

Ilmenauer Beiträge zur Wirtschaftsinformatik

Herausgegeben von U. Bankhofer, V. Nissen
D. Stelzer und S. Straßburger

Christian Scharfe, Norman Pelzl,
Daniel Fischer, Bernd Markscheffel, Dirk Stelzer

**RFID-Technologie im Technischen Außendienst –
Analyse und Bewertung von Einsatzmöglichkeiten
am Beispiel der IBM Deutschland GmbH**

Arbeitsbericht Nr. 2010-03, November 2010



Technische Universität Ilmenau
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Institut für Wirtschaftsinformatik

Autor: Christian Scharfe, Norman Pelzl, Daniel Fischer, Bernd Markscheffel, Dirk Stelzer

Titel: RFID-Technologie im Technischen Außendienst – Analyse und Bewertung von Einsatzmöglichkeiten am Beispiel der IBM Deutschland GmbH

Ilmenauer Beiträge zur Wirtschaftsinformatik Nr. 2010-03, Technische Universität Ilmenau, 2010

ISSN 1861-9223

ISBN 978-3-938940-31-0

urn:nbn:de:gbv:ilm1-2010200326

© 2010 Institut für Wirtschaftsinformatik, TU Ilmenau

Anschrift: Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften,
Institut für Wirtschaftsinformatik, PF 100565, D-98684 Ilmenau.
<http://www.tu-ilmenau.de/wid/forschung/ilmenauer-beitraege-zur-wirtschaftsinformatik/>

Gliederung

Gliederung	ii
Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	iii
Abkürzungsverzeichnis	iii
1 Einleitung	1
2 State-of-the-Art	2
3 Prozessanalyse der IT-Service Delivery für Hardware-Produkte	3
3.1 Darstellung des Ist-Prozesses Reparaturdurchführung	4
3.2 Ermittlung von Prozessdauer und Prozesskosten	6
3.3 Schwachstellenanalyse.....	7
4 Prozessverbesserung durch Einsatz der RFID-Technologie im Technischen Außendienst.....	8
4.1 Identifikation von Einsatzmöglichkeiten	9
4.2 Darstellung des Soll-Zustandes.....	10
4.3 Anforderungen an das RFID-System.....	11
5 Bewertung der Einsatzmöglichkeiten.....	12
5.1 Nutzenanalyse	12
5.2 Kostenanalyse	14
5.3 Kosten-Nutzen-Betrachtung.....	14
6 Zusammenfassung und Ausblick.....	15
7 Danksagung	16
Literaturverzeichnis	17

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ist-Prozess Reparaturdurchführung	5
Abb. 2: Kosten-Nutzen-Betrachtung	15

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Prozessdauer und -kosten des Prozesses Reparaturdurchführung.....	7
Tab. 2: Soll-Zustand	11
Tab. 3: Vergleich von Ist- und Soll-Prozess.....	13
Tab. 4: Kosten des RFID-Einsatzes.....	14

Abkürzungsverzeichnis

AP	Aktionsplan
BPMN	Business Process Modeling Notation
KDT	Kundendienst-Techniker
MDA	Mobile Digital Assistant
MTS	Maintenance & Technical Support
OOS	Object of Service
PP	PickUp-Point
RFID	Radiofrequenzidentifikations-Technologie
SR	Service-Requests
UHF	Ultra High Frequency

Zusammenfassung: In diesem Arbeitsbericht werden Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie im Technischen Außendienst am Beispiel der IBM Deutschland GmbH vorgestellt und deren Wirtschaftlichkeit untersucht. Im Rahmen der Prozessanalyse beschreiben wir den Ist-Prozess der Reparaturdurchführung des Technischen Außendienstes der IT-Service Delivery für Hardware-Produkte der IBM Deutschland GmbH und erörtern dessen Schwachstellen. Zur Beseitigung der Schwachstellen diskutieren wir anschließend Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie, die vor allem auf einer automatisierten Erfassung von Zeiten und Ersatzteilnummern, der Identifikation der zu reparierenden Komponenten sowie der Automatisierung des Reportings beruhen. Ausgehend davon stellen wir den durch RFID-Einsatz veränderten Soll-Prozess dar. Die Grundlage für die Bewertung der Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie bildet eine Kosten-Nutzen-Analyse, wobei nicht monetär bestimmbare Nutzensvorteile unberücksichtigt bleiben. Wir zeigen, wie durch den Einsatz der RFID-Technologie die Bearbeitungszeit um fast 20% gesenkt werden kann, was bei einer durchschnittlichen Anzahl von 180.000 Service-Requests im Jahr ein Einsparpotenzial von ca. 4,8 Mio € pro Jahr ergibt. Dem stehen Infrastruktur- und Integrationskosten in Höhe von ca. 7,5 Mio € als einmalige Kosten sowie Hardware- und Wartungskosten von ca. 2,5 Mio € als jährliche Kosten gegenüber. Unter Nutzung der Kapitalwertmethode ergibt sich bei einem kalkulatorischen Zinssatz von 10% und unter Vernachlässigung der Abschreibungen eine Amortisation des RFID-Einsatzes im vierten Jahr.

Schlüsselworte: RFID, Einsatzmöglichkeiten, Wirtschaftlichkeit, Technischer Außendienst, Reparaturdurchführung

Hinweis: Die Inhalte dieses Berichtes sind in einer gekürzten Fassung in den Proceedings der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010 in Göttingen erschienen [SFMS+10].

1 Einleitung

Die Radio-Frequency-Identification-(RFID-)Technologie stellt neue Möglichkeiten zur automatisierten Identifizierung und Lokalisierung von Gegenständen sowie zur mobilen Datenspeicherung bereit [Fink06, 1]. Sie wird als Basistechnologie des Ubiquitous Computing angesehen [MüHa05, 1145]. Der Begriff des Ubiquitous Computing beschreibt die Vision einer allgegenwärtigen (ubiquitären) rechnergestützten Informationsverarbeitung [StSc02, 1], in der Gegenstände der physischen Welt nahtlos mit Informationssystemen verknüpft sind [Weis91]. Mit Hilfe der RFID-Technologie können so genannte smarte Objekte entstehen, die in der Lage sind, per Funkwellen mit anderen Objekten und Informationssystemen zu kommunizieren [SLLe05, 268]. Beispielsweise kann ein Tank seinen Füllstand melden, ein Transportbehälter den aktuellen Standort übermitteln oder ein Werkzeugkasten seine Vollständigkeit bestätigen. Auf diese Weise können mit Hilfe von RFID-Technologie in Unternehmen Echtzeitinformationen über Abläufe gewonnen werden [GSBe06, 17].

Die Anwendung der RFID-Technologie wird bisher überwiegend aus Sicht des Supply-Chain-Managements diskutiert [BSI04, 84 ff.; FrDa06; GiHa07]. Einsatzmöglichkeiten von RFID-Systemen im Technischen Außendienst wurden bisher nur in wenigen Veröffentlichungen erörtert [HJKL+05, 62 ff.; HLÖs05, 45 ff.; Madl08, 849 ff.]. Hierbei beschränken sich die Autoren auf die Skizzierung von Chancen und Risiken des RFID-Einsatzes. Kosten-Nutzen-Analysen bzw. Aussagen zur Wirtschaftlichkeit fehlen mit Ausnahme der Publikation von Lampe et al. zum Werkzeugmanagement in der Flugzeugwartung [LSF105, 53 ff.]. Gerade im Technischen Außendienst vermuten wir aber große Potenziale, mit Hilfe der RFID-Technologie die Geschäftsprozesse zu beschleunigen und effizienter zu gestalten.

Ziel dieses Arbeitsberichtes ist es, Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie im Technischen Außendienst am Beispiel der IT-Service Delivery¹ für Hardwareprodukte der IBM Deutschland GmbH zu identifizieren und deren Wirtschaftlichkeit zu bewerten.

¹ In der IBM Deutschland GmbH wird die für die Störungsbeseitigung zuständige Organisationseinheit als „IT-Service Delivery“ bezeichnet.

Dazu führte das Fachgebiet Informations- und Wissensmanagement der TU Ilmenau in Zusammenarbeit mit den Prozessverantwortlichen der IBM Deutschland GmbH von Oktober bis November 2006 ein Projekt durch. Das Projekt wurde in die Phasen Prozessanalyse, Prozessverbesserung und Prozessbewertung gegliedert.

Der vorliegende Arbeitsbericht hat folgenden Aufbau: Im zweiten Abschnitt geben wir einen kurzen Überblick über Arbeiten zum Einsatz und zur Wirtschaftlichkeit von RFID-Systemen. Im dritten Abschnitt beschreiben wir den Ist-Prozess der IT-Service Delivery für Hardwareprodukte der IBM Deutschland GmbH und ermitteln Schwachstellen in diesem Prozess. Im vierten Abschnitt erläutern wir unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie im Technischen Außendienst und stellen den mit Hilfe von RFID veränderten Soll-Prozesses dar. Im fünften Abschnitt bewerten wir die identifizierten Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie. Hierzu führen wir eine Kosten-Nutzen-Betrachtung durch. Im letzten Abschnitt fassen wir unsere Erkenntnisse zusammen, unterziehen diese einer kritischen Würdigung und geben Hinweise für weitere Forschung.

2 State-of-the-Art

Die Logistik und das Supply-Chain-Management gelten als die Hauptanwendungsgebiete der RFID-Technologie [Ahle07; BSI04, 84-89; FrDa06; GiHa07; Madl08]. Hierzu gibt es eine Vielzahl von Veröffentlichungen mit detaillierten Beschreibungen von Einsatzmöglichkeiten, Chancen und Risiken sowie auch Bewertungen und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von RFID-Systemen bzw. gesamten RFID-Projekten [GiSt08; KoGr07, 44ff.; Mann06, 52ff.; Mare07; Riha09; Schm06; SURo08; Tell03; ViWe08; Wild07]. Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen liegt der Fokus häufig auf der Kostenermittlung, Nutzenbewertungen werden vernachlässigt [Mare07; Schm06]. Um dieses Defizit zu verringern, wurden verschiedene Forschungsprojekte intiiert: Das Fraunhofer IML in Dortmund entwickelte im Projekt „Costs and Benefits of RFID Applications (COBRA)“ ein Verfahren zur Kosten-Nutzen-Bewertung von RFID-Systemen durch die Kombination verschiedener Bewertungsansätze.² Das International Performance Research Institute verfolgte im Projekt „RFID Extended Performance Analysis“ das Ziel, ein Bewertungsinstrument zu entwickeln, das Wirtschaftlichkeitsaussagen für konkrete

² Vgl. hierzu <http://cobra.iml.fraunhofer.de>.

Anwendungsfälle ermöglicht.³ An der RWTH Aachen wurde eine praxisnahe Methodik zur monetären Bewertung von Kosten und Nutzen von RFID-Lösungen für mittelständische Unternehmen entwickelt.⁴

Jedoch finden sich nur wenige Veröffentlichungen, die den Einsatz von RFID-Systemen im Technischen Außendienst erörtern. Hanhart et al. beschreiben verschiedene Anwendungsszenarien des Ubiquitous Computing in der Instandhaltung und deuten dabei den Einsatz von RFID-Technologie an [HLÖs05]. Hanhart et al. und Madlberg diskutieren den Einsatz der RFID-Technologie im Rahmen von Wartungs- und Servicetätigkeiten beim Gebäudemanagement, beschränken sich aber auch auf die Skizzierung von Chancen und Risiken des RFID-Einsatzes [Hanh08; HJKL+05, 62-73; Madl08, 849 ff.]. Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit des RFID-Einsatz im Technischen Außendienst fehlen, mit Ausnahme der Publikation von Lampe et al. [LSF105, 53-74]. Lampe et al. untersuchen Lösungen, um das Werkzeugmanagement im Technischen Außendienst in der Flugzeugwartung zu automatisieren. Dabei gehen die Autoren auf die Einsatzmöglichkeiten von RFID-Technologie bei der Entwicklung eines smarten Werkzeugkastens und bei der Werkzeugausleihe ein und beschreiben die dazu notwendigen Prozesse detailliert. Gleichzeitig zeigen Lampe et al. auf, welche weiteren Potentiale eine stärkere Integration der RFID-Systeme in die ERP-Systeme ermöglicht und führen anschließend eine Kosten-Nutzen-Betrachtung durch.

3 Prozessanalyse der IT-Service Delivery für Hardware-Produkte

Der Technische Außendienst der IT-Service Delivery für Hardware-Produkte der IBM Deutschland GmbH, Bereich Maintenance & Technical Support (MTS), basiert auf einem stark strukturierten Geschäftsprozess, dem IBM Global Service Delivery Process. Diese im IBM-Konzern weltweit gültige Vorgabe beschreibt den Prozessablauf eines Service-Requests (SR) von der Kontaktaufnahme des Kunden, über die Leistungserbringung bis hin zum Abschluss des Serviceauftrages. Im IBM Global Service Delivery Process ist die IT-Service Delivery in die Teilprozesse Problemannahme, Problemanalyse (ggf. mit Remotelösung), Einsatzplanung/-steuerung und die Reparaturdurchführung aufgeteilt.

³ Vgl. <http://www.rfid-epa.de>.

⁴ Vgl. <http://data.fir.de/projektseiten/rfid-eas/>.

Die Annahme der Kundenanfrage, die Analyse der Störungsursache und gegebenenfalls der Remote-Lösung der Kundenanfrage erfolgen durch die Center-Organisation. Des Weiteren ist die Center-Organisation für die Einsatzplanung und -steuerung während der Reparaturdurchführung zuständig.

Die Reparaturdurchführung bzw. Störungsbeseitigung vor Ort wird durch den Technischen Außendienst erbracht. Im Folgenden wird der Teilprozess der Reparaturdurchführung mit seiner Schnittstelle zur Einsatzsteuerung betrachtet. Auf eine detaillierte Darstellung der weiteren Teilprozesse der Center-Organisation wird verzichtet.

3.1 Darstellung des Ist-Prozesses Reparaturdurchführung

Da es sich in der Praxis bewährt hat, mehrere Methoden zu kombinieren [KFGr02, 65], haben wir für die Prozessanalyse die Inventur-, die Interview- und die Beobachtungsmethode gewählt. Neben der Auswertung der Prozessdokumentation ermittelten wir – vor allem durch offene und nicht standardisierte Befragungen von Mitarbeitern – wichtige Detailinformationen über die derzeitigen Prozessabläufe. Um Widersprüche bzw. Unklarheiten in den Befragungen aufzuklären, führten wir zusätzlich Prozessbeobachtungen durch. Die Dokumentation des Ist-Prozesses erfolgte in Textform und grafisch. In Abb. 1 ist der gesamte Ablauf des Global Service Delivery Process in der Business Process Modeling Notation (BPMN)⁵ dargestellt.

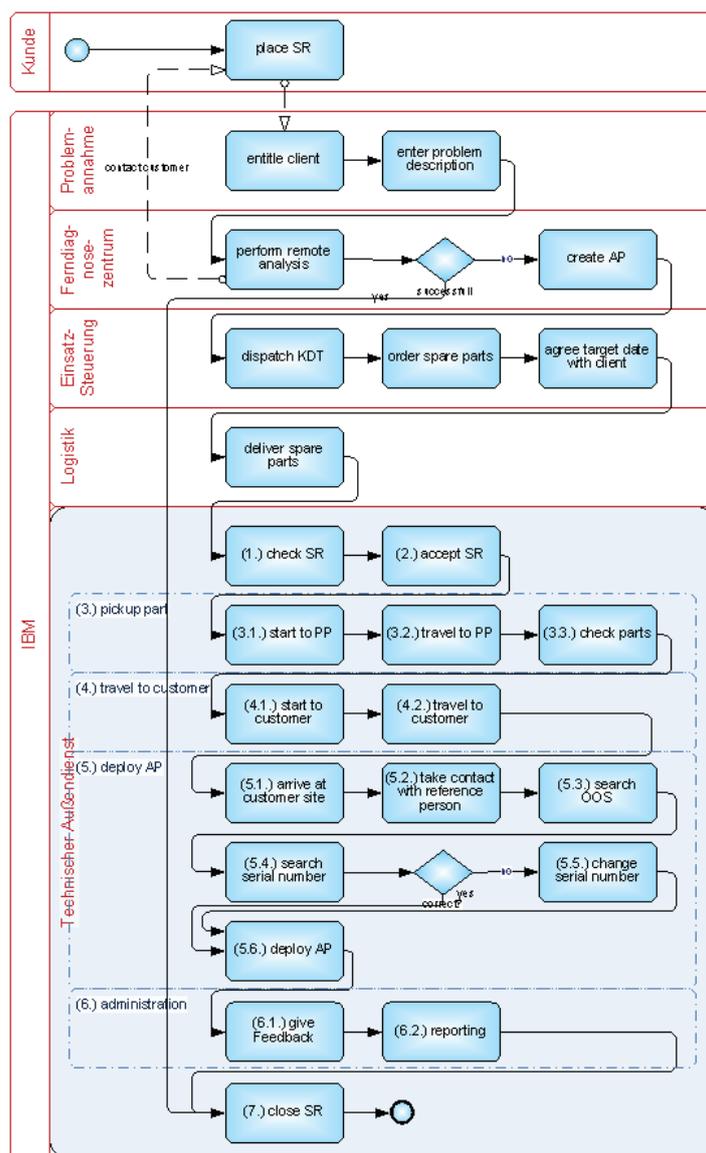
Der Teilprozess Reparaturdurchführung ist in Abb. 1 grau hinterlegt und beginnt mit der Übermittlung des Service-Requests an den Kundendienst-Techniker. Hierfür sendet die Einsatzsteuerung alle für den Service-Request notwendigen Adressen (Kundenadresse und Adresse für die Ersatzteilversorgung), die Maschinendaten inkl. Seriennummern, den Vertragsstatus und den Aktionsplan (AP) zur Lösung des Kundenproblems an den Mobile Digital Assistant (MDA)⁶ des Kundendienst-Technikers. Der Kundendienst-Techniker registriert den Eingang des Service-Requests und prüft die Daten auf Vollständigkeit (Abb. 1: Prozessschritt 1.). Nach der Annahme des Service-Requests (Abb. 1: 2.) vermerkt er zu Beginn seiner Abfahrt zum PickUp-Point⁷ (PP) (Abb. 1: Prozessschritt 3.1.) die aktuelle Zeit in seinem MDA. Dann fährt der Kundendienst-Techniker zu dem PickUp-

⁵ Vgl. zur Business Process Model and Notation [OMG09].

⁶ Der MDA ist das zentrale Kommunikationsmittel zwischen Kundendienst-Techniker und Einsatzsteuerung. Alle Bearbeitungsstatus werden durch den Kundendienst-Techniker mit Hilfe des MDA erfasst und an die Einsatzsteuerung übertragen.

⁷ Teilelager, an dem Kundendienst-Techniker Ersatzteile oder Werkzeuge erhalten.

Point (Abb. 1: 3.2.), um die benötigten Ersatzteile abzuholen. Die Ankunftszeit dokumentiert er in seinem MDA. Anschließend überprüft er, ob alle erforderlichen Ersatzteile geliefert wurden. Hierzu vergleicht er die Teilenummern aller Ersatzteile mit der auf dem MDA befindlichen Ersatzteilliste des Service-Requests (Abb. 1: 3.3.). Bei ordnungsgemäßer Lieferung kann der Kundendienst-Techniker die Fahrt zum Kunden aufnehmen und vermerkt seine Abfahrtszeit wiederum im MDA (Abb. 1: 4.1.). Danach fährt er auf der von der Einsatzsteuerung festgelegten Route zum Kunden (Abb. 1: 4.2.).



SR Service Request AP Aktionsplan KDT Kundendienst-Techniker
 PP PickUp-Point OOS Object of Service

Abb. 1: Ist-Prozess Reparaturdurchführung

Die Ankunftszeit beim Kunden protokolliert (Abb. 1: 5.1.) der Kundendienst-Techniker in seinem MDA. Bevor er mit der Reparatur beginnt, meldet er sich bei dem für das Object of Service⁸ (OOS) zuständigen Ansprechpartner (Abb. 1: 5.2.). Die Suche nach dem Object of Service (Abb. 1: 5.3.) gestaltet sich durch die große Produktvielfalt und möglicherweise fehlender Inventarisierung in großen Rechenzentren oftmals sehr aufwendig. Nachdem das Object of Service gefunden wurde, wird es anhand des Barcodes bzw. der Seriennummer identifiziert (Abb. 1: 5.4.). Stimmt die Seriennummer nicht mit den im Service-Request erfassten Maschinendaten überein, ändert der Kundendienst-Techniker die Seriennummer in den Daten seines MDA und schickt diese an die Einsatzsteuerung, um den aktuellen Vertragsstatus zu prüfen (Abb. 1: 5.5.). Im Anschluss wird der Aktionsplan umgesetzt, also die Reparatur durch den Kundendienst-Techniker ausgeführt (Abb. 1: 5.6.). In der Feedbackphase (Abb. 1: 6.1.) werden Verbesserungen und eventuelle Wünsche des Kunden mittels vorgegebener Abfragen im MDA erfasst. Beim Reporting (Abb. 1: 6.2.) erfolgt die Abrechnung der Arbeitszeit sowie der gewechselten bzw. nicht benötigten Teile mit Hilfe des MDA. Sobald der Service-Request abgeschlossen ist (Abb. 1: 7.), vermerkt der Kundendienst-Techniker dies in seinem MDA und die Einsatzsteuerung kann einen neuen Auftrag für ihn bereitstellen.

3.2 Ermittlung von Prozessdauer und Prozesskosten

Grundlage für die Bestimmung der Dauer und der Kosten waren vorhandene Prozessdaten aus dem Zeitraum Juni 2005 bis Mai 2006. Diese konnten wir im Rahmen unserer Prozessbeobachtungen überprüfen und ergänzen. Zur Ermittlung der Prozesskosten haben wir die Prozesskostenrechnung verwendet [KaCo88, 96 ff.; Schm05, 222].

Durch Aggregation der Daten ergeben sich für den Teilprozess Reparaturdurchführung folgende Prozesskennzahlen:⁹

- | | |
|---|--------------|
| • durchschnittliche Anzahl von Reparaturaufträgen/Monat | 15.000 |
| • durchschnittliche Reisezeit pro Auftrag | 1,00 Stunde |
| • durchschnittliche Reparaturzeit pro Auftrag | 1,35 Stunden |
| • Kalkulatorische Prozesskosten pro Stunde | 58,20 € |

⁸ Technisches Gerät, z. B. ein Server oder ein PC, an dem der Service ausgeführt werden soll.

⁹ Alle angegebenen Werte wurden im Vergleich zu den realen Werten verändert, ohne dabei die Aussagekraft der Werte zu beeinträchtigen.

In Tab. 1 sind die durchschnittlichen Durchlaufzeiten und Prozesskosten des technischen Außendienstes für jeden Prozessschritt bei der Reparaturdurchführung dargestellt.

Prozessschritte	Dauer [min.]	Kosten [€]
1. check the SR to accept	1	0,97
2. accept SR	1	0,97
3. pick up part	47	45,59
3.1. start to pickup point	1	0,97
3.2. travel to pickup point	35	33,95
3.3. check part(s)	11	10,67
4. travel to customer	13	12,61
4.1. start to customer	1	0,97
4.2. travel to customer	12	11,64
5. deploy action plan	64	62,08
5.1. arrive at customer site	1	0,97
5.2. take contact with reference person	10	9,70
5.3. search Object of Service	8	7,76
5.4. search serial number	6	5,82
5.5. change serial number	2	1,94
5.6. deploy action plan	37	35,89
6. administration	14	13,58
6.1. give feedback	6	7,76
6.2. reporting	8	5,82
7. final close	1	0,97
Summe pro Service-Request	141	136,77

Tab. 1: Prozessdauer und -kosten des Prozesses Reparaturdurchführung

3.3 Schwachstellenanalyse

Auf der Grundlage des in Abb. 1 dargestellten Prozessmodells sowie der Prozessbeschreibungen haben wir mit den Prozessverantwortlichen mehrere Workshops zur Identifikation von Schwachstellen durchgeführt. Folgende Schwachstellen wurden identifiziert:

- Die manuellen Eingaben von benötigten Daten in den MDA, wie z. B. in den Prozessschritten „3.1. start to PP“, „4.1. start to customer“, „5.1. arrive at customer site“ und „6.2. reporting“, sind zeit- und kostenintensiv. Dadurch können zusätzlich Akzeptanzprobleme für die Benutzung des MDA entstehen.

- Die manuelle Prüfung der Ersatzteile im Prozessschritt „3.3. check parts“ ist zeitintensiv und fehleranfällig (z. B. durch Zahlendreher).
- Des Weiteren wurde bei den Interviews und Beobachtungen deutlich, dass der vorherige Austausch des Object of Service ohne eine Aktualisierung der Seriennummer(n) im zentralen Informationssystem der Einsatzsteuerung sowie die mangelnde Orts- und Gerätekenntnisse der Ansprechpartner zu einer längeren Suche führen (5.3. search Object of Service).
- Zur Identifizierung des Object of Service im Prozessschritt „5.4. search serial number“ benutzt der Kundendienst-Techniker die Seriennummer, die i.d.R. auf einem Etikett auf der Rückseite des Object of Service angebracht ist. Mitunter wird das Etikett ausgetauscht, so dass es zu Verwechslungen kommt und die Reparatur an einem Object of Service ohne gültigen Vertrag durchgeführt wird.
- Eine falsche Übermittlung der Seriennummer, z. B. durch einen Zahlendreher, führt zu einer erneuten Vertragsabfrage über die Einsatzsteuerung (5.5. change serial number).
- Der Aktionsplan (5.6. deploy AP) soll den Kundendienst-Techniker bei der Problembehebung unterstützen. In dem Aktionsplan werden notwendige technische und administrative Informationen zur Verfügung gestellt, die zur Reparatur benötigt werden. Jedoch fehlen zurzeit weiterführende Informationen, wie z. B. eine Wartungshistorie¹⁰. Damit wäre es möglich, eine bessere und schnellere Fehlerbehebung durchzuführen.

4 Prozessverbesserung durch Einsatz der RFID-Technologie im Technischen Außendienst

Im Folgenden werden Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie in den einzelnen Prozessschritten identifiziert und erläutert. Diese haben wir in Absprache mit den Prozessverantwortlichen in Rahmen von Workshops ermittelt. Ausgehend davon beschreiben wir den mit RFID-Technologie verbesserten Soll-Prozess und erläutern wesentliche Anforderungen an das dazu notwendige RFID-System.

¹⁰ In vielen Kundenumgebungen ist die Nutzung von drahtlosen Netzen für einen Zugriff auf zentrale Informationen der Einsatzsteuerung untersagt bzw. technisch nicht möglich (bauliche Abschirmung in Rechenzentren).

Basis für den Nutzung der RFID-Technologie ist der Einsatz eines MDA mit RFID-Lese-/Schreibeinheit.

4.1 Identifikation von Einsatzmöglichkeiten

Die manuellen Tätigkeiten zum Ausfüllen von MDA-Formularen können durch den Einsatz von RFID-Technologie unterstützt werden. Die Anbringung eines RFID-Transponders am Armaturenbrett des Dienstwagens ermöglicht z. B. durch den One-Touch-Betrieb¹¹ bei der Abfahrt bzw. Ankunft die Aufzeichnung der Reisezeiten des Kundendienst-Technikers. Dies ermöglicht eine lückenlose Verfolgung der Aktivitäten des Kundendienst-Technikers.

Die Überprüfung der Teilenummer im PickUp-Point, z. B. in einer Tankstelle, stellt eine weitere Einsatzmöglichkeit der RFID-Technologie dar. Durch die eindeutige Identifikation des Paketes bzw. des mit einem RFID-Transponder versehenen Inhalts kann dessen Identität auch ohne Sichtkontakt zu einem ggf. schwer zugänglichen Etikett innerhalb von Sekunden bestimmt werden. Damit kann auf aufwendige Kontrollen verzichtet werden, die den Arbeitsablauf unnötig verlängern.

Auch bei der Suche und Identifikation von Komponenten (z. B. den Einschub-Karten in Servern) beim Kunden ermöglicht die RFID-Technologie Vorteile. Durch häufige Erweiterungen, Reparaturen oder den Austausch von Komponenten verlieren viele Unternehmen die Übersicht über ihre IT-Infrastruktur. Werden RFID-Transponder an allen Komponenten angebracht, kann der Kundendienst-Techniker das defekte Object of Service schneller finden. Aufgrund der hohen Lesegeschwindigkeit, des weiten Leseabstandes¹² und der Möglichkeit zur Pulkerfassung empfehlen sich RFID-Systeme gerade für solche Einsätze. Die Aggregation von mehreren Transponderinformationen auf einem RFID-Transponder ermöglicht eine Lösung des Metallproblems¹³ [TeHa05, 229]. Somit können z. B. Informationen über den gesamten Inhalt eines Racks in einem RFID-Transponder zusammengeführt werden, der an der Außenseite des Racks angebracht wird. Über die in der Historie des RFID-Transponders gespeicherten Daten und durchgeführten Arbeits-

¹¹ Durch eine einzige Aktion, dem Drücken einer Taste am MDA in Verbindung mit der Datenübertragung vom Transponder, wird die aktuelle Zeit erfasst und dem jeweiligen Prozessschritt automatisiert direkt zugeordnet.

¹² Ggf. kommen zur Erhöhung der Reichweite semi-aktive bzw. aktive Transponder zum Einsatz.

¹³ Metallische Oberflächen stören die Lesereichweiten.

abläufe lässt sich das Reporting für den Kundendienst-Techniker erheblich verkürzen und komfortabler gestalten.

4.2 Darstellung des Soll-Zustandes

Durch den RFID-Einsatz können viele Prozessschritte stärker automatisiert werden. In Tab. 2 sind die von uns vorgeschlagenen Änderungen zusammengefasst.

#	Soll
3.1.	Der Kundendienst-Techniker protokolliert die Fahrt zum Kunden, indem der RFID-MDA in die Nähe des RFID-Transponders im Auto gehalten wird und mit einem One-Touch die Startzeit speichert.
3.3.	Bei der Ankunft im PickUp-Point scannt der Kundendienst-Techniker den an der Ware befindlichen RFID-Transponder. Zum einen kann damit die Einsatzsteuerung automatisiert darüber informiert werden, dass der Kundendienst-Techniker am PickUp-Point angekommen ist. Zum anderen wird mit Hilfe des RFID-MDA überprüft, ob die richtigen Teile geliefert wurden.
4.1.	Nachdem die Ersatzteile in Empfang genommen wurden, setzt der Kundendienst-Techniker die Fahrt zum Kunden fort und vermerkt dies im RFID-Transponder im Dienstwagen.
5.1.	Der Kundendienst-Techniker vermerkt auf seinem RFID-MDA, dass er beim Kunden angekommen ist.
5.3./ 5.4.	Durch die erhöhte Lesereichweite der RFID-Transponder, die Möglichkeit zur Pulkerfassung und zur Aggregation wird die Suche nach dem Object of Service bzw. der Seriennummer unterstützt.
5.5.	Stimmt die Seriennummer des Object of Service nicht, ändert der Kundendienst-Techniker die Seriennummer in den Daten seines RFID-MDA und schickt diese an die Einsatzsteuerung. Die eindeutige Identifikation des Object of Service durch den RFID-MDA schließt eine Manipulation der Seriennummer aus. Zusätzliche Überprüfungen der Seriennummer entfallen.
5.6.	Nachdem das Object of Service gefunden und gleichzeitig bestätigt wurde, setzt der Kundendienst-Techniker den Aktionsplan um. Die gespeicherten Daten auf dem RFID-Transponder zeigen dem Kundendienst-Techniker z. B., wer zuletzt welche Servicearbeiten an dem Object of Service durchgeführt hat. Anhand der eindeutigen Identifizierung kann der RFID-MDA in Verbindung mit dem Laptop des

	Kundendienst-Technikers automatisiert nach Updates und Handbüchern suchen. Im Anschluss dokumentiert der Kundendienst-Techniker seine Tätigkeit mit Hilfe des RFID-MDA und sendet diese Daten an den RFID-Transponder.
6.2.	Zur Auswertung werden die benötigten Informationen über den zeitlichen Ablauf des Reparatursatzes und die gewechselten Teile dem Kundendienst-Techniker automatisiert über das RFID-MDA zur Verfügung gestellt.

Tab. 2: Soll-Zustand¹⁴

4.3 Anforderungen an das RFID-System

Unsere Anforderungsanalyse zur Auswahl eines RFID-Systems erfolgte in Absprache mit der IBM Deutschland GmbH und gliederte sich im Wesentlichen in drei Schritte [GiHa07, 161-164; GrTh05, 308 ff.]:

- Analyse der zu kennzeichnenden Objekte,
- Ermittlung der Einflußfaktoren für die Technologieauswahl und
- Beschreibung der Anforderungen an die RFID- und Anwendungsdaten.

Zunächst identifizierten und klassifizierten wir alle Objekte, die mit einem RFID-Transponder zu versehen sind (z. B. Server, Racks, Paletten, Verpackungen). Die meisten zu kennzeichnenden Objekte bestehen aus Metall bzw. besitzen Metalloberflächen. Aus diesem Grund ist der Einsatz von speziellen Metall-Transpondern empfehlenswert. Des Weiteren dürfen die Transponder eine gewisse Größe nicht übersteigen und an dem Object of Service auch zu keinen Funktionseinschränkungen oder gar Beschädigungen führen. Bei der Anbringung des RFID-Transponders ist darauf zu achten, dass das Auslesen und Beschreiben des Transponders von allen Seiten möglich ist. Vor diesem Hintergrund werden passive read-write-fähige RFID-Transponder benötigt, die auf Basis der UHF-Frequenz eine Lesereichweite von 2-3 m ermöglichen. Zusätzlich sollen die RFID-Transponder über einen weiteren Speicher verfügen, um die Wartungshistorie direkt auf dem Transponder verschlüsselt abspeichern zu können (ggf. sind hier aktive Transponder einzusetzen). Es ist vorgesehen, jedes Object of Service mit einem Netto-Preis von über 1.000 € vor der Auslieferung mit einem RFID-Transponder zu versehen. Bereits ausgelieferte Geräte

¹⁴ Die Nummern verweisen auf die Prozessschritte in Abb. 1.

sollen durch den Kundendienst-Techniker im Rahmen der regulären Servicearbeiten nachgerüstet werden.

Für die RFID-Lese-/Schreibeinheit haben wir im Wesentlichen folgende Anforderungen ermittelt: integrierbar in den MDA des Kundendienst-Technikers (z. B. über CompactFlash-Steckplatz des MDA), UHF-fähig und Möglichkeit zur Pulkerfassung.

Für die Integration der RFID-Systeme und deren Daten in bestehende Anwendungssysteme, empfehlen wir den Einsatz offener Schnittstellen sowie die Verwendung von Standards, wie z. B. EPCglobal [EPCg09; KuMa07, 257 f.; Walk09, 72 ff.].

5 Bewertung der Einsatzmöglichkeiten

Da der Soll-Prozess noch nicht implementiert wurde, verwendeten wir für die Bewertung Planwerte. Gemeinsam mit den Prozessverantwortlichen und einigen Service-Technikern haben wir die möglichen Zeiteinsparungen durch den RFID-Einsatz geschätzt. Diese werden in Abschnitt 5.1 dargestellt. Die Ermittlung der Kosten für die Einführung der RFID-Technologie (Abschnitt 5.2) basiert auf einer Vorgabe der IBM Deutschland GmbH, die von uns und dem zuständigen IT-Fachbereich in Verbindung mit externen RFID-Anbietern erarbeitet wurde. In Abschnitt 5.3 vergleichen wir Kosten und Nutzen und beurteilen die Amortisation der Investition in die RFID-Unterstützung.

5.1 Nutzenanalyse

Der Nutzen von RFID-Systemen kann in monetär und nicht monetär bestimmbare Bestandteile unterschieden werden [Brug05, 87 ff.]. Einsparungen von Prozesszeiten sind monetär bestimmbare Nutzenbestandteile. Die im Soll-Prozess durch den RFID-Einsatz prognostizierten Veränderungen der Prozesszeiten und -kosten sind in Tab. 3 grau hinterlegt dargestellt.

Durch den Einsatz der RFID-Technologie kann die Bearbeitungszeit deutlich gesenkt werden. Im Vergleich zum bisherigen Prozess verkürzt sich die Prozessdauer für einen Service-Request von 141 auf 113 min. Das ergibt eine Zeitersparnis von fast 20%. Bei einer durchschnittlichen Anzahl von 180.000 Service-Requests im Jahr und einem kalkulatorischen Prozesskostensatz von 58,20 €/h ergibt ein Einsparpotenzial von ca. 4,8 Mio € pro Jahr.

#	Ist-Prozess		Soll-Prozess	
	Dauer [min.]	Kosten [€]	Dauer [min.]	Kosten [€]
1.	1	0,97	1	0,97
2.	1	0,97	1	0,97
3.	47	45,59	41,5	40,26
3.1.	1	0,97	0,5	0,49
3.2.	35	33,95	35	33,95
3.3.	11	10,67	6	5,82
4.	13	12,61	12,5	12,13
4.1.	1	0,97	0,5	0,49
4.2.	12	11,64	12	11,64
5.	64	62,08	46	44,62
5.1.	1	0,97	0,5	0,49
5.2.	10	9,70	10	9,70
5.3.	8	7,76	5 ¹⁵	4,85
5.4.	6	5,82		
5.5.	2	1,94	0,5	0,49
5.6.	37	35,89	30	29,10
6.	14	13,58	10	9,70
6.1.	8	7,76	8	7,76
6.2.	6	5,82	2	1,94
7.	1	0,97	1	0,97
	141	136,77	113	109,61
	Summe p.a.	24.618.600,00		19.729.800,00
	Einsparung p.a.			4.888.800,00

Tab. 3: Vergleich von Ist- und Soll-Prozess¹⁶

Nicht monetär bestimmbare Nutzensvorteile, wie z. B. eine verbesserte Informationslage des Kundendienst-Technikers in Bezug auf das Object of Service und dessen Historie, können zu einem verbesserten Service und somit zu einer Erhöhung der Kundenzufriedenheit führen [LSFI05, 69]. Auch die Reduktion von Kosten für Rückrufaktionen, beispielsweise bei fehlerhaften Chargen, und die Reduktion von Fehlerfolgekosten können Nutzensvorteile mit sich bringen [SPSt05, 181 ff.]. Des Weiteren fördert der Einsatz einer richtungsweisenden Technologie das Unternehmensimage, was wiederum Umsatzsteigerungen zu Folge haben kann [Stra06, 150]. Im Rahmen unseres Projektes wurden diese Aspekte aber nicht weiter berücksichtigt.

¹⁵ Die Prozessschritte 5.3 und 5.4 können durch den RFID-Einsatz zusammengefasst werden.

¹⁶ Die in der ersten Spalte angegebenen Nummern beziehen sich auf Prozessschritte in Abb. 1.

5.2 Kostenanalyse

Die Kostenstruktur von RFID-Systemen setzt sich aus Infrastruktur- und Integrationskosten als einmalige Kosten sowie Hardware- und Wartungskosten als laufende Kosten zusammen [Stra06, 150].

Im Rahmen des Projektes wurden Workshops durchgeführt, in deren Ergebnis folgende Kosten für die gesamte IT-Service Delivery ermittelt wurden:

	Anzahl	Kosten [€]
Einmalige Kostenarten		
RFID-Transponder zur Ausstattung der bei den Kunden befindlichen Systeme inkl. Anbringung und Datenspeicherung ¹⁷	300.000	4.033.000
MDAs mit RFID Lese-/Schreibeinheit für die Kundendienst-Techniker	800	1.200.000
benötigte Middleware inkl. Server		600.000
Anpassung der IT-Infrastruktur und Prozesse		660.000
Projektmanagement und Schulung		968.000
		7.461.000
Laufende Kostenarten		
RFID-Transponder zur Ausstattung neuer, zu wartender Systeme inkl. Anbringung	300.000	2.416.000
Hardware- und Wartungskosten		78.100
		2.494.100

Tab. 4: Kosten des RFID-Einsatzes¹⁸

Bei den laufenden Kosten gehen wir davon aus, dass diese in den ersten fünf Jahren konstant bleiben.

5.3 Kosten-Nutzen-Betrachtung

Den errechneten einmaligen und laufenden Kosten stehen jährliche Kosteneinsparungen von ca. 4,8 Mio €¹⁹ gegenüber. Unter Nutzung der Kapitalwertmethode [Krus08, 43 ff.] ergibt sich bei einem kalkulatorischen Zinssatz von 10% und unter Vernachlässigung der Abschreibungen sowie evtl. notwendiger Fremdkapitalkosten eine Amortisation des RFID-

¹⁷ Auf dem Transponder werden Daten, wie beispielsweise die Maschinenbezeichnung, Wartungsintervalle, Instandhaltungshistorie und Prüfungsergebnisse, gespeichert.

¹⁸ Alle angegebenen Werte wurden im Vergleich zu den realen Werten verändert, ohne dabei die Aussagekraft der Werte zu beeinträchtigen.

¹⁹ Vgl. Abschnitt 5.1, insbesondere Tab. 3: Vergleich von Ist- und Soll-Prozess.

Einsatzes im vierten Jahr (siehe Abb. 2). Bei dieser Betrachtung sind nicht monetär messbare Nutzenvorteile, wie z. B. der verbesserte Kundenservice und das gesteigerte Unternehmensimage, nicht berücksichtigt.

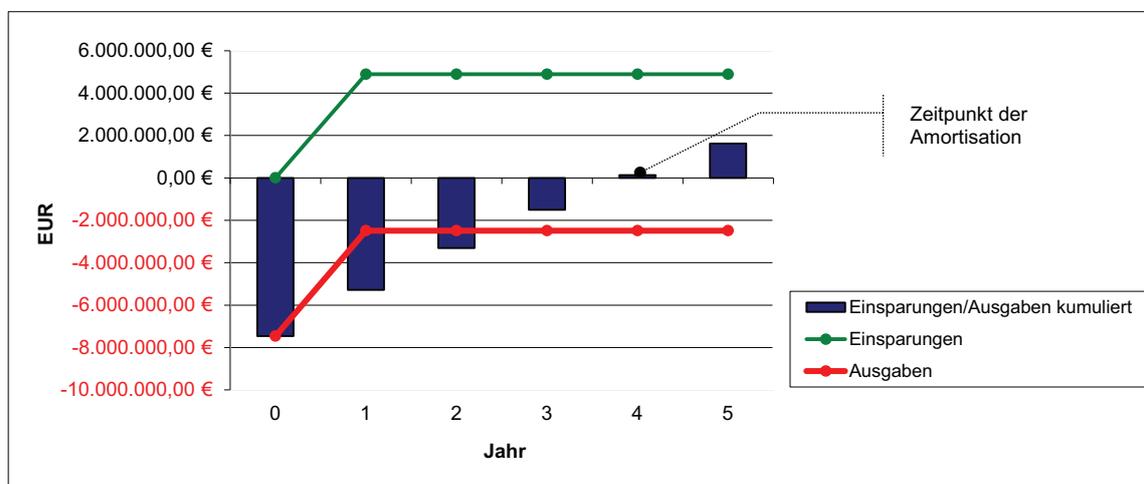


Abb. 2: Kosten-Nutzen-Betrachtung

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Ausführungen haben gezeigt, welche Einsatzmöglichkeiten es für die RFID-Technologie im Teilprozess Reparaturdurchführung des Technischen Außendienstes der IBM Deutschland GmbH gibt und welche Einsparungen erreichbar sind. Die Verbesserung der Durchlaufzeiten resultiert aus einer weiteren Automatisierung der Prozessschritte, der besseren Informationsversorgung der Service-Techniker und der eindeutigen Identifizierung des Object of Service mittels der RFID-Technologie. Bei der Ermittlung des Nutzens haben wir nicht monetär messbare Faktoren vernachlässigt. Wir gehen jedoch davon aus, dass diese einen signifikanten Beitrag zur Verkürzung der Amortisationszeit leisten können, z. B. durch Erhöhung der Qualität bei der Serviceerbringung in Folge der verbesserten Informationsversorgung des Kundendienst-Technikers. Ferner ist es denkbar, auf Basis der RFID-Technologie weitere Dienstleistungen anzubieten, z. B. ein automatisiertes und ortsgenaues Assetmanagement oder eine „elektronische Gesundheitskarte“ für mit aktiven Komponenten ausgestattete Racks durch Aufzeichnung von Temperaturverlauf und Wartungshistorie.

Kritisch ist anzumerken, dass wir eine gewisse Subjektivität durch die geschätzten Durchlaufzeiten der Prozessschritte nicht ausschließen können. Des Weiteren haben wir in dem Prozessschritt „3.3. check part(s)“ angenommen, dass die RFID-Transponder schon

während der Produktion an den Ersatzteilen angebracht werden. Eine spätere Implementierung der Transponder würde die Kosten erhöhen. Wir weisen auch darauf hin, dass mit der Einführung der RFID-Technologie im Technischen Außendienst das Allgemeine Persönlichkeitsrecht der Mitarbeiter – also das Recht auf informationelle Selbstbestimmung – tangiert wird [BSI04, 108 ff.]. Daher ist eine frühzeitige Einbeziehung der Mitbestimmungsgremien ein wichtiger Erfolgsfaktor.

Zur Verifizierung des ermittelten Nutzens bzw. der Kosten streben wir in einem nächsten Schritt die prototypische Umsetzung eines Piloten an. Dieser sollen mit einzelnen Schlüsselkunden und ausgewählten Ersatzteilgruppen erprobt werden. Der Pilot wird uns wichtige Aufschlüsse über die Nutzbarkeit der RFID-Technologie im Technischen Außendienst liefern und – positive Ergebnisse vorausgesetzt – die Basis für eine weitere Detailplanung darstellen. Zukünftig könnten die RFID-Transponder auch für den Einsatz im Werkzeugmanagement der Kundendienst-Techniker genutzt werden, um eine automatisierte Vollständigkeitskontrolle des Inhalts zu gewährleisten und dadurch Suchaktionen und Wartezeiten weiter zu reduzieren. Auch gehen wir davon aus, dass die aufgezeichneten Zeitinformationen, welche die RFID-Technologie ermöglicht, dem Kundendienst-Techniker in Form einer teilautomatisierten Reisekostenabrechnung zu Gute kommen.

7 Danksagung

Wir danken Martina Tittmar (IBM) und Steffen Okon (IBM) für die Unterstützung unseres Projektes.

Literaturverzeichnis

- [Ahle07] Ahle, U.: RFID im praktischen Einsatz: In: Bullinger, H.-J.; Hompel, M. ten (Hrsg.): Internet der Dinge – www.internet-der-dinge.de. Springer, Berlin, 2007, S. 331-345.
- [Brug05] Brugger, R.: Der IT Business Case - Kosten ermitteln und analysieren, Nutzen erkennen und quantifizieren, Wirtschaftlichkeit nachweisen und realisieren. Springer, Berlin, 2005.
- [BSI04] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI): Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen. 2004, https://www.bsi.bund.de/cae/servlet/contentblob/482266/publicationFile/30574/RIKCHA_barrierefrei_pdf.pdf, Abruf am 2010-02-15.
- [EPCg09] EPCglobal Inc. (Hrsg.): EPCglobal Standards and Technology. <http://www.epcglobalinc.org/standards/>, Lawrenceville, New Jersey (USA), 2009, Abruf: 2010-02-15.
- [Fink06] Finkenzeller, K.: RFID-Handbuch. Hanser, München, 2006.
- [FrDa06] Franke, W.; Dangelmaier, W.: RFID-Leitfaden für die Logistik. Gabler, Wiesbaden, 2006.
- [GiHa07] Gillert, F.; Hansen, W.R.: RFID für die Optimierung von Geschäftsprozessen. Hanser, München, 2007.
- [GiSt08] Gille, D.; Strüker, J. (2008): Into the Unknow – Measuring the Business Performance of RFID Applications. In: Proceeding of the 16th European Conference in Information Systems (ECIS 2008), Galway, 2008.
- [GrTh05] Gross, S.; Thiesse, F.: RFID-Systemeinführung – Ein Leitfaden für Projektleiter. In: Fleisch, E.; Mattern, F. (Hrsg.): Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen. Springer, Berlin, 2005, S. 303-313.
- [GSBe06] Götz, T.; Safai, S.; Beer, P.: Effiziente Logistikprozesse mit SAP RFID. SAP Hefte, Nr. 23, Galileo Press, Bonn, 2006.

- [Hanh08] Hanhart, D.: Mobile Computing und RFID im Facility Management. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008.
- [HJKL+05] Hanhart, D.; Jinschek, R.; Kipper, U.; Legner, C.; Österle, H.: Mobile und Ubiquitous Computing in der Instandhaltung – Bewertung der Anwendungsszenarien bei der Fraport AG. In: HMD, 244 (2005), S. 62-73.
- [HLÖs05] Hanhart, D.; Legner, C.; Österle, H.: Anwendungsszenarien des Mobile und Ubiquitous Computing in der Instandhaltung. In: Pousttchi, K., Turrowski, K. (Hrsg.): Mobile Business - processes, platforms, payments: Proceedings zur 5. Konferenz Mobile Commerce Technologien und Anwendungen, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2005, S. 45-58.
- [KaCo88] Kaplan, R. S.; Cooper, R.: Measure Costs Right - Make the Right decisions. In: Harvard Business Review, 5(1988)66, S. 96-103.
- [KFGr02] Krallmann, H.; Frank, H.; Gronau, N.: Systemanalyse in Unternehmen - Vorgehendmodelle, Modellierungsverfahren und Gestaltungsoptionen. Oldenbourg, München, 2002.
- [KoGr07] Kontny, H.; Griemert, S.: Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von RFID-Systemen. Wissenschaftliche Schriftenreihe des Instituts für BFSV, Heft 3; Hamburg, 2007.
- [Krus08] Kruschwitz, L.: Investitionsrechnung. Oldenbourg, München, 2008.
- [KuMa07] Kuhlmann, F.; Masuhr, D.: Prozesse in offenen Systemen gestalten. In: Bullinger, H.-J.; Hompel, M. ten (Hrsg.): Internet der Dinge – www.internet-der-dinge.de. Springer, Berlin, 2007, 257-265.
- [LSF105] Lampe, M.; Strassner, M.; Fleisch, E.: RFID in Movable Asset Management. In: Roussos, G. (Hrsg.): Ubiquitous and Pervasive Commerce - New Frontiers for Electronic Business. Springer, Berlin, 2005, S. 53-71.
- [Madl08] Madlberger, M.: Einsatz von RFID im Supply Chain Management - Eine empirische Analyse der Einflussfaktoren. In: Bichler, M.; Hess, T.; Krcmar, H.; Lechner, U.; Matthes, F.; Picot, A.; Speitkamp, B.; Wolf, P. (Hrsg.): Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI2008). München, 2008, S. 849-860.

- [Mann06] Mannel, A.: Prozessorientiertes Modell zur Bewertung der ökonomischen Auswirkungen des RFID-Einsatzes in der Logistik. Dt. Fachverl., Frankfurt, 2006.
- [Mare07] Marek, C.: RFID – Kosten und Nutzen: Eine wirtschaftliche Analyse. VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken, 2007.
- [MüHa05] Müller, J.; Handy, M.: RFID als Technik des Ubiquitous Computing – Eine Gefahr für die Privatsphäre? In: Ferstl, O. K.; Sinz, E. J.; Eckert, S.; Isselhorst, T. (Hrsg.): Wirtschaftsinformatik 2005 – eEconomy, eGovernment, eSociety. Physica, Heidelberg, 2005.
- [OMG09] Object Management Group: Business Process Model and Notation (BPMN), Version 1.2. OMG Document Number: formal/2009-01-03, 2009, <http://www.omg.org/spec/BPMN/1.2>, Abruf am 2010-02-29.
- [Riha09] Riha, I.: Entwicklung einer Methode für Cost Benefit Sharing in Logistiknetzwerken. Verl. Praxiswissen, Dortmund, 2009.
- [Schm05] Schmidt, A.: Kostenrechnung – Grundlagen der Vollkosten-, Deckungsbeitrags- und Plankostenrechnung sowie des Kostenmanagements. Kohlhammer, Stuttgart, 2005.
- [Schm06] Schmidt, D.: RFID im Mobile Supply Chain Event Management - Anwendungsszenarien, Verbreitung und Wirtschaftlichkeit. Gabler, Wiesbaden, 2006.
- [SFMS+10] Scharfe, C.; Fischer, D.; Markscheffel, B.; Stelzer, D.; Somoza, R.: Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie im Technischen Außendienst - Eine Analyse am Beispiel der IBM Deutschland GmbH. In: Schumann, M.; Kolbe, L. M.; Breitner, M. H.; Frerichs, A. (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010. Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek, Göttingen, 2010, S. 2387-2398.
- [SLLe05] Strassner, M.; Lampe, M.; Leutbecher, U.: Werkzeugmanagement in der Flugzeugwartung - Entwicklung eines Demonstrators mit ERP-Anbindung. In: Fleisch, E.; Mattern, F. (Hrsg.): Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen. Springer, Berlin, 2005, S. 261-278.

- [SPSt05] Strassner, M.; Plenge, C.; Stroh, S.: Potenziale der RFID-Technologie für das Supply Chain Management in der Automobilindustrie. In: Fleisch, E.; Mattern, F. (Hrsg.): Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen. Springer, Berlin, 2005, S. 177-196.
- [Stra06] Strassner, M.: RFID im Supply Chain Management - Auswirkungen und Handlungsempfehlungen am Beispiel der Automobilindustrie. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2006.
- [StSc02] Strassner, M.; Schoch, T.: Today's Impact of Ubiquitous Computing on Business Process. 2002, http://www.alexandria.unisg.ch/EXPORT/DL/Martin_Strassner/21573.pdf, Abruf am: 2010-01-30.
- [SURo08] Seiter, M.; Urban, U.; Rosentritt, C.: Wirtschaftlicher Einsatz von RFID – Ergebnisse einer empirischen Studie in Deutschland. IPRI International Performance Research Institute, Stuttgart, 2008.
- [TeHa05] Tellkamp C.; Haller S.: Automatische Produktidentifikation in der Supply Chain des Einzelhandels. In: Fleisch, E.; Mattern, F. (Hrsg.): Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen. Springer, Berlin, 2005, S. 225-249.
- [Tell03] Tellkamp, C.: The Auto-ID Calculator - An Overview, White Paper, St. Gallen, 2003, <http://www.autoidlabs.org/uploads/media/STG-AUTOID-WH001.pdf>, Abruf am 2010-02-14.
- [ViWe08] Vilkov, L.; Weiß, B.: Prozessorientierte Wirtschaftlichkeitsanalyse von RFID-Systemen anhand eines Referenz-Wirkungsmodells. In: Becker, J.; Knackstedt, R.; Pfeiffer, D. (Hrsg.): Wertschöpfungsnetzwerke: Konzepte für das Netzwerkmanagement und Potenziale aktueller Informationstechnologie, Physica, Heidelberg, 2008, S. 275-304.
- [Walk09] Walk, E.: RFID Standards 2009 – Aktuelle Normen für das Warenflussmanagement. In: Ident – Das führende Anwendermagazin für Automatische Datenerfassung & Identifikation. Jahrbuch, 2009, S. 68-76.

- [Weis91] Weiser, M.: The Computer for the 21st Century. 1991,
<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>, Abruf am
2010-01-30.
- [Wild07] Wildemann, H.: Die Quantifizierung des logistischen Nutzens – Kosten-
ausgleich und Nutzenverteilung in Supply Chains schaffen Transparenz
und Vertrauen zwischen den Akteuren. In: Günthner, W. (Hrsg.): Neue
Wege in der Automobillogistik - Die Vision der Supra-Adaptivität. Sprin-
ger, Berlin, 2007, S. 169-174.