include all EPC variants, which can be considered relevant in research or practice. While further research on the relevance of the individual EPC variants may be necessary, our review shows that the EPML family (including EPML, oEPML and Fuzzy EPML) already includes all EPC variants that we discovered with our systematic literature review. Since the EPML family fulfils the two previously mentioned criteria as well, namely including a visual process representation and meta-data storage, we suggest building an exchange standard for EPC models upon EPML.

Currently, the EPML exchange format is splintered, since there are three different incompatible EPML adoptions. Further research should consider these three EPML variants and aim at merging them back into a single EPML specification. Subsequently, an integrated version of EPML should be capable of storing EPC models, yEPC models, C-EPC models and depending on further relevance studies also Fuzzy EPC models and/or oEPC models. If all relevant variants of EPML are merged back together into a single EPML specification, EPML seems to be a solid base for an exchange format in an EPC standard in the future.

6 Conclusion

In this paper, we have conducted a structured literature review on event-driven process chains and have analysed 105 papers in terms of EPC exchange formats. We have found seven different exchange formats which were used in research and practice in the past. We have further analysed all seven exchange formats in terms of which EPC dialects they can handle, on what kind of storage type they are based, whether they were specifically designed for EPC-models or if they can be used for arbitrary conceptual models and finally, if these exchange formats can store meta-data and a visual representation of the process model.

Afterwards we shortly discussed characteristics, which a standardized exchange format for EPC models should fulfil and demonstrated to which degree the seven exchange formats known from literature meet these characteristics. We came to the conclusion that only the EPML formats meet all requirements, hence making the EPML exchange format a proper candidate for a future exchange standard. However, currently there are different adoptions of EPML, which should be united before EPML can be used as an exchange standard for EPC models.

With our paper, we have contributed to the ongoing discussion whether a standard for EPC is needed and how such a standard needs to look like. Since EPC standard-making is an ongoing part of our research, the paper at hand can be seen as an EPC standard is necessary, especially in terms of exchange formats for EPC models, since this would greatly improve the user experience when EPC models need to be transferred from one user to another or from one modelling environment to another. However, as our review has shown, there are different exchange formats and different EPC dialects. Therefore, an EPC standard would greatly help to define an exchange format.

Acknowledgement:

The research presented in this paper is part of the SPEAK project and is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) under grant number 01FS14030.

7 References

- Barborka P, Helm L, Köldorfer G, et al (2006) Integration of EPC-related Tools with ProM. In: Nüttgens M, Rump FJ, Mendling J (eds) Workshop der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) und Treffen ihres Arbeitskreises "Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK)." Vienna, Austria, pp 105–120
- Becker J, Mathas C, Winkelmann A (2009) Geschäftsprozessmanagement, 7th edn. Springer, Berlin/Heidelberg, Germany
- David PA, Greenstein S (1990) The Economics of Compatibility of Standards: An Introduction to Recent Research. *Economics of Innovation and New Technology* 1:3–41.
- Drawehn J, Kochanowski M, Kötter F (2014) Business Process Management Tools 2014. Fraunhofer, Stuttgart, Germany
- Fellmann M, Bittmann S, Karhof A, et al (2013) Do We Need a Standard for EPC Modelling? The State of Syntactic, Semantic and Pragmatic Quality. In: 5th International Workshop on Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA). St. Gallen, Switzerland
- Fettke P (2009) Ansätze der Informationsmodellierung und ihre betriebswirtschaftliche Bedeutung: Eine Untersuchung der Modellierungspraxis in Deutschland. *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (zfbf)* 61:550–580.
- Fettke P, Houy C, Loos P (2010) Zur Bedeutung von Gestaltungswissen für die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik – Ergänzende Überlegungen. Universität des Saarlandes
- Filipowska A, Kaczmarek M, Stein S (2009) Semantically annotated EPC within semantic business process management. In: *Lecture Notes in Business Information Processing*. Milano, Italy, pp 486–497
- Fomin V (2003) The Role of Standards in the Information Infrastructure Development. *MISQ Special Issue Workshop 1993*:302–313.
- Fomin V, Keil T, Lyytinen K (2003) Theorizing about standardization: integrating fragments of process theory in light of telecommunication standardization wars. *Sprouts: Working Papers on Information Environments, Systems and Organizations* 3:29–60.
- Geissler M, Krüger A (2002) Eine XML-Notation für Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK). In: Nüttgens M, Rump FJ (eds) Workshop der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) und Treffen ihres Arbeitskreises "Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK)." Trier, Germany, pp 81–86
- Hogrebe F, Nüttgens M, Kern H, Kühne S (2009) Towards an Integrated Product and Process Modelling : oEPC Markup Language (oEPML) for object-oriented Event-driven Process Chains (oEPC). In: *Informatik 2009: Im Focus das Leben, Beiträge der 39. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)*.
- Houy C, Fettke P, Loos P (2009) Stilisierte Fakten der Ereignisgesteuerten Prozesskette – Anwendung einer Methode zur Theoriebildung in der Wirtschaftsinformatik. In: Nüttgens M, Rump FJ, Mendling J (eds) EPK 2009. 8. Workshop der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) und Treffen ihres Arbeitskreises "Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK). Gesellschaft für Informatik. Bonn, Germany, pp 22–41

- ISO/IEC 15909-1 (2004) Systems and software engineering--High-level Petri nets--Part 1: Concepts, definitions and graphical notation
- Keller G, Nüttgens M, Scheer A-W (1992) Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)." Universität des Saarlandes
- Knuppertz T, Schnägelberger S (2008) Status Quo Prozessmanagement 2007/2008 – Ergebniszusammenfassung. Kompetenzzentrum für Prozessmanagement
- Ko RKL, Lee SSG, Lee EW (2009) Business process management (BPM) standards: a survey. *Business Process Management Journal* 15:744–781
- La Rosa M, Dumas M, ter Hofstede AHM, Mendling J (2011) Configurable multi-perspective business process models. *Information Systems Special Issue: Semantic Integration of Data, Multimedia, and Services* 36:313–340
- Melcher J (2014) *Process Measurement in Business Process Management : Theoretical Framework and Analysis of Several Aspects*. KIT Scientific Publishing
- Mendling J (2007) *Detection and prediction of errors in EPC business process models*. PhD Thesis, Institute of Information Systems and New Media, University of Vienna
- Mendling J (2008) *Metrics for Process Models: Empirical Foundations of Verification, Error Prediction, and Guidelines for Correctness*
- Mendling J, Neumann G, Nüttgens M (2005a) Yet another event-driven process chain. In: *Lecture Notes in Computer Science*, pp 428–436
- Mendling J, Nüttgens M (2006) EPC markup language (EPML): An XML-based interchange format for event-driven process chains (EPC). *Information Systems and e-Business Management* 4:245–263.
- Mendling J, Nüttgens M (2002) *Event-Driven-Process-Chain-Markup-Language (EPML): Anforderungen zur Definition eines XML-Schemas für Ereignisgesteuerte Prozessketten*. In: Nüttgens M, Rump FJ (eds) *Workshop der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) und Treffen ihres Arbeitskreises "Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK)"*, pp 87–94
- Mendling J, Nüttgens M (2003) *Konzeption eines XML-basierten Austauschformates für Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) XML-basierter Modelldatenaustausch*. *Wirtschaftsinformatik* 10:89–103.
- Mendling J, Nüttgens M (2004a) *Exchanging EPC Business Process Models with EPML*. In: Nüttgens M, Mendling J (eds) *XML Interchange Formats for Business Process Management (XML4BPM 2004)*. Marburg, Germany, pp 61–79
- Mendling J, Nüttgens M (2004b) *Transformation of ARIS Markup Language to EPML*. In: Nüttgens M, Rump FJ (eds) *Workshop der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) und Treffen ihres Arbeitskreises "Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK)"*. Luxemburg, pp 27–38
- Mendling J, Recker J, Rosemann M, van der Aalst WMP (2005b) *Towards the Interchange of Configurable EPCs: An XML-based Approach for Reference Model Configuration*. In: *Proceedings Workshop Enterprise Modelling and Information Systems Architectures*, pp 8–21

- Nüttgens M, Rump FJ (2002) Syntax und Semantik Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK). Prozessorientierte Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung von Informationssystemen P-21:64–77.
- Nüttgens M, Zimmermann V (1998) Geschäftsprozeßmodellierung mit der objektorientierten Ereignisgesteuerten Prozeßkette (oEPK). In: Maicher M, Scheruhn H-J (eds) Informationsmodellierung - Referenzmodelle und Werkzeuge. Gabler, Wiesbaden, Germany, pp 23–35
- OMG (2011) Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0. <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>. Accessed 27 Sep 2015
- Recker J, Indulska M, Rosemann M, Green P (2006) How Good is BPMN Really? Insights from Theory and Practice. In: Proceedings of the 14th European Conference on Information Systems. Goeteborg, Sweden
- Recker JC, Rosemann M, van der Aalst WMP, Mendling J (2005) On the Syntax of Reference Model Configuration – Transforming the C-EPC into Lawful EPC Models. In: Business Process Management Workshops: BPM 2005 International Workshops, BPI, BPD, ENEL, BPRM, WSCOBPM, BPS. Nancy, France, pp 60–75
- Rittgen P (2000) Quo vadis EPK in ARIS? Ansätze zu syntaktischen Erweiterungen und einer formalen Semantik. *Wirtschaftsinformatik* 42:27–35
- Sarshar K, Dominitzki P, Loos P (2005) Einsatz von Ereignisgesteuerten Prozessketten zur Modellierung von Prozessen in der Krankenhausdomäne – Eine empirische Methodenevaluation. EPK 2005 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, pp 97–116
- Thomas O (2009) Fuzzy Process Engineering. Gabler Edition Wissenschaft, Wiesbaden, Germany
- Thomas O, Dollmann T (2008) Towards the Interchange of Fuzzy-EPCs: An XML-based Approach for Fuzzy Business Process Engineering. In: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik. Garching, Germany, pp 1999–2010
- Thomas O, Hüselmann C, Adam O (2002) Fuzzy-Ereignisgesteuerte Prozessketten - Geschäftsprozessmodellierung unter Berücksichtigung unscharfer Daten. EPK 2002 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, Proceedings des GI-Workshops und Arbeitskreistreffens, pp 7–16.
- Vom Brocke JM, Simons A, Niehaves B, et al (2013) Reconstructing the giant: On the importance of rigour in documenting the literature search process. In: 17th European Conference on Information Systems, pp 1–13
- W3C (2008) Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition). <http://www.w3.org/TR/REC-xml/>. Accessed 27 Sep 2015
- Webster J, Watson R (2002) Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. *Management Information Systems Quarterly* 26:8–13.
- Winter A, Simon C (2006) Using GXL for exchanging business process models. *Information Systems and e-Business Management* 4:285–307.

A System Architecture for Integrating User Activities in Social Networks with Customer Relationship Management

Marcel Rosenberger¹, Christiane Lehrer¹, and Reinhard Jung¹

¹ University of St. Gallen, Institute of Information Management,
marcel.rosenberger@student.unisg.ch

Abstract

Companies have long recognised that their participation in social networks is expected by existing and new potential customers, who request support, provide feedback to products they own, post complaints and exchange views about the company, for example. Information systems are required for identifying relevant user activities that must be dealt with in a given time. Therefore, existing social media tools provide analytical functions. The integration of these tools and/or social networks directly with Customer Relationship Management (CRM) systems, however, is still sparse. We propose a system architecture for integrating user activities in social networks with CRM, which describes eight subsystems and serves as a construction plan to implement an integration software. The research follows the process of a design science research and includes proposed components of related system models from existing literature. Parts of the architecture have been evaluated in the context of a software-prototype that creates opportunity-tickets based on new posts, and thereby triggers the lead management process of a consulting company.

1 Introduction

Social networks have rapidly gained popularity in the past years and are frequently used by billions of users. They belong to the group of social media, which is a concept that encourages connecting, participation, and collaboration of users and sharing of content over the Internet (Musser and O'Reilly 2007). Companies have long recognised that their participation is expected by existing and new potential customers (Acker et al. 2011). Most companies start with creating and maintaining profiles in the prominent social networks, such as Facebook, Twitter, and LinkedIn (Baird and Parasnis 2011). Users that add these profiles to their list of interest receive updates, are encouraged to comment on the company's and other customers' posts, provide feedback to products they own, and also produce new ideas (Helms et al. 2012; Jarvenpaa and Tuunainen 2013). At a first glance, social networks are just another communication-channel that expands the possibilities to reach customers. This view, however, is short-sighted. A closer study reveals the massive impact on the relationship to customers, because of the rapidity, new dynamism, and shifted ownership of the communication (Kietzmann et al. 2011; Lehmkuhl et al. 2013). Social customer relationship

management (CRM) is a philosophy and business strategy that professionalises the relationship to customers and includes social media (Greenberg 2010a). The vision is to respect a customer with his needs and wishes as a single person instead of handling target groups only. Especially in organisations with many customers this is an enormous challenge, because thousands of customers that request attention in social networks cannot be listened and treated individually in the given time (Kaplan and Haenlein 2010; Chau and Xu 2012). Short response times are not only a competitive advantage and a chance to influence emerging debates, which may turn good or bad for the company's reputation, but are also expected by social network users (Singh et al. 2012).

Therefore, information systems (IS) are necessary that assist to observe user activities in the various social networks, where tweets, posts, photos, comments, profiles and locations are created, updated, and shared, and allow distinguishing relevant and irrelevant user activities automatically (Jayachandran et al. 2005; Acker et al. 2011; Williams 2014). Depending on the time, location, user, and kind of activity the right business processes need to be triggered by the system (Reinhold and Alt 2011; Woodcock et al. 2011). Many social media monitoring tools are available. Küpper et al. (2014) show results from a market study of 40 vendor solutions for social media tools. The findings indicate that most tools provide features to capture and analyse aggregated social media data. The capturing and analysis of individual data (i.e. single posts, user profiles, etc.) as well as the integration into CRM systems, however, is still sparse. Similarly, other authors state that the integration into enterprise systems is insufficient (Sarner et al. 2012; Reinhold and Alt 2013). In particular, Trainor et al. (2013) identify a lack of interaction between CRM systems and social media technology. For example, customer data and user data in social media are not interrelated and business-processes are not triggered automatically from incidents in social networks (Reinhold and Alt 2012). The aim of the presented paper is to support the development of a software solution for integrating user activities of various social networks with various CRM systems. The integration solution helps to automate tasks across multiple social networks without implementing the filtering, monitoring, and processing of user activities for each social network separately. Examples of the supported tasks are identification of a support request by matching keywords in a post of a specific group, adding a new prospective customer (i.e. lead) to a target list of opportunities based on profile and/or location updates, and enriching the information about a customer by extracting his interests based on group memberships and profile updates.

The research questions are: *What are necessary system components to support the mutual integration of user activities in multiple social networks with CRM systems? How are these components interrelated?*

For answering these research questions a system architecture is an adequate result type, because it describes components and their relationships, and it provides guidance for constructing, i.e. developing software (Aier et al. 2011). According to ISO/IEC/IEEE 42010:2011(E) architecture is defined as the “fundamental concepts or properties of a system in its environment embodied in its elements, relationships, and in the principles of its design and evolution”. It structures the integration task into logical units and allows focussing further research activities on parts of the problem by regarding specific system components in their context. In terms of design science research an architecture is a model-artefact that is built on constructs and shows their relationships and dependencies (March and Smith 1995).

The paper is structured in five chapters. Chapter 2 connects to related literature and compares the proposed subsystems with propositions of other system models. The system architecture is depicted in chapter 3. Chapter 4 comprises a description of the prototypical software-implementation, which

evaluates parts of the architecture. The conclusion summarises the findings and gives an outlook to further research (chapter 5).

2 Related Work

We conducted a literature review for finding the existing architectures for integrating social networks with CRM systems. Vom Brocke et al. (2009) propose guidelines of a rigour process of literature reviews. They state that not only results should be presented, but, to allow replicability, also the approach. Table 1 characterises the conducted literature review following the taxonomy proposed by Cooper (1988). The focus (1) is on existing models and instantiations that support the design and/or implementation of an integration between social networks and CRM systems. The goal (2) is to connect to existing knowledge to solve the research problem on a conceptual level (3). The perspective (4) can be characterised as neutral representation, because the position is unbiased. Practitioners and researchers of IS focussing on integration and social networks are the target audience (5). The results are representative (6) for the IS community, because prominent data sources have been queried.

Characteristic	Categories			
	(1) focus	research outcomes	research methods	theories
(2) goal	integration		criticism	central issues
(3) organisation	historical		conceptual	methodological
(4) perspective	neutral representation		espousal of position	
(5) audience	specialised scholars	general scholars	practitioners	general public
(6) coverage	exhaustive	exhaustive and selective	representative	central/pivotal

Table 1: Taxonomy of the conducted literature review (cf. Cooper (1988))

We applied a keyword search in the databases of AISel, EBSCO, Emerald, IEEE, JSTOR, ProQuest, and Web of Science in title (TI), topic (TO), abstract (AB), keyword (KW) and full text (TX) fields. The search-string was built to find existing applicable architectures containing the terms “social CRM system” or “system model” or “architecture” in combination with “CRM”, “social network”, “social media”, and/or “web 2.0”. Only reviewed publications have been considered to ensure the level of quality. Duplicate publications have been removed. The relevance of the distinct papers has been determined by reading the full texts. For example, publications that defined the term “CRM” as “component reference model” or “core reaction model” have been treated as not relevant. Only original publications written in English or German have been incorporated.

Table 2 relates the eight subsystems of our proposed architecture with components included in the identified publications. The subsystems represent the core functionality of the integration software, which we synthesised from the functions of the components described in literature. On that point, we created a list of the features, which are mentioned in all found system models. In case different terms for similar features are used, we chose a common name and proposed a subsystem. The approach for grouping components is called family resemblance (Rosch and Mervis 1975). The idea is that the most prototypical components, i.e. candidates for a subsystem, are those, which have most functions in common with that component, and have least commonalities with other

components. For example, the subsystem *Detect* subsumes the functionality intended in the found components, which are termed “data ingestion” (Ajmera et al. 2013), “collect information” (Chau and Xu 2012), “fetch engine” (Hussain and Vatrappu 2014), “monitoring system” (Reinhold and Alt 2011) and “observe” etc. These components are functionally similar.

The authors of all publications describe an analytical system in the first place, and mention a component to store data from social networks (or social media respectively). The authors coincide with the need for analysing the captured data. Hussain and Vatrappu (2014), however, do not define a dedicated analytics component like the other authors. But, they state that the purpose of their tool is to “prepare data for analysis”. Hence, a component that implements analytical features can be imputed. They propose a *Fetch Engine*, which is run in batch and connects to the social media’s APIs for fetching the data asynchronously. Ajmera et al. (2013) describe a subsystem for extraction (*SystemT*), which filters relevant comments based on tags, question patterns and sentiments. In all other system models, the components for capturing data are not explicitly defined. Alt and Wittwer (2014) propose that CRM functions/processes are triggered based on analytical results, and Botzenhardt et al. (2011) route identified innovative ideas posted in social media to the product development process. However, it is unclear, which components are necessary to invoke these processes and how they function. Hussain and Vatrappu (2014) realise the need for administrative components, which they term *Data Export Console* and *Fetch Console* respectively. The purpose is to manage and configure other components (i.e. *Data Export Engine* and *Fetch Engine*). Alt and Wittwer (2014) include multiple social media types, which are social networks, blogs/micro blogs, communities, and collaborative projects, and propose a *Social Media Interface*. This interface is functionally comparable to the proposed subsystem *Adapt*, which transforms proprietary data and message structures into a common format. Only Reinhold and Alt (2011) imply features to search in social media, which they subsume in a subsystem termed *Interaction System*. This subsystem may not be confused with the *Interactions*-component proposed by Chau and Xu (2012), which follows the users’ conversations in blogs, and does not provide features to publish content.

proposed subsystems \ related publications	Invoke	Analyse	Detect	Store	Administer	Adapt	Publish	Search
Ajmera et al. (2013)	■	■	■	■	□	■	□	■
Alt and Wittwer (2014)	■	■	■	■	□	■	□	□
Botzenhardt et al. (2011)	■	■	■	■	□	□	□	□
Chau and Xu (2012)	□	■	■	■	□	□	□	□
Hussain and Vatrappu (2014)	□	■	■	■	■	■	□	□
Reinhold and Alt (2011)	□	■	■	■	□	■	■	■

Legend: □ subsystem is not regarded,
 ■ subsystem is intended, but not made explicit,
 ■ subsystem or comparable components are mentioned

Table 2: Results of the literature review

None of the authors include comparable subsystems or components in their system models that provide all features of all proposed subsystems in a single architecture model. Reasons are the complexity of a social CRM system (Kumar 2012; Ajmera et al. 2013) and that the authors determined analytical operations as the key task rather than the integration of user activities. In this sense, our architecture expands the existing propositions.

3 System Architecture

The research project follows a design science research paradigm, which aims at solving real-world problems by designing general solutions (Winter 2008). It is a fundamental IS discipline, which develops artefacts that improve the capabilities of organisations (Hevner et al. 2004). Generality means that an artefact solves a class of problems instead of an individual problem of a single organisation. March and Smith (1995) identify four artefact-types, which are constructs, models, methods, and instantiations. Constructs are the basic language of concepts needed to describe phenomena. Models build on constructs and relate them with each other. Methods describe activities to meet specified targets. These forgoing artefacts can be instantiated in specific implementations representing the fourth artefact-type. The two main evaluation criteria are that artefacts are innovative and valuable (Peffer et al. 2007). A model-artefact is the ideal result type for answering the research questions, because it makes components and its relationships explicit.

The proposed architecture is a system model that suggests a software solution, which is composed of eight subsystems, which are distributable on separate physical or virtual machines (Figure 1). Subsystem *Detect* contains the *Rule Engine* and the *Event Generator*. The purpose of the subsystem is to observe user activities in various social networks, and to create technical events if specific rules are met. In this way, the flood of possible user activities is reduced.

Only relevant user activities are stored in the *User Activity Repository*, which is a component of the subsystem *Store*. The component provides an interface to read (historical) data, and is used by *Data Analyser* and *Query Executor*. *Data Analyser*, *Stream Analyser*, and *Report Creator & Notifier* are parts of subsystem *Analyse*. The basic features are analytical operations in real-time (*Stream Analyser*), such as sending alerts (*Report Creator & Notifier*) when a defined maximum of posts have been created on the companies' Facebook-page in a short period of time. Analytical operations on historical user events, such as calculating statistical numbers, are provided by the *Data Analyser*. Subsystem *Invoke* is responsible for triggering the target functions of the existing CRM systems. The implemented prototype allows connecting to external interfaces using Hypertext Transfer Protocol (HTTP) or Simple Mail Transfer Protocol (SMTP). Thus, web services can be invoked and e-mails can be sent.

Subsystem *Adapt* subsumes the *Social Network API Wrapper* and the *Data Structure Transformer*. The main task of this subsystem is to overcome structural differences between the connected social networks. Proprietary data formats are transformed into a common format. The data model proposed by Rosenberger et al. (2016) served as guidance to implement parts of the *Data Structure Transformer*. The component *Content Creator* provides a generic interface to publish posts and comments, update the company's profile, and send private messages to individual users across multiple social networks (provided that the requested functionality is offered by the social network).

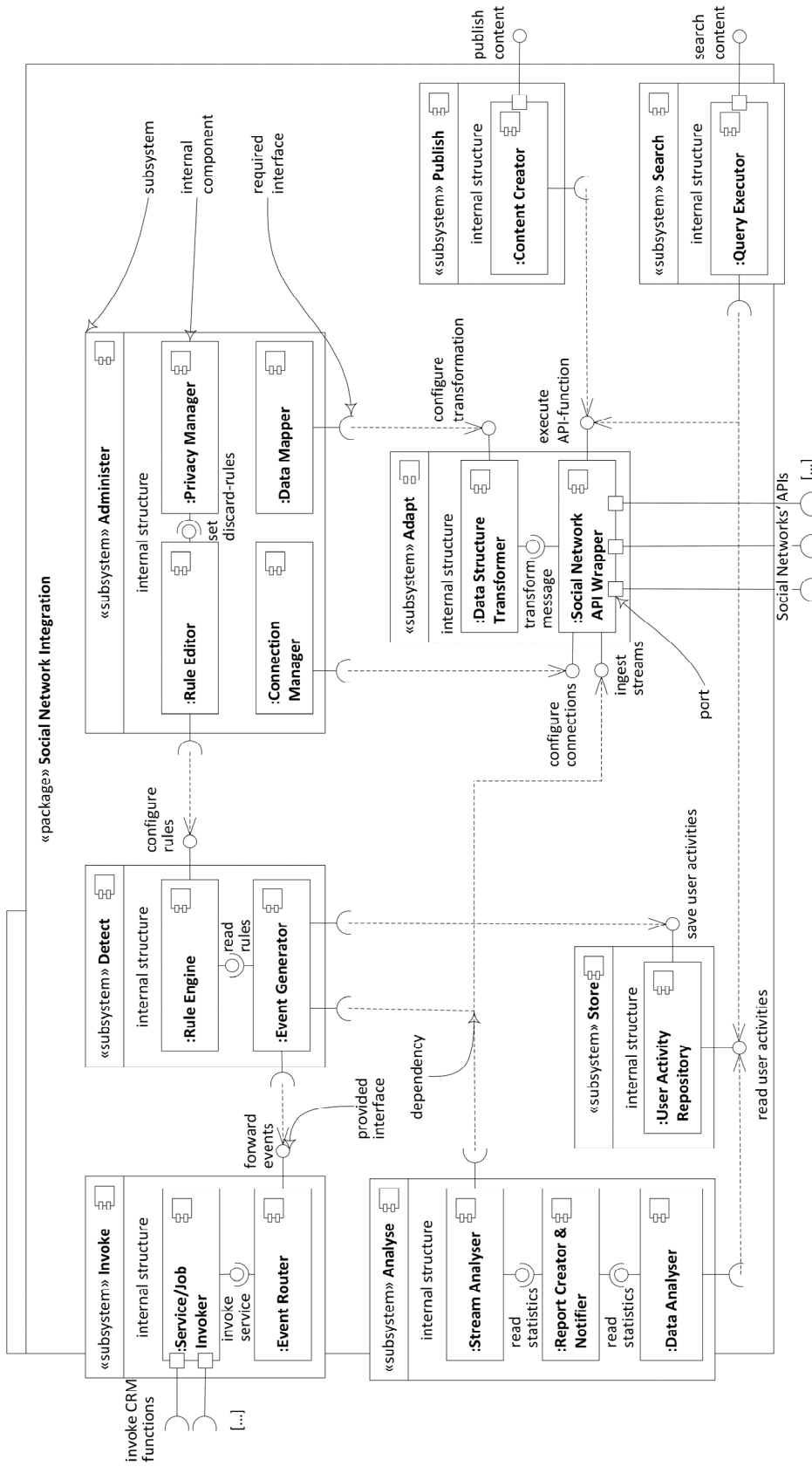


Figure 1: Architecture for integrating user activities in social networks with CRM systems

This interface is used by the CRM systems to interact with customers in the social networks. The provided interface of the *Query Executor* allows searching for historical user activities in the *User Activity Repository* and offers an online search in defined containers of the connected social networks (e.g. groups and users' walls).

Subsystem *Administer* is an administration tool containing *Connection Manager*, *Rule Editor*, *Data Mapper*, and *Privacy Manager*. Its components are used to configure the *Data Structure Transformer*, *Social Network API Wrapper*, and the *Rule Engine*. The *Privacy Manager* forces the *Rule Editor* to configure rules for discarding specific user activities. For example, a customer may not have given the company his permission to connect to his social network profile and thus, all activities of this customer should be discarded. The rules forced by the *Privacy Manager* have priority over all rules created using the *Rule Editor*. The proper sequence of the evaluation of rules is ensured by the *Rule Engine*.

4 Prototype Implementation and Evaluation

Parts of the system architecture have been implemented as a software prototype at a consulting company in the context of customer acquisition. The use case is to identify relevant consulting needs and call for projects in the social networks LinkedIn, Facebook, and Twitter, and to trigger the creation of opportunities in the lead management module of SugarCRM (2015). The solution is based on Spring XD, which is a “unified, distributed, and extensible system for data ingestion, real time analytics, batch processing, and data export” (Pivotal Software 2015). The Social Network API Wrapper is composed of three source-modules written in the programming language Java, which connect the social networks with the subsystem Adapt. The Data Structure Transformer is implemented as a transform-processor for Spring XD. Its data output is structurally equal for all three social networks. The common data structure is defined in the form of a XML Schema Definition (W3C 2012a; W3C 2012b). Consequently, the Event Generator applies the same set of rules, which are represented by XPath-expressions (W3C 2014). The software prototype observes all posts in defined groups and pages, and selects those that contain the keywords “Consultant” and “Project” in combination with “Enterprise Architecture” or “IT-Service Management” in the content-fields or in the title of the posts. As soon as a new post is created that matches the rule, the data of the user activity serves as input for submitting an opportunity-ticket. The connection to SugarCRM is realised using the web service interface, which provides an appropriate operation that is invoked by the Service/Job Invoker. In terms of Spring XD, the component implements a sink-module for SugarCRM.

In the period of four weeks 69 posts have been observed in three groups/pages. Two of them led to an opportunity-ticket in SugarCRM. The scope of the prototype has been deliberately kept small so that a potential error could be easier tracked down to its cause. The XPath-expression for filtering relevant user activities, for example, has been iteratively refined in the early versions of the prototype. Later, the Rule Editor has been implemented, so that modifications could be made without the need to restart the Spring XD system.

Some parts of the architecture have not been implemented, yet. The subsystems Publish, Search, and Analyse were not required for the use case of the prototype. Basic features of the User Activity Repository are provided by the platform Spring XD, so that the subsystem Store did not need to be developed from scratch. The Privacy Manager of the subsystem Administer has been implemented, but has not been used. Rule Editor, Connection Manager, and Data Mapper consist of a simple

properties file. In future versions, these components will be accessible from an administration user interface, which allows easier configuration based on web forms. The consulting company is currently evaluating if the desired analytical features can be provided by available tools from market suppliers, so that the subsystem Analyse can be substituted.

Two basic phases of a design science study are build and evaluate (Peppers et al. 2007). Demonstration, evaluation, and communication are important steps of the evaluate phase. The prototype demonstrates that the architecture can be used as a reference meta model for a software implementation. Sonnenberg and vom Brocke (2012) propose that also partial results of the artefact are communicated in order to reach consensus regarding relevance, novelty, and usefulness within the target group. The authors make clear that evaluations must be conducted throughout the whole design science study. In this regard, the authors classify four types of evaluation activities. Eval 1 and eval 2 are ex ante evaluations, which are conducted before building the artefact. Eval 3 and eval 4 are ex post evaluations and are conducted after the artefact has been constructed. Initially, we prepared a research proposal, which has been approved by social media experts from three different insurance companies, to make sure that the envisaged solution addresses an existing practical problem. The literature review revealed that a system architecture had not been rigorously documented or developed, yet (eval 1). We used the UML notation, which is an established standard in the field, to make the architecture readable and understandable for practitioners and scholars of IS. The eight subsystems are connected through interfaces showing the internal relationship among the used constructs. The purpose of eval 2 was to ensure understandability, clarity, internal consistency, and simplicity. The prototype is an instance of the architecture, which serves as a means to show feasibility, operability, and fidelity with real world phenomenon (eval 3). Eval 4 requires the use of an instance of the architecture in a naturalistic setting for validating generality and efficiency. This task is still outstanding.

5 Conclusion

The integration of social networks with existing CRM systems is a contemporary task of companies that have many existing or new prospective customers that are active in these media (Greenberg 2010b; Shankararaman 2013; Arman 2014). An integration software helps to automate tasks, such as identification of relevant user activities, and thereby improves efficiency. With a high number of active users that should be followed, a technical integration is “enabler” in the first place (Lehmkuhl 2014), because otherwise the recognition of relevant user activities in the given period of time is not possible. User activities can be implemented as technical events, which are triggers for invoking functions in CRM systems. An example is the submission of an opportunity-ticket that is routed to the appropriate business department (e.g. Lead Management). Additionally, social networks provide features for publishing and searching users’ contents, and thus are a communication-channel and a potential source of information about customers.

Social media tools can be obtained from software vendors in the market. Most tools provide features for monitoring and analysing data from social media (Reinhold and Alt 2011; Küpper et al. 2014). However, the integration with existing CRM systems is still sparse (Reinhold and Alt 2013; Trainor et al. 2014). The proposed architecture identifies required system components, shows their dependencies, and guides the implementation of integration software. The modular structure allows replacing selected subsystems with already available tools, and the combination with self-developed

software parts. In this sense, the architecture serves as a construction plan that also allows a partial implementation, i.e. only selected subsystems.

The research problem, i.e. integration of social networks with CRM systems, is approached on a conceptual level. The architecture incorporates identified components from existing literature, and expands the body of knowledge by proposing new components for publishing, searching, invoking, and administration. The architecture leads to a more flexible and interactive system rather than a reactive, analytical system. The artefact serves as a reference meta model enabling specific integration projects to identify (and interlink) relevant aspects of integration. The eight subsystems structure the planned further research by grouping logical concerns of the integration task. For example, the detection of relevant user activities based on algorithms can be separated from the invocation of CRM functions. This allows both areas to be researched by different scholars, even though there are strong correlations between the subsystem Detect and Invoke. In the given example, the required data for invoking the targeted CRM functions must first be captured (i.e. detected).

A limitation of this research is that only parts of the architecture have been evaluated hitherto in the implemented prototype. However, we found out that other parts, e.g. analytical components, can be substituted by existing social media tools. The use of an instance of the architecture in a naturalistic setting is still outstanding. The architecture allows that comments could also be published automatically in response to identified, relevant customers' posts. Standardised responses, however, are contradictory to the idea behind social CRM, which is characterised by individual and personal treatment of customers (Faase et al. 2011). The integration of social networks with CRM is not only a technical issue, but also needs a strategy, organisational change, and customer-oriented business transformations (Ang 2011; Askool and Nakata 2012; Jarvenpaa and Tuunainen 2013; Killian and McManus 2015).

6 Literature

- Acker O, Gröne F, Akkad F, et al (2011) Social CRM: How companies can link into the social web of consumers. *J Direct, Data Digit Mark Pract* 13:3–10.
- Aier S, Gleichauf B, Winter R (2011) Understanding Enterprise Architecture Management Design – An Empirical Analysis. 645–654.
- Ajmera J, Ahn H II, Nagarajan M, et al (2013) A CRM system for Social Media. *WWW 2013 - Proc 22nd Int Conf World Wide Web* 49–58. doi: 978-1-4503-2035-1/13/05
- Alt R, Wittwer M (2014) Towards an Ontology-Based Approach for Social Media Analysis. In: *Proceedings 22nd European Conference on Information Systems*. Tel Aviv, pp 1–10
- Ang L (2011) Is SCRM really a good social media strategy? *J Database Mark Cust Strateg Manag* 18:149–153.
- Arman S (2014) Integrated model of Social Media and Customer Relationship Management: A Literature Review. *Int J Information, Bus Manag* 6:118–131.
- Askool S, Nakata K (2012) Investigation into the adoption intention of social CRM in Saudi banks. *Int Conf Inf Soc (i-Society 2012)* 402.
- Baird CH, Parasnis G (2011) From social media to social customer relationship management. *Strateg Leadersh* 39:30–37.

- Botzenhardt A, Witt A, Maedche A (2011) A Text Mining Application for Exploring the Voice of the Customer. *Proc. Seventeenth Am. Conf. Inf. Syst.* 1–11.
- Chau M, Xu J (2012) Business intelligence in blogs: Understanding consumer interactions and communities. *MIS Q Manag Inf Syst* 36:1189–1216.
- Cooper HM (1988) Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. *Knowl Soc* 1:104–126. doi: 10.1007/BF03177550
- Faase R, Helms R, Spruit M (2011) Web 2.0 in the CRM domain: defining social CRM. *Int J Electron Cust Relatsh Manag* 5:1.
- Greenberg P (2010a) The impact of CRM 2.0 on customer insight. *J Bus Ind Mark* 25:410–419. doi: 10.1108/08858621011066008
- Greenberg P (2010b) CRM at the speed of light: social CRM 2.0 Strategies, tools, and techniques for engaging your customers, 4th edn. McGraw-Hill Osborne Media
- Helms RW, Booij E, Spruit M (2012) Reaching Out: Involving users in Innovation Tasks through Social Media. In: *ECIS 2012 Proceedings*. p Paper 193
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. *MIS Q* 28:75–105.
- Hussain A, Vatraru R (2014) Social Data Analytics Tool (SODATO). In: *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. pp 368–372
- ISO/IEC/IEEE (2011) Systems and software engineering - Architecture description, Reference number ISO/IEC/IEEE 42010:2011(E). IEEE Comput Soc. doi: 10.1109/IEEESTD.2011.6129467
- Jarvenpaa SL, Tuunainen VK (2013) How Finnair Socialized Customers for Service Co-Creation with Social Media. *MIS Q Exec* 12:125–136.
- Jayachandran S, Sharma S, Kaufman P, Raman P (2005) The role of relational information processes and technology use in customer relationship management. *J Mark* 69:177–192.
- Kaplan AM, Haenlein M (2010) Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Bus Horiz* 53:59–68. doi: 10.1016/j.bushor.2009.09.003
- Kietzmann JH, Hermkens K, McCarthy IP, Silvestre BS (2011) Social media? Get serious! Understanding the functional building blocks of social media. *Bus Horiz* 54:241–251. doi: 10.1016/j.bushor.2011.01.005
- Killian G, McManus K (2015) A marketing communications approach for the digital era: Managerial guidelines for social media integration. *Bus Horiz* 58:539–549. doi: 10.1016/j.bushor.2015.05.006
- Kumar DM (2012) Social Customer Relationship Management Proposal for SCRM for an IT Services Company.
- Küpper T, Lehmkuhl T, Jung R, Wieneke A (2014) Features for Social CRM Technology – An Organizational Perspective. *AMCIS 2014 Proc* 1–10.

- Lehmkuhl T (2014) Towards Social CRM - A Model for Deploying Web 2.0 in Customer Relationship Management. University of St.Gallen
- Lehmkuhl T, Baumöl U, Jung R (2013) Towards a maturity model for the adoption of Social Media as a means of organizational innovation. In: Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. pp 3067–3076
- March ST, Smith GF (1995) Design and natural science research on information technology. *Decis Support Syst* 15:251–266. doi: 10.1016/0167-9236(94)00041-2
- Musser J, O'Reilly T (2007) Web 2.0 - Principles and Best Practices. O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, CA, USA
- Peffer K, Tuunanen T, Rothenberger M a., Chatterjee S (2007) A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *J Manag Inf Syst* 24:45–77. doi: 10.2753/MIS0742-1222240302
- Pivotal Software (2015) Spring XD. <http://projects.spring.io/spring-xd/>. Accessed 1 Feb 2015
- Reinhold O, Alt R (2011) Analytical Social CRM: Concept and Tool Support. In: Proceedings 24th Bled eConference. pp 226–241
- Reinhold O, Alt R (2013) How Companies are Implementing Social Customer Relationship Management : Insights From Two Case Studies. In: Proceedings of the 26th Bled eConference. pp 206–221
- Reinhold O, Alt R (2012) Social Customer Relationship Management: State of the Art and Learnings from Current Projects. In: BLED 2012 Proceedings. pp 155–169
- Rosch E, Mervis CB (1975) Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cogn Psychol* 7:573–605. doi: 10.1016/0010-0285(75)90024-9
- Rosenberger M, Lehrer C, Jung R (2016) Ein Datenmodell zur Unterstützung der Datenintegration von Nutzeraktivitäten aus verschiedenen sozialen Netzwerken. In: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik. Ilmenau,
- Sarner A, Thompson E, Sussin J, et al (2012) Magic Quadrant for Social CRM. 1–20.
- Shankararaman V (2013) Integration of Social Media Technologies with ERP : A Prototype Implementation Integration of Social Media Technologies with ERP.
- Singh N, Lehnert K, Bostick K (2012) Global Social Media Usage : Insights Into Reaching Consumers Worldwide. *Thunderbird Int Bus Rev* 54:683–700. doi: 10.1002/tie
- Sonnenberg C, vom Brocke J (2012) Evaluations in the Science of the Artificial – Reconsidering the Build-Evaluate Pattern in Design Science Research. In: Peffer K, Rothenberger M, Kuechler B (eds) Design Science Research in Information Systems. Advances in Theory and Practice. Proceedings of the 7th DESRIST Conference. Springer Berlin / Heidelberg, Las Vegas, NV, USA, pp 381–397
- SugarCRM (2015) CRM Software & Online Customer Relationship Management. <http://www.sugarcrm.com/>. Accessed 1 Feb 2015
- Trainor KJ, Andzulis J (Mick), Rapp A, Agnihotri R (2014) Social media technology usage and customer relationship performance: A capabilities-based examination of social CRM. *J Bus Res* 67:1201–1208. doi: 10.1016/j.jbusres.2013.05.002

- vom Brocke J, Simons A, Niehaves B, et al (2009) Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: 17th European Conference on Information Systems.
- W3C (2012a) XML Schema Definition Language (XSD) 1.1 Part 1: Structures. <http://www.w3.org/TR/xmlschema11-1/>. Accessed 6 Sep 2014
- W3C (2012b) XML Schema Definition Language (XSD) 1.1 Part 2: Datatypes. <http://www.w3.org/TR/xmlschema11-2/>. Accessed 6 Sep 2014
- W3C (2014) XML Path Language (XPath) 3.0. <http://www.w3.org/TR/xpath-30/>. Accessed 6 Sep 2014
- Williams DS (2014) Connected CRM: implementing a data-driven, customer-centric business strategy. Hoboken, New Jersey
- Winter R (2008) Design science research in Europe. *Eur J Inf Syst* 17:470–475. doi: 10.1057/ejis.2008.44
- Woodcock N, Broomfield N, Downer G, McKee S (2011) The evolving data architecture of social customer relationship management. *J Direct, Data Digit Mark Pract* 12:249–266. doi: 10.1057/ddmp.2010.45

Teilkonferenz

Prescriptive Analytics in IS

Heutzutage stehen Unternehmen für Planungs- und Entscheidungsaufgaben ständig wachsende Mengen an historischen Daten zur Verfügung, welche neben einer zunehmenden Anzahl an Datenattributen auch immer fein-granularere, temporal strukturierte Transaktions- und Netzwerkdaten umfassen.

Eine integrierte Betrachtung fortgeschrittener Datenanalyse und mathematischer Modellierung erlaubt hierbei eine robustere Planung und Optimierung, da Unsicherheiten jeweils individuell berücksichtigt werden können. Jedoch führt die Berücksichtigung hochdimensionaler, multivariater Daten beispielsweise über Kundenverhalten, Zuverlässigkeitsdaten, Wartungsmaßnahmen, Sensornetzwerken, Markt-Entwicklungen, oder Ressourcennutzungen zu hoher Komplexität, da Abhängigkeiten schwerer identifizierbar sind und klassische statistische Verfahren nicht skalieren, nur scheinbare Zusammenhänge und generell unzuverlässige Ergebnisse liefern. In der Praxis werden daher meist einfachere, konservative Heuristiken basierend auf aggregierten Daten eingesetzt.

In dieser Teilkonferenz werden neue Ansätze zur intelligenten Reduktion und Projektion großer Mengen an Daten auf Kennzahlen (Features) sowie neue mathematische Mechanismen vorgestellt, die auf Features operieren. Damit sollen verfügbare Datenmengen zur effizienten Planung und Steuerung besser nutzbar gemacht werden.

Thomas Setzer, Stefan Nickel, Christof Weinhardt, Ralph Grothmann, Thomas A. Runkler, Ralf Gitzel, Hansjörg Fromm

(Teilkonferenzleitung)

Robust Debiasing of Judgmental Forecasts with Structural Changes

Sebastian M. Blanc¹ and Philipp Ruchser²

¹ Karlsruhe Institute of Technology, Institute of Information Systems and Marketing, sebastian.blanc@kit.edu

² Karlsruhe Institute of Technology, philipp.ruchser@student.kit.edu

Abstract

In this paper, we extend existing debiasing methods for judgmental forecasts to increase robustness against structural changes. Information systems for corporate planning and decision making often rely on judgmental forecasts, which however often contain biases that compromise forecast accuracy. Statistical techniques such as Theil's method can be used to identify systematic biases in past forecasts and corresponding errors and remove them from future forecasts. Application of these methods in information systems requires high robustness, especially against changes of biases which are likely to occur, for instance because of staff turnover. Existing approaches either do not take changes into account or use exponential weighting with strong weight on few recent observations. We propose extensions to existing approaches to explicitly incorporate detected change points. In an experimental study with simulated time series with structural breaks, we find that the extended methods significantly improve robustness and are consequently a solid basis for the implementation of automatic debiasing.

1 Introduction

Information systems for corporate planning and decision making in almost all functional units of corporations heavily rely on quantitative forecasts of internal as well as external time series such as sales figures or macro-economic indicators. Assessing and improving the accuracy of forecasts directly influences the efficacy of corporate processes and consequently plays a vital role.

In practice, forecasting tasks are often mainly based on human judgement (Klassen and Flores 2001, McCarthy et al. 2006, Sanders and Manrodt 2003) for instance because qualitative expert knowledge is often considered relevant for forecasting tasks. Judgmental forecasts are however regularly found to be biased, which leads to decreased forecast accuracy and can impair the efficacy of corporate functions (Leitner and Leopold-Wildburger 2011). See Hogarth and Makridakis (1981) and Lawrence et al. (2006) for an extensive overview of cognitive biases potentially influencing judgmental forecasts.

Although decision or forecast support systems can reduce biases in decision-making (Bhandari and Deaves 2008), the effect of biases and heuristics, such as the well-known anchor and adjustment,

cannot be mitigated completely (Remus and Kottemann 1995). Statistical techniques aimed at detecting and removing systematic biases after the forecasting task are consequently a reasonable complement which can be implemented directly in information systems. Furthermore, forecasting processes in global corporations are in many cases decentralized and non-standardized which complicates the implementation of a decision support system for bias mitigation. For instance, in our research we aim at improving the forecast accuracy of judgmental cash flow forecasts of a large multinational corporation, which are used as a basis for management tasks such as liquidity and foreign exchange risk management. The corporation has over 300 subsidiaries worldwide, which are organized in independent legal entities resulting in limited direct control over the forecasting processes. Forecasts are however submitted to an information system which belongs to the centralized corporate financial controlling. Statistical debiasing approaches can therefore be applied after the forecasts are delivered to the corporate financial controlling in order to remove biases and base planning tasks on unbiased forecast data.

Statistical debiasing techniques use past forecasts and corresponding errors to identify systematic biases. Identified biases can then be removed from future forecasts. Automatically applying these methods to management forecasts in an information system clearly requires a high robustness. One issue potentially influencing debiasing methods are structural changes in the error component of the forecast time series, for instance biases changing over time because of staff turnover or learning effects. Biases learned from past observations may in this case be inaccurate and lead to increased errors when debiasing new forecasts.

Existing approaches, which are reviewed in the next section, either do not take structural changes into account or use exponential weighting of past observations. While not taking structural changes into account is clearly not optimal, using exponential weights implicitly increases robustness by giving low weight to old observations with possibly outdated biases. However, exponential weights can still lead to relatively high weight of observations before a structural change, which is suboptimal. Furthermore, most of the weight can in extreme cases be assigned to few recent observations, which results in unreliable parameter estimates and a decreased out-of-sample performance. In order to address these issues, structural changes have to be identified and treated appropriately in debiasing methods. While there are established algorithms for detecting structural breaks, for instance in linear regression models, there is little guidance on how to successfully incorporate detected structural changes into debiasing methods.

In this work, we consequently address the research question which modifications to debiasing approaches are required to maximize performance under structural breaks. We extend existing statistical forecast debiasing techniques to incorporate breakpoints which are identified using established algorithms for detecting structural breaks in linear regressions. The extensions are successfully evaluated and compared to existing approaches in a numerical simulation study and provide valuable insights on the implementation of automatic debiasing in information systems.

The remainder of the paper is structured as follows. First, we review existing approaches to forecast debiasing. We then present extensions to these approaches to explicitly incorporate structural changes. After a description of the experimental setting of our study, we present the results comparing the robustness of different approaches. Finally, we conclude and discuss our results and their implications.

2 Related Work

The basic theory for the correction of biases in judgmental forecasts was developed by Theil (1966) and considers the so called mean and regression biases. The mean bias refers to a constant shift of the forecasts in comparison to the actual values. In contrast, the difference varies for the regression bias. For example, small values are slightly underestimated whereas high actuals are strongly underestimated. Both biases are visualized in the left part of Figure 1, where forecast time series with different biases are displayed. Assuming that the solid line, indicating an unbiased forecast, exactly matches the actual values, the dashed and dotted lines indicate forecasts with mean and regression bias respectively. For the mean bias, all forecasts are shifted upwards by a constant offset in comparison to the unbiased line. In contrast, the deviations are small for values close to zero and increase with higher absolute values for the regression bias.

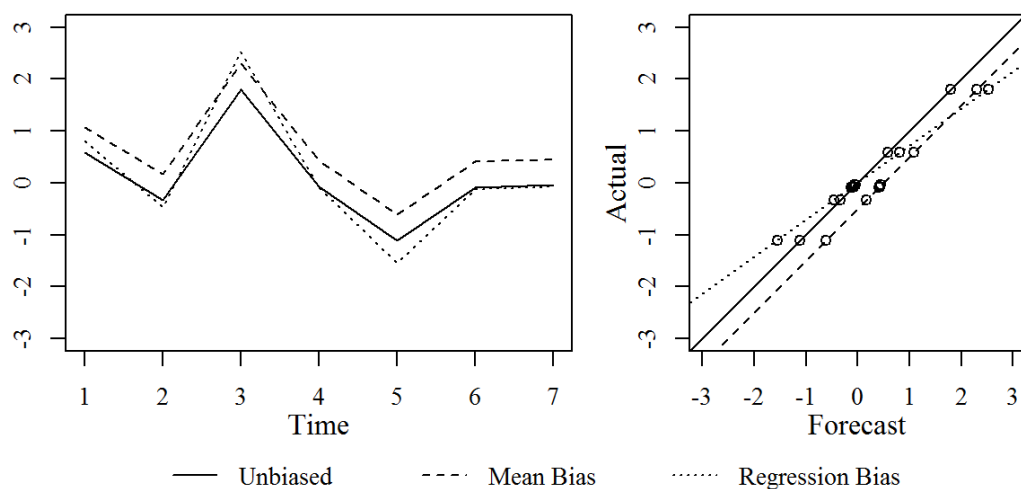


Figure 1: Visualization of biases considered in Theil's method

The correction of both biases can be directly motivated from a forecast-actual-plot, presented in the right part of Figure 1 for the previous example. Without forecast errors, the points of the unbiased forecast lie on a line through the origin with slope one. In contrast, the line is shifted by a constant for the mean bias and is tilted for the regression bias. Both biases can consequently be detected by estimating slope and intercept in a regression $A = \beta_0 + \beta_1 F + \epsilon$ using historical actuals A and forecasts F . The estimates $\hat{\beta}_0$ and $\hat{\beta}_1$ can then be used for deriving a debiased forecast $F_C = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 F$ from a future biased forecast F . Theil's method uses ordinary least squares (OLS) regression for parameter estimation and was applied successfully in numerous studies and for various applications, for instance in a laboratory setting as well as on empirical earnings and sales forecasts (Elgers et al. 1995, Goodwin 1996, Goodwin 2000).

Although Theil's method can be expected to perform well in regular settings, issues are likely to arise in case of structural changes in the forecast-actual-relationship. Goodwin (1997) consequently extended Theil's method with discounted weights to give more weight to recent observations. Technically the approach corresponds to a weighted least squares regression (WLS) with exponential weights if the same discount factor is used for β_0 and β_1 . In a laboratory experiment by Goodwin (1997), the weighted approach performed better than Theil's method for most types of time series. Blanc and Setzer (2015) compared forecast debiasing approaches in a case study on

cash flow forecasts in corporate financial controlling and found that exponential weighting is required to achieve significant and robust accuracy improvements.

While Theil's method is not robust against structural changes, exponential weights can be expected to increase robustness by giving low weight to old data with possibly outdated biases. Strong exponential weights can however increase the standard errors of estimated parameters, in turn increasing out-of-sample errors as a large share of the overall weight is assigned to few observations. In order to resolve this issue, we propose approaches to explicitly incorporate structural changes into Theil's and Goodwin's method in the next section.

3 Forecast Debiasing Under Structural Changes

As a basis, we first introduce and discuss the two existing methods, which do not incorporate structural changes explicitly. We then describe extensions to explicitly incorporate the point of time of a detected potential structural change (henceforth called *breakpoint*). Theil's method (denoted THEIL) uses OLS and consequently estimates parameters by minimizing Equation (1).

$$\min \sum_{t=1}^T [A_t - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 F_t)]^2 \quad (1)$$

In contrast, the weighted approach (denoted GOODWIN) uses exponential weighting with a discount factor $\gamma \geq 1$. Equation (2) is used for parameter estimation.

$$\min \sum_{t=1}^T \gamma^t [A_t - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 F_t)]^2 \quad (2)$$

Goodwin (1997) proposed determining the discount factor in a rolling pseudo out-of-sample evaluation for the last 12 monthly data points of the training data. For each of these 12 data points, debiasing models are estimated for different discount factors using Equation (2) using all prior data points. The resulting errors of the debiased forecasts are compared and the optimal discount factor is chosen. Since the data points used for this procedure are likely to be influenced by a breakpoint (if present), this approach leads to an implicit adaption to structural changes. Discount factors minimizing the influence of obsolete observations while ensuring stability of parameter estimates are preferred. In practice, this can result in strong exponential weights.

An example of the weights resulting from the two approaches is provided in Figure 2 for a time series with length 36 and a (correctly identified) breakpoint at time 18. The discount factor for GOODWIN was set to a moderate value of $\gamma = 1.1$. THEIL assigns equal weights to all observations and can clearly be expected not to perform well since the observations before the breakpoint have the same weight as the observations after the breakpoint.

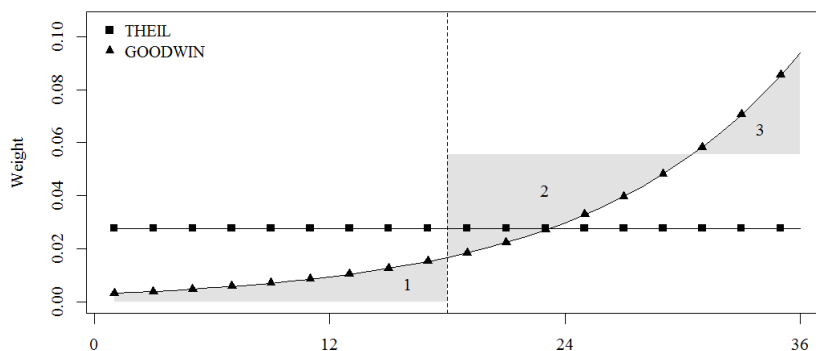


Figure 2: Weighting schemes under a breakpoint

In contrast, the weight function is a smooth exponential function for GOODWIN. This weighting scheme assigns far less weight to the observations before the breakpoint. Although the weight of old observations is reduced, weight is still wrongly assigned to these observations (gray area 1). The weight after the breakpoint is furthermore not distributed equally. While some observations are assigned weights below equal weighting after the breakpoint (gray area 2), the weights of the most recent observations by far exceed equal weights (gray area 3). Using exponential weights consequently involves a trade-off between reducing the weights before a breakpoint and the equality of the weights after a breakpoint.

Solving this trade-off requires knowledge about the breakpoint. Relevant approaches for detecting breakpoints in linear regression have received much attention in statistics. Zeileis et al. (2003) provide an overview of approaches. In principle, a partition of the data with a set of m breakpoints τ_1, \dots, τ_m can be identified using Equation (3) where RSS is the residual sum of squares resulting from applying separate regressions to the $m + 1$ partitions separated by the breakpoints.

$$\arg \min_{(\tau_1, \dots, \tau_m)} RSS(\tau_1, \dots, \tau_m) \quad (3)$$

RSS decreases for increasing numbers of breakpoints since each breakpoint adds parameters to the model and allows a better fit. In order to compare results for different numbers of breakpoints, the Bayesian information criterion (BIC), which penalizes breakpoints, can be used. The number of breakpoints (and corresponding partitions) minimizing the BIC can then be selected. In a first step, we limit our approach to at most one breakpoint to reduce complexity. We consequently compare results without breakpoint and with one breakpoint via BIC.

Based on a detected breakpoint τ we now introduce extensions of the two existing approaches to improve debiasing performance under structural changes. If a breakpoint is detected, a simple approach (denoted THEIL-BP) is to drop the data prior to the breakpoint and use Theil's method with the remaining data. The corresponding estimation model is shown in Equation (4).

$$\min \sum_{t=\tau}^T [A_t - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 F_t)]^2 \quad (4)$$

If the breakpoint is detected correctly, this approach can be expected to perform well since no data predating the breakpoint is used while observations after the breakpoint have equal influence. This promises more robust parameter estimates and increased out-of-sample performance.

In contrast to Theil's method, the exponentially weighted approach suggests a more sophisticated approach to incorporate a detected breakpoint. Since weights of the observations after the breakpoint already diverge strongly, additionally cutting off the data before the breakpoint can lead to cases with a small training sample where only few of the observations in the sample have substantial weight. To prevent this, we introduce an additional weighting factor $\alpha \in [0,1]$ for the data points before the breakpoint, which can be learned in the process previously described for γ .

The minimization problem for parameter estimation in this approach, which we denote GOODWIN-BP, is displayed in Equation (5).

$$\min \left(\sum_{t=1}^{\tau-1} \alpha \gamma^t [A_t - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 F_t)]^2 + \sum_{t=\tau}^T \gamma^t [A_t - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 F_t)]^2 \right) \quad (5)$$

4 Research Design

Before we present the results comparing the robustness of the debiasing approaches, we introduce the data generation process we used to generate actual time series and corresponding biased forecasts as well as the experimental setting. The generated data aims to resemble real-world data. An example in information systems is sales forecasting, where time series with trend and/or seasonality are forecasted by a human expert. The judgmental forecasts can exhibit a systematic bias, which is likely to change when the forecaster changes, for instance because of staff turnover.

4.1 Data Generation Process

In order to assess the performance of established and novel forecast debiasing approaches under structural changes, we generate pairs of actual and forecast time series. Each pair of time series consists of realized actuals A and corresponding one-step ahead forecasts F , produced by a hypothetical and potentially biased expert. We generate the pairs by first generating random actual time series with specific characteristics and producing biased forecasts in a second step.

Business-related time series often exhibit a linear trend or a seasonal variation as systematic components. Since time series are rarely deterministic, random fluctuations around these components are often observed additionally. We construct our actual time series accordingly. The deterministic component A_d includes a trend with a linear increase of b per time unit starting from a base value A_0 and a yearly seasonality with a scale of seasonal fluctuations s . The deterministic basis of the time series is defined in Equation (6).

$$A_d(t) = A_0 + bt + s \sin\left(\frac{2\pi}{12}t\right) \quad (6)$$

The additional random component $\varepsilon_A \sim N(0, \sigma_A^2)$ is scaled with the actuals to ensure that fluctuations reflect the level of the actuals, resulting in the time series defined in Equation (7).

$$A(t) = A_d(t) + \varepsilon_A A_d(t) \quad (7)$$

In real-world settings, forecasts incorporate potential biases and uncertainty. Following Theil (1966), we include mean and regression bias. For obvious reasons, a regression bias is unlikely to be present in non-stationary forecast time series, which is why Theil (1966) analyzed under- and overestimation of changes. We consequently introduce biases for the forecasts of the changes of the actual values. Biased forecasts are derived by applying a linear transformation with a two-dimensional bias vector θ to the actual changes. Random forecast errors are additionally included in a forecast error term $\varepsilon_F \sim N(0, \sigma_F^2)$ which is again scaled by the actuals. A structural change in the forecasts is introduced by using different bias vectors θ^1 and θ^2 before and after a breakpoint τ . The formal definition of the forecast time series is presented in Equation (8).

$$F(t) = A(t-1) + \varepsilon_F A(t) + \begin{cases} \theta_0^1 + \theta_1^1 [A(t) - A(t-1)], & t < \tau \\ \theta_0^2 + \theta_1^2 [A(t) - A(t-1)], & t \geq \tau \end{cases} \quad (8)$$

An additional constant offset is added to the final forecast and actual time series to ensure values substantially over 0, which is required to achieve stable values for relative (percentage) error metrics. Unlike the base level A_0 , this offset does not affect the scaled errors.

4.2 Experimental Setting

In our experiments, we first generate the actual and forecast time series. We use time series with fixed length of 72 observations (6 years of monthly data). For the generation of the time series, we

use fixed $\sigma_A = 0.2, \sigma_F = 0.1, A_0 = 100$ and a constant offset of 100. These parameter values were chosen in a way so that the generated time series visually resembled real-world examples.

For the remaining parameters (slope, amplitude, and the biases before and after the breakpoint), predefined parameter combinations are used. A full-factorial combination of the individual parameter values displayed in Table 1 is used, resulting in 729 combinations. For each of these combinations, we generate 5 pairs of actual and forecast time series with random breakpoint within the first 60 observations and different random seeds. 3,645 pairs of time series are consequently available for our experiments.

Time Series	Treatment Parameter		Values
Actuals A	Slope of trend	b	0, 1, 5
	Amplitude of seasonality	s	0, 20, 50
Forecasts F	Bias component θ_0 before / after change	θ_0^1, θ_0^2	-10, 0, 10
	Bias component θ_1 before / after change	θ_1^1, θ_1^2	0.5, 1, 1.5

Table 1: Treatment parameters which are used in a full-factorial combination to generate pairs of actual and corresponding biased forecast time series

An example of a generated time series is presented in Figure 3. The actuals were generated with weak trend ($b = 1$) and strong seasonality ($s = 50$). The forecasts changed from strongly biased ($\theta_0^1 = 10$ and $\theta_1^1 = 1.5$) to unbiased ($\theta_0^2 = 0$ and $\theta_1^2 = 1$) at breakpoint $\tau = 36$ (vertical dashed line in the figure). The change of biases is clearly visible as forecasts are shifted upwards and exhibit exaggerated slopes before the breakpoint whereas forecasts randomly fluctuate around the actuals after the breakpoint.

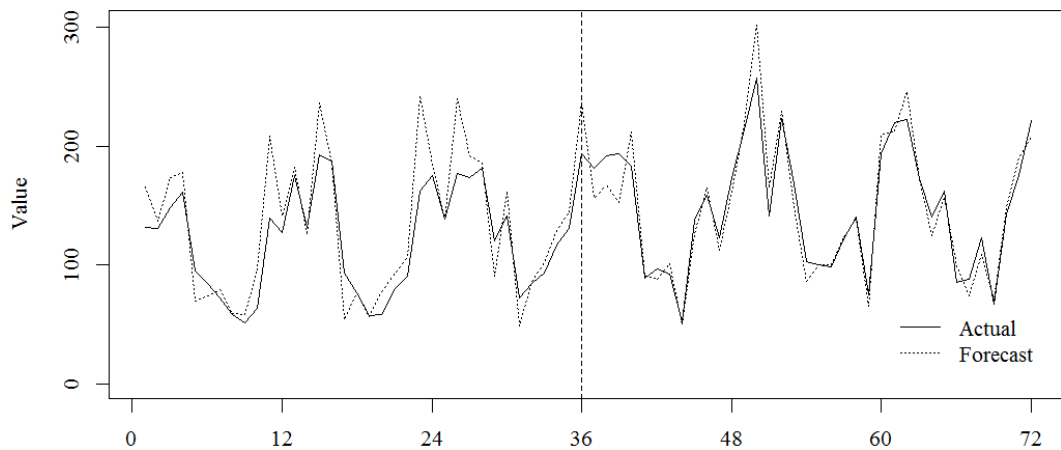


Figure 3: Example actual and forecast time series with breakpoint at time 36

The 72 available data points per time series are split into training and test data to allow a thorough cross-validation of the different debiasing approaches in a rolling evaluation. Beginning with 60 data points as training data, debiasing models are estimated and used to debias the forecast for $t=61$. The observation is then added to the training data and the whole procedure is repeated for the next data point until the last observation is reached.

As noted in the previous section, in particular the regression bias is unlikely to be present in non-stationary forecast time series. Biases can therefore not be detected in the original time series. Hence, Theil (1966) regressed the log returns of the actuals on the log returns derived from the

forecasts. We adopt this approach and preprocess our time series accordingly to ensure stationarity. See for instance Wooldridge (2012) for an introduction to tests for stationarity.

Before the different debiasing models are estimated, we apply a breakpoint detection algorithm to the training data yielding a breakpoint τ or no breakpoint. We then choose the parameters γ (for GOODWIN) or α and γ (for GOODWIN-BP) using the procedure described in Section 3. In this process, γ values ranging from 1 to 1.5 with increments of 0.01 are evaluated while values between 0 and 1 with increments of 0.1 are used for α . Using the selected parameters, the final debiasing models are then estimated and applied to the test forecast data point.

As a result of the preprocessing of our time series, the debiasing yields a debiased forecast of the change (the log return) from the last known to the next, i.e. test, actual value. A forecast for the actual value can be derived directly, which can then be compared to the correct actual value. The 12 errors in the test data per time series are evaluated by mean absolute percentage error (MAPE).

The experiments were implemented in R (R Core Team 2015) with breakpoint detection using the *strucchange* package (Zeileis et al. 2002) which implements the logic presented in Equation 3.

5 Results

The results of our experimental study are presented in Table 2 for time series with and without change of bias (first two columns) and for all time series (third column). All numbers indicate mean MAPE (with standard deviation in brackets) across time series. Stars indicate results of a paired two-sided t-test for differences between the errors of a method without breakpoint (THEIL, GOODWIN) and the corresponding method with breakpoint (THEIL-BP, GOODWIN-BP). Results printed in bold indicate whether the method with or without breakpoint performed better.

For time series with bias change, the methods with explicit incorporation of breakpoints significantly improve upon the methods without breakpoint. While GOODWIN already performed well, THEIL-BP and GOODWIN-BP led to additional improvements. In case of a bias change, the extended methods are consequently of value. In case of no bias change, THEIL clearly performs best. THEIL-BP performs significantly worse than THEIL and comparable to both GOODWIN and GOODWIN-BP. This matches our expectation since detecting bias changes should not be beneficial in absence of a bias change. Nevertheless, the extended methods improve upon the original methods when considering all time series.

	Bias Change (N=3,240)	No Bias Change (N=405)	All Treatments (N=3,645)
Biased	15.2% (5.4%)	15.0% (5.1%)	15.2% (5.3%)
THEIL	12.9% (5.6%)	11.3% (4.5%)	12.7% (5.5%)
THEIL-BP	12.0% (5.4%) ***	11.5% (4.8%) ***	12.0% (5.3%) ***
GOODWIN	12.1% (6.1%)	11.6% (4.8%)	12.0% (6.0%)
GOODWIN-BP	12.0% (5.3%) ***	11.6% (4.9%)	11.9% (5.2%) ***

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

Table 2: Mean MAPE and standard deviation across time series with and without bias change. Stars indicate results of a two-sided paired t-test.

In order to provide deeper insights into our results and into the robustness of the methods, we now analyze the results for the time series with bias change for different bias changes and time series characteristics.

Table 3 provides results for time series where both biases change (first column) or only regression or mean bias changes (second and third column). Largest improvements can be achieved for time series where both biases change (improvements of 1.1% for THEIL and 0.3% for GOODWIN). Improvements are smaller but still significant for a change of the regression bias. In contrast, no significant differences are observed for GOODWIN and only small improvement can be noted for THEIL if only the mean bias changes.

In presence of a bias change, our extended methods in summary perform comparable to the original methods in the worst case. As soon as at least the regression bias changes, a clear advantage of the extended methods can be noted.

	Both biases (N=1,620)	Regression Bias (N=810)	Mean Bias (N=810)
Biased	15.3% (5.4%)	15.2% (5.2%)	15.0% (5.4%)
THEIL	13.3% (5.8%)	13.0% (5.6%)	11.9% (4.9%)
THEIL-BP	12.2% (5.3%) ***	12.1% (5.3%) ***	11.7% (5.5%) *
GOODWIN	12.4% (7.1%)	12.1% (5.3%)	11.5% (4.7%)
GOODWIN-BP	12.1% (5.4%) ****	12.0% (5.3%) **	11.6% (5.0%)

* p < 0.05 ** p < 0.01 *** p < 0.001

Table 3: Mean MAPE and standard deviation across time series with different types of bias changes. Stars indicate results of a two-sided paired t-test.

Table 4 and 5 present the results for time series with bias change broken down by strength of seasonality and trend separately. 1,080 time series are available for analysis per strength of seasonality and trend.

Improvements of the extended methods over the original methods are relatively stable for different strengths of seasonality for THEIL whereas improvements increase for GOODWIN with stronger seasonality. While there is no significant difference between GOODWIN and GOODWIN-BP for time series without seasonality, a small significant improvement can be observed for medium seasonality and a substantial improvement for strong seasonality. This suggests that the detection of breakpoints is especially interesting for time series with high volatility, for which larger training samples and homogeneous weights might be beneficial.

Seasonality	0	20	50
Biased	14.7% (5.1%)	15.0% (5.2%)	15.9% (5.7%)
THEIL	12.4% (5.4%)	12.6% (5.2%)	13.8% (6.0%)
THEIL-BP	11.7% (5.5%) ***	11.9% (5.0%) ***	12.5% (5.5%) ***
GOODWIN	11.7% (5.1%)	11.8% (4.9%)	12.8% (7.9%)
GOODWIN-BP	11.6% (5.2%)	11.7% (4.9%) ***	12.5% (5.6%) *

* p < 0.05 ** p < 0.01 *** p < 0.001

Table 4: Mean MAPE and corresponding standard deviation across time series with changed bias and different seasonality. Stars indicate results of a two-sided paired t-test (N = 1,080).

Substantial significant improvements of THEIL-BP over THEIL can also be noted for all trends. Differences range from 1.3% for no trend to 0.6% for a strong trend. Improvements of GOODWIN-BP over GOODWIN are, again, small. The largest improvement can be noted for no trend; the differences for trended time series are either smaller or even insignificant. In summary, the proposed extended methods robustly perform well, independently of trend or seasonality. While they do not improve upon the original methods for all types of time series, the debiasing performance never declines significantly.

Trend	0	1	5
Biased	17.2% (5.5%)	14.8% (5.1%)	13.6% (4.8%)
THEIL	14.1% (5.9%)	12.7% (5.6%)	11.9% (5.0%)
THEIL-BP	12.8% (5.6%) ***	12.0% (5.7%) ***	11.3% (4.6%) ***
GOODWIN	12.9% (6.3%)	12.0% (7.1%)	11.4% (4.7%)
GOODWIN-BP	12.7% (5.6%) ***	11.9% (5.5%)	11.3% (4.6%) **

* p < 0.05 ** p < 0.01 *** p < 0.001

Table 5: Mean MAPE and corresponding standard deviation across time series with changed bias and different trend. Stars indicate results of a two-sided paired t-test (N = 1,080).

Beyond the basic time series characteristics, the time of the breakpoint can be expected to influence debiasing performance. Late breakpoints reduce the number of available data points with the current bias, which can lead to increased errors of debiased forecasts.

Table 6 presents the mean MAPE and the corresponding standard deviation for different times of the breakpoint. The breakpoints are grouped into intervals of 10 (first column) and errors are reported for all methods for time series with matching breakpoint. Errors for THEIL strongly increase with later breakpoints, as expected, because observations with the old bias dominate the training data. In contrast, errors only increase substantially for the other methods if the breakpoint is after time 41 of the training data. Performance is stable and approximately equal for THEIL-BP and GOODWIN-BP for earlier breakpoints, both methods outperform GOODWIN in these cases. Both extended methods consequently show promising results.

Breakpoint	THEIL	THEIL-BP	GOODWIN	GOODWIN-BP
1 - 10 (N=539)	11.6% (4.9%)	11.6% (4.9%)	11.7% (5.1%)	11.7% (5.0%)
11 - 20 (N=557)	11.5% (4.9%)	11.3% (4.6%)	11.5% (4.8%)	11.4% (4.7%)
21 - 30 (N=551)	12.4% (6.0%)	11.7% (5.5%)	12.2% (8.7%)	11.9% (5.6%)
31 - 40 (N=534)	12.7% (5.2%)	11.7% (4.9%)	11.9% (5.0%)	11.7% (4.8%)
41 - 50 (N=534)	13.8% (5.6%)	12.2% (5.9%)	12.2% (5.1%)	12.1% (5.3%)
51 - 60 (N=525)	15.5% (5.8%)	13.7% (6.0%)	13.2% (7.1%)	13.0% (5.9%)

Table 6: Mean MAPE and corresponding standard deviation for different times of bias change

Overall, our evaluation has shown that extending Theil's and Goodwin's method to explicitly incorporate a breakpoint leads to significant improvements in debiasing performance. Improvements are large for Theil's method in practical all considered cases. Although improvements are in general smaller for Goodwin's method, there were no time series characteristics or biases changes for which including the breakpoint lead to a decrease in performance. An increase in robustness can therefore clearly be achieved with our extensions.

6 Summary and Conclusions

Information systems for corporate planning and decision making heavily rely on forecasts, which are often based on human judgement. Judgmental forecasts however regularly exhibit biases, which can impair forecast accuracy and consequently reduce the efficacy of corporate processes. Statistical debiasing techniques, which can be applied in information systems after the forecasting process, are aimed at detecting these systematic biases using past forecasts and corresponding errors and removing them from future forecasts.

In practice, structural changes in the actual-forecast-relationship are likely to occur, for instance because of staff turnover or learning effects. As a consequence, statistical debiasing methods have to be largely robust against changing biases to allow for automatic application to management forecasts. Existing approaches either do not take structural changes into account or use exponential weighting of past observations. While not taking structural changes into account is clearly not optimal, exponential weights can give most weight to few recent observations possibly leading to unstable parameter estimates and a decreased out-of-sample fit.

In this paper we, consequently investigated which modifications to debiasing approaches are required to maximize performance under structural breaks. We proposed extension to existing approaches to explicitly incorporate breakpoints, which can be identified using established statistical methods. In an experimental study with simulated pairs of actual and corresponding biased forecast time series, we compared the debiasing performance of proposed and established approaches. The results indicate that detecting and incorporating breakpoints into existing approaches leads to significant improvements of the performance of debiasing approaches if a breakpoint exists. Performance only decreased slightly for time series without breakpoint, overall indicating increased robustness. The results furthermore confirm that established methods, especially Theil's method, are not always suitable for application in practical settings where structural breaks can occur.

Overall, this work demonstrated the importance of the robustness of forecast debiasing techniques. The robustness is especially important when aiming at application to management forecasts in an information system since structural breaks are likely to be present in many real-world forecast time series. The novel extended approaches and the presented results will consequently provide guidance for the successful application of forecast debiasing in practice.

Although we carefully designed our numerical simulation study to closely resemble real-world applications, our work is subject to some limitations. First, we limited the number of structural changes to one for reasons of complexity. Higher numbers of breakpoints might also occur in practice, especially in case of longer time series with years of monthly data. Second, we only used simulated time series data in our evaluation to ensure that structural changes are present (or absent) in the time series and that breakpoints are equally distributed over the training data. Although we generated our time series data based on thorough considerations regarding biases in forecasts, the biases observed in practice might deviate from the generated biases. We are however confident that the insights presented in this paper will provide sound guidance for the implementation of novel forecast debiasing approaches in practical settings.

7 References

- Blanc SM, Setzer T (2015) Analytical Debiasing of Corporate Cash Flow Forecasts. *European Journal of Operational Research* 243(3):1004–1015
- Bhandari GKH, Deaves R (2008) Debiasing Investors with Decision Support Systems: An Experimental Investigation. *Decision Support Systems* 46(1):399–410
- Elgers PT, Lo MH, Murray D (1995) Note on Adjustments to Analysts' Earnings Forecasts Based Upon Systematic Crosssectional Components of Prior-Period Errors. *Management Science* 41(8):1392–1396
- Goodwin P (1996) Statistical Correction of Judgmental Point Forecasts and Decisions. *Omega* 24(5):551–559
- Goodwin P (1997) Adjusting Judgemental Extrapolations using Theil's Method and Discounted Weighted Regression. *Journal of Forecasting* 16(1):37–46
- Goodwin P (2000) Correct or Combine? Mechanically Integrating Judgmental Forecasts with Statistical Methods. *International Journal of Forecasting* 16(2):261–275
- Hogarth RM, Makridakis S (1981) Forecasting and Planning: An Evaluation. *Management Science* 27(2):115–138
- Klassen RD, Flores BE (2001) Forecasting Practices of Canadian Firms: Survey Results and Comparisons. *International Journal of Production Economics* 70(2):163–174
- Lawrence M, Goodwin P, O'Connor M, Oenkal D (2006) Judgmental Forecasting: A Review of Progress Over the Last 25 Years. *International Journal of Forecasting* 22(3):493–618
- Leitner J, Leopold-Wildburger U (2011) Experiments on Forecasting Behavior with Several Sources of Information - A Review of the Literature. *European Journal of Operational Research* 213(3):459–469
- McCarthy TM, Davis DF, Golicic SL, Mentzer JT (2006) The Evolution of Sales Forecasting Management: A 20-Year Longitudinal Study of Forecasting Practices. *Journal of Forecasting* 25(5):303–324
- R Core Team (2015) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing
- Remus W, Kottemann J (1995) Anchor-and-Adjustment Behaviour in a Dynamic Decision Environment. *Decision Support Systems* 15(1):63–74
- Sanders NR, Manrodt KB (2003) The Efficacy of Using Judgmental Versus Quantitative Forecasting Methods in Practice. *Omega* 31(6):511–522
- Theil H (1966) *Applied Economic Forecasting*. North Holland Publishing Company, Amsterdam
- Wooldridge J (2012) *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. South-Western, Mason
- Zeileis A, Kleiber C, Krämer W, Hornik K (2003) Testing and Dating of Structural Changes in Practice. *Computational Statistics & Data Analysis* 44(1):109–123
- Zeileis A, Leisch F, Hornik K, Kleiber C (2002) strucchange: An R Package for Testing for Structural Change in Linear Regression Models. *Journal of Statistical Software* 7(2):1–38

Do Causal Forecasting Models of Exchange Rates have to be Non-Linear on Medium-Term?

Julian Bruns¹, Sebastian M. Blanc², and Jochen Martin³

¹ FZI Forschungszentrum Informatik, Karlsruhe, bruns@fzi.de

² Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Information Systems and Marketing, sebastian.blanc@kit.edu

³ Bayer AG, Leverkusen, jochen.martin@bayer.de

Abstract

In multinational corporations, the precise anticipation of Foreign exchange (FX) rates is key to efficient foreign exchange risk management. Currently, medium- to long-term forecasting models typically assume non-linear relationships between FX rates and a rather small set of well-motivated monetary fundamentals used as predictors. In this work we investigate from a statistical perspective whether both, assuming non-linear relationships and using a restricted set of predictors indeed provides value over linear models trained with an extended set of potential predictor variables. First, we introduce a procedure to preselect predictors from a broader set of variables beyond traditional monetary fundamentals using statistical criteria and empirically learn a simple linear lagged regression model on the preselected variables. Second, we present empirical results with selected FX-rates that show that the forecast accuracy of the simple linear model is in fact comparable to more complex non-linear forecasts when taking accuracy as benchmark criterion.

1 Introduction

After the end of the Bretton Woods system in 1973, foreign exchange (FX) rates are floating freely against each other. Changes of FX rates over time pose substantial financial risk for multinational corporations issuing and receiving invoices and corresponding cash flows in different currencies. The so-called net exposures, i.e., the sums of cash-in and cash-out flows expected per currency in a particular month in the future are consequently hedged in order to reduce or eliminate FX-related risk. However, hedging foreign exchange risk (for instance using forwards) comes at additional hedging costs for companies, and in order to reduce these costs, accurate forecasts of FX rates are beneficial to optimize the hedging strategy.

Currently, the state-of-the-art forecasts for medium- to long-term forecasts are based on the fundamental theories of exchange rate determination (Eiteman et al. 2013), which can be roughly divided into three complementary schools of thought based upon monetary fundamentals. The most well-known theory of those is Purchasing Power Parity (PPP) (e.g. Reinert et al. 2009) which tends to hold true over very long horizons of several decades. Forecasting models based on these theories

generally assume a non-linear relationship between a restricted set of monetary fundamentals and FX rates expressed as log returns.

In this work, we will investigate whether – for medium-term forecasting horizons where exposures need to be hedged by companies -- a purely linear relationship can be used instead of a non-linear one, and whether it might be valuable to incorporate a broader set of predictors in FX rate forecast models. We propose and test a straightforward lagged linear regression model built from the predictor set using an heuristic preselection of predictors and empirically test the model on selected FX rates. We find that the resulting forecast accuracy of the linear regression model is comparable to non-linear forecasts for the four considered FX rates over horizons of up to two years.

2 Related Work

Early research analyzing FX rates mainly focused on Purchasing Power Parity (PPP), which is based on the idea that the price of a good should be independent of a currency (Cassel 1918). The most well known example is the Big Mac Index from the Economist. There, the relative value of a currency is compared by the respective price of a Big Mac, as this is a highly uniform good and is available in most countries. The PPP holds true over long periods of 5 years or longer as for instance shown by Brehon (2011) for the GBP/USD FX rate since 1790. An in-depth discussion of the PPP can be found in Dornbusch (1985). The most influential early work on forecasting FX rates was published after the end of the Bretton Woods system by Meese and Rogoff (1983). The authors evaluate six FX rate models for four FX rates (all involving the US Dollar) and over forecast horizons of up to twelve months. The considered models mainly use the logarithmic ratio of money supply, real income, and interest rate differentials. Other models are univariate and multivariate time series models based on log FX rates. However, out of sample none of the models beat the random walk, defining the random walk as the most important benchmark in FX rate forecasting. Cheung et al. (2005) later confirmed this result for updated training samples for established as well as for more recent forecasting models. Overall, most models focused on a small set of predictors consisting of monetary fundamentals and assumed a non-linear relationship between predictors and FX rates. Based upon the empirical results, it has furthermore been established that the random walk is hard to beat; Moosa and Burns (2014) even argue that the random walk cannot be beaten when considering traditional error metrics.

For longer forecast horizons up to 16 quarters, Mark (1995) developed a model which outperformed the random walk for some horizons, leading to the conclusion that longer horizons might be better predictable. The model used a linear combination of log relative money stocks and log relative real income k -periods ahead to predict the log FX rate while assuming that the FX rates have nonlinearities in their process. Although the result of outperforming the random walk was later disproved by Faust et al. (2001) and was attributed to the small sample size, Kilian and Taylor (2003) also state that there is evidence for the predictability over longer time horizons, assuming a nonlinear relationship.

Another approach to determine long-term FX rates is based on equilibrium FX rates around which FX rates will fluctuate in the long-term. Driver and Westaway (2005) present a comprehensive overview of the different estimation approaches. For instance the Behavioral Equilibrium Exchange Rates (BEER) approach (Clark and MacDonald 1998) (e.g. discussed in MacDonald and Dias (2007)) computes the real current value of a currency, which can then be compared to the current FX rate and the future movement of the currency can be forecasted. The real value is determined

using economic fundamentals, a wider class of fundamentals which might consequently be a logical extension of the predictor space for FX rate forecasting.

In summary, while many different approaches to forecasting FX rates exist, most models are restricted to monetary fundamentals and assume non-linear relationships. In this work, we examine whether FX rates can be forecasted in the medium-term by a linear model if the restriction of the set of predictors to monetary fundamentals is abandoned. Additional predictors are motivated by models for equilibrium FX rates, which use the broad set of economic fundamentals and commodity indices.

3 Available Data and Predictor Preprocessing

In this section, we first explain the choice of FX rates considered in our work. We then give an overview of the set of available economic (monetary and non-monetary) fundamentals. Furthermore, we introduce the preprocessing of the predictors.

3.1 FX Rates Considered

In this work, we focus on four FX rates: EUR/AUD, EUR/BRL, EUR/TRY and EUR/USD for the following reason related to the characteristics of the chosen currency pairs. First, the market of a country can be classified as developed or emerging. Second, countries can be differentiated into countries with high or low dependency on specific commodities (e.g., coal). This two-dimensional classification does not only consider the overall trade volume of each country but instead focuses on differences behind the respective markets of the currencies. The four FX rates are representatives of the rates involving countries from all four resulting classes in contrast to previous work often considering only currencies from a cluster involving developed, commodity independent currencies. The Euro is chosen as the common basis for each currency pair since most other works use the US Dollar as a basis (Faust et al. 2001), which may have led to a potential "dollar bias" (Moosa and Burns 2014).

3.2 Overview of the Extended Predictor Space

Most existing models focus on subsets of a rather small group of fundamentals usually referred to as monetary fundamentals. The left part of Table 1 provides an overview of these monetary fundamentals. The Name column denotes the name of the fundamental, the N gives the number of time series for each fundamental. However, we do not restrict the considered fundamentals to purely monetary fundamentals, but also consider non-monetary economic fundamentals as shown in the right part of Table 1.

In general, the additionally predictors are based on their usage in commercial fair value models and their classification as economic indicators by the OECD. From these indicators, we solely select indicators in widespread use that are available for each observed country/currency zone for the time period included in this work (04/2004 - 04/2014) This leads to a reduction of the number of indicators, as many countries do not have a highly developed bureau of national statistics or simply are not of sufficient historic lengths for our purpose. The additional non-monetary fundamentals can be divided into two categories. The first category reflects external trade and the structure of the underlying economy for the currencies. Fundamentals of this kind are based on the trade of goods, the commodity indices, the PPI and the total production of the industry. Commodity indices, which

are independent of the country, can have a significant impact on the real exchange rates, as shown by Haigh and Galy (2012).

The second category covers more general fundamentals. The FX rates themselves can be considered as a bet on other economic fundamentals (Faust et al. 2001) and can be operationalized in classical time series forecasting. The stock market indices are a measurement of the performance of the highest valued companies of an economic zone and can therefore serve as a proxy for the overall business performance. The reserve assets are a measurement of the power of a central authority like a central bank to influence the value of currency or to compensate for trade imbalances. Although reserve assets can also be seen as a monetary fundamental, we classify them as non-monetary fundamentals since we did not find their use in most FX rate forecasting models.

Monetary Fundamentals		Non-Monetary Fundamentals	
Name	N	Name	N
Consumer Price Index / Inflation (CPI)	5	Commodity Indices (CCI, Coal, Crude Oil, Oil)	4
Gross Domestic Product (GDP)	5	Export in goods	5
Immediate Interbank Interest Rates	5	FX Rates (EUR/AUD, EUR/BRL, EUR/TRY, EUR/USD)	4
M1 Money Supply	5	Import in goods	5
Treasury Bonds (1, 2 and 5 years)	15	Net trade in goods	5
Diff. between Treasury Bond runtimes	15	Producer Price Index (PPI)	5
Diff. CPI and Immediate Interbank Interest Rates (real inflation rate)	5	Production of total Industry	5
Diff. CPI and Treasury Bonds	15	Relative export to imports in goods	5
Diff. Treasury Bonds and Immediate Interbank Interest Rates	15	Reserve assets	5
		Stock market indices (All ords., ISE-100, S&P 500, EURO STOXX, Bovespa)	5

Table 1: Overview of Predictors

In FX rate forecasting, the value of a currency relative to another currency is of interest. We consequently assume, based on the Fisher Effect¹, that the movement of the FX rate between two currencies is based on the differences between their respective economic fundamentals. This extends the Fisher Effect to all fundamentals as interest themselves are fundamentals. Commodities are exempt from this as they are country independent.

The resulting dataset consists of 383 time series (133 fundamentals and 254 differences between fundamentals). The data used in this work is gathered mostly from public sources, compiled by the OECD, and completed using data from the Thomson Reuters EIKON platform. Monthly data is used since most countries publish data on their economic fundamentals on a monthly basis. In case of time series with higher frequency, such as the movement of the real FX rate, the last value of a month – for instance the price of the last FX trade – is used. In case of a lower frequency of published data (e.g. quarterly values), the missing values are interpolated. A strict linear relation between the available data points is assumed for the computation of the monthly data values. For quarterly values, this results in a constant growth rate between quarters.

¹ The Fisher effect states that the movement of a currency pair is the same as the difference between the interest rates of the respective rates to prevent arbitrage.

3.3 Preparation of Predictors

In order to utilize the set of predictors introduced in the previous subsection, predictors have to be comparable between currencies. Economic fundamentals can be on different levels for different countries, e.g. the imports of goods of USA and Brazil differ by at least one order of magnitude. In linear models each predictor time series should be approximately stationary. This ensures that no overall trend or seasonality distorts the forecast. A simple solution is to use the growth of the time series instead of absolute values. FX rates and most economic fundamentals are consequently integrated by order of 1, as is established in FX forecasting.

However, the usage of different economic fundamentals leads to additional challenges in the computation of the growth rate. First, observations in the same time series can be negative or positive. The standard growth rate computation approach is consequently not directly applicable, as a change between positive and negative numbers distorts any meaningful result. Second, values approaching zero may exist in the time series, leading to undefined or inflated growth rates for the standard computation (or the use of logarithmic functions). To address both issues, equation (1) is used to calculate a modified growth rate ΔP between two consecutive values P_{t-1} and P_t of a predictor.

$$\Delta P = \frac{P_t - P_{t-1}}{\sum_{i=1}^3 |P_{t-i}| / 3} \quad (1)$$

The intuition is (a) to use absolute values in the denominator and (b) to use the average of the previous three periods instead of only the previous period as in the standard growth computation. This procedure mitigates both problems mentioned above. First, the errors resulting from sign flip are eliminated by using the absolute values, which ensures that the direction of growth is only dependent on the difference between the dividends. Second, the impact of values close to zero and thereby the possible distortion of the percentage value is mitigated by using the mean of the last three periods for the denominator, which leads to increased stability. This also increases the robustness of the computation, as single values with a high deviation from the mean of the predictor, i.e. outliers, have a reduced impact. The number of three periods was chosen since three months span a quarter of a year. This is done as most fundamentals from Australia are measured quarterly and by doing so, we reduce the deviation from those transformations.

4 Research Design

We now describe how the forecasting models proposed in this work are built from the available predictors set and how we will assess the accuracy of the calculated forecasts.

4.1 Forecasting Methodology

We will use a linear regression approach to forecast the FX rates. The model with parameters α_i is presented in Equation (2), where ΔR_{t+k} is the k -step ahead forecast of the growth value at time t and $\Delta P_{t,i}$ is the modified growth value of predictor i .

$$\Delta R_{t+k} = \sum_i \alpha_i \Delta P_{t,i} + \varepsilon, \quad (2)$$

More precisely, the linear model uses the growth rates of the predictors k months ahead to model the growth rate of the FX rate. k is called lag since the forecasted growth rate lags k months behind the linear combination of the predictors. An example is shown in Figure 1, where the growth rates

of the FX rate ΔR lags three months behind the growth rates of the predictors ΔP . For instance ΔR at $t=13$ is matched with ΔP at $t=10$.

However, a model involving all predictors cannot be specified using standard least squares fitting since the number of predictors is much higher than the length of the training time series. Consequently, the number of predictors has to be shrunk to a reasonable subset via a feature selection procedure. For this purpose, we first preselect ten candidate predictors by a standard greedy approach. We select ten candidate predictors to obtain a manageable set of predictors and as we expect the final number of predictors in our models to be smaller than ten anyway. Cross correlations of the FX rate and the predictors are computed and the predictors are sorted by cross correlation in descending order. Subsequently, the predictor with the strongest cross correlation is selected first. In order to avoid unbeneficial correlations amongst predictors, the next predictor is then selected only if its correlation with each previously selected predictor is below 0.9. This procedure is repeated until all predictors from the candidates have been considered. This procedure ensures that the most promising predictors are selected while preventing collinearity.

After selecting the ten most promising predictors, the $2^{10} - 1 = 1023$ possible models are estimated and the Bayesian Information Criterion (BIC) (Schwarz et al. 1978) is calculated. The model with the lowest BIC is then selected as our final model.²

4.2 Experimental Setting

Four FX rates are observed: EUR/AUD, EUR/BRL, EUR/TRY and EUR/USD. Four different lags of 3, 6, 12 and 24 months are chosen as they represent the most often used forecast horizon for the risk management process. The data available ranges from 04/2004 to 04/2014, spanning a time frame of 10 years and including the financial crisis in 2007 and 2008. We restricted the data to this time period since for several predictors data is not available before, for instance because of the currency revaluation in Turkey.

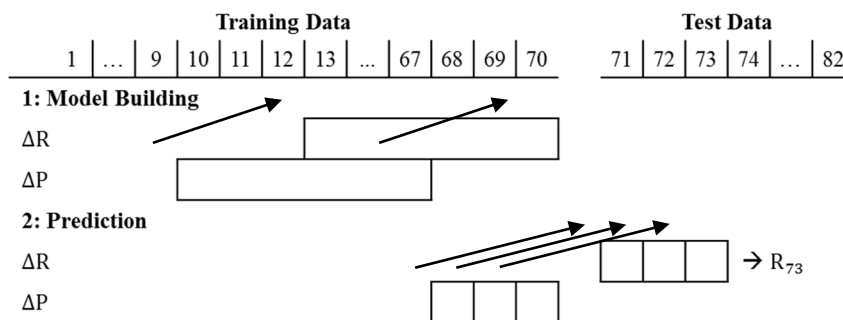


Figure 1: Experimental setting spanning model building and prediction for lag 3

We split the data into the first 58 months as training data and the last 12 months as our test data held out. An example for model building and prediction with lag 3 is presented in Figure 1. The model learns the linear relationship between ΔR , the growth rate of the FX rate, and ΔP , the growth rates of the predictors, shifted by the lag. For instance ΔR at $t=13$ is a linear combination of ΔP at $t=10$. After the best model has been determined using the BIC, the model is used to forecast the test

² Classical approaches to compare linear regression models, such as R^2 , have the tendency of overfitting and are of questionable use for comparing forecasting models (Good and Hardin 2012). The BIC address this issue and leads to a lower probability of overfitting and a higher robustness of the selected model.

ΔR . Based on the lag, the growth rates of the FX rate for $t=71$ to $t=73$ are calculated from the monthly growth rates of the predictors at $t=68$ to $t=70$, respectively.

The predicted growth rates can then be used to calculate a forecast of the FX rate. For this purpose, the accumulated growth indicated by the forecasts is combined with the current FX rate at the time of the forecast. In the example above, the predicted FX rate at $t=73$ is shown in (3).

$$\hat{R}_{73} = R_{70} * (1 + \Delta\hat{P}_{71}) * (1 + \Delta\hat{P}_{72}) * (1 + \Delta\hat{P}_{73}) \quad (3)$$

Obviously, the approach can also be used to forecast FX rates at horizons smaller than the lag used. Only the accumulated predicted growth up to the forecast horizon is used in this case. For instance, to calculate a forecast for $t=72$ in the previous example, the last term of Equation (3) is skipped. Models with long lags can therefore also be used to predict shorter forecast horizons.

As usual in time series forecast evaluation (amongst others, see Cheung et al. (2005)), we repeat the procedure 24 times in a rolling regression, where the training and test data is shifted stepwise by one month. Two complete years are consequently used in the evaluation.

We consider two treatments for building and evaluating forecast models from the set of predictors:

1. Complete model: All predictors are used, including predictors not directly connected to the FX rate, e.g. Brazilian GDP and EUR/AUD FX rate,
2. Restricted model: Only predictors directly related to the FX rate and (country independent) commodity indices are used.

This allows us to examine whether only fundamentals which are directly related to the FX rate to be predicted are valuable predictors.

4.3 Evaluation Methodology

To compare the extended predictor set, the accuracy of the forecasts compared to the real (actual) FX rates is evaluated. Following the argumentation pursuit by Armstrong and Collopy (1992), the absolute percentage error (APE) is used as an error metric for individual forecasts and errors are aggregated via the median (MdAPE). APE is used since it is comparable regardless of the scales of FX rates.

The predictive performance is compared to three benchmark forecasting mechanisms. The first benchmark is the random walk forecast, the so called holy grail of FX rate forecasting (Kilian and Taylor 2003). In particular, the random walk without drift is used, since it is harder to beat according to Faust et al. (2001). Furthermore, an ARIMA model is fitted for the FX rate time series using the *auto.arima* function of the forecast package in R. ARIMA is chosen as it is a widely accepted method to forecast time series that generally achieves high predictive accuracy (de Gooijer and Hyndman 2006). As a non-linear model using monetary fundamentals, the sticky price monetary model of Dornbusch and Frankel, as described in (Cheung et al. 2005), is used. ARIMA as well as sticky price are trained using the identical time-horizons as our model.

5 Experimental Results

5.1 Predictive Performance

Overall results are presented in Table 2. The table shows results regarding the MdAPE for the different FX rates and forecast horizons. The *benchmark error* columns indicate the forecast errors for the benchmark methods. The predictive accuracy of the models built from our extended set of predictors is presented in the *model error* columns for both treatments. Reconsidering that a model with long lag can also be used for shorter forecast horizons we report multiple results for each FX rate and forecast horizon for models with different lags displayed in the *lag* column.

On an aggregated level, the random walk achieves – as expected – the highest forecast accuracy. The ARIMA forecast almost always converged to the random walk forecast after very few periods, which leads to a similar performance. The sticky price model outperforms the random walk for three of the four FX rates for a forecast horizon of three months and for all forecast horizons for the EUR/USD FX rate.

Comparing the results of the complete model treatment to the benchmark forecasts reveals that the accuracy differs substantially. Models with specific lags lead to highly competitive predictive performance for some FX rate and forecast horizon combinations whereas others lead to substantially higher errors. The lowest performance can be observed for the EUR/AUD FX rate while forecasts for the currency EUR/USD currency pair are often even better than the random walk. When comparing the results to the sticky price model with its non-linearity assumption, results do not exhibit a systematic difference in predictive performance. For instance for lag 3, we have only one significant difference from the sticky price model (paired signed-rank two-sided Wilcoxon test, $p = 0.05$) for EUR/TRY. From a statistical perspective, these outcomes question the non-linearity relationship between predictors and FX rates, at least when considering the extended predictor set.

When comparing the results of the two different model treatments, a small improvement of the complete model over the restricted model can be observed. Potential explanations are, that today's economies are highly interconnected and changes in the economic fundamentals of one country naturally has statistical relations to fundamentals in other countries. In particular the influences between the Euro-zone and the US are important in a global context. Changes in these markets have influence in many other markets.

Furthermore, the additional predictors could incorporate the information of several restricted predictors like natural aggregate for these economic fundamentals. To provide further insight to this hypothesis we built linear models taking a predictor as dependent variable that is unrelated to a currency pair, and regress the dependent variable with a combination of predictors related to the pair. We found that these models have in fact high explanatory power in many cases. For instance the difference in import of goods between Brazil and Turkey, which was used to forecast the EUR/BRL currency pair, can be explained with a R^2 value of 0.609. The difference of PPI between Brazil and USA, which was used to forecast the EUR/USD FX rate, can even be explained with a R^2 value of 0.852.

FX Rate	Forecast Horizon	Benchmark Error			Model Error			
		Random Walk	ARIMA	Sticky Price	Lag	Complete Model	Restricted Model	
EUR/AUD	3	2.59%	2.91%	3.61%	3	6.65 %	4.37%	
					6	4.98 %	6.18 %	
					12	4.50 %	4.48 %	
					24	3.75 %	5.89 %	
	6	3.27%	3.28%	4.23%	6	6.65%	6.66%	
					12	6.83%	5.64%	
					24	4.89%	5.38%	
					12	11.89%	13.20%	
	12	7.82%	7.80%	8.61%	24	12.71%	17.76%	
					3	5.78%	6.27%	
					6	5.62%	5.06%	
					12	5.19%	5.63%	
EUR/BRL	3	4.07%	3.91%	3.59%	24	3.98%	4.46%	
					6	9.71%	5.68%	
					12	10.13%	10.60%	
					24	5.88%	7.43%	
	6	3.62%	3.61%	5.98%	12	18.78%	17.23%	
					24	9.78%	11.09%	
					3	4.65%	3.66%	
					6	2.46%	3.04%	
	EUR/TRY	3	2.65%	2.53%	2.48%	12	2.79%	3.90%
						24	4.89%	3.73%
						6	4.89%	6.65%
						12	5.18%	6.42%
6		4.99%	4.97%	5.16%	24	8.32%	9.16%	
					12	10.13%	12.03%	
					24	11.35%	12.85%	
					3	2.36%	3.00%	
EUR/USD		3	3.61%	3.92%	1.85%	6	2.38%	3.19%
						12	3.94%	3.16%
						24	3.22%	3.11%
						6	3.11%	4.66%
	6	3.15%	4.64%	3.15%	12	5.57%	3.86%	
					24	3.50%	3.19%	
					12	8.78%	4.99 %	
					24	2.45%	2.74%	

Table 2: Predictive performance of the studies forecast models for different FX rates and horizons

Another interesting result is that the accuracy of the forecasts often increases for larger lags. Eiteman et al. (2013) state that forecasts over a year have to be based on monetary fundamentals. This is similar to our results, as an input lag of 12 or higher leads to better results in most cases. We additionally observe that, in particular for higher input lags, it is possible to forecast the real exchange rate value in less than 12 months with economic fundamentals. This is in contrast to Eiteman et al. (2013) as they also state that the forecasts have to be also at least over 12 months, when they are based on monetary fundamentals.

In summary, the results regarding the predictive performance of the forecasting models indicate that changes of FX rates can be predicted with a linear model with accuracy comparable to a benchmark non-linear model.

5.2 Analysis of Selected Predictors

While the above results support the hypothesis that FX rates can be forecasted with a linear model when extending the set of predictors, we now explore the predictive value of the additional predictors. It is of particular interest, how intensive monetary and non-monetary fundamentals are used in the models. We compute the percentage of monetary fundamentals, as used by monetary models like sticky price, among the predictors selected by our models. We focus on the models of the *complete model* treatment since these models exhibited higher predictive performance.

Figure 2 shows the percentage of monetary fundamentals relative to the complete selected predictor set, divided into monetary fundamentals which are directly related to the currency pair (gray) and the unrelated ones (black). All monetary fundamentals taken together make up about 50-70% of the selected predictors to forecast the FX rates for the currencies pairs. An interesting exception is the EUR/USD FX rate, where monetary fundamentals are only used in a significant number of cases for the lag of 3 months. This may be connected to the statement of Cheung et al. (2005) that the Euro exchange rate confounds most economists.

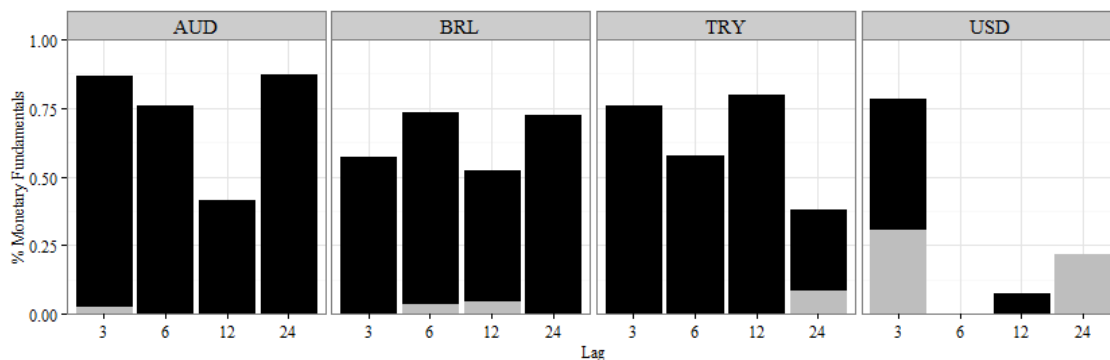


Figure 2: Relative frequency of monetary fundamentals, divided into fundamentals directly related to the currency pair (gray) and unrelated ones (black)

However, when considering only the monetary fundamentals directly connected to the forecasted currency pair (which is the predictor set most similar to the log predictors used in the models in the literature), results are different. The relative frequencies are depicted in gray. Almost none of the predictors used in the models in the literature are represented; the relative frequency is almost always close to or equal to 0%. An interesting exception is, again, the EUR/USD exchange rate. To be precise, the relative frequencies for lag 3 and 24 are about 25%. Surprisingly, all of the monetary fundamentals selected as predictors are connected to the currency pair for the lag of 24. This may lead to the conclusion that these predictors are highly relevant for this currency pair. The forecast accuracy for this FX rate and this input lag (see Table 2) leads to similar conclusions.

Despite these interesting exceptions, the overall conclusion of analysis of the selected predictors supports the hypothesis regarding the not directly related predictors. As stated before, we argue that the use of not directly related predictors leads to an increase of the forecast accuracy as they might be natural aggregates and reflect the highly connectivity of today's economies. As a consequence,

results suggest that not only fundamentals with a direct relation to the currency pair should to be included into linear forecasting models.

6 Summary and Conclusions

Foreign exchange rate forecasts are of major importance for multinational corporations, as those are the key inputs for corporate-wide planning tasks such as foreign exchange risk management. Established medium- to long-term forecasting models mostly use monetary fundamentals as predictors and assume a non-linear relationship with the exchange rates. The non-linear relationship is implemented by using log returns of the predictors in the forecasting models, which can however lead to technical difficulties.

In this work, we investigated whether a linear relationship can be used instead of the non-linear one if the set of predictors is extended beyond monetary fundamentals. Motivated by fair value models, we extended the set of predictors to the more general class of economic fundamentals, which also include non-monetary fundamentals. We evaluated our hypothesis using a lagged linear regression model.

Our results indicate that the forecasting models achieve a predictive performance comparable to those of state-of-the-art benchmark models. In addition, we found that the predictors which were selected in the forecasting models have only a small overlap with those used in models in the literature.

Our results suggest that a linear relationship may be an alternative to the non-linear one in foreign exchange rate forecasting. However, we used an extended predictor set from the commonly used log return differences of few selected monetary fundamentals to a general class of economic fundamentals and commodities to obtain these results. Furthermore, our results question the general assumption that predictors should be restricted to ones that are directly related to the specific countries of a specific currency pair.

This work is, to the best of our knowledge, the first research attempting to use simpler models but a greater variety of predictors in medium- to long-term foreign exchange rate forecasting. Actually, our work is intended to initiate further data-driven research on foreign exchange rate forecasting based on our findings.

Although we put great effort into building a comprehensive set of predictors spanning a long period of time for building forecasting models, our research is subject to some limitations. First, by using only economic fundamentals available for all four currency pairs under consideration, length and number of available time series of economic fundamentals were strongly limited. Second, few commodity indices were used because of difficult or costly access to reliable long-term data. Third, we restricted our analysis to four currency pairs, chosen to reflect different clusters of free floating currencies to support the generalizability of our results.

7 Literature

Armstrong JS, Collopy F (1992) Error measures for generalizing about forecasting methods: Empirical comparisons. *International Journal of Forecasting* 8(1):69–80

Brehon D (2011) Determining G10 Equilibrium Values. *Exchange Rate Perspectives*, Deutsche Bank

- Cassel G (1918) Abnormal Deviations in International Exchanges. *The Economic Journal* 28(112):413–415
- Cheung Y, Chinn MD, Pascual AG (2005) Empirical exchange rate models of the nineties: Are any fit to survive? *Journal of International Money and Finance* 24(7):1150–1175
- Clark P, MacDonald R (1998) Exchange Rates and Economic Fundamentals: A Methodological Comparison of BEERs and FEERs. IMF Working Paper, no. WP/98/67, May 1998
- De Gooijer JG, Hyndman RJ (2006) 25 years of time series forecasting. *International Journal of Forecasting* 22(3):443–473
- Dornbusch R (1985) Purchasing power parity (No. w1591). National Bureau of Economic Research
- Driver R, Westaway P (2005) Concepts of equilibrium exchange rates. Bank of England Publications Working Paper, (248)
- Eiteman DK, Stonehill AI, Moffett MH (2013) *Multinational business finance*, Global ed., 13th ed. The Pearson series in finance. Pearson, Boston [Mass.], London
- Faust J, Rogers JH, H. Wright J (2003) Exchange rate forecasting: the errors we've really made: Empirical Exchange Rate Models. *Journal of International Economics* 60(1):35–59
- Good PI, Hardin JW (eds) (2012) *Common Errors in Statistics (And How to Avoid Them)*. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, NJ, USA
- Haigh M, Galy S (2012) Explaining the choice of commodity currency pairs. When Commos meet FX, Societe Generale Cross Asset Research
- Kilian L, Taylor MP (2003) Why is it so difficult to beat the random walk forecast of exchange rates? *Journal of International Economics* 60(1):85–107
- MacDonald R, Dias P (2007) Behavioural equilibrium exchange rate estimates and implied exchange rate adjustments for ten countries. Working Paper, Peterson Institute of International Economics
- Mark NC (1995) Exchange rates and fundamentals: Evidence on long-horizon predictability. *The American Economic Review* 85(1):201–218
- Meese RA, Rogoff K (1983) Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample? *Journal of International Economics* 14(1):3–24
- Mills JA, Prasad K (1992) A comparison of model selection criteria. *Econometric Reviews* 11(2):201–234
- Moosa I, Burns K (2014) The unbeatable random walk in exchange rate forecasting: Reality or myth? *Journal of Macroeconomics* 40:69–81
- Reinert KA, Davis LS, Glass AJ, Rajan RS (2009) *The Princeton Encyclopedia of the World Economy*. (Two volume set). Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Schwarz G (1978) Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics* 6(2):461–464

Relating Cash Flow Forecast Errors to Revision Patterns

Florian Knöll¹, Verena Dorner¹, and Thomas Setzer¹

¹ Karlsruhe Institute of Technology, Institute of Information Systems and Marketing,
knoell@kit.edu, verena.dorner@kit.edu, thomas.setzer@kit.edu

Abstract

Our study closes a research gap on cash flow revisions in large, multinational corporations. Specifically, we explore how revisions relate to forecast accuracy and how patterns in revision processes can be quantified and leveraged to reduce prediction errors in forecasts of foreign exchange exposure. We suggest novel metrics to determine patterns in revision processes related to the concentration of revision volume and show that these measures have higher explanatory power with regard to how forecast error is related to forecast revisions (point in time, volume) and exposure than previously used measures solely relying on correlations among revisions and error. Our results suggest that accounting for these patterns improves the accuracy of foreign exchange exposure forecasts.

1 Introduction

Multinational, diversified corporations typically generate forecasts for cash flow items with different currencies on a regular basis (e.g., monthly or quarterly), at different organizational levels, business divisions, and countries. Often they implement revolving forecasting processes: at each forecast date, a set of revisions of previously generated forecasts and new forecasts is generated. At each forecast date, business units and subsidiaries send thousands of item-level forecasts and revisions to corporate headquarters, where these forecasts are aggregated and provide the basis for corporate-wide planning, for instance, foreign exchange risk management. Hence, forecast quality plays a key role in corporate planning systems.

Considering the importance of cash flow forecasting for corporate finance (Kim et al. 1998, Graham and Harvey 2001), comparatively little research on the quality of cash flow forecasts has been published. Specifically, we are not aware of empirical work on cash flow forecast revision processes in corporate finance and how they relate to forecast accuracy.

This is particularly surprising since research from other domains (e.g., macroeconomics and sales) indicates that forecast revision processes often exhibit systematic patterns, for instance due to anchoring and adjustment (e.g., Lawrence et al. 2006), and that they are linked to lower forecast accuracy. Identifying such patterns and mitigating the underlying biases helps improving forecast

accuracy. Our study applies and extends research from other domains relying on the theory of forecast efficiency (Nordhaus 1987), which posits that efficient revisions should describe a random walk, to incorporate cash flow revisions. Our analyses are based on a unique empirical data set of a large multinational corporation over a multi-year period.

We provide the following contributions. First, we provide the first study on cash flow revisions in multinational corporations and how revisions relate to forecast accuracy. Second, we suggest a new metric for detecting patterns in revision processes and show that this measure has higher explanatory power with regard to how forecast error is related to forecast revisions (point in time, volume) and exposure than previously used measures. Third, our results suggest that by considering these patterns, the accuracy of foreign exchange exposure forecasts can be reduced.

The remainder of the paper is structured as follows. Section 2 discusses previous work on biases in forecasting. Section 3 presents our empirical dataset. Sections 4 and 5 present our research design and the results of our empirical study, respectively. Section 6 concludes the paper with a discussion on the study's limitations and an outlook on future research.

2 Related Work

The accuracy of individual forecasts usually increases with decreasing lead-time, as forecasts are adjusted to reflect new information and changes in expectations (McNees 1975, Mathews and Diamantopolous 1990, McNees 1990, Lim and O'Connor 1995, Nikolopolous et al. 2005). However, it has been found that the extent of the improvements is often related to the way forecasts are revised.

Most work on forecast revisions is inspired by the concept of forecast efficiency as introduced by Nordhaus (1987). Strong efficiency is equivalent to the strong form of rational expectations, i.e. expectations considering all relevant available information. For practical reasons, usually weak efficiency is tested, which relaxes strong efficiency by stipulating only that forecasts efficiently incorporate information about past forecasts - rather than all relevant available information. Weak efficiency requires forecast revisions and errors to be uncorrelated with past forecast revisions. The intuition is that, otherwise, revisions (and errors) could be predicted to some extent from past data. From a statistical perspective, this would imply that past revisions did not incorporate all available information. Hence, the accuracy of forecasts violating weak-form efficiency is supposed to be lower.

The theory of weak forecast efficiency has been applied frequently, especially in the macroeconomic domain (e.g. Ashiya 2006, Clements et al. 2007, Doern and Weisser 2009, Doern and Weisser 2011, Deschamps and Ioannidis 2013). Many empirical and experimental studies find forecasts to be inefficient, i.e. reject the hypothesis of zero correlation between current revision and error and previous revisions. Isiklar et al. (2006) provide evidence on the inefficiency of real GDP growth forecasts for 10 countries, having found high serial correlation between forecast revisions. Doern and Weisser (2011) analyze forecasts for four different macroeconomic variables for the G7 countries, concluding that revisions of all variables exhibit inefficiencies and that a sizable fraction of forecasters seem to smooth their GDP forecasts significantly. Similarly, Deschamps and Ioannidis (2013) find evidence for inefficient revisions and smoothing of GDP forecasts. They also note that forecasters underreact more when large forecast revisions are indicative of low forecast ability, and use this finding to explain smoothing of GDP forecasts as a result of forecasters aiming to increase their perceived ability.

Another explanation for smoothing is put forward by Clements et al. (2007), who analyze the *Federal Reserve Greenbook* forecasts of real GDP, inflation and unemployment for the period 1974-1997 and find weak-forecast inefficiency and systematic bias in all revisions. The authors suggest that forecast smoothing indicates the existence of anchoring and adjustment heuristics, which in their study explain inefficiencies in inflation forecasts very well. Anchoring and adjustment refers to forecasters using their past forecasts as anchors, which results in under-adjustment of revisions, i.e., not revising forecasts sufficiently to reflect new information. This line of argument is followed by a number of empirical and experimental studies (e.g. Lawrence and Makridakis 1989, Lawrence and O'Connor 1993). Meub et al. (2013) examine revision inefficiencies due to anchoring effects in laboratory experiments. Their study shows significant anchoring effects, with the share of rational forecasts dropping from 42% to 15% in presence of an anchor in the no-incentive condition.

Many more examples of behavioral biases, although not directly related to revisions but to the subject of how humans adjust statistical forecasts can be found in Lawrence et al. (2006). The article provides an extensive summary on work on this subject.

3 Empirical Dataset

The data used in our study stems from a unique dataset of real-world cash flow forecasts and corresponding cash flow realizations provided by a large diversified multinational corporation. The sample company is headquartered in Germany, but has worldwide operations within three large and independent business divisions and around 300 subsidiaries. The company generates annual revenues in the medium double-digit billion Euro range and annual operating cash flows in the medium single-digit billion Euro range. Financial management is centralized, with local financial managers at the subsidiaries reporting to the company's central finance department.

One important task of the finance department is the management of financial risks, in particular future foreign exchange risks. For this purpose, cash flow forecasts of expected foreign currency-denominated accounts receivable and accounts payable, generated worldwide by the partner company's subsidiaries, are delivered to the finance department. Accounts receivable result mainly from sales invoices expected to be issued, accounts payable from invoices expected to be received from suppliers and other counterparts.¹

The forecasts cover monthly intervals with differing forecasting horizons of up to 12 months. Each (revised) forecast for a cash flow has a specific time horizon depending on the month in which it is delivered. Forecasts are only delivered in the months of March, June, September and November and remain unchanged between forecast deliveries. Figure 1 shows, schematically, the temporal structure of forecast deliveries for cash flows in 2012: the months in which a forecast is delivered are labelled **F**, and the month in which the corresponding cash flow is realized is labelled **A**. Consider cash flows realized between January and March 2012 in Figure 1. The first forecast will have been delivered in November 2010, and the corresponding revised forecasts in March 2011 (with a horizon of four quarters), June 2011 (three quarter horizon), and so on. Hence, revised forecasts for January 2012 will have been delivered 10, 7, 4, and 2 months before.

¹ Taken literally, accounts receivable and accounts payable are accruals rather than cash flows. In our partner company, as in most companies, historical data and forecasts of cash-ins and cash-outs are not available because the reporting systems are oriented towards revenues and expenses. However, the accounts receivable and accounts payable used in our analysis are, for all practical purposes, comparable to cash-ins and cash-outs. For the sake of simplicity, we continue to refer to our data as cash flows.

Forecasts and cash flow data are available for cash-ins and cash-outs. The dataset comprises actual cash flow volumes from January 2008 to December 2013 and corresponding forecasts from November 2006 to September 2013, delivered by the 46 largest subsidiaries on a quarterly basis. Each subsidiary generates forecasts for its individual subset of currencies in which it issues and receives cash flows. In total, 33 currencies are considered in our analyses.

Horizon	2011												2012											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4 Quarters			F			F				F			A	A	A		A	A	A		A	A	A	
3 Quarters				F					F			F	A	A	A		A	A	A		A	A	A	
2 Quarters								F			F		A	A	A		F	A	A	A				
1 Quarter										F			A	A	A	F	A	A	A	F	A	A	A	

Figure 1: Temporal structure of expert forecast deliveries for cash flows in 2012 with the months of actual cash flows (A) and delivery of the corresponding forecasts (F) for different forecast horizons.

The subsidiaries are grouped into three business divisions with fundamentally different business characteristics. Based on their business portfolios, we name the divisions “agricultural products” (AP), “health and pharmaceuticals” (HP) and “industrial materials” (IM). Data statistics for each division are summarized in Table 1.

	All divisions	AP	HP	IM
Period	01/2008-12/2013			
Length of actual time series	72 month			
Subsidiaries	46	13	20	13
Currencies	33	29	32	15
# Actual time series	345	87	195	63
# Actuals	12,455	3,248	6,274	2,933
# Forecast time series	12,455	3,248	6,274	2,933
# Forecasts	149,460	38,976	75,288	35,196

Table 1: Summary of available cash flow data.

Companies in AP produce a broad spectrum of agricultural supplies and therefore largely depend on agricultural cycles, i.e., a yearly cycle of seeding, and harvesting. Companies in IM develop and produce industrial materials, depending on orders of manufacturing companies that again depend on macro-economic uncertainties. HP researches and produces health-related products and pharmaceuticals, which mostly only weakly depend on the economy or annual cycles.

4 Research Design

We will study whether patterns (in contrast to random walks) in forecast processes are observable, whether these are related to accuracy, and how knowledge on such patterns can be used to statistically correct the forecast in order to reduce error in exposure prediction.

4.1 Notation

We will first introduce some notation. Let $q_{i,y,m,l,c,g}$ be an actual realization of cash flow item i that takes place in month $m \in \{1, \dots, 12\}$ of year $y \in \{2008, \dots, 2014\}$ of a legal entity with ID l , in a currency c of type $g \in \{Cash - In Flow(CI), Cash - Out Flow(CO)\}$. Please note that i qualifies an actual item and the remaining attributes can be derived directly from i . If some or all attributes are not relevant to a particular discussion or obvious from the context, we will omit to write the respective subscripts.

Let further ${}_t q_i$ be the t -th to last forecast for actual item q_i (i.e., ${}_1 q_i$ is the last and final forecast, ${}_2 q_i$ is the previous (second to last) forecast, etc.). The forecast error ${}_t e_i$ is the deviation to the actual of the t -th to last forecast for q_i , i.e., ${}_t q_i - q_i$. Various loss functions are discussed in the literature to penalize forecast error (Armstrong and Collopy 1992, Shugan and Mitra 2008). For larger numbers of forecasts, it is customary to calculate the mean error as the sum of all individual errors divided by the number of forecasts. However, if the amounts of the forecasted items vary widely, differences in mean error may be difficult to interpret and percentage error (PE) relative to the actual volume may be preferable. But with mean error and PE, individual positive and negative deviations from the respective actual values neutralize each other. Consequently, in our empirical analysis we will also consider mean or median Absolute Percentage Error that penalizes each forecast–actual derivation in absolute terms, and computes the mean, as shown in (1).

$$mAPE = mean \left\{ \frac{|{}_t q_i - q_i|}{|{}_{t+1} q_i|} \right\}, medAPE = median \left\{ \frac{|{}_t q_i - q_i|}{|{}_{t+1} q_i|} \right\} \quad (1)$$

4.2 Strong and weak forecast efficiency

Strongly efficient forecasts minimize the loss function when all forecast-relevant information available at the time of a forecast is used. As mentioned earlier, for practical reasons the definition of weak efficiency is used instead. We denote in (2), the t -th to last revision for forecasts related to actual item i (i.e., ${}_1 r_i$ is the last revision of forecasts for item i , ${}_2 r_i$ the second to last revision).

$${}_t r_i = {}_t q_i - {}_{t+1} q_i \quad (2)$$

We test for weak-form efficiency violations in a straightforward fashion using the following Propositions 1 and 2 (Nordhaus 1987):

Proposition 1: Forecast error at revision t is independent of all revisions up to $(t + 1)$.

Proposition 2: The forecast revision t is independent of all revisions up to $(t + 1)$.

The tests outlined in Propositions 1 and 2 are very popular and particularly useful for evaluating forecasts because they involve observable phenomena, namely forecast errors and forecast revisions. We test for Proposition 1 by determining whether forecast errors are (linearly) correlated with revision at any position in forecast processes. Proposition 2 is tested by computing correlations of revisions and errors. Since the cash flow items to be analysed vary with respect to their volume levels, we take *medAPE* as loss function. For the same reason, we will work with the relative

revision, which is $\frac{tq_i - t+1q_i}{|t+1q_i|}$, i.e., the revision relative to the absolute volume of the last forecast, unless stated otherwise.

4.3 Measures of revision concentration

To test whether we find structure (in contrast to randomness) in revisions related to concentration, we propose to determine the geometric center of a revision process.

We compute the geometric center of a revision process as follows. First we set each revision into relation to the first forecast, and normalize with the sum of all revisions relative to the first forecast to compute, as shown in equation (3).

$${}_t^1r_i = \frac{tq_i - t+1q_i}{|t+1q_i|}, \quad x_t^1r_i = \frac{{}_t^1r_i}{\sum_t |{}_t^1r_i|} \quad (3)$$

Then we compute the coordinates for the geometric center as shown in (4).

$$x_i = -2 \times |{}_{t+3}^x r_i| - 1 \times |{}_{t+2}^x r_i| + 1 \times |{}_{t+1}^x r_i| + 2 \times |{}^x r_i|, \quad y_i = \frac{(\sum_t x_t^x r_i^2)^{-0.25}}{1.0-0.25}, \quad z_i = \frac{\sum_t x_t^x r_i}{4} \quad (4)$$

If revisions follow a random walk without drift, we will observe a mean center (x_0, y_0, z_0) in a subsample of processes. A value of $x < x_0$ indicates that larger adjustments are made earlier in a revision process. Larger y (compared to y_0) indicate a higher concentration of adjustments at a specific revision in a forecast process. Positive z indicate that, overall, revisions are positive, i.e. the extent of upward revisions during the process is greater than of downward revisions.

Take, for instance, a revision process with ${}_1r_i = 1$ and ${}_2r_i = 0$ and ${}_3r_i = 0$ and ${}_4r_i = 0$, i.e., the forecast is revised only once at the end of the revision process. The coordinates for this process are then $(x_i, y_i, z_i) = (2, 1, 0.25)$, indicating that revisions were concentrated at the end of the revision process, more specifically: in one revision, and that this revision was positive. With p_i as the forecast revision process for item i and P_i as a set of forecast revision processes for different items i , we formulate the following additional Proposition 3.

Proposition 3: The average geometric center of a set of forecast revision processes P_i must not deviate significantly from (x_0, y_0, z_0) . We test Proposition 3 using Wilcoxon rank sum tests on x , y and z parameters.

5 Results

5.1 Correlation structures in forecast revision processes

Table 2 provides aggregated test results for Propositions 1-3 for different subsamples of forecast revision processes. The first row, *All*, shows the company-wide results and the following rows the results by division (*AP, HP, IM*). Column two (*Proposition 1*) shows tuples of $\langle x, \tau e \rangle$ (correlation), i.e., significant correlations of revision t and the error levels of later forecasts τ in the same processes. For instance, $\langle {}_4r, {}_4e \rangle (0.14^{***})$ indicate that we found a correlation between the first revision (i.e., the revision between the first and second forecasts, as we have four revisions and count backwards) and the error level of the second forecast.

Likewise, column three (*Proposition 2*) lists correlations found between revisions t and τ forecast where a tuple $\langle x, \tau r \rangle (0.16^{***})$ indicates a correlation of 0.16 between revisions t and τ .

Correlations less than $|0.1|$ are not shown in Table 2 due to space restrictions. Column four (*Proposition 3*) shows whether the geometric center deviates (significantly) from (x_0, y_0, z_0) . Finally, the outer-right column indicates the *medAPE* observed within a sample, and whether *medAPE* differs significantly from the *medAPE* in *All* (Wilcoxon Rank sum test).

Table 2 shows that the forecast processes across divisions are weakly inefficient: Propositions 1 and 2 do not hold for any sample of forecast processes. In addition, on average, forecast accuracy between forecasts with a time horizon of five quarters and forecasts with one quarter improves by only 3.89%, which seems a rather small improvement considering that the forecasting horizon shrinks by four quarters.

Sample	Proposition 1	Proposition 2	Proposition 3	medAPE
All	$\langle 4r, 4e \rangle (0.15^{***})$	$\langle 1r, 2r \rangle (-0.16^{***})$	$(x - x_0 = -0.07^{***})$	0.244
	$\langle 3r, 3e \rangle (0.15^{***})$	$\langle 2r, 3r \rangle (-0.17^{***})$	$(y - y_0 = 0.35^{***})$	
	$\langle 2r, 2e \rangle (0.16^{***})$	$\langle 3r, 4r \rangle (-0.16^{***})$	$(z - z_0 = -0.001)$	
	$\langle 1r, 1e \rangle (0.17^{***})$			
AP	$\langle 4r, 4e \rangle (0.18^{***})$	$\langle 1r, 2r \rangle (-0.2^{***})$	$(x - x_0 = -0.09^{***})$	0.299 ^{***}
	$\langle 3r, 3e \rangle (0.22^{***})$	$\langle 2r, 3r \rangle (-0.22^{***})$	$(y - y_0 = 0.33^{***})$	
	$\langle 2r, 2e \rangle (0.21^{***})$	$\langle 3r, 4r \rangle (-0.19^{***})$	$(z - z_0 = 0.0008)$	
	$\langle 1r, 1e \rangle (0.25^{***})$			
HP	$\langle 4r, 4e \rangle (0.14^{***})$	$\langle 1r, 2r \rangle (-0.16^{***})$	$(x - x_0 = -0.08^{***})$	0.212 ^{***}
	$\langle 3r, 3e \rangle (0.14^{***})$	$\langle 2r, 3r \rangle (-0.14^{***})$	$(y - y_0 = 0.41^{***})$	
	$\langle 2r, 2e \rangle (0.16^{***})$	$\langle 3r, 4r \rangle (-0.16^{***})$	$(z - z_0 = 0.0012)$	
	$\langle 1r, 1e \rangle (0.16^{***})$			
IM	$\langle 4r, 4e \rangle (0.14^{***})$	$\langle 1r, 2r \rangle (-0.11^{***})$	$(x - x_0 = -0.003)$	0.253 ^{***}
	$\langle 3r, 3e \rangle (0.17^{***})$	$\langle 2r, 3r \rangle (-0.16^{***})$	$(y - y_0 = 0.24^{***})$	
	$\langle 2r, 2e \rangle (0.16^{***})$	$\langle 3r, 4r \rangle (-0.11^{***})$	$(z - z_0 = -0.008^{***})$	
	$\langle 1r, 1e \rangle (0.17^{***})$			

(* indicates a significance level of 0.1, ** of 0.05, and *** of 0.01)

Table 2: Test results for Propositions 1-3

5.2 How revision patterns relate to forecast accuracy

We now turn to the question whether and how our results can be utilized to identify revisions biases and, ultimately, to improve forecasting. More precisely, we use the patterns in the revision processes (such as correlation structures between revisions) and test whether these patterns provide explanations for increases or decreases in error levels from the first to the last forecasts.

First, we reduce our data set to forecast processes with a substantial error level, i.e., in which the absolute percentage error of the last forecast is larger than 5%. This leaves us with 87.07% of the data set (10,845 observations). Second, we introduce two variables, *sign changes* and *sign*. The former is used to distinguish between forecasting processes in which the forecast did or did not change sign between the first and the last forecast. No change may reflect anchoring and adjustment biases: the fact that the error of the last forecast is still substantial shows that the forecaster insufficiently adjusted his or her initial forecast. We found such a pattern in 8,045 revision processes. Comparing the mean APEs of the last forecast between these two sets of processes shows that sign changes are associated, on average, to an error of 32%, and no sign changes to an error of 40.5%. Wilcoxon tests show both this difference and the difference between the mean APEs of each

set of processes to be significant at $p < 0.001$ level. The second variable, *sign*, denotes whether the last error of the last forecast was positive or negative. We introduce this variable in order to discern between under- and overestimation of actuals, which might be due to different cognitive processes or biases (e.g., overconfidence). Third, to account for possible differences between forecasts for different item types (i.e., cash-out and cash-in), we added a corresponding variable. Since our focus lies on explaining how certain patterns affect forecast performance (i.e., whether forecasts improved through revisions), our dependent variable is measured as the difference between the error level of the first and the last forecast (absolute percentage errors). We use linear regressions to test for the influence of patterns like weak forecast efficiency or forecast concentration.

First, we test whether weak forecast efficiency (Nordhaus 1987) explains changes in error levels. Table 3 indicates that it does not explain error level changes very well: variance explained is quite low and revision volumes, albeit significant in some models, have negligible coefficients. Interaction effects for revision volumes are significant but have similarly minute coefficients. The type of item to be forecast, however, does play a notable role: although Adjusted R^2 improves by only 3%, Anova model comparisons indicate that the models including item type fit better ($F(192, 10,391) = 2.985, p < 0$).

	Estimate	t value
Intercept	0.06*	2.46
Revision Volume (1st)	$-3.29 \times 10^{-8}***$	-4.06
Revision Volume (2nd)	$-1.37 \times 10^{-8}**$	-2.63
Revision Volume (3rd)	$-1.04 \times 10^{-8}*$	-2.53
Revision Volume (4th)	-5.32×10^{-9}	-0.54
Item type (cash-out)	$-0.16***$	-4.05
HP	-0.04	-1.26
IM	-0.00	-0.11
Sign change (none)	-0.03	-1.20
Sign (positive)	$-0.11**$	-3.04
Adjusted R^2	0.1284	

Table 3: Regression results for weak forecast

To conclude, the results suggest that forecast accuracy is affected by revision behavior, the type of item to be forecasted, and the sign and sign changes of forecasts.

Second, we test whether our concentration measures explain changes in error levels for each division; the results from testing Proposition 3 (Table 2) suggest that the revision patterns described by our concentration measures differ between divisions. Further, we perform separate regressions for each combination of *sign change* (yes/no) and *sign* (positive/negative) in order to improve result interpretability. Combining all variables in one model would require interpreting interaction terms between up to seven variables. As a robustness check, we computed this combined model (Adj. $R^2 = 41\%$) and found, as expected, significant and influential interaction terms between many variables, including division, *sign* and *sign change*.

To summarize, we conduct four regressions for each division. We find that our models explain patterns weakly to moderately well in cases of sign changes (Adj. R^2 between 8% and 22%) but

very well indeed in cases of no sign change (Adj. R^2 between 52% and 66%). Table 4 reports the results for all regressions (by division) for positive errors, Table 5 for negative errors.

	AP		HP		IM	
	Estimate	t value	Estimate	t value	Estimate	t value
Intercept	0.03	1.79	0.01	0.57	0.02	1.62
X measure	-0.01	-0.55	-0.07***	-4.78	-0.04	-1.96
Y measure	-0.06	-1.31	-0.01	-0.33	0.02	0.36
Z measure	-3.37***	-21.44	-2.31***	-25.74	-3.03***	-24.91
Item type (cash-out)	-0.04	-1.80	-0.01	-0.77	-0.02	-0.98
X:Y measure	-0.08	-1.80	0.09***	4.12	0.06	1.45
X:Z measure	-0.18	-0.99	-0.30**	-3.03	-0.13	-0.75
Y:Z measure	1.43***	5.17	1.14***	8.83	1.72***	7.26
X: Item type	0.01	0.31	0.03	1.36	0.05	1.61
Y: Item type	0.09	1.39	0.05	1.68	0.03	0.45
Z: Item type	1.61***	8.47	1.02***	8.23	1.33***	8.07
X:Y:Z measure	-0.18	-0.70	0.26*	2.08	0.14	0.56
X:Y: Item type	0.11*	2.06	-0.03	-0.89	-0.06	-0.84
X:Z: Item type	0.26	1.13	0.31*	2.19	0.03	0.12
Y:Z: Item type	-0.37	-1.06	-0.65***	-3.56	-1.06*	-2.54
X:Y:Z: Item type	-0.03	-0.09	-0.31	-1.70	0.01	0.02
Adjusted R^2	0.63		0.5233		0.6147	

Table 4: Regression results for concentration measures by division (no sign changes, positive errors)

	AP		HP		IM	
	Estimate	t value	Estimate	t value	Estimate	t value
Intercept	-0.00	-0.41	-0.01	-1.62	0.01	0.92
X measure	0.02	1.66	0.00	0.27	0.02	0.97
Y measure	-0.02	-0.59	0.01	0.66	-0.05	-1.06
Z measure	-1.73***	-19.45	-1.42***	-22.63	-1.62***	-16.46
Item type (cash-out)	0.04	1.56	0.02	1.08	-0.06*	-2.17
X:Y measure	-0.04	-1.51	-0.00	-0.12	-0.02	-0.50
X:Z measure	-0.05	-0.43	-0.09	-1.14	-0.12	-0.91
Y:Z measure	0.91***	6.13	0.78***	9.10	0.62**	2.63
X: Item type	0.09**	2.97	0.03	1.29	0.04	1.08
Y: Item type	-0.15*	-2.47	0.03	0.77	-0.00	-0.03
Z: Item type	-2.75***	-13.33	-0.80***	-6.62	-0.54**	-3.15
X:Y:Z measure	0.08	0.51	0.04	0.45	-0.02	-0.10
X:Y: Item type	-0.16**	-3.17	-0.01	-0.20	-0.14	-1.30
X:Z: Item type	0.58*	2.58	-0.39**	-2.71	0.43	1.67
Y:Z: Item type	1.94***	5.35	0.56**	2.90	-2.23***	-4.41
X:Y:Z: Item type	-0.96**	-3.13	0.43*	2.27	-1.16*	-1.97
Adjusted R^2	0.66		0.52		0.658	

Table 5: Regression results for concentration measures by division (no sign changes, negative errors)

Across all divisions, the effects of the Z measure as well as its interaction with the Y measure and item type are significant. The X measure affects error levels both directly and in interaction with the Y and Z measures in division HP in case of overestimation (positive errors).

The most frequently observed pattern is naturally the influence of the Z measure and its interaction effects with item type and the Y measure. The Z measure becomes positive when revisions are, on average, positive; in other words, when forecasts are revised upward. Depending on item type, the effect of upward and downward revisions on error levels is more pronounced. For cash-out in division AP, for instance, upward revisions in case of underestimation are associated with a decrease in error of up to 0.8. For cash-in, upward revisions (while leading to a lower error level than downward revisions) reduce the error by at most 0.3. Forecasts for cash-out received tend to be associated with higher error levels for underestimation and downward revisions than for overestimation and upward revisions; the reverse holds for cash-in.

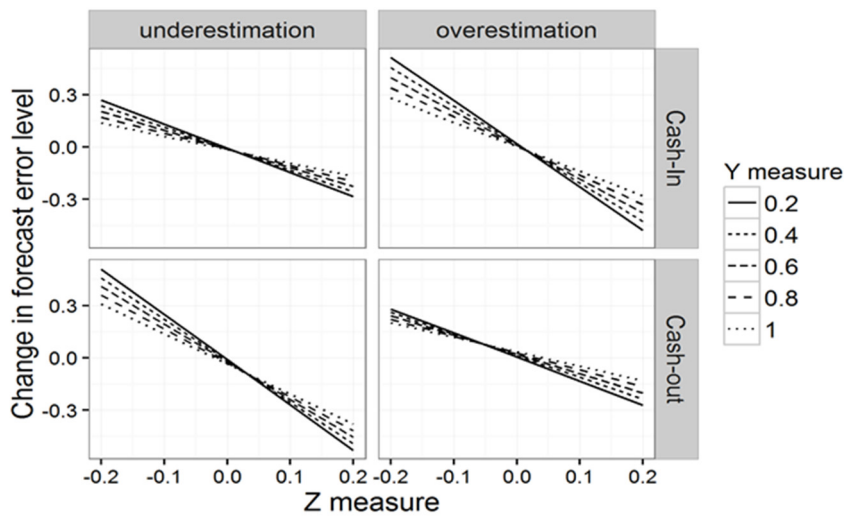


Figure 2: Interactions for Y and Z measures and item type by under-/overestimation (no sign change)

Figure 2 shows that the distribution of revisions (Y measure) over the forecast process has considerably less influence than their direction. However, at extreme levels of the Z measure, the Y measure can make a difference of up to 0.3 in error reduction or increase (upper right plot). Thus, the more evenly distributed the revisions, the more they reinforce the effect of the revision direction; more concentrated revisions, on the other hand, dampen the effect of revision direction.

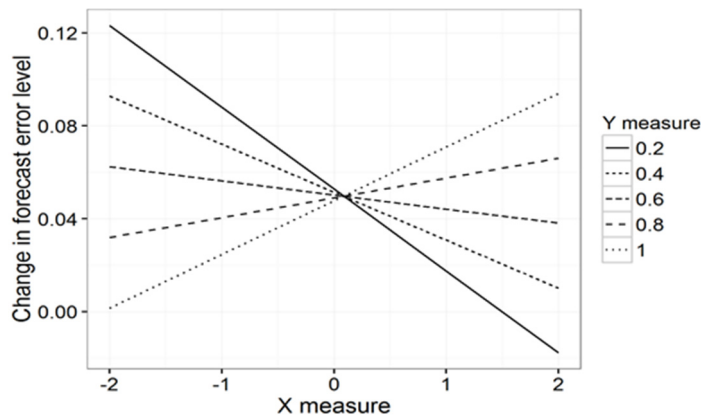


Figure 3: Interaction effect for X and Y measures in division HP (overestimation)

Finally, the X measure plays an important role in division HP in case of overestimation. The main effect is negative, indicating that early revisions (negative X values) reduce forecast error. The interaction of the X and the Y measures, however, shows that this effect depends strongly on the Y value (Figure 3). Only if revisions tend to be evenly distributed (smaller Y values) do early revisions reduce forecast error substantially; in case of concentrated revisions (larger Y values), early revisions are actually detrimental, and later revisions (larger X values) reduce error levels.

5.3 Economic implications

We now turn to the question how our results – specifically, the revision patterns described by our concentration measures – can be leveraged to improve forecast accuracy, and the forecasts of the net foreign exchange exposure. The dependent variable of most interest for corporate controllers is the error of the last forecast, when the revision process is completed and biases can be detected based on a full dataset of forecasts and revisions. We compare results with a benchmark model, as shown in (5), while the full model is specified as in (6).

$$\text{Error of last forecast} = \beta_1 \text{Currency} \times \beta_2 \text{Value Date} + \beta_3 \text{Item Type} \times \beta_4 \text{Division} \times \beta_5 \text{Volume of last forecast} \quad (5)$$

$$\text{Error of last forecast} = \beta_1 \text{Currency} \times \beta_2 \text{Value Date} + \beta_3 \text{Item Type} \times \beta_4 \text{Division} \times \beta_5 X_{\text{koord}} \times \beta_6 Y_{\text{koord}} \times \beta_7 Z_{\text{koord}} \times \beta_8 \text{Sign} \times \beta_9 \text{Sign change} \times \beta_{10} \text{Volume of last forecast} \quad (6)$$

We then used the models to compute corrected values for the last forecasts for net foreign exchange exposure. Due to space limitations, we only report the aggregated outcomes of out-of-sample forecast evaluations. The benchmark model (Adj. $R^2 = 0.055$) yields a mean reduction in forecast error by 29,454 (median = 20,396). The full model performs much better, with an Adj. R^2 of 0.62, mean reduction in forecast errors of 625,624 (median = 625,624) and an improvement in net foreign exchange exposure of 2,145,118 Euros.

6 Summary

We provide the following contributions. One, we provide the first study on cash flow revisions in large, multinational corporations and how revisions relate to forecast accuracy. Two, we suggest a new metric for detecting patterns in revision processes and show that this measure has higher explanatory power with regard to how forecast error is related to forecast revisions (point in time, volume) and exposure than previously used measures. Three, our results suggest that by accounting for these patterns, the accuracy of foreign exchange exposure can be improved.

7 Literature

- Armstrong JS, Collopy F (1992) Error measures for generalizing about forecasting methods: Empirical comparisons. *International journal of forecasting*, 8(1):69-80.
- Ashiya M (2006) Testing the rationality of forecast revisions made by the IMF and the OECD. *Journal of Forecasting* 25:25–36
- Clements MP, Joutz F, Stekler HO (2007) An evaluation of the forecasts of the federal reserve: a pooled approach. *Journal of Applied Econometrics* 22(1):121-136

- Deschamps B, Ioannidis C (2013) Can rational stubbornness explain forecast biases? *Journal of Economic Behavior & Organization* 92:141–151
- Dovern J, Weisser J (2009) Accuracy, unbiasedness and efficiency of professional macroeconomic forecasts: an empirical comparison for the G7. *Jena economic research papers* 2009(091), Univ of Jena
- Dovern J, Weisser J (2011) Accuracy, unbiasedness and efficiency of professional macroeconomic forecasts: an empirical comparison for the G7. *International Journal of Forecasting* 27(2):452-465
- Graham JR, Harvey CR (2001) Theory and practice of corporate finance: evidence from the field. *Journal of Financial Economics* 60:187-243
- Isiklar G, Lahiri K, Loungani P (2006) How quickly do forecasters incorporate news? Evidence from cross-country surveys. MPRA Paper 22065, University of Munich
- Kim J, Miller NL, Guetter AK, Georgakakos KP (1998) River flow response to precipitation and snow budget in California during the 1994/95 winter. *Journal of Climate* 11(9):2376-2386
- Lawrence M, Goodwin P, O'Connor M, Önkal D (2006) Judgmental forecasting: A review of progress over the last 25 years. *International Journal of Forecasting* 22:493-518
- Lawrence M, Makridakis S (1989) Factors affecting judgmental forecasts and confidence intervals. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 43:172-187
- Lawrence M, O'Connor M (1993) Scale, randomness and the calibration of judgmental confidence intervals. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 56:441-458
- Lim J, O'Connor M (1995) Judgmental adjustment of initial forecasts: its effectiveness and biases. *Journal of Behavioral Decision Making* 8:149-168
- Mathews B, Diamantopoulus A (1990) Judgemental revision of sales forecasts: effectiveness of forecast selection. *Journal of Forecasting* 9:407-415
- McNees S (1975) An evaluation of economic forecasts. *New England Economic Review* 16:3-39
- McNees S (1990) The role of judgment in macroeconomic forecasting accuracy. *International Journal of Forecasting* 6:287-299
- Meub L, Proeger T, Bizer K (2013) Anchoring: A valid explanation for biased forecasts when rational predictions are easily accessible and well incentivized? *Center for European, Governance and Economic Development Research Discussion Papers* 166, Department of Economics, University of Goettingen
- Nikolopolous K, Fildes R, Goodwin P, Lawrence M (2005) On the accuracy of judgmental interventions on forecasting support systems. *Lancaster University Management School Working Paper* 2005(022)
- Nordhaus WD (1987) Forecasting efficiency: concepts and applications. *The Review of Economics and Statistics*:667-674
- Shugan SM, Mitra D (2008) Metrics – when and why nonaveraging statistics work. *Management Science* 55(1):4-15

“Needs from Tweets”: Towards Deriving Customer Needs From Micro Blog Data (Extended Abstract)

Niklas Kuehl¹, Jan Scheurenbrand¹, and Gerhard Satzger¹

¹ Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe Service Research Institute,
{niklas.kuehl;jan.scheurenbrand;gerhard.satzger}@kit.edu

Abstract

An important step in the design of new products and services is the elicitation of customer needs. In this contribution, we propose a machine learning approach to identify micro blog data containing customer needs from Twitter to support an automated approach of need elicitation. Our evaluation of tweets in the e-mobility domain demonstrates that the small share of relevant tweets can be identified, depending on the focus of the innovation manager on either precision or recall. Applied to huge data sets, the methodology should enable scalable need elicitation support across thousands of users.

1 Introduction

Identifying the needs of (potential) customers is an important task in order to design or improve new market-driven services. Typically used methods are observations (Brown 2008), surveys (Victorino et al. 2005), or interviews. However, those methods are time-consuming and cost-intensive as they do not scale across larger numbers of potential customers. In this paper, we explore the alternative to use freely available micro blog data as a source for identifying customer needs. These needs are autonomously expressed by an individual, for example in a moment of dissatisfaction or inconvenience—pointing to an underlying demand for a certain (service) solution. A prerequisite for the application of such a method is the automatic identification of those micro blog posts that contain relevant need information. Subsequently, these identified needs can then be analyzed further to specify them. With this information at hand, white spots can be identified and powerful service innovations can be developed.

Therefore, we focus on the following research question: Can we identify micro blog data containing customer needs with superior statistical values of accuracy, precision, recall as well as area under the curve (AUC)? With an accurate and well-trained model we would be able to identify the small share of micro blog data containing needs from very large, unseen data sets—which illustrates the central contribution of this paper. Based on this data, it can contribute to screen and elicit needs of thousands of (potential) customers.

2 Methodology and Study

In order to answer the question provided, we have to first learn about the general structure and the content of common micro blog data by coding it. Based on the insights of the coding, we need to identify which irrelevant micro blog data can be excluded for further analysis. With the reduced data set at hand, we need to specify if the filtered micro blog data contains customer needs and what proportion they account for. In the final step, we identify which analytical approaches we can use in order to automatically identify the needs and measure their performance.

Before we suggest and apply a methodology to screen micro blog data in order to identify those that contain need information, we first need to specify the term *need*. Kotler and Armstrong (2001) divide customer requirements into three distinct categories: *needs, wants and demands*. For simplicity, we stick with a broad understanding of the term *customer need*—comprising all three aforementioned types. For this study, a customer need in a tweet is either existent or not (binary). A more granular differentiation may be subject to further studies.

Additionally, we need to choose a domain to test our approach. We select the field of electric mobility (eMobility), because recent studies (Pfahl et al. 2013; Sierzchula et al. 2014) highlight the relevancy of innovative services to foster the acceptance of e-mobility in society. Therefore, identifying customer needs that can be then served with new offerings is a prerequisite in this domain. We further have to narrow down the domain to a geographical area with a coherent set of laws and regulations, markets as well as socio-economic conditions. In addition, we require micro blog data in a unique language as we need consistent semantics to analyze. Therefore, we focus on the German-speaking region.

At first, we acquire over 600,000 micro blog instances from Twitter (tweets)—posted from March until August 2015—by using their keyword-based streaming API. To learn about content and composition of these tweets, we manually code 200 random instances using Descriptive Coding (Saldaña 2012) by two independent researchers. Apart from other codes, we label if the examined tweet contains a customer need or not. Codes are assigned only if both researchers agree upon it. If we find a low confidence in the correlation of another—to be determined—code with the *need*-code, we allow ourselves to exclude data containing occurrences of this code for the next steps. After filtering, we are left with 2,396 remaining tweets of interest.

As a next step, for the set of remaining tweets, it needs to be decided whether the message itself contains a customer need or not. To obtain this piece of information in an objective way, we let independent participants take part in a lab coding session. In this session they are instructed to classify a set of tweets. They are incentivized and paid as described by Kvaløy et al. (2014), receiving a fixed payment. Each tweet is categorized independently by three different participants. As a next processing step, the outcomes are aggregated. If two or three participants agree that a tweet contains a need, it receives a “need”-attribute for the machine learning process. If only one participant classifies a tweet as containing a need, it is suspended from the database because of no distinct agreement of the participants. If no participant classifies a tweet as containing a need, it receives a “no need”-attribute for the machine learning process. All 2396 relevant tweets are tagged by 35 people in four 60 minute sessions with a maximum of 10 people each.

Finally, we apply standard supervised classification algorithms steps in order to classify the micro blog data into the categories of need-containing and no-need-containing tweets. We apply sequential minimal optimization based Support Vector Machines approach by Platt (1998), Naïve

Bayes using an implementation based on John and Langley (1995) and Bayes Nets as proposed by Cooper and Herskovits (1990).

3 Results

Table 1 shows an overview of the results of different evaluations sorted by classification accuracy. All results are derived with a 10-fold cross-validation. For each analysis, the table states the method and the classification quality of the two classes of tweets containing needs (“Need”) or lacking needs (“No Need”) on the test set. The best result in terms of accuracy (at 85.3%) is achieved by the SVM algorithm. For the class of tweets that contain a need, a precision of 68.5% and a recall of 26.8% is achieved: 68.5% of the identified “need” tweets in fact do contain a need—and at the same time we capture 26.8% of all tweets containing a need. It may be noted that the importance of focus on precision and recall depends on the objective of the innovation manager: In case she needs to not miss out on any articulated need, she would go for higher recall—at the expense of having to evaluate more tweets classified as “need”, but actually not containing one (false positives). In case she is interested in spending the least effort in further evaluating the “need” classified tweets, she would go with higher precision—at the expense of not capturing some potentially interesting micro blog information (false negatives).

Additional work is underway to further improve the results via pre-processing of data and different machine learning algorithms.

Accuracy ∇	Need Indicators			No Need Indicators		Algorithm
	AUC	Precision (Need)	Recall (Need)	Precision (No Need)	Recall (No Need)	
85.270	0.621	0.685	0.268	0.865	0.974	SVM
84.647	0.586	0.696	0.193	0.854	0.982	Bayes Net
80.187	0.717	0.406	0.325	0.865	0.901	Naïve Bayes

Table 1: Classification results sorted by accuracy

4 Conclusion and Outlook

In this paper we show the feasibility to accurately and automatically classify micro blog data on whether or not it contains customer needs. Even with standard machine learning algorithms, promising results can be achieved.

The proposed approach certainly has some limitations: First, the analyzed data set of micro blog data is obtained by using keyword-based streaming, i.e. possibly relevant data sets might be excluded based on a lack of appropriate keywords. Second, the modeling is done on a rather small data set (n=2396) compared to the universe of tweets. And most importantly, the approach was tested for a particular domain (e-mobility) only.

The managerial implications, however, are of high importance. Applying a fairly automated classification analysis to a set of publicly available data could lead innovation managers to find those “needles in the haystack” that contain valuable need information—and do this on an ongoing bases. An information system could be imagined presenting innovation managers a selection of “need tweets” each morning. With the current state of the methodology, manual work would still

be required to evaluate the expressed needs—but future work could also help to make this task more effective by more granularly identifying and selecting needs.

A number of future research tasks are obvious: We need to further improve the machine learning algorithms—and then to apply the acquired classification model to huge data sets in order to identify possible needs of thousands of users. The value of the work could then be tested in concrete use cases within the e-mobility industry. In addition, the methodology has to be tested also for different domains. And finally, research is needed on whether we can retrieve more granular need information from micro blog data than a pure information whether the data does contain need information or not: An ample field for academically promising and industry-relevant future work lies ahead.

5 Literature

Brown T (2008) Design Thinking. *Harv Bus Rev* 86:84.

Cooper GF, Herskovits E (1990) A Bayesian Method for Constructing Bayesian Belief Networks from Databases. 86–94.

John GH, Langley P (1995) Estimating Continuous Distributions in Bayesian Classifiers.

Kotler P, Armstrong G (2001) *Principles of Marketing*.

Kvaløy O, Nieken P, Schöttner A (2014) Hidden benefits of reward: A field experiment on motivation and monetary incentives. *Unpubl Manusc* 76:188–199.

Pfahl S, Jochem P, Fichtner W (2013) When will electric vehicles capture the German market? And why? In: *Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27), 2013 World*. pp 1–12

Platt JC (1998) Fast Training of Support Vector Machines Using Sequential Minimal Optimization. *Adv kernel methods* 185 – 208.

Saldaña J (2012) *The Coding Manual for Qualitative Researchers*.

Sierzchula W, Bakker S, Maat K, Van Wee B (2014) The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy* 68:183–194.

Victorino L, Verma R, Plaschka G, Dev C (2005) Service innovation and customer choices in the hospitality industry. *Manag Serv Qual An Int J* 15:555–576.

On the Assumptions of True Lift Models for Churn Prevention

Frank Oechsle¹, Thomas Setzer², and Sebastian M. Blanc²

¹ 1&1 Internet SE, Karlsruhe, frank.oechsle@1und1.de

² Karlsruhe Institute of Technology, Institute of Information Systems and Marketing, thomas.setzer|sebastian.blanc@kit.de

Abstract

Preventing customer churn by subjecting carefully selected customers to customer relationship management activities is of crucial importance to many service industries. A promising selection of customers can be achieved using so called true lift or incremental models, which focus on customers at high churn risk, that are also likely to be persuadable through appropriate campaigns. In comparison to simpler models, true lift modeling however not only requires estimating churn probabilities of untreated customers but also their churn probabilities when treated. We argue that the estimation of the latter probabilities introduces a novel source of uncertainty not considered in state-of-the-art true lift models. In this paper, we assess the consequences of these uncertainties for true lift modeling. We identify assumptions regarding distribution of churn probabilities made by true lift models and argue that these assumptions are most likely not met in any practical setting. As a result, churn prevention campaigns can easily fail and even increase total churn rate, which might provide an explanation for the very few published empirical success stories on true lift models.

1 Introduction

A broad spectrum of scientific literature discusses customer relationship management (CRM) along the lifecycle of a typical customer, including customer identification, attraction, development, churn prevention and retention (Ngai et al. 2009). Prevention as well as retention campaigns aim at reducing the number of contract cancellations. In contrast to retention, which aims at winning the customer back after announcement, prevention precedes the churn announcement and aims at reducing churn announcement probabilities. In the telecommunications sector with annual churn rates estimated at up to 20% and more (Tamaddoni Jahromi et al. 2010) and low marginal costs per customer, churn prevention is of crucial importance. Numerous works studying the determinants of churn risk (for instance Kim and Yoon 2004, Ahn et al. 2006, Keramati and Ardabili 2011, Lu 2002, Zhang et al. 2012) highlight its importance. See Hadden et al. (2007) for a comprehensive overview on churn management.

A key question in customer churn management is which customers to address in CRM activities aiming at churn prevention. Based upon churn probability with and without treatment, customers can be grouped into segments of different relevance, as illustrated in Figure 1. Customers for whom the churn probability can be noticeably reduced by a treatment (referred to as *Persuadables*) are of great interest and should be subject to treatment. Obviously, a treatment can also lead to the opposite effect for other customers labeled *Sleeping Dogs*, who should not be subject to CRM activities. Customers with approximately equal churn probability with and without treatment (*Lost Causes* and *Sure Things*) are not of particular interest for churn prevention activities.

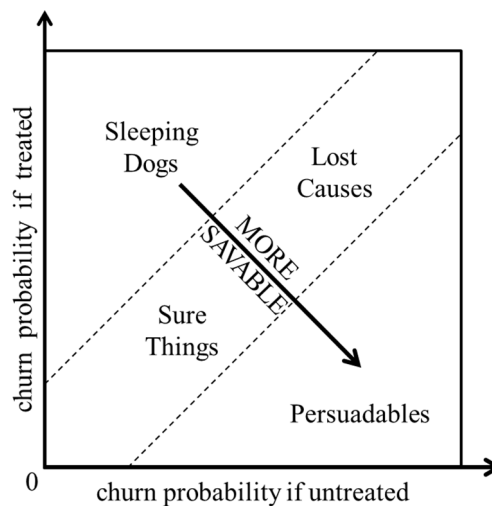


Figure 1: Definition of Customer Segments according to Radcliffe and Simpson (2007)

The aim of true lift models is consequently to select the *Persuadables* for treatment while avoiding to select *Sleeping Dogs*. To discriminate the customers of both segments, it is intuitive to use the difference of the churn probabilities with and without treatment.

In practice, the churn risks of individual customers (with and without treatment) are predicted using data mining techniques. However, while it has been shown that churn probability predictions of untreated customers are quite accurate (like other predictions of probabilities using data mining techniques), targeting the customers who can be positively influenced by a treatment has proved to be much more challenging and only few success stories have been reported on this important topic.

In this paper, we argue that the low number of success stories might be a result of the implicit assumptions of true lift models, which are likely to be violated in practice. In particular, we demonstrate that true lift models assume that (a) the uncertainty in churn probability estimates is equal for all probabilities and that (b) estimates of churn probabilities with and without treatment are equally distributed and uncorrelated.

Both assumptions can easily be violated since customers with high churn probability are much less frequent than customers with low churn probability. In fact, customers with high churn probabilities must be seldom, since simply because they have high churn probabilities, it is likely that they already have churned. As a result, the number of customers available for probability estimation decreases with churn probability ascending, which in turn increases uncertainty in churn probability estimates (as the statistical support for probability estimates decreases).

Because of this uncertainty, a *Sleeping Dog* can easily be misclassified as a *Persuadable*. This is even more likely if churn probabilities are on average larger with than without treatment.

The remainder of the paper is structured as follows. We first review related work on true lift modeling. We then identify the implicit assumptions underlying true lift models in Section 3. These assumptions are then compared to conditions in real world applications in Section 4, and effects of violating the assumptions are discussed in Section 5. We finally conclude and debate our results as well as their implications for future true lift modeling efforts.

2 Related Work

The concept of true lift was first introduced by Lo (2002), who defined the true lift as a novel measure of campaign effectiveness. The true lift is based on the idea that a method of selecting customers for treatment in a marketing campaign should not only increase the probability of a desired outcome (e.g. a sale or a prevented churn) but must also outperform a random selection. This is illustrated in Table 1, where campaign results for a segmentation suggested by a model are presented in the *Model* row. In contrast, results for a random selection are displayed in the *Random* row. In both cases, the *Treatment (Control)* column indicates results for the customers that are (not) subject to the campaign. Consequently four groups with different cumulative responses (denoted A, B, C and D) exist. A customer selection method should increase the increment A-B, i.e., lead to better results for treated compared to untreated customers, and simultaneously outperform a random selection. Overall, true lift models are aimed at maximizing (A-B)-(C-D), whereas classic response models focus on maximizing A-C.

	Treatment	Control	Increment
Model	A	B	A-B
Random	C	D	C-D
Delta	A-C	B-D	(A-B)-(C-D)

Table 1: Definition of True Lift, following Lo (2002)

The concept of the true lift was motivated by Chickering and Heckerman (2000), who first not only modeled the expected response of a treatment. For an advertisement campaign for MSN subscriptions with 110,000 customers, two separate models for the expected profit with and without sending of a mail were built. The approach however only slightly outperformed an off-the shelf response model. In contrast, Hansotia and Rukstales (2002) found that increments of the response probabilities could be predicted with good accuracy in a direct marketing campaign with 282,277 customers of a major retailer.

In a simulation study, Lo (2002) showed that a standard response model merely marginally outperforms a true lift model regarding the response rate rank order. True lift models however clearly perform best with respect to the true lift. For example the top decile of the response (true lift) model generates a treatment response rate of 0.93 (approximately 0.7) whereas, in the same decile, the response rate difference to the untreated group is roughly 0.3 (0.41).

For the wireless telecommunications industry, Manahan (2005) aimed to reduce customer loss by contacting selected customers with a contract renewal offer. The model (a logistic model with cubic splines) did however not perform well, which the authors attributed to missing predictors, such as regarding the attractiveness of the offer.

Overall, empirical results for true lift models are assorted and did not robustly lead to satisfying results across different works. This result is quite surprising in the light of the intuitive and promising theoretical foundation of true lift models. Understanding the issues with true lift models leading to decreased performance is consequently of great importance.

Improving the predictive accuracy of the applied prediction models is an obvious starting point for increasing the performance of true lift models. For instance Rzepakowski and Jaroszewicz (2010) proposed technical modifications to decision trees for better performance in uplift modeling, which are found to be beneficial for the selection of patients for medical treatments.

Furthermore, Radcliffe and Surry (2011) noted that previous works predicted the treated and untreated probabilities separately and proposed to directly predict the difference between the probabilities in one single model. Based on case studies illustrating the effectiveness of the approach, the authors recommend this model as the superior approach. Rzepakowski and Jaroszewicz (2012) applied this approach in an email campaign with 64,000 customers using a special tree-based classifier. The model outperformed classic response models as well as common uplift models. Similarly, Zaniewicz and Jaroszewicz (2013) surpassed other uplift models (with decision trees and standard support vector machines) using a support vector machine in a medical scenario.

In summary, customers are selected in a way to optimize the difference A-B (see Table 1) in all models. The difference between probabilities with and without treatment is consequently a reasonable basis for the selection. However, empirical results are mixed when the probabilities are predicted separately. While technical improvements and directly predicting the difference of probabilities in one single model increased performance, the surprisingly small performance increase of basic models is still unexplained.

In this paper, we investigate the assumptions underlying prevalent true lift models, which were implicitly assumed to be satisfied to date, as a cause of the astonishingly low empirical performance of true lift models. The new insights provide sound guidance for future research on true lift models, which afterwards can be applied with higher performance in practice.

3 Assumptions of Current True Lift Models

Reconsidering the illustration of Radcliffe and Simpson (2007) in Figure 1, the common selection method using the difference between probabilities, starts choosing customers in the lower-right corner ($p_{untreated} = 1$ and $p_{treated} = 0$), where the increment ($p_{untreated} - p_{treated}$) is maximal. If customers with lower increments (denoted Δ) are also chosen, the lines separating selected from not selected customers are displayed in Figure 2. All lines are parallel to the bisecting line of the first quadrant (which corresponds to $\Delta = 0$). The angle bisector is, from a probabilistic perspective using the expected value, the barrier where selection begins to make sense, because churn rates can be expected to decrease when treated for higher (and thus positive) values of Δ .

The line representing the border of the *Persuadables*-triangle in the illustration of Radcliffe and Simpson (2007) is one of the parallel lines. The line indicates the optimal threshold for selection in terms of Radcliffe and Simpson, if prevention comes along with costs (transaction, offer, etc.). Otherwise it would be optimal to contact every customer below the bisecting line of the first quadrant.

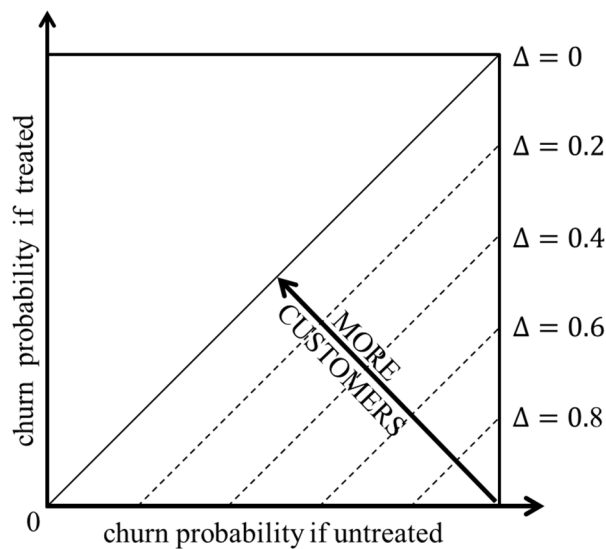


Figure 2: Graphical Illustration of Selection by Delta

Obviously, the true churn probabilities of customers are unknown and selection would otherwise be trivial. The probabilities are consequently predicted using data mining techniques.

In order to ensure that the selection by delta minimizes expected churn, the expected values of the probability estimates must be equal to the correct values, i.e., $EV_{treated} = p_{treated}$ and $EV_{untreated} = p_{untreated}$ (Assumption 1).

To fulfill the bias-variance trade-off of statistical learning theory, the uncertainty in the churn probability estimates must furthermore be equal for all probabilities (Assumption 2). Statistical learning theory clearly indicates that ignoring the variance is most likely not optimal.

For the purpose of achieving Assumption 2, the uncertainty in the predicted churn probability must be independent of the probability itself (Assumption 2a). In addition, every combination of churn probability of treated and corresponding churn probability of untreated customers exists and is of the same frequency (Assumption 2b) to ensure equal support for all estimates.

Lastly, the likelihood of wrong decisions because of estimation errors must not exceed the likelihood of beneficial decisions to ensure optimality of selection by the difference of probabilities. For this reason, treated and untreated churn probabilities must be unrelated, in particular churn probabilities with treatment must not be systematically larger than untreated probabilities (Assumption 3).

Overall, while the selection by difference of treated and untreated churn probabilities is, from a theoretical point of view, clearly the optimal criterion to minimize the expected number of churning customers, several assumptions have to be satisfied to ensure this optimality. In the next section, we compare these assumptions to conditions in real-world applications to determine which of them are likely to be satisfied or violated.

4 True Lift Assumptions in Practice

The considerations of the previous section, together with their implications for customer targeting according to the expected value theory, did not result in a substantial number of empirical success

stories with delta-based true lift models so far. We argue that a major issue with such approaches is that the implicit requirements regarding distributions of probabilities and their relations will most likely be violated in practical settings, which will now be discussed in detail.

First, reconsidering Figure 1, the fundament for targeting customers are the relations of ‘*churn probability if untreated*’ and ‘*churn probability if treated*’, while the uncertainty in probability estimates is not explicitly considered. State-of-the art data mining and predictive modeling techniques are however able to quite reliably predict the correct value on average. The expected value of predictions can therefore be assumed to be equal to the correct probabilities. Assumption 1 is consequently most likely satisfied and true lift models can accordingly also be applied to the estimated instead of the correct churn probabilities.

Before we discuss the other assumptions of true lift models, we first derive realistic assumptions regarding the distribution of churn probabilities amongst customers as a basis for the in-depth discussion.

Churn probabilities cannot be expected to be uniformly distributed between zero and one, neither for untreated customers, nor for treated customers. For instance, a uniform distribution of churn probabilities of untreated customers would mean an average annual churn rate of approximately 50% – an extraordinary high percentage value even in “churn intensive” industries such as telecommunications. In general, empirical observations indicate that we are likely to find more customers with low churn probabilities (those who remain loyal), while many customers with high churn probabilities already left the company.

More realistic distributions of churn probabilities with and without treatment are presented in Figure 3. The plot on the left-hand side shows churn probability distributions for 300,000 customers with and without treatment, following different beta distributions. The corresponding parameters in this case are $\alpha_{untreated} = 1$, $\beta_{untreated} = 32$, $\alpha_{treated} = 2$ ($= 2 * \alpha_{untreated}$), $\beta_{treated} = 31$ ($= \beta_{untreated} - \alpha_{untreated}$).

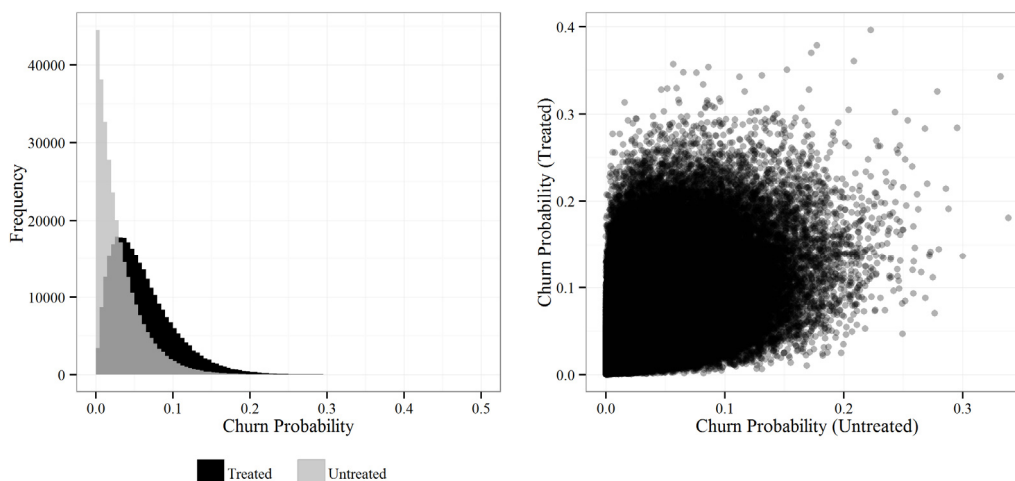


Figure 3: Challenging Distribution of Churn Probabilities

The average churn probability when treated clearly exceeds the average churn probability without treatment for the chosen distribution parameters. It is often observed in practice that subjecting a customer to a treatment, for instance a churn prevention telephone call, actually on average

increases the churn probability. This finding can be explained easily since customers are actively reminded of their contract as well as the contract runtime and will, with high probability, re-evaluate the contract as a result of the churn prevention activity. Furthermore, if campaigns on average decreased probabilities, churn prevention would be comparatively easy. In contrast, we have a more challenging scenario where a random selection would actually increase churn. We can consequently directly reject the appropriateness of Assumption 3.

It is additionally intuitive to suppose a correlation between a customer's churn probabilities when treated and when untreated. For our considerations, we assume a rather moderate correlation of 0.5. This yields to the bivariate distribution illustrated on the right-hand side in Figure 3.

We can now analyze the delta-based customer selection criterion in the introduced setting in order to assess the validity of the other assumptions.

Clearly, the most interesting customers for churn prevention activities, i.e., customers with high churn probability when untreated but a probability approaching zero otherwise, are in the lowest lower-right corner and have the highest delta values.

However, we observe that – while we see many customers with low delta values – we hardly find any customers with large deltas. Hence, high deltas are estimated using relatively few data points and, thus, the churn probability reduction has increasingly lower statistical support. Consequently, the delta criterion prefers customers in regions where the statistical support is comparatively low. This coherence becomes even more tangible when rasterizing the two-dimensional space of probabilities. For this purpose we first subdivide the data display in the right part of Figure 3 into squares of side length 0.005, and count the observations belonging to a square (sub-segment). We then compute the differences between the probabilities (treated and untreated) of the particular segment centers and respectively assign the resulting value as the concerning square's delta. Figure 4 shows the resulting boxplot depicting the distributions of support depending on the delta. The figure illustrates the decay of support per sub-segment with increasing delta. While support is in many cases high for low delta values, support is very low for deltas larger 0.05.

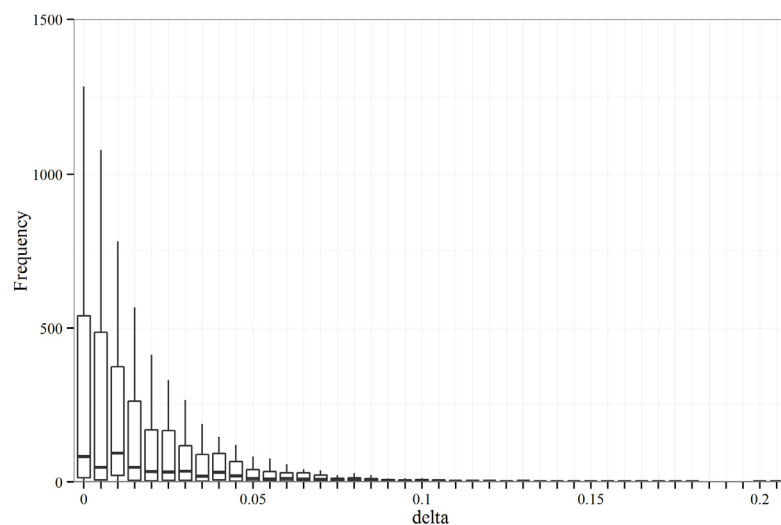


Figure 4: Decreasing Sample Size with increasing Delta

As a consequence, we can conclude that Assumption 2b is most likely not met. The support for statistical inference strongly varies for diverse (combinations of) probabilities. This in turn leads to

differing variance of estimates, since estimations with high support exhibit low variance while decreasing support substantially increases variance. This is further illustrated in Figure 5, where the distributions of estimated probabilities are depicted for three segments with sample sizes 10, 100 and 1,000 as well as an average churn rate (our proxy for the mean churn probability in a segment) of $p=0.1$. Clearly, the smaller the sample size, the higher the variance of estimates.

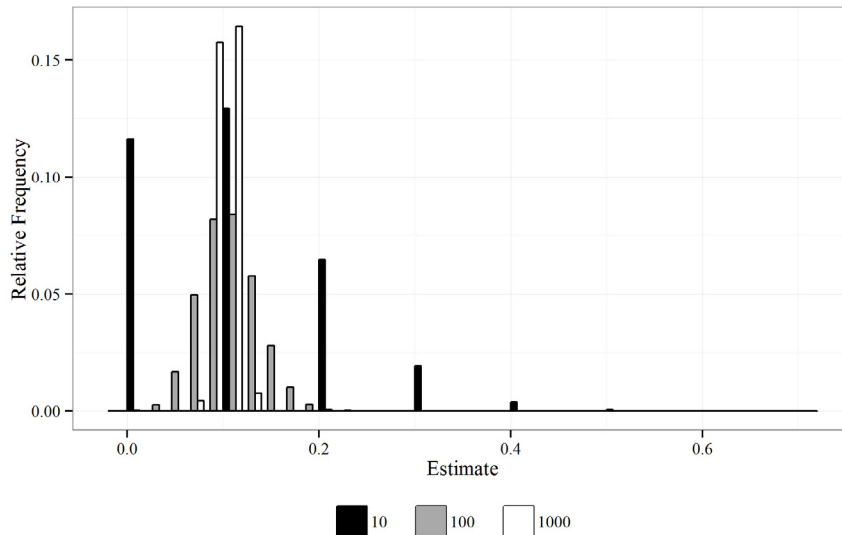


Figure 5: Probability of wrong Decisions dependent on Support

Another issue arises, from a statistical point of view, when preferring customers with higher untreated churn probabilities over those with lower untreated churn probabilities, even when the mean delta and the support are identical in both segments. This is illustrated in Figure 6.

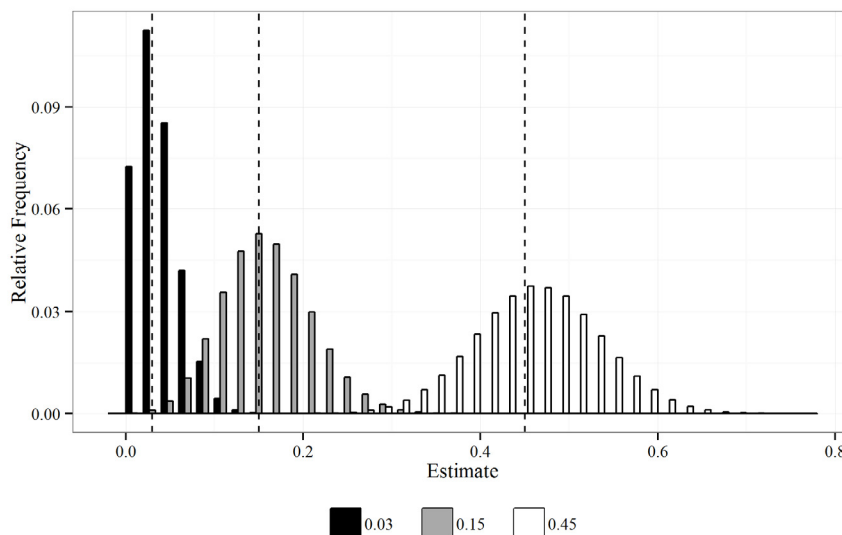


Figure 6: Probability of wrong Decisions depending on Churn Probability

Figure 6 shows the distribution of the estimated churn probabilities for treated customers in three different segments with sample size $n = 50$ but different original churn probabilities $p = 0.03, 0.15,$

0.45 (the dashed vertical lines in the plot). The figure displays a simple and well-known statistical truth: the higher the mean churn ratio (the probability parameter in a Bernoulli distribution), the wider the distribution spreads. In our case, the implication is, that the risk of actually increasing the churn ratio by a treatment, equals the share of the cumulated distributions exceeding the original probabilities (the dashed lines), increases with p .

Obviously, Assumption 2a is in practice also violated, plainly because of basic statistical properties of estimators for ratios or probabilities.

Overall, several assumptions of true lift models are most likely not satisfied in practice. In particular, the basic bias-variance trade-off of statistical learning is not explicitly considered in the models, which can again lead to decreased model performance.

5 Impact of Violated Assumptions

After our in-depth analysis of the assumptions of true lift models in practice, we now discuss the consequences of the violation of these assumptions.

The effect of the skewed probability distribution regarding the uncertainty of probability estimates is definitely of particular interest. Supervised analytical procedures usually determine churn probabilities by grouping similar customers (customers with similar attribute values according to a predefined distance metric) and then computing the ratio of observed churners and non-churners in the individual groups. However, as the customer density decreases with increasing churn probability, for higher probability values the number of similar customers grouped together – and thus the support for the ratio-based probability estimates – declines, and therefore leads to increasingly unstable probability estimates. We will now debate why the resulting probability-specific uncertainties are critical in true lift modeling.

The churn probability of a customer follows a particular binomial distribution when treated, and probably another binomial distribution if untreated (excluding the consideration of priors as used in Bayesian approaches, which are out of scope of this paper), with the number of customers in the group and the group-specific churn rate (of treated customers only, of untreated customers only) as parameters.

The selection via the delta criterion prefers customers with high initial churn probabilities in regions with poor statistical support, as detailed in the previous sections. As a corollary, the two statistical effects of increasing uncertainty for lower sample size and for increased probabilities apply at the same time for the customers who are most likely selected. The total effect is depicted in figure 7. The figure shows the distribution of estimated churn probabilities (treated versus untreated) for two segments that are promising in general, as the mean churn probability of treated customers respectively is much smaller than the one of untreated customers. On the left-hand side, with $n=1000$, $p_{untreated}=0.03$ and $p_{treated}=0.02$, the overlap of both distributions is relatively small, while it is large on the right hand side for the distributions with $n=20$, $p_{untreated}=0.3$ and $p_{treated}=0.2$, indicating that the risk of wrong targeting is much higher in the second segment.

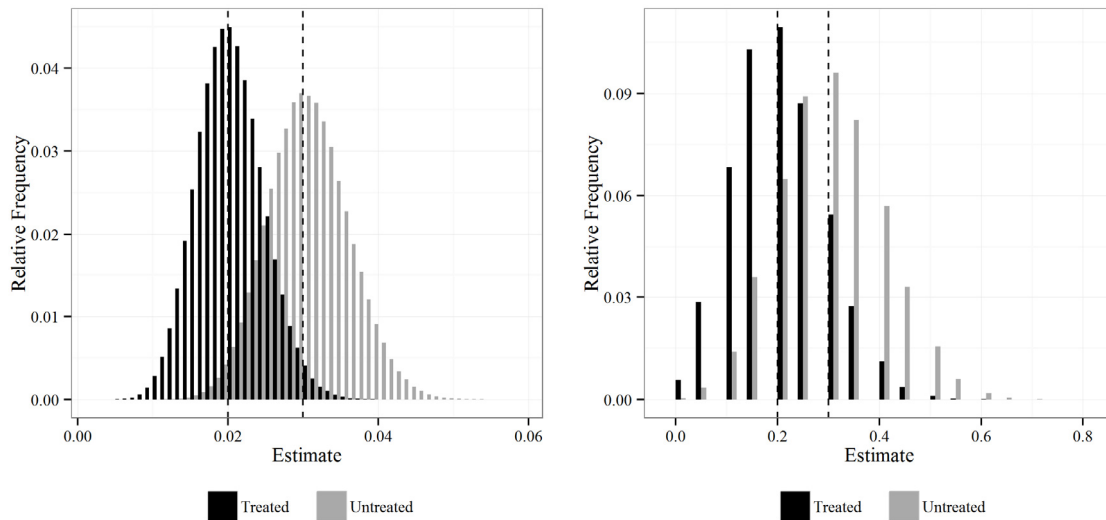


Figure 7: Probability of wrong Decisions depending on Support and Churn Probability

Evidently, making wrong decisions should be avoided whenever possible. In the challenging case of churn prevention with a higher overall churn probability when customers are randomly treated, wrong decision-making is particularly critical due to the fact that we have to assume a correlation between the probabilities, and the opportunities for improvement are seldom compared to the more frequently appearing hazards. Thus wrong decisions usually are likely to get penalized, all the more as only a small portion of a few percent of the customer base is subject to a prevention campaign.

6 Summary, Conclusion and Outlook

In summary, targeting customers with current state-of-the-art true lift models ignores the bias-variance trade-off and can lead to very poor customer selection. Above all, the uncertainty in the prediction of churn probabilities and its dependence on the probability itself is not considered, as the implicit assumption of the selection criteria in true lift models is a uniform distribution of churn probabilities as well as a statistical independence of probabilities of customers with and without treatment.

In this paper we argue that these assumptions are hardly met in practical settings, since probabilities cannot be expected to be distributed uniformly between 0 and 100% (nor in any other intervals) – thus leads to varying support for statistical churn probability estimation procedures. Moreover, original churn probabilities are likely to be correlated with those after treating customers. In fact, it is much more appropriate to assume right-skewed, long-tailed probability distributions in almost any setting of practical relevance.

As a consequence, the probability estimates for lower churn probabilities will be far more stable than estimates of high churn probability. In other words, the probability or risk of choosing wrong customers and increasing churn rates is higher when targeting customers with high initial churn probability. We argue that this uncertainty needs to be appropriately considered in customer targeting models for churn prevention, although this requires more complex approaches than basic true lift models.

Furthermore, correlated churn probabilities (treated / untreated) in combination with a right-tailed distribution of basic (untreated) churn probabilities, increases the likelihood of targeting the wrong customers, when using the assumed decay in churn probability caused by treatment (the delta) as selection criterion. Overall, the risk of wrong decisions is high with current true lift modeling approaches, which can easily lead to an increased churn rate when conducting a churn prevention campaign. This result most likely explains the low number of success stories published to date.

We conclude that other approaches that appropriately consider the uncertainty in probability estimates are required to construct successful churn prevention models. The aim of this paper is to emphasize the problem with current methods from a statistical perspective in order to provide the basis for future work on this important issue of customer targeting in churn prevention campaigns and in other applications.

7 Literature

- Ahn JH, Han SP, Lee YS (2006) Customer Churn Analysis: Churn Determinants and Mediation Effects of Partial Defection in the Korean Mobile Telecommunications Service Industry. *Telecommunications Policy* 30(10):552–568
- Chickering DM, Heckerman D (2000) A Decision Theoretic Approach to Targeted Advertising. In: *Proceedings of the Sixteenth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, p 82–88
- Hadden J, Tiwari A, Roy R, Ruta D (2007) Computer Assisted Customer Churn Management: State-of-the-Art and Future Trends. *Computers & Operations Research* 34(10):2902–2917
- Hansotia B, Rukstales B (2002) Incremental Value Modeling. *Journal of Interactive Marketing* 16(3):35–46
- Keramati A, Ardabili SMS (2011) Churn Analysis for an Iranian Mobile Operator. *Telecommunications Policy* 35(4):344–356
- Kim HS, Yoon CH (2004) Determinants of Subscriber Churn and Customer Loyalty in the Korean Mobile Telephony Market. *Telecommunications Policy* 28(9):751–765
- Lo VSY (2002) The True Lift Model - A Novel Data Mining Approach to Response Modelling in Database Marketing. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter* 4(2):78–86
- Lu J (2002) Predicting Customer Churn in the Telecommunications Industry - An Application of Survival Analysis Modeling Using SAS. In: *Proceedings of the 27th SAS User Group International Conference*
- Manahan C (2005) A Proportional Hazards Approach to Campaign List Selection. In: *Proceedings of the 30th SAS User Group International Conference*
- Ngai EWT, Xiu L, Chau DCK (2009) Application of Data Mining Techniques in Customer Relationship Management: A Literature Review and Classification. *Expert Systems with Applications* 36(2):2592–2602
- Radcliffe NJ, Simpson R (2007) Identifying Who Can be Saved and Who Will be Driven Away by Retention Activity - Using Uplift Modelling to Reduce Churn in Mobile Telephony. *Journal of Telecommunications Management* 1(2):168–176

- Radcliffe NJ, Surry PD (2011) Real-World Uplift Modelling with Significance-Based Uplift Trees. Stochastic Solutions Whitepaper.
- Rzepakowski P, Jaroszewicz S (2010) Decision Trees for Uplift Modeling. Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Data Mining (ICDM), p 441–450
- Rzepakowski P, Jaroszewicz S (2012) Uplift Modeling in Direct Marketing. Journal of Telecommunications and Information Technology 2:43–50
- Tamaddoni Jahromi A, Sepehri MM, Teimourpour B, Choobdar S (2010) Modeling Customer Churn in a Non-Contractual Setting: The Case of Telecommunications Service Providers. Journal of Strategic Marketing 18(7):587–598
- Zaniewicz L, Jaroszewicz S (2013) Support Vector Machines for Uplift Modeling. In: Proceedings of the Data Mining Workshops (ICDMW), 13th IEEE International Conference on Data Mining, p 131–138
- Zhang X, Zhu J, Xu S, Wan Y (2012) Predicting Customer Churn Through Interpersonal Influence. Knowledge-Based Systems 28:97–104

Using Hidden Markov Models for Descriptive and Predictive Analysis of Purchasing Histories

Katerina Shapoval¹, Matthias Reisser², and Johannes Baldinger³

¹ FZI Research Center for Information Technology at the Karlsruhe Institute of Technology, Research Division Information Process Engineering, shapova@fzi.de

² University of Amsterdam, QUVA Lab, m.reisser@uva.nl

³ Objektkultur GmbH, jb@objektkultur.de

Abstract

Stochastic modeling is a powerful tool in predictive analytics. In this paper we use hidden Markov models to gain insights into behavior of customers by analyzing empirical purchasing sequences and to identify typical underlying customer types by implicitly assigning latent states to customers' purchasing sequences. Our hypothesis is that a certain „logical“ purchasing order exists, which reflects the development of customers' technological level or need. The challenge with hidden Markov model is often the interpretation of the resulting latent states. We deal with this interpretational challenge in two ways. First, we use the estimated parameters of the fitted model and interpret the resulting latent states using corresponding purchasing sequences. Second, we profile the resulting latent states with available additional customer information such as tenure with the company. Results show that both approaches provide valuable insights into typical customer development paths. Furthermore, we use the model for predicting purchases and test its accuracy via cross-validation, where results demonstrate a significant product-specific predictive performance for the next purchase prediction.

1 Introduction and Institutional Background

Customer relationship management (CRM) includes all processes supporting the maximization of customer value along his lifecycle with a company, including activities as customer acquisition, cross-selling and retention (Ngai et al. 2009). Available customer data is of crucial importance for understanding and developing long-term relationships with the customer base, e.g. demographical characteristics of a customer or his tenure with the company.

For any data-driven CRM activity, however, the representation complexity of the heterogeneous customer information needs to be reduced and customers need to be segmented. In contrast to the established RFM approach (*recency, frequency, monetary value*), which divides customers into groups (segments) based on the corresponding values of purchasing recency, frequency and resulting monetary value (McCarty and Hastak 2007), in this paper we conduct a behavioral segmentation based on customer's purchasing behavior, namely the order of products purchased.

Observed customer behavior is often a strong predictor of future behavior (Bose and Chen 2009). Moreover, in certain industries such as financial services (Li et al. 2005) or home-appliances retail (Prinzie and Van den Poel 2007) a certain logical order of purchases has been found, which can be used to anticipate a customer's need for a next product, and can therefore be operationalized in cross-selling campaigns. To our knowledge, for the industry of information and communications technology the presence and usage of such "logical" purchasing orders has not been done yet.

The increasing number of available products and conducted purchases lead – however – to an exponential growth of possible purchasing sequences, that we reduce by means of a hidden Markov model (HMM) applied to customers' purchasing histories. The method derives latent states that can be interpreted as underlying cause of the observed purchasing behavior, reducing the vast amount of purchasing sequences to several typical purchasing patterns based on a significantly smaller number of latent states.

The work at hand is a part of a multi-year research project with the business intelligence center of a global telecommunications provider operating on the US and European markets. Here, we concentrate on a part of the product and service portfolio of the company, including hosting related products and services ranging from various basic hosting solutions up to professional hardware and software solutions for large-scale businesses. The basic intuition is that the products and services of the company can be seen as building blocks that can be "stacked" on top of each other.

The remainder of this paper is structured as follows. Section 2 offers a brief overview of related literature. Section 3 introduces the methodological background used in this study. Section 4 presents available data and the experimental design of our empirical analysis. Section 5 reports and interprets our empirical results, whereas Section 6 concludes with a discussion and an outlook to future research.

2 Literature Overview

Data-based analysis of customer behavior has a long research history (e.g. see Ngai et al. 2009 for a short review on different methods and studies). Therefore, the presented literature review focuses on two specific aspects directly related to our research, namely purchasing sequence investigation and hidden Markov models in the context of information systems and marketing research.

Purchasing sequence analysis includes several streams of research such as sequential pattern mining, aiming at identifying frequent sequential (sub)patterns (Mooney and Roddick 2013). The resulting number of sequences depends on the predefined parameters, such as the minimal number of cases containing the subsequence. However, this approach does not allow for grouping similar sequences. This is then done for instance by sequence alignment methods (SAM) that rely on proximity-based approaches to compute a distance matrix between sequences, e.g. using the Levenshtein distance (Joh et al. 2003). Another group of methods for sequence segmentation are model-based, meaning a model is employed for data segmentation, e.g. a hidden Markov model, which implicitly groups similar sequences based on the probability of the observed sequence symbols (Bicego et al. 2003).

In the CRM context, the methodology of HMM has been applied to customer purchasing data by Netzer et al. 2008, amongst others, where the latent states represent the degree of customer satisfaction. Sahoo et al. 2012 employ HMM for the derivation and prediction of the reading preferences in blogs, where the latent states represent the affinity of readers to certain topics.

Schweidel et al. 2011 conducted a dynamic portfolio analysis using HMM. The authors encode complete portfolios as observation states and the latent states were interpreted as a product affinity. For our purposes, this approach would be impractical due to the vast number of possible portfolios. Although the authors also study the telecommunication industry, the type of products differ from the ones observed in this work as access products such as Internet access were examined, in contrast to hosting related products or services. Overall, HMM was shown to be useful for descriptive and predictive analysis of customer behavior in several contexts. However, to our knowledge, for the telecommunications sector, neither the presence of typical purchasing patterns nor the predictive power of these was investigated.

The contribution of this paper is the application of HMM to purchasing sequences for products in information and communications technology. Both, descriptive and predictive investigations are presented. First, we apply a “behavioral” segmentation of purchasing sequences. Second, we then examine the correspondence of latent states to a technological level or need of a customer through the analysis of products purchased in a certain state. These results demonstrate the presence of typical purchasing patterns also for telecommunications industry. The profiling is extended by external data such as revenue or demographics to illustrate and interpret the latent states of the customers, which serves illustration purposes of the resulting latent states. Third, the predictive power of latent states, and implicitly the presence of sequential purchasing pattern, is examined and shown by means of out-of-sample evaluations. For several products a substantive predictive power of the latent states was shown, which demonstrates the predictive potential of such segmentation for marketing campaigns in telecommunications sector.

3 Methodological Background

For our purposes HMM will be operationalized as a probabilistic approach to determine underlying pattern in observed sequences. In contrast to the so-called *visible* Markov models, the hidden Markov models also include the unobserved (latent) process based on the observed sequence of events. Formally, a hidden Markov model consists of two stochastic processes (Ibe 2009), one of which is not observable, and is defined as a tuple $(S, \Omega, P, \Phi, \pi)$:

- $S = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ is a finite set of N latent states,
- $\Omega = \{o_1, o_2, \dots, o_M\}$ is a finite set of possible emitted symbols,
- $P = \{p_{ij}\}$ is the transition matrix of state-transition probabilities, where each element assigns a probability for the transition of the customer from latent state i to latent state j ,
- $\Phi = \{\phi_i(o_k)\}$ is the emission matrix, where $\phi_i(o_k)$ is the emission probability of the system being in the latent state ϕ_i for the observable sequence symbol o_k .
- $\pi = \{\pi_i\}$ is the initial distribution of the states, where π_i is the probability that the system starts in the latent state π_i .

The basic elements of HMM are presented in Figure 1. The horizontal line represents the boarder of the observable world. We assume a number of latent states, which are the cause of customers’ behavior and in our case represent purchasing type or related level of technological needs. The probability of possible switches between latent states, i.e., change of purchasing behavior or technological needs, are described by a transition matrix. The next element relates to the observable world and is the set of possible observable sequence symbols, in our case the purchased product.

The emission matrix indicates the probability to observe a certain sequence symbol given a latent state in terms of the probability distribution of purchased products.

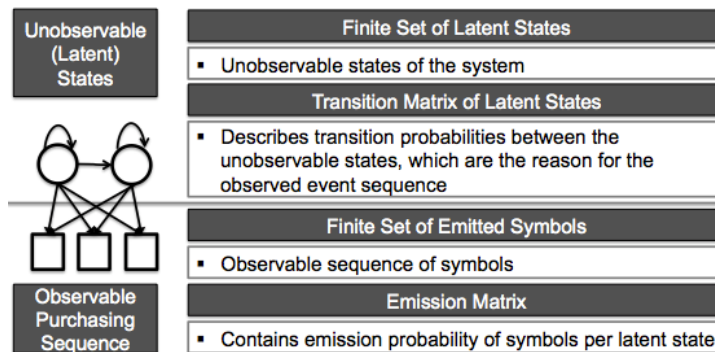


Figure 1: Elements of a hidden Markov model

There are three fundamental estimation problems related to HMM (Ibe 2009):

- Evaluation problem – determine how likely it is that the observed sequence $O = \{o_1, o_2, \dots, o_M\}$ was generated by a given model (P, Φ, π)
- Decoding problem – determine the most likely sequence of latent states given observed sequence $O = \{o_1, o_2, \dots, o_M\}$ and a model (P, Φ, π)
- Learning problem – determine the most likely model given a set of observed sequences.

In our research, we estimate the model parameters first (learning problem) and then decode the most probable state sequence per observation using the Viterbi algorithm (decoding problem) to derive the underlying sequence of latent states.

The input parameters for the learning problem are the number of latent states, the initial distribution of latent states, the initial values for the emission and transition matrices as well as the set of possible observable symbols. The number of latent states is often based on prior knowledge. If none is available, as in our case, the number of states is chosen by estimation of several models, and choosing the one with the best fit. The initial distribution of latent states is assumed to be equally distributed probabilities and the initial values of the emission matrix are set to the product distribution in the training sample. In our case, the initial parameter settings are chosen as described due to the lack of prior knowledge or assumptions.

The most interesting parameter in our case is the initial transition matrix. Initial distributions for the transition matrix can incorporate additional knowledge about the process. We use several typical initializations (also called topologies) in order to test the hypothesis for the corresponding assumptions. The four common topologies listed in Table 1 are included in our study.

HMM fit is usually assessed using *Bayesian information criterion* (BIC) and involves both, the measure of fit with the data by means of log-likelihood and a penalty term for model complexity based on the number of model parameters (Schwarz 1987). The latter is important as the number of parameters differ significantly with respect to the topology, whereas the transition matrix of an ergodic topology requires n^2 parameters to be estimated and corresponding to the highest computational effort, whereas the linear topology starts with only $2n - 2$ and is therefore computationally the preferable one (Fink 2008).



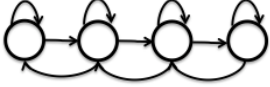
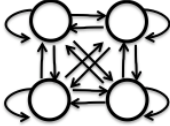
Topology	Graph	Description	Interpretation
Linear		Only current state or direct neighbor to the right can be switched to	A logical order of latent states, which can be interpreted as a consequent upgrade
Left-to-Right-Model		Any right consecutive or the current state can be taken	In contrast to the linear model state jumps are allowed
Random Walk		Previous, current and successive state can be taken	Especially interesting in the case of cancellation modeling
Ergodic Model		Any transition is possible resulting in any possible direction	No assumptions are required

Table 1: Topologies of latent state transitions for Hidden Markov Models based on (Fink 2008) and (Netzer et al. 2008).

First, we conduct a descriptive study aimed at analyzing customers' behavior on all available data. We compute all models for increasing numbers of latent states $n = \{2, \dots, 25\}$ each combined with one of the topologies shown in Table 1. The models are evaluated by means of BIC. The resulting fitted parameters from the best model are then analyzed and profiled using additional customer information. The goal of the descriptive analysis is the identification of typical development paths and the interpretation of the resulting latent states.

Predictive analyses are conducted by means of cross-validation for product specific data sets described later in Section 4. Using the product-specific model fitted on the corresponding training data including the target product, we estimate the sequence of the latent states for each test sequence (decoding problem), and then assign a purchasing probability for the target product using transition and emission matrices for the test data (does not contain the information if target product was purchased). Overall, we train a model per each combination of product, topology and number-of-states. The *R*-package *hmm.discnp* was used for both parts of the empirical study.

The resulting prediction accuracy is measured by means of lift as the standard measure in analytical marketing for such purposes (Piatetsky-Shapiro and Masand 1999). Lift corresponds to the ratio of the model performance in comparison to random guesses for a given percentile of customers ranked by the model prediction, as the goal is to measure potential predictive value of the resulting segments.

4 Available Data

We conduct our evaluation based on real world data provided by our project partner. The sample consists of customers' purchasing histories stemming from a particular market in order to ensure the same product portfolio, as the company operates on several international markets. For these customers the contract history for a multi-year period is available, including information on the product category of contract and purchase dates. The products (or services) purchased stem from

10 different categories in the realm of hosting products, which are labeled *Product 1* to *Product 10* due to reasons of confidentiality. Sequences of length 1 are eliminated from the data set, leaving 96.885 sample customers with an average sequence length of 3.7.

As outlined, products relate to a certain technological level. We present a qualitative description of products in Figure 2, whereas these are profiled in two dimensions: price and technological level of the products. These products are separated into several groups with rising technological level and simultaneously also with the price of the product.

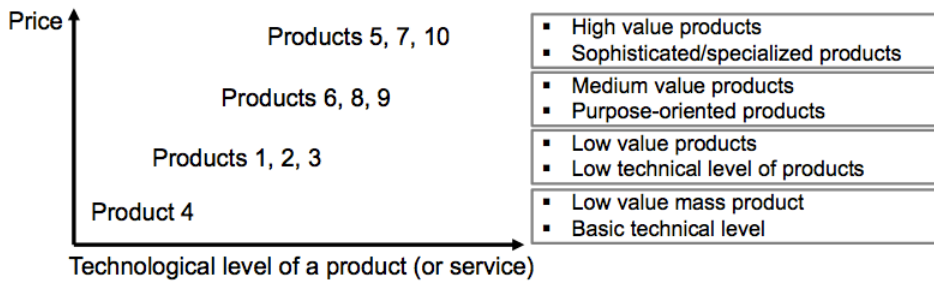


Figure 2: Qualitative description of products.

Specific data sets for predictive evaluation are prepared by splitting the purchasing sequence at the first purchase of a specific product and treating the product of the respective last purchase as target product. An example of product-specific data set derivation is presented in Figure 3, which shows how a particular purchasing sequence is prepared for different data sets, where *P1* stands for *Product 1* etc. As *Product 1* is the first purchased one, the corresponding sequence is not used for the data set of *Product 1*. The example sequence is not considered in the data set of *Product 3* as it would lead to a preceding sequence length of one product, which does not constitute a purchasing path. Also the example sequence is included in the data sets for all remaining products not contained in it as one belonging to the class of “non-purchasers”.

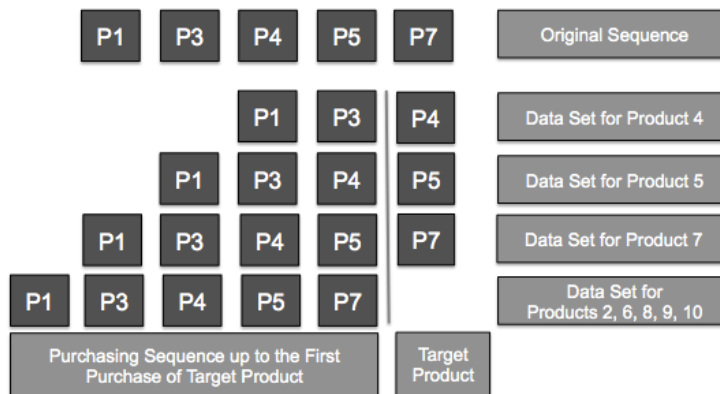


Figure 3: Example of sequence preparation for product-specific data sets.

5 Experimental Results

5.1 Descriptive Results

The resulting BIC based on the complete sample is presented in Figure 4. Random Walk topology is outperformed for all state numbers and will therefore not be further considered. Other models

seem to be comparable considering BIC. At approximately 20 states the curve converges. However, cross-validation for predictive results showed that using at most 10 latent states is optimal, meaning that more states lead to over-fitting. Therefore, we chose a model having ten or less states based on relative BIC gain per additional state and separation quality of latent states with respect to emitted products. Our final choice was an ergodic model with $n = 6$ as the ergodic topology performed best for most products (see Table 5). A higher number of states led to redundant states or states emitting almost all products, therefore BIC only was not sufficient for the choice of the descriptive model in our case but required a detailed analysis of all models.

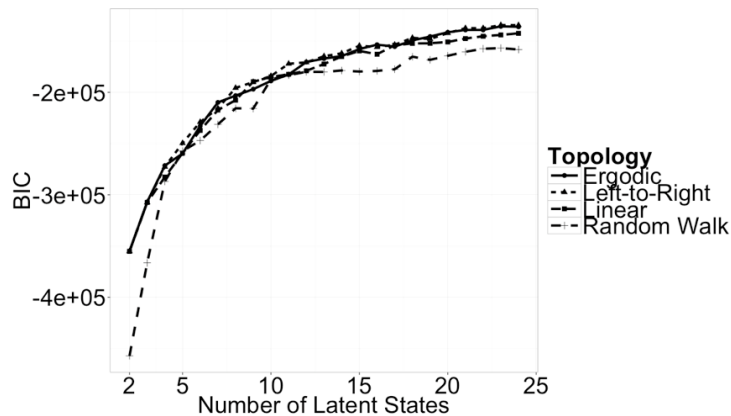


Figure 4: BIC-based descriptive model selection.

First, we analyze the transition matrix of the fitted model. Transitions with probabilities of at least 1% are displayed in Figure 5, ordered by the state stability (percentage of the customers residing in the same state). Interestingly, there are two “pseudo-sink” states that are rarely left, with *State 1* as an extreme example. On the opposite, *State 2* seems to be left quite quickly. *States 2, 4, 5, 1* seem to constitute a path, as they were ordered regarding the most probable next state except for the current one. Another possible path is taken from *State 6* to *State 4*, as 43 % of customers take it.

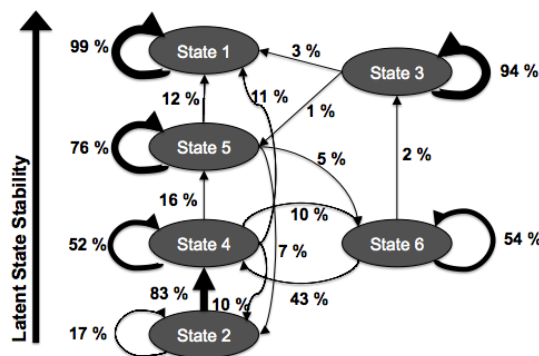


Figure 5: Transition matrix for the ergodic topology with six latent states.

The next element of the fitted model is the emission matrix shown in Table 2. The table contains purchasing probabilities of a product given a latent state. All products having an emission probability of at least 5 % are marked gray. Furthermore, a short description of the latent state is provided based on the products purchased in the corresponding latent state.

Product	State 1	State 2	State 3	State 4	State 5	State 6
Product 1	0.01	0.00	0.20	0.00	0.53	0.99
Product 2	0.00	0.00	0.01	0.72	0.00	0.00
Product 3	0.00	0.00	0.02	0.14	0.00	0.00
Product 4	0.99	1.00	0.11	0.00	0.47	0.00
Product 5	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00
Product 6	0.00	0.00	0.01	0.07	0.00	0.00
Product 7	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00
Product 8	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
Product 9	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
Product 10	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
Latent State Description	Stable State of Low Value Purchases	Promising Low Value Purchases	High Value Service Solutions	Middle Value Service Solutions	Customers with Typical Bundle Solution	Customers with Middle Value Solution

Table 2: Emission matrix for an ergodic topology and 6 latent states with short segment description.

Although, *State 1* and *State 2* have the same exclusive emission probability for *Product 4*, the difference can be seen in Figure 5. Here, *State 2* commences a customer development, in contrast to *State 1*, which is left in less than 1 % of cases and is considered a low-value end state. Remarkably, *State 3* leads to purchases of high-value and technologically sophisticated products or services, as it includes *Products 5, 7, 10*, which are moreover purchased considerably only in this state. *State 4* is responsible for all purchases of middle-value services and products. *State 6* is similar to *State 2* as it is relatively unstable, emits a rather low-value product and leads to further more valuable latent states. *State 5* constitutes a typical bundling combination of products, which is relatively stable and has low to medium value.

For the next evaluation we consider the last estimated latent state (final latent state) per sequence in Table 3. Rows of the table represent the product and columns denote the corresponding relative percentage of purchased products per latent state. The difference to the emission matrix in Table 2 is that the Table 3 presents distribution reflecting all purchases done by the customer from all latent states the customer has been in including the final one. For each state the three products with the highest percentage are marked bold. *State 2* is not contained in the list of the final states. As seen in Figure 5, it is the unstable state, which is rather a beginning of a customer's path and is left by all customers at the end of the observation period.

Table 4 shows another result of our descriptive evaluation with external customer data. The purpose is to characterize the resulting states and to illustrate the differences between latent states. The numbers show the relative ratio per variable, i.e. mean for the customers of a specific final latent state from Table 3 divided by the mean computed over all customers compared to the mean over all customers. Highest and lowest values per row are highlighted in bold. Additionally, the percentage of customers per final latent state is shown.

Product	State 1	State 3	State 4	State 5	State 6
Product 1	6.03	25.90	22.01	63.05	72.33
Product 2	3.41	1.63	43.24	0.97	11.79
Product 3	1.25	2.18	6.11	0.83	5.80
Product 4	88.01	13.07	21.38	34.66	6.14
Product 5	0.21	29.38	0.03	0.06	0.16
Product 6	0.64	0.85	3.22	0.30	2.57
Product 7	0.20	19.85	0.04	0.04	0.05
Product 8	0.05	2.63	0.20	0.05	0.68
Product 9	0.15	0.22	3.75	0.03	0.49
Product 10	0.04	4.28	0.02	0.00	0.00

Table 3: Product distribution over complete sequence given final latent state.

Table 4 serves as an additional tool for the interpretation of the resulting latent states. As expected, State 3 customers are typically those with the highest tenures and by far highest revenue; however, this is the case only for 5 % of the sample. Also, the support level increases with the technological level of the products. Regarding the number of contracts, State 1 displays the highest level, which is mostly driven by multiple purchase of Product 4. Furthermore, State 3 seems to be very prone to upgrading to a contract with higher value within the same product or service and rather not susceptible to downgrading, which is the case for States 1 and 4. The highest relative number of additional in-product (on-features) purchases such as additional space for the same product or service is also highest for State 3. The last two profiling blocks contain information about crawled domains from the customer sample. Customers of State 6 seem to have mostly content intensive sites and customers of State 3 the highest number of related domains suggesting intensive presence.

	Variable Name	State 1	State 3	State 4	State 5	State 6
General	Percentage of Customers	0.35	0.05	0.30	0.24	0.06
	Tenure (in months)	0.90	1.21	0.89	1.21	1.12
	Average Revenue (12 mth)	0.58	5.03	0.89	0.81	1.19
Support	Number of Support Cases	0.88	1.82	1.03	0.85	1.11
	Total Duration of Support Calls	0.76	1.70	1.23	0.77	1.06
Contracts	Active Contracts	1.69	0.69	0.57	0.65	0.73
	Number of Upgrades (12 mth)	0.89	1.40	1.26	0.72	1.23
	Number of Downgrades (12 mth)	1.69	0.71	1.55	0.36	0.42
	Active On-Features	1.26	2.09	0.57	0.88	0.92
Domains	Number of Active Domains	1.10	3.02	0.55	1.03	1.16
	Number of Redirection Domains	1.16	2.02	0.68	1.03	0.92
	Average Number of Words	0.78	1.26	1.03	1.14	1.36
	Average Number of Subsites	0.65	1.10	1.15	1.23	1.27

Table 4: Profiling of the segments by external data given the final state.

5.2 Predictive Results

So far, we have investigated the behavior of customers based on the complete sample with the identification of customer types as the primary goal. In the following we present the results of cross-validation aimed at predicting next purchases. Simultaneously, gaining predictive performance would confirm our hypothesis regarding the presence of certain purchasing patterns among the customers, which can obviously be used for next-best-offer marketing campaigns.

First, the best model per product is displayed in Table 5 sorted by the level of products with respect to both, price level and technological complexity. For the most cases the usage of an ergodic topology shows best results. Interestingly, for *Product 7* and *9* as target product, implying a stepwise upgrade to the next higher product, linear topology shows better results. In contrast, the path leading to the purchase of *Product 1* rather follows a random walk pattern, which can be interpreted such that this product or service is purchased in different orders and does not logically follow a particular prior purchasing sequence.

High Level			Middle Level			Low Level		
Product 10	Ergodic	$n = 10$	Product 8	Ergodic	$n = 7$	Product 3	Ergodic	$n = 7$
Product 5	Ergodic	$n = 8$	Product 6	Ergodic	$n = 7$	Product 1	R. Walk	$n = 6$
Product 7	Linear	$n = 8$	Product 9	Linear	$n = 8$	Product 2	Ergodic	$n = 6$
						Product 4	Ergodic	$n = 10$

Table 5: Best model determined via cross-validation with respect to topology and no. of latent states.

A further evaluation regards prediction quality of the resulting latent states by means of the lift is shown in Figure 6. Lift is determined by sorting the customers by descending predicted purchase probability and evaluating the quotient of relative number of purchases among certain percentiles (x-axis) in relation to performance achieved by random guess. The curve depicts average performance over 10 folds. The product order in Table 5 corresponds to the decreasing performance in the lift chart.

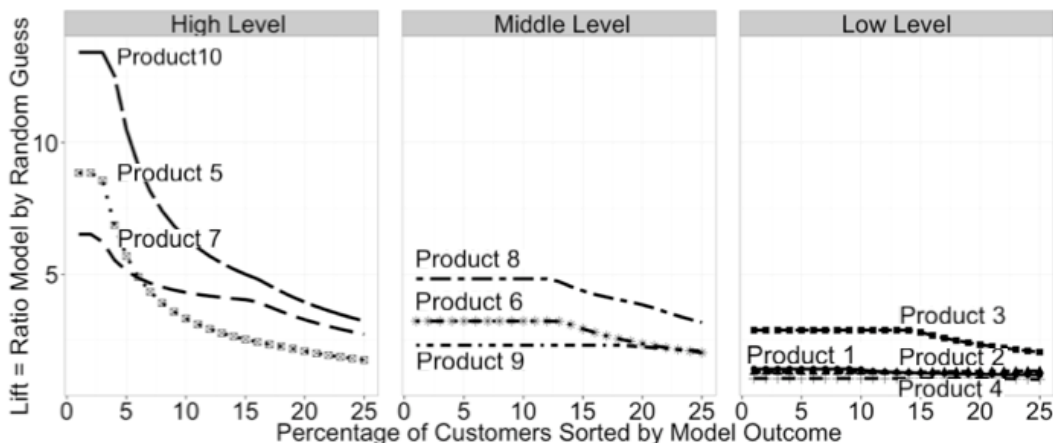


Figure 6: Lift chart shows the mean performance over 10 folds by product and its category.

At a first glance, high-level products allow for better prediction. This can be explained by longer sequences preceding the purchase of these products and is evidence for the presence of purchasing patterns allowing for such prediction. With *Product 3* as an exception the trend of decreasing

predictive performance continues into the category of low-level products or services. For low-level products, especially *Product 4*, there was little to almost no predictive power of the best model. The reason is exactly contrary to high level products – *Product 4* is mostly purchased in the beginning of a sequence and further purchases do not seem to follow a regular pattern.

6 Discussion and Outlook

We applied hidden Markov models to purchasing sequences of customers in the information and communications technology sector. The results allow for a compact representation and interpretation of customer behavior. Thereby, we are able to identify common purchasing patterns, which can be related to technological development paths. Using the purchasing sequences, transition and emission matrices, we were able to interpret the resulting latent states, which is often considered a drawback and major challenge when using HMM. In addition, the results of the descriptive model analysis are confirmed and extended by profiling using additional customer data. Furthermore, out-of-sample evaluations reveal a high predictive value of the determined segments in particular for high value products. Although ergodic topology as initial parameterization was beneficial for most products, the most suitable model topology and the number of states varies across products.

Regarding the managerial impact of our work: the introduced methodology can be used to analyze customer segments based on behavioral (purchasing) data and for building strategies regarding campaign assignment of customers, i.e., targeting. For instance, customers in a latent state with low value and low probability of switching to more profitable states should be excluded from marketing activities. Also, typical development paths can be used to select customers for up- and cross-selling activities.

Our research is subject to certain limitations, such as data that stems from one specific company with a specific product palette. In general, if no clear purchasing patterns are present, this approach would not be useful. Furthermore, our average sequence length was quite short, keeping the representation complexity and computation effort tractable. With hidden Markov models being a computationally expensive methodology, using this type of models might not be appropriate for very large and complex data sets.

Considering predictive performance, segmentation with a low number of states based only on purchasing history is not sufficient for detailed prediction as it builds relatively large segments. However, in our case even such segmentation was sufficient and delivered significant predictive performance. In our future work we intend to use further predictive models types like random forest or decision trees for potential improvement of predictive performance and also as external benchmarks.

Our future research directions also include additional modeling of contract cancellations within a sequence. Also adding additional information, such as purchasing channel of product or service and reception of product specific marketing advertisement, might give a better insight into customer behavior. Such information can be included by introduction of additional states or by more complex model type, including covariates. Furthermore, we are planning the inclusion of additional attributes as covariates into our predictive models, such as the current revenue or customers' demographics.

7 References

- Bicego M, Murino V, Figueiredo MA (2003) Similarity-Based Clustering of Sequences Using Hidden Markov Models. In: Perner P, Rosenfeld A (Eds) *Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition*, Volume 2734. Springer, Berlin Heidelberg
- Bose I, Chen X (2009) Quantitative Models for Direct Marketing: A Review from Systems Perspective. *European Journal of Operational Research* 195(1):1-16
- Fink GA (2008) *Markov Models for Pattern Recognition*. Springer, Heidelberg
- Ibe OC (2009) *Markov Processes for Stochastic Modeling*. Elsevier, Boston
- Joh CH, Timmermans HJ, Popkowski-Leszczyc PT (2003) Identifying Purchase-History Sensitive Shopper Segments Using Scanner Panel Data and Sequence Alignment Methods. *Journal of Retailing and Consumer Services* 10(3):135-144
- Li S, Sun B, Wilcox R T (2005) Cross-Selling Sequentially Ordered Products: An Application to Consumer Banking Services. *Journal of Marketing Research* 42(2):233-239
- McCarty JA, Hastak M (2007) Segmentation Approaches in Data-Mining: A Comparison of RFM, CHAID, and Logistic Regression. *Journal of Business Research* 60(6):656-662
- Mooney CH, Roddick JF (2013) *Sequential Pattern Mining - Approaches and Algorithms*. *ACM Computing Surveys* 45(2):19.1-19.39
- Netzer O, Lattin JM, Srinivasan V (2008) A Hidden Markov Model of Customer Relationship Dynamics. *Marketing Science* 27(2):185-204
- Ngai EW, Xiu L, Chau DC (2009) Application of Data Mining Techniques in Customer Relationship Management: A Literature Review and Classification. *Expert Systems with Applications* 36(2):2592-2602
- Piatetsky-Shapiro G, Masand B (1999) Estimating Campaign Benefits and Modeling Lift. In: *Proceedings of the fifth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge discovery and Data Mining* 185-193
- Prinzie A, Van den Poel D (2007) Predicting Home-Appliance Acquisition Sequences: Markov/Markov for Discrimination and Survival Analysis for Modeling Sequential Information in NPTB models. *Decision Support Systems* 44(1):28-45
- Rabiner LR (1989) A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition. In: *Proceedings of the IEEE* 77(2):257-286
- Sahoo N, Singh PV, Mukhopadhyay T (2012) A Hidden Markov Model for Collaborative Filtering. *MIS Quarterly* 36(4):1329-1356
- Schwarz G (1978) Estimating the Dimension of a Model. *The Annals of Statistics* 6(2):461-464
- Schweidel DA, Bradlow ET, Fader PS (2011) Portfolio Dynamics for Customers of a Multiservice Provider. *Management Science* 57(3):471-486

Inhaltsverzeichnis Band I

Vorwort	5
Sponsoren	7
Organisation	9
Konferenzleitung und -organisation	9
Erweitertes Organisationskomitee	9
Teilkonferenzleitungen	10
Programmkomitee-Mitglieder aller Teilkonferenzen	11
Übersicht der Teilkonferenzen	15
Keynotes	21
Process Mining: Spreadsheet-Like Technology for Processes <i>Wil van der Aalst</i>	23
Digitale Souveränität – Die Überlebensstrategie für den IT-Standort Europa <i>Winfried Holz</i>	27
Benutzer-zentriertes Design in Unternehmen: Vom Exoten zum echten Wettbewerbsvorteil <i>Michael Byczkowski</i>	29
Teilkonferenz 11. Konferenz Mobilität und Digitalisierung (MMS 2016)	31
Opportunities and Challenges for Local Retailing in an Environment Dominated by Mobile Internet Devices – Literature Review and Gap Analysis <i>Jonas Härtfelder and Axel Winkelmann</i>	33
Deconstructing the Sharing Economy: On the Relevance for IS Research <i>Robin Knotte and Ivo Blohm</i>	45
The Future of Personal Urban Mobility – Towards Digital Transformation <i>Everlin Piccinini, Carlos K. Flores, Daniele Vieira, and Lutz M. Kolbe</i>	55
Teilkonferenz Automated Process und Service Management	67
Towards multi-dimensional Clustering of Business Process Models using Latent Dirichlet Allocation <i>Tobias Dumont, Peter Fettke, and Peter Loos</i>	69
Modeling Complex Event Patterns in EPC-Models and Transforming them into an Executable Event Pattern Language <i>Julian Krumeich, Manuel Zapp, Dirk Mayer, Dirk Werth, and Peter Loos</i>	81
A Vector Space Approach to Process Model Matching using Insights from Natural Language Processing <i>Tim Niesen, Sharam Dadashnia, Peter Fettke, and Peter Loos</i>	93
Teilkonferenz Business Intelligence, Analytics und Big Data	105
Automatische Klassifizierung von Data-Warehouse-Daten für das Information Lifecycle Management <i>Sebastian Büsch, Volker Nissen und Arndt Wünscher</i>	107

MetaSimLab: Ein Labor zur Validierung und Kalibrierung agentenbasierter Simulationen für die betriebswirtschaftliche Entscheidungsunterstützung <i>Catherine Cleophas und Janina Knepper</i>	119
Ignored, Accepted, or Used? Identifying the Phase of Acceptance of Business Intelligence Systems <i>Johannes Epple, Elisabeth Fischer, Stefan Bischoff, Robert Winter, and Stephan Aier</i>	131
Eine Balanced Scorecard für das systematische Datenqualitätsmanagement im Kontext von Big Data <i>Volker Frehe, Thomas Adelmeyer und Frank Teuteberg</i>	143
Towards Game-based Management Decision Support: Using Serious Games to Improve the Decision Process <i>Christian Karl Grund and Marco Christian Meier</i>	155
Instance Selection Method Identifying Relevant Events with Domain Knowledge and Less Human Involvement <i>Marco Pospiech and Carsten Felden</i>	167
Ein Datenmodell zur Unterstützung der Datenintegration von Nutzeraktivitäten aus verschiedenen sozialen Netzwerken <i>Marcel Rosenberger, Christiane Lehrer und Reinhard Jung</i>	179
Metadatenmanagement in der BI – Ein strukturierter Literaturreview zum aktuellen Forschungsstand und Zukunftsperspektiven <i>Christian Schieder, Antje König und Peter Gluchowski</i>	191
Teilkonferenz Computational Mobility, Transportation and Logistics	203
Strategy-Proof Assignment of Bundles with Ordinal Preferences: An Application in Retail Logistics <i>Sören Merting, Paul Karaenke, and Martin Bichler</i>	205
A Three-Phase Heuristic for a Multi-Size Container Transport Problem with Partially Specified Requests <i>Niklas Nordsieck, Tobias Buer, and Jörn Schönberger</i>	217
Problem-Specific State Space Partitioning for Dynamic Vehicle Routing Problems <i>Ninja Soeffker, Marlin W. Ulmer, and Dirk C. Mattfeld</i>	229
Teilkonferenz CSCW & Social Computing	241
Widerstand beim Einsatz von Kollaborationssystemen in Unternehmen: Eine Untersuchung zu Entstehung, Ursachen und Maßnahmen <i>Lukas Altherr, Katharina Ebner und Stefan Smolnik</i>	243
What Do We Know About Task Characteristics of Crowdsourcing? <i>Nicolas Knop and Ivo Blohm</i>	255
Der Einfluss von Technologieeigenschaften von Group Decision Support Systemen auf Gruppenentscheidungen im Hidden Profile <i>Jens Lamprecht, Hoang Phi Le und Susanne Robra-Bissantz</i>	267
Integrated Virtual Cooperation in Product Costing in the Discrete Manufacturing Industry: A Problem Identification <i>Diana Lück and Christian Leyh</i>	279
Towards Shared Understanding: Suggesting Principles for Boundary Objects' Use in Innovation Communities <i>Marc Marheineke, Karl Rabes, Bernhard Doll, and Kathrin M. Möslein</i>	291

Einfluss von Demographie und Führungsverantwortung auf die Adaption von Technologien zur Unterstützung organisationaler Ad-hoc-Kommunikation <i>Christian Meske, Tobias Kissmer und Stefan Stieglitz</i>	303
Geodaten in Social Media als Informationsquelle in Krisensituationen <i>Milad Mirbabaie, Nils Tschampel und Stefan Stieglitz</i>	315
The Case of UniConnect – The Shaping of an Academic Collaboration Platform <i>Petra Schubert and Susan P. Williams</i>	327
Nutzenpotenziale von Enterprise Social Software im Innovationsprozess <i>Melanie Steinhüser, Christian Herzog und Victoria Peuker</i>	339
Information Systems Research on Enterprise Social Networks – A State-of-the-Art Analysis <i>Janine Viol and Johannes Hess</i>	351
Teilkonferenz Cyber-Physische Systeme und digitale Wertschöpfungsnetzwerke	363
Intelligent Road Pavement Logistics <i>Marcus Mueller, Marvin Hubl, Johannes Merkert, Robin Kuenzel, Sebastian Meyl, and Wladislaw Nill</i>	365
Referenzarchitektur für Cyber-physische Systeme zur Unterstützung der Instandhaltung <i>Andreas Reidt und Helmut Krcmar</i>	377
Teilkonferenz Digitalisierung und Privacy	389
Wer weiß was? – Digitale Privatsphäre und App-Literacy aus Nutzerperspektive <i>Christoph Buck, Daniela Kaubisch und Torsten Eymann</i>	391
Perceived Threats of Privacy Invasions: Measuring Privacy Risks (Extended Abstract) <i>Sabrina Hauff, Manuel Trenz, Virpi Kristiina Tuunainen, and Daniel Veit</i>	403
Teilkonferenz e-Commerce und e-Business	407
Was hält Schweizer KMU davon ab, Social Media zu nutzen? <i>Michael Beier und Kerstin Wagner</i>	409
Digitalisierung des inhabergeführten stationären Einzelhandels: Zur Rolle der Wahrnehmung von Wettbewerbsdruck und Kundenerwartungen <i>Lars Bollweg, Richard Lackes, Markus Siepermann, Arbnesht Sutaj und Peter Weber</i>	421
Mutual Understanding in e-Negotiations <i>Simon Bumiller and Mareike Schoop</i>	433
Personalisierungsmöglichkeiten von mobilen Apps <i>David Julian Hornung, Martin Dill und Axel Winkelmann</i>	443
On the Changing Nature of Inter-organizational Technologies, Their Success Factors, and the Impact on Modern B2B Relationships – a Literature Review <i>Stanislav Kreuzer and Claudia Kurz</i>	455
Sometimes You Win, Sometimes You Learn – Success Factors in Reward-Based Crowdfunding <i>Michael Marcin Kunz, Oliver Englisch, Jan Beck, and Ulrich Bretschneider</i>	467
Supplier Relationship Management in Information Systems Research: A Literature Review <i>Sebastian Zander and Lutz M. Kolbe</i>	479

Teilkonferenz E-Government – Informations- und Kommunikationstechnologien im öffentlichen Sektor	491
Attitude vs. Attitude – The Problem of Competing Attitudes in E-Government Adoption <i>Friedrich Born and Julia Krönung</i>	493
Bürgerzufriedenheit durch E-Government? – Eine Analyse auf Basis des Kano-Modells <i>Marietheres Dietz, Julia Klier, Mathias Klier und Katharina Wiesneth</i>	505
Krisenkommunikation 2.0: Potenziale und Risiken am Beispiel des Elbehochwassers 2013 in Dresden <i>Wissam Tawileh und Stefan Kretzschmar</i>	517
Teilkonferenz E-Learning und Lern-Service-Engineering – Entwicklung, Einsatz und Evaluation technikgestützter Lehr-/Lernprozesse	529
Towards the Conceptual Development of a Business Model for Massive Open Online Courses <i>Christina Di Valentin, Dirk Werth, and Peter Loos</i>	531
Wie die Analyse von Entscheidungsdaten Planspielveranstaltungen verbessern kann und warum sich der Aufwand lohnt – Eine Fallstudie <i>Janne Kleinhans und Matthias Schumann</i>	543
Gestaltung einer nachhaltigen Online-Lernumgebung für Elektromobilität – Erfolgsfaktoren und Unterstützungsmöglichkeiten <i>Christoph Kollwitz, Barbara Dinter, Joseph Hess und Angelika C. Bullinger</i>	555
Learning Analytics für eine verbesserte Lernbegleitung in kollaborativen formellen E-Learning-Angeboten <i>Michel Rietze und Corinna Hetmank</i>	567
Mass Customization im Lernservice Engineering: Realisierung durch einen webbasierten Baukasten für die Gründungslehre <i>Hannes Rothe, Martin Gersch und Robert Tolksdorf</i>	579
Design for Collaborative Contextualization of Open Educational Resources <i>Julia D. Stoffregen, Jan M. Pawlowski, Sabine Moebs, John Traxler, Vania Valeska Guerra Correa, and Arun Prakash</i>	591

Inhaltsverzeichnis Band III

Teilkonferenz Service Systems Engineering	1273
Prototyp eines Tools zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Smart Services für vernetzte Produkte <i>Jürgen Anke und Julian Krengel</i>	1275
Dienstleistungsbasierte Geschäftsmodelle für Industrie 4.0 – aktueller Stand und Potenziale für KMU <i>Esther Bollhöfer, Daniela Buschak und Cornelius Moll</i>	1287
They Not Only Live Once – Towards Product-Service Systems for Repurposed Electric Vehicle Batteries <i>Sebastian Bräuer</i>	1299
IT-Kulturkonflikttheorie und ihre Bedeutung für erfolgreiches Service Systems Engineering - Fallstudie eines Einführungsprojektes für mobile Lernanwendungen in China (Extended Abstract) <i>Sissy-Josefina Ernst, Andreas Janson, Mahei Li, Christoph Peters, und Matthias Söllner</i>	1311
Anforderungsverfolgung bei Produkt-Service-Systemen in der Praxis – Eine explorative Untersuchung <i>Sebastian Floercke</i>	1315
Continuous-Auditing-Systeme: Rahmenwerk zur Gestaltung von Informationssystemen für kontinuierliche Prüfungsdienstleistungen <i>Andreas Kiesow und Oliver Thomas</i>	1327
Teilkonferenz Sicherheit, Compliance und Verfügbarkeit von Geschäftsprozessen	1339
ConFlex – An Ontology-Based Approach for the Flexible Integration of Controls into Business Processes <i>Tobias Seyffarth, Stephan Kühnel, and Stefan Sackmann</i>	1341
Teilkonferenz Smart Services: Kundeninduzierte Kombination komplexer Dienstleistungen	1353
Innovative Services in der Mobilitätsbranche: Eine Marktanalyse multimodaler Mobilitätsmanager <i>Linda Albrecht und Jan Fabian Ehmke</i>	1355
The Smart Mobile Application Framework (SMAF) – Exploratory Evaluation in the Smart City Context <i>Mario Nadj, Felix Haeußler, Stefan Wenzel, and Alexander Maedche</i>	1367
Kundenzentrierte Komposition komplexer Dienstleistungen – Eine empirische Untersuchung der Vorteile kundenzentrierter Servicekomposition <i>Stephan Sachse und Rainer Alt</i>	1379
Zahlungsbereitschaft für Datenschutzfunktionen intelligenter Assistenten <i>Jan Zibuschka, Michael Nofer und Oliver Hinz</i>	1391
Teilkonferenz Strategisches IT-Management	1403
The Impact of Enterprise Architecture Management on Design Decisions in IS Change Projects <i>Maximilian Brosius and Stephan Aier</i>	1405

Bimodal IT: Business-IT Alignment in the Age of Digital Transformation <i>Bettina Horlach, Paul Drews, and Ingrid Schirmer</i>	1417
Demystifying Lean IT: Conceptualization and Definition <i>Jörn Kobus</i>	1429
Start Social – IT Outsourcing as a Key Factor for IT Innovations <i>Henning Kruep</i>	1441
Modellierung und Nutzung von Referenzmodellen der IT-Governance – Vorgehen, Fallstudie und Toolunterstützung <i>Stefanie Looso, Matthias Goeken und Carsten Felden</i>	1453
Identifikation überalterter Komponenten in einer IT- Architektur <i>Alexander W. Schneider, Christian M. Schweda und Florian Matthes</i>	1465
Teilkonferenz Student Track	1477
The Energy Revolution towards Smart Meters and the Neglected User: A Gamified Energy Feedback System Prototype <i>Diaa Abdelaziz, Carl Heckmann, and Alexander Mädche</i>	1479
Methodology for an Ontology-Driven Product Configuration Process <i>Sandra Bergner, Christian Bartelt, Klaus Bergner, and Andreas Rausch</i>	1491
Antecedents of Willingness to Share Information in Supply Chain IS <i>Enis Celik, Claus-Peter H. Ernst, and Franz Rothlauf</i>	1503
Mentoring in Massive Open Online Courses – Eine Nutzenanalyse auf Basis des IS-Success-Modells <i>Katharina Drawert, Moritz Mager, Burkhardt Funk, Roman Trötschel und Corinna Peifer</i>	1511
Effective CIO/CEO Communication <i>Alexander Hütter, Thomas Arnitz, and René Riedl</i>	1523
E-Mails und kein Ende – Eine Forschungsagenda für mehr Effizienz <i>David Jauernig, Sebastian Köffer und Jörg Becker</i>	1535
I Envy Your Life: Social Network Sites and Virtual Exhibition <i>Tit Yin Isaac Lau and Julia Krönung</i>	1547
A User-oriented Analysis of Social Sharing Motives in E-Commerce <i>Olga Levina, Iris Vilnai-Yavetz, and Anne Schilling</i>	1559
Time Series Analysis for Big Data: Evaluating Bayesian Structural Time Series using Electricity Prices <i>Nicole Ludwig, Stefan Feuerriegel, and Dirk Neumann</i>	1569
The Influence of Perceived Reputation Enhancement on Wearable Action Camera Usage <i>Kristijan Markovic, Anicet Kebou Temdemnou, and Claus-Peter H. Ernst</i>	1581
The Technological Maturity of Process Mining: An Exploration of the Status Quo in Top IS Journals <i>Malte Thiede and Daniel Fürstenau</i>	1591
Social Network Sites: The Influence of the Number of Friends on Social Capital <i>Jessica Wimmer, Claus-Peter H. Ernst, Sebastian Herrmann, and Franz Rothlauf</i>	1603
Teilkonferenz Telekommunikations- und Internetwirtschaft	1611
Multiple-Case Analysis on Governance Mechanism of Multi-Sided Platforms <i>Andreas Hein, Maximilian Schreieck, Manuel Wiesche, and Helmut Krcmar</i>	1613

Designing for Platform Dominance – An Expert Assessment of Technological Performance as an Adoption Determinant in the Smart Home Field <i>Hannes Kuebel</i>	1625
Beyond Conventional Thinking in Highly and Less Digitalized Industries: Hubris as a Driver for Exceptional Decision-Making Logics <i>Janina Sundermeier, Solveig Bier, and Martin Gersch</i>	1637
Teilkonferenz Unternehmenssoftware – quo vadis?	1649
Status Quo der Digitalisierung deutscher Industrieunternehmen – Eine Studie ausgewählter Unternehmen <i>Katja Bley und Christian Leyh</i>	1651
Towards a Real-time Usability Improvement Framework based on Process Mining and Big Data for Business Information Systems <i>Sharam Dadashnia, Tim Niesen, Peter Fettke, and Peter Loos</i>	1663
Integration Platform as a Service in der Praxis: Eine Bestandsaufnahme <i>Nico Ebert und Kristin Weber</i>	1675
Deriving a Framework for Causes, Consequences, and Governance of Shadow IT from Literature <i>Andreas Kopper and Markus Westner</i>	1687
Blickpunkt ERP-Usability – Eine Literaturanalyse <i>Christian Lambeck und Christian Leyh</i>	1699
Teilkonferenz Von der Digitalen Fabrik zu Industrie 4.0 – Methoden und Werkzeuge für die Planung und Steuerung von intelligenten Produktions- und Logistiksystemen	1711
Gestaltungsmöglichkeiten selbst-adaptierender Simulationsmodelle <i>Sören Bergmann, Niclas Feldkamp und Steffen Straßburger</i>	1713
Echtzeitanalyse von Prozessdaten zur Entwicklung eines Softsensors zur Inline-Qualitätsüberwachung in der Kunststoffaufbereitung <i>Kilian Dietl, Christoph Kugler, Thomas Hochrein, Peter Heidemeyer und Martin Bastian</i>	1725
Innovative Analyse- und Visualisierungsmethoden für Simulationsdaten <i>Niclas Feldkamp, Sören Bergmann und Steffen Straßburger</i>	1737
Partikel- oder Wellensimulation? Zwei Ansätze zur Indoor-Lokalisierung auf Basis passiver RFID-Technik <i>Benjamin Hatscher und Michael A. Herzog</i>	1749
Ein Verfahren zur simulationsgestützten Optimierung von Einrichtungsparametern an Werkzeugmaschinen in Cloud-Umgebungen <i>Christoph Laroque, Jens Weber, Raphael-Elias Reisch und Christian Schröder</i>	1761
Visualisierung simulierter Prozesse für Industrie 4.0 <i>Steffen Masik, Michael Raab, Thomas Schulze und Marco Lemessi</i>	1773
Teilkonferenz Wissensmanagement	1785
Driven by News Tone? Understanding Information Processing when Covariates are Unknown: The Case of Natural Gas Price Movements <i>Simon Jonas Alfano, Max Rapp, Nicolas Pröllochs, Stefan Feuerriegel, and Dirk Neumann</i>	1787
Knowledge Management in Customer Integration: A Customer Input Management System <i>Kathrin Füller, Elias Abud, Markus Böhm, and Helmut Krcmar</i>	1799

Konzeption der erwarteten Erfahrung am Beispiel des visualisierten Wissens für Unternehmenskooperationen	1811
<i>Erik Kolek, Matthias Strotmeier und Anna Lena Kaufhold</i>	
Zur Rolle von Interaktivität bei interaktiven Videos als Lernmedium – Eine explorative Studie	1823
<i>Michael Langbauer, Nadine Amende und Franz Lehner</i>	
Connect with Care: Protecting While Developing Knowledge in Networks of Organizations (Extended Abstract)	1835
<i>Markus Manhart, Stefan Thalmann, and Ronald Maier</i>	
Do you know the Key Knowledge Actors in your Organization? Extending the Application of Organizational Social Network Analysis to Enterprise Social Networks	1839
<i>Janine Viol, Freimut Bodendorf, and Pascal Lorenz</i>	

