

Gudrun Kammassch, Henning Klaffke
Sönke Knutzen (Hrsg.)

TECHNISCHE BILDUNG IM SPANNUNGSFELD ZWISCHEN BERUFLICHER UND
AKADEMISCHER BILDUNG – Die Vielfalt der Wege zu technischer Bildung



Gudrun Kammassch, Henning Klaffke, Sönke Knutzen (Hrsg.)

TECHNISCHE BILDUNG IM SPANNUNGSFELD ZWISCHEN
BERUFLICHER UND AKADEMISCHER BILDUNG
Die Vielfalt der Wege zu technischer Bildung

Referate der 11. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2016

an der Technischen Universität Hamburg vom 23.–25. Juni 2016



Gudrun Kammach, Henning Klaffke, Sönke Knutzen (Hrsg.)

TECHNISCHE BILDUNG IM SPANNUNGSFELD ZWISCHEN
BERUFLICHER UND AKADEMISCHER BILDUNG

Die Vielfalt der Wege zu technischer Bildung

Referate der 11. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2016

an der Technischen Universität Hamburg vom 23.–25. Juni 2016

**Technische Bildung im Spannungsfeld zwischen beruflicher und akademischer Bildung
– Die Vielfalt der Wege zu technischer Bildung**

Referate der 11. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2016 an der TU Hamburg
vom 23.–25. Juni 2016

Coverbild © IPW

Satz und Layout: Danuta Przybylek

Druck: Universität Siegen – UniPrint

ISBN 978-3-9818728-0-4

VORWORT

Herzlich willkommen in Hamburg!

An drei wunderschönen Tagen im Sommer 2016 durfte sich die Technische Universität Hamburg und das Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik als Gastgeber der 11. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung präsentieren. Hamburgs Schönheit ist nur schlecht in Worte zu fassen. Daher schließen Sie kurz die Augen und stellen Sie es sich vor: die verspielten Segelboote auf der Alster, die großen und mächtigen Pötte auf der Elbe, ein blauer Himmel mit weißen Wolkentupfern, wärmende Sonne und über 100 inspirierende Menschen, die die Tagung auf unserem schönen Campus zu einem vollen Erfolg gemacht haben.

Die TU Hamburg hat mit ihrer exzellenten Lehre und Forschung insbesondere in den Ingenieurwissenschaften eine herausragende Stellung im Norden von Deutschland. Darüber hinaus nimmt sie eine bedeutsame Rolle als Bildungsinstitution in der Metropolregion Hamburg ein.

In der Forschung zeigen sich Expertise und Stärke besonders in den drei Kompetenzfeldern Green Technologies, Life Science Technologies und Aviation and Maritime Systems. Inhaltlich orientiert sich die TU Hamburg damit an den Bedarfen der Metropolregion und der clusterpolitischen Gesamtstrategie der Stadt Hamburg.

In der Lehre sind uns an der TU Hamburg neben einer fundierten Fachkompetenz auch die Entwicklung von Inspiration und Kreativität unserer Studierenden wichtig. Wir verstehen es als unsere Aufgabe, Studierende in die Lage zu versetzen, komplexe Herausforderungen kollaborativ und in sozialer Verantwortung zu lösen. Hierbei verfügt insbesondere das Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik bei der Erforschung und Gestaltung von Lehr-Lern-Konzepten über eine lange Tradition. Aus diesem Grund freut es uns besonders, dass die Ingenieurpädagogische Regionaltagung 2016 an der TU Hamburg stattfinden konnte.

Im Mittelpunkt der Tagung stand der Umgang mit den besonderen aktuellen Herausforderungen in den Ingenieurwissenschaften. Die steigende Anzahl an Studierenden und die zunehmende Individualisierung von bisherigen Lernwegen führen zu einer höheren Heterogenität an den Hochschulen. Diese Heterogenität erfordert in der Lehre neue Antworten, um Studienabbrüche zu verringern und gleichzeitig die Qualität des Studiums kontinuierlich weiterzuentwickeln. Aber auch die zunehmende Digitalisierung der Gesellschaft stellt eine gewichtige, neue Herausforderung für die Hochschulen dar. Und nicht zuletzt müssen die Ingenieurwissenschaften auch zu Lösungen wachsender globaler Herausforderungen, wie Ernährung und Gesundheit, dem demographischen Wandel, der Klimaerwärmung und der damit verbundenen Energiewende sowie den immer knapper werdenden Ressourcen unserer Welt, beitragen.

In dem Ihnen vorliegenden Band sind die Beiträge der Tagung gesammelt. Mit den Vorträgen konnten wir ein vielfältiges Spektrum an ingenieurpädagogischen Themen abdecken. So lassen sich im Folgenden Beiträge zu Wissensstrukturen, Innovationen in der Ingenieurdidaktik, Technik und Beruflicher Bildung, Beiträge zu ethischen Aspekten in den Ingenieurwissenschaften, zu digitalen Medien in der Lehre, zur Kompetenzentwicklung und zur Studieneingangsphase wiederfinden. Darüber hinaus werden die drei Workshops „Kooperative Gestaltung wissenschaftlicher Weiterbildung“, Studienberatung und -orientierung“, „Reparaturmethode“ sowie sechs Posterpräsentationen dargelegt. Gemeinsam beleuchten diese Beiträge die Vielfalt der Wege zu technischer Bildung.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre viel Freude und anregende Gedanken.

Sönke Knutzen

Prof. Dr. Sönke Knutzen, Vizepräsident Lehre und Leiter des Instituts für Technische Bildung und Hochschuldidaktik der Technischen Universität Hamburg

VORWORT

Inmitten der Metropolregion Hamburg gelegen, ließ uns die Technische Universität Hamburg die frische Brise dieses wichtigsten Handels- und Wirtschaftszentrums Nordeuropas spüren. Neben Hamburg kommen drei weitere Bundesländer –Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein – hier zusammen in ihrer Vielfalt von Handelsunternehmen, Industrie, Forschungseinrichtungen und Hochschulen. Wesentlicher Motor: der Hafen mit seinen internationalen Verbindungen, insbesondere auch nach Asien. Entsprechend vielfältig sind die Anforderungen, die hier an technische Bildung gestellt werden – und doch müssen die Antworten, die es zu entwickeln gilt, auch die heutige Diversität von Bildungsbiographien aufgreifen, um diesen „passgerecht“ zu entsprechen und beides letztlich zusammenzuführen. Diesen Spannungsbogen aufzugreifen und Lösungsansätze vorzustellen war Thema dieser 11. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2016.

Weltoffenheit und Gastlichkeit bestimmten denn auch die Atmosphäre der drei Tage, die wir am Harburger Schwarzenberg verbrachten. Ein abwechslungsreiches, präzise getaktetes Vortragsprogramm wurde begleitet von verschiedenen Workshops und einer Posterbegehung. Auch das Wetter bescherte Vielfalt: Von tropischer Hitze zu heftigen Gewittern und Wolkenbrüchen bis hin zu als arktisch empfundener Kühle. Dennoch stellte sich der Sonnenschein programmgemäß zum wunderbaren Grillabend unter den Bäumen des Schwarzenbergs ein, zu dem das ITBH geladen hatte. Dem Gastgeber, Prof. Sönke Knutzen und seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sei herzlich gedankt für diese schwungvolle Tagung.

Der Tagungsband enthält die einführenden Referate, Zusammenfassungen der Workshops, Referate und Poster. Weiterhin wird das Ingenieurpädagogische Curriculum der IPW zur ingenieurdidaktischen Weiterbildung von Techniklehrenden kurz vorgestellt mit zwei Schwerpunkten: den Grundlagen des soziokulturellen Lernens und dem Modul Vorbereitung auf das Berufsleben.

Wer in Hamburg teilgenommen hat, wird manch einen Gedanken wieder entdecken und aufgreifen können, andere werden sich beim Lesen vielleicht zu neuen Ideen anregen lassen. Wir wünschen allen gute Gedanken beim Lesen.

Peter Anzenberger
Prof. Peter Anzenberger

Alphons Dehing
Dr. ing. Alphons Dehing

Ralph Dreher
Prof. Dr. Ralph Dreher

Joachim Hoefele
Prof. Dr. Joachim Hoefele

Gudrun Kammasch
Prof. Dr. Gudrun Kammasch

Steffen Kersten
Dr. Steffen Kersten

Klaus Vesper
Prof. Klaus Vesper

Vorstand und kooptierte Vorstandsmitglieder der Ingenieurpädagogischen Wissenschaftsgesellschaft e.V.

INHALTSVERZEICHNIS

KEYNOTES

INTERDISZIPLINÄRE PROJEKTE IN DER STUDIENEINGANGSPHASE Hampe, Manfred J.	15
LERNEN UND LEHREN AN TECHNISCHEN HOCHSCHULEN. ZIELE. WEGE. CHANCEN. Knutzen, Sönke; Daldrop, Laura; Ladwig, Tina	45
DAS INGENIEURPÄDAGOGISCHE CURRICULUM DER IPW Ingenieurpädagogische Wissenschaftsgesellschaft e. V.	33
JENSEITS DER GEGENSÄTZE – LEHREN UND LERNEN (IN DER POSTMETHODEN-ÄRA?) Hoefele, Joachim	43
FÖRDERUNG VON MEHR KOMPETENZ FÜR INGENIEURE ZUR ÜBERNAHME VON FÜHRUNGSVERANTWORTUNG Leymann, Heinz; Hofert, Andreas	53

EINFÜHRENDE REFERATE

EINE ZEITBUDGET-ERHEBUNG ALS BAUSTEIN EMPIRISCHER STUDIENGANGSENTWICKLUNG IM WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN Billerbeck, Katrin; Fischer, Kathrin; Salden, Peter; Wölbling, Ines	63
INDUSTRIE 4.0 – EIN ANWENDUNGSFALL FÜR DIE VERANTWORTUNG BEI GESTALTUNGSORIENTIERTER INGENIEURARBEIT Dreher; Ralph	71
STRUKTURIERTE ARBEITSPROZESSORIENTIERTE BILDUNGSPLANERSTELLUNG FÜR GEWERBLICH-TECHNISCHE FACHSCHULEN Hägele, Thomas; Meier, Martin	77
EINSATZ VON EMBEDDED SYSTEMS IN DER LEHRE Jambor, Thomas N.	85
TENDENZEN UND RISIKEN DER AKADEMISIERUNG BERUFLICHER BILDUNG IM KONTEXT DER ENTWICKLUNG VON PRODUKTIONSSTRUKTUREN Kersten, Steffen	93
WISSENSSTRUKTURIERUNG FÜR DAS LERNEN IN DEN INGENIEURWISSENSCHAFTEN Krömker, Heidi; Hoffmann, Martin; Huntemann, Nadja	101
DER EINSATZ VON SCHWEIßSIMULATOREN IN DER AUSBILDUNG – NEUE DIDAKTISCHE ANFORDERUNGEN AN DIE LEHKRÄFTE UND KONSEQUENZEN FÜR EIN TRAIN-THE-TRAINER-KONZEPT Schulte, Sven; Petersen, Maren.....	109

TECHNOLOGY LITERACY AND UNIVERSAL TECHNOLOGY CONCEPTS AS CORE PRINCIPLES FOR TRANSFORMING TECHNOLOGY TEACHER EDUCATION van Dorp, Cornelis A.; Dehing, Alphons	117
REFERATE	
MOSAIKSTEINE – FÜNF MINUTEN VERANTWORTUNG VERMITTLUNG VON SOZIAL-ÖKOLOGISCHEM ORIENTIERUNGSWISSEN UND GESTALTUNGSKOMPETENZ	
IN GRUNDLAGENVORLESUNGEN AM BEISPIEL VON „KONSTRUKTION 1“ Baier, André; Freude, Ira; Erkenberg, Georg; Meyer, Henning	127
BEITRAG INTERDISZIPLINÄRER HANDS-ON-PROJEKTE IN DER SCHULISCHEN UND UNIVERSITÄREN LEHRE ZUR NACHHALTIGEN ENERGIEGEWINNUNG IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN Baur, Stephan; Winklmaier, Johannes; Siala, Kais	133
FUNKTIONSDEMONSTRATOREN IN DER KONSTRUKTIONSLEHRE – ERFAHRUNGEN UND ZUKÜNFTIGE ANSÄTZE Beckmann, Gregor; Üreten, Selin; Krause, Dieter	139
PILOTPROJEKT „STUDIUM ANGEPASSTER GESCHWINDIGKEIT“ Betz, Thomas; Basten, Sibylle	145
DIE FORSCHUNGSBASIERTE AUSGESTALTUNG DER STUDIENEINGANGSPHASE IN DEN INGENIEURWISSENSCHAFTEN Block, Brit-Maren	151
TANDEM-MENTORING IN DER STUDIENEINGANGSPHASE Bock, Silke; Niksch, Christine	158
EYE-TRACKING-ANALYSE DES BETRACHTUNGSVERHALTENS BEIM LESEN TECHNISCHER DARSTELLUNGEN Daryusi, Ali; Köhler, Grit; Daryousi, Yasar	163
ANALYSE FUNKTIONALER ZUSAMMENHÄNGE UND ENTWICKLUNG KOMPLEXER PROGRAMMSYSTEME AM BEISPIEL DER HUMANOIDEN ROBOTIK Dederichs-Koch, Andrea; Zwiers, Ulrike	171
DUALE INGENIEURAUSBILDUNG UND HYBRIDE BERUFAUSBILDUNG ALS STANDARDWEGE BERUFLICHER BILDUNG Dreher, Ralph; Jaschke, Steffen	177
MENTORING FÜR INGENIEURSTUDENTINNEN AN FACHHOCHSCHULEN – NEUE WEGE Erlemann, Christiane; Dombrowski, Eva-Maria	183
DENKEN WIE EIN INGENIEUR – UNTERRICHTSEINHEIT FÜR SCHULEN ZUM ERLEBEN TECHNISCHEN PROBLEMLÖSENS Geiger, Katrin; Breitschuh, Jan; Matthiesen, Sven	189

DAS „BEGLEITBAND“ EIN VERANSTALTUNGSKONZEPT ZUR REFLEXIVEN VERKNÜPFUNG VON FACH- UND BERUFSSTRUKTUREN IN DER BERUFLICHEN FACHRICHTUNG ELEKTROTECHNIK Hägele, Thomas; Knauf, Barbara	195
METHODENTOOLBOX ZUR ENTWICKLUNG BERUFSBEZOGENER, ÜBERFACHLICHER KOMPETENZEN ALS REFLEXIVER ANSATZ ZUR PROFESSIONALISIERUNG DES BACHELORINGENIEURSTUDIUMS IN DER MASCHINENKONSTRUKTIONSLEHRE Helmich, Annica; Breitschuh, Jan; Gidion, Gerd; Matthiesen, Sven	201
FRAMEWORK FÜR DEN EINSATZ VON 3D-TECHNOLOGIEN FÜR DAS ERREICHEN VON INGENIEURWISSENSCHAFTLICHEN LERNZIELEN Huntemann, Nadja; Krömker, Heidi	207
LEHRERBILDUNG 4.0: IM SPANNUNGSFELD ZWISCHEN „DIGITALEN VERLIERERN“ UND VORSCHNELLEM UPDATE Jaschke, Steffen; Markof, Nadja	213
ERNÄHRUNGSSOUVERÄNITÄT ALS CURRICULARES ZIEL: EIN BEISPIEL FÜR DIE UMSETZUNG DER SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS IN ZENTRALASIEN Kamasch, Gudrun	219
SELBSTKOMPETENZ IM BERUF – EINE ANNÄHERUNG AN DAS KONSTRUKT IM BERUFLICHEN HANDELN Knauf, Barbara	226
CONCEPTION OF ONLINE E-ASSESSMENT EXERCISES FOR MATH COURSES WITH ELEMENTS FROM MECHANICAL ENGINEERING Kruse, Karsten; Dostal, Leo; Glessmer, Mirjam S.; Konchakova, Natalia; Seifert, Christian	232
INTERDISZIPLINÄRE TEAM- UND PROJEKTARBEIT Liedtke, Isabella; Grökel, Anne; Fincke, Sabine; Vogel, Andreas	237
VOM INGENIEUR ZUM LEHRER – EIN PRAKTISCHES BEISPIEL ÜBER LEHRAMTSASPEKTE IN DER INGE- NIEURSAUSBILDUNG Mas Mas, Carolin; Müller, Eckehard; Petersen, Maren	241
SUBJEKTIVE THEORIEN VON LEHRENDEN DER SEKUNDARSTUFE II ÜBER STUDIENANFÄNGER DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN Nagengast, Valentin; Faßhauer, Uwe; Liebschner, Marcus	247
AKTIVIERUNG STUDIERENDER WÄHREND DER STUDIENEINGANGSPHASE IM MODUL BAUSTOFFE UND BAUCHEMIE Osterhus, Lennart; Podleschny, Nicole; Vosgerau, Klaus; Schmidt-Döhl, Frank	252
KOMPETENZORIENTIERTE LEHRE DIGITAL UNTERSTÜTZEN Podleschny, Nicole; Vosgerau, Klaus; Schaldach, Ruth; Otterpohl, Ralph	258
SHOULD I STAY OR SHOULD I GO? ZUM WIRKZUSAMMENHANG ZWISCHEN KARRIEREFÖRDERLICHKEIT VON AUSLANDSAUFENTHALTEN UND AUSLANDSMOBILITÄT VON STUDIERENDEN Richert, Anja; Hohlbaum, Kathrin; Stehling, Valerie; Jeschke, Sabina	262

ENTWICKLUNG EINES FREIWILLIGEN UND, DARAUFG AUFBAUEND, EINES VERPFLICHTENDEN PROJEKTS IN DER STUDIENEINGANGSPHASE – LESSONS LEARNED Riedel, Uta; Gleißmer, Mirjam S.; Meeuw, Hauke; Beckmann, Gregor; Simon, Siska; Fiedler, Bodo; Krause, Dieter	268
ENTWICKLUNG UND EVALUIERUNG EINES MODELLS FÜR KOMPETENZ-ORIENTIERTE LEHRVERANSTALTUNGEN UND PRÜFUNGEN Schöck, Heinz-Gerhard; Pitzer, Martin	276
SYSTEMISCHES DENKEN IN TECHNISCHEN BERUFEN. DAS BEISPIEL BAUTECHNIK Schönbeck, Matthias A.	282
DIDAKTISCHE PROFILENTWICKLUNG IN DER STUDIENEINGANGSPHASE AM BEISPIEL DES B. SC. BAU- UND UMWELTINGENIEURWESEN DER TU HAMBURG-HARBURG Vosgerau, Klaus; Podleschny, Nicole; Osterhus, Lennart; Schmidt-Döhl, Frank	288
TUTORIALS IN DER GRUNDLAGENPHYSIK ERFAHRUNGEN MIT DER IMPLEMENTIERUNG EINES NEUEN LEHR- UND LERNMATERIALS Zimmermann, Manuela; Wittkowski, Markus; Keller, Ulrike	294
POSTER	
USING AN INTERACTIVE SIMULATION TOOL IN FLUID MECHANICS INSTRUCTION Janßen, Christian F.; Glessmer, Mirjam S.	302
INDIVIDUAL PREPARATION FOR THE MECHANICS EXAM WITH HELP OF AN E-ASSESSMENT SYSTEM Konchakova, Natalia A.; Glessmer, Mirjam S.; Heyden, Emil	306
INFORMATION UND QUELLENGLAUBWÜRDIGKEIT BEI DER LEHRAMTSSTUDIENWAHL Markof, Nadja	310
ANFORDERUNGEN AN DIE ENTWICKLUNG UND IMPLEMENTIERUNG EINES E-PORTFOLIOS IN DER STUDIENEINGANGSPHASE IN INGENIEURWISSENSCHAFTLICHEN STUDIENGÄNGEN Schmitt, Alexander; Heinemann, Michael; Mehrkens, René	314
ENTWICKLUNG VON KONZEPTEN ZUR MATHEMATISCHEN BILDUNG IN INGENIEURWISSENSCHAFTLICHEN STUDIENGÄNGEN Schuster, Peter; Dreher, Ralph	318
E-LEARNING MIT ELFE ZUR STEIGERUNG DER FACH- UND SELBSTLERNKOMPETENZ Yardim, Yahia; Linke, Markus; Baumgart, Andreas; Siemon, Jens	322

WORKSHOPS	
Workshop I: KOOPERATIVE GESTALTUNG WISSENSCHAFTLICHER WEITERBILDUNG Bauhofer, Christine	328
WORKSHOP II: STUDIENBERATUNG UND -ORIENTIERUNG Knutzen, Sönke; Klaffke, Henning	338
WORKSHOP III: DIE REPARATURMETHODE FÜR SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER, LEHRKRÄFTE UND INGENIEURE Faase, Stephanie; Kallies, Hanno	350
Autorenverzeichnis	359

KEYNOTES

INTERDISZIPLINÄRE PROJEKTE IN DER STUDIENEINGANGSPHASE

Manfred J. Hampe
Technische Universität Darmstadt, hampe@tu-darmstadt.de

Abstract 1 Studienprojekte in einem frühen Stadium des Studiums fördern die Selbsttätigkeit der Studierenden und verankern die Studierenden im Studienfach. Interdisziplinäre Studienprojekte, an denen Studierende der Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften und der Geistes- und Gesellschaftswissenschaften teilnehmen, verdeutlichen zudem den Zusammenhang zwischen technischem und gesellschaftlichen Fortschritt.

Keywords: Project based learning, Interdisziplinarität, Studieneingangsphase

Abstract 2 Study projects in an early phase of an undergraduate program foster the independence of students and anchor the students in their study subject. Interdisciplinary projects with participants from engineering, the natural sciences and the humanities elucidate the connection between technical and societal progress.

Keywords: Project based learning, interdisciplinarity, introductory phase of study programmes

VORÜBERLEGUNGEN ZU PROJEKTEN IN DER STUDIENEINGANGSPHASE

Deutsche Universitäten legen großes Gewicht auf die Selbstständigkeit ihrer Studierenden. Das gilt quer über alle Fächer und längs durch jedes Studium vom ersten bis zum letzten Semester. Die Einstellung geht auf Wilhelm von Humboldt zurück, der bei der Gründung der Berliner Universität im Jahr 1810 von den Studierenden „Selbstthätigkeit“ einforderte. Die Einstellung hat sich bis heute nicht geändert, sie ist Teil der DNA der deutschen Hochschulen. Geändert hat sich das Umfeld, in dem die Absolventen der Hochschulen arbeiten. Die Aufgaben in Hochschule, Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft sind zunehmend komplexer geworden. So komplex, dass die einzelnen Forscher sich zu Verbänden zusammenschließen, Teams bilden müssen.

Hochschulen müssen auf die veränderten Rahmenbedingungen reagieren, aber sie können ihre DNA nicht ändern. War das Studium vergangener Jahrzehnte darauf ausgerichtet, den Einzelforscher auszubilden, rückt befördert durch die europäische Studienreform die Notwendigkeit, Wissenschaftler auch über Fächergrenzen hinweg interaktionsfähig zu machen, in den Vordergrund.

Studienprojekte sind ein didaktisches Werkzeug unter vielen, um die Selbsttätigkeit der Studierenden zu befördern, sie bereiten die Studierenden aber auch wie kaum ein anderes didaktisches Werkzeug auf die Interaktion mit Mitmenschen in Teams vor. Die Zusammenarbeit in Teams erfordert von allen Teammitgliedern die Befolgung gemeinsamer Regeln, andernfalls ist Teamarbeit nicht erfolgreich.

Dass Studienprojekte bei fortgeschrittenen Studierenden eine probate Lehrveranstaltungsform sind, wurde bereits in den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts erkannt. Die American Society of Chemical Engineers rief jährlich einen Design Contest aus, an dem sich Teams aus zahlreichen Universitäten beteiligten, um ein modernes Verfahrenskonzept für die Produktion einer Chemikalie zu konzipieren. Kurse dieser Art richteten sich typischerweise an fortgeschrittene Studierende, die ihre Kennt-

nisse, die sie an unterschiedlichen Stellen ihres Studiums erworben hatten, in einer Gesamtschau anwenden sollten. In Erlangen, Dortmund und Darmstadt waren Projektkurse dieser Art Teil des Chemieingenieurwesen/Verfahrenstechnik/Maschinenbau-Curriculums. Die studentischen Teams waren in der Regel monodisziplinär zusammengesetzt und ließen die Studierenden lernen, eine komplexe disziplinäre Aufgabenstellung arbeitsteilig zu bearbeiten.

In deutschen Ingenieurstudiengängen wurde lange Zeit und wird immer noch die Arbeit des einzelnen Studierenden in Form individueller Studien- und Abschlussarbeiten eingefordert. Amerikanische Hochschulen verzichteten im Ingenieurbereich gänzlich auf individuelle Abschlussarbeiten und ersetzten sie durch „Capstone Projects“, die immer in Teams durchgeführt werden.

Studienprojekte im fortgeschrittenen Teil des Studiums sind hervorragend geeignet, aktuelle Entwicklungen von Wissenschaft und Technik aufzugreifen und in das Studium einzubringen, ohne gleich das Curriculum ändern zu müssen.

Allgemein war man früher an den Hochschulen der Auffassung, dass man Studienprojekte - wenn überhaupt - sinnvollerweise erst in einem fortgeschrittenen Teil des Studiums durchführen könne, weil die Studierenden über einen Grundstock an Kenntnissen verfügen müssten, ohne den sinnvolle Projektarbeit gar nicht möglich sei.

Der Gedanke, Studienprojekte in einem frühen Stadium des Studiums einzuführen, erschien absurd, weil die Studierenden noch nicht über das notwendige Wissen verfügten, das sie sich im Studium ja erst aneignen sollten. Das Argument wiegt schwer und hat viele Anhänger.

Der Gedanke, Studienprojekte bereits in der Studieneingangsphase anzusiedeln, verliert allerdings seine Absurdität, wenn mit dem Projekt ein gänzlich anderes Ergebnis als mit den Projekten kurz vor Abschluss des Studiums erreicht werden soll.

Ein erstes solches Ergebnis, das mit einem Projekt in der Studieneingangsphase erreicht werden soll, ist die Identifizierung der Studierenden mit dem Studienfach: Ein Student des Maschinenbaus soll sich als Maschinenbauer begreifen, ein Student der Biologie als Biologe, und ein Student der Soziologie als Soziologe. Dahinter steht die Erwartung, dass Studierende, die sich mit ihrem Fach identifizieren, einen größeren inneren Antrieb haben, die Gegenstände ihres Faches zu lernen als Studierende, die noch nicht im Fach angekommen sind.

Wenn die Identifizierung mit dem Fach nicht erreicht wird, ja wenn sie ins Gegenteil gekehrt wird, ist aber ebenfalls viel erreicht: Diese Studierenden haben sehr früh im Studium gemerkt, dass sie das Studienfach wechseln müssen.

Wie gelingt die Identifizierung mit dem Fach? Das herkömmliche Studium ingenieurwissenschaftlicher Fächer sieht in den ersten Semestern den Erwerb von Grundlagenwissen vor: Mathematik, Mechanik, Werkstoffkunde, Chemie, Physik, Informatik, aber wenig Ingenieurwissenschaftliches und insbesondere nichts von dem, was sich der Student als Kerngeschäft des Ingenieurs vorstellt: Das Konstruieren. Der Gedanke hinter einem Projektkurs für Erstsemester des Maschinenbaus war es nun, Maschinenbau-Studierende in eine wesentliche Methodik des Maschinenbaus einzuführen, nämlich in das methodische Konstruieren.

Die Prinzipien des methodischen Konstruierens lassen sich auf zwei DIN A4 Seiten aufschreiben: Dass man vom Abstrakten zum Konkreten voranschreitet, dass man auf einer Funktionsebene zunächst

Funktionen definiert, die das zu konstruierende Objekt zu erfüllen hat, dass man auf einer Physikebene physikalische Effekte sucht, die die Funktionen erfüllen, und dass man erst zum Schluss auf der Konstruktionsebene das neue Produkt konstruiert.

Stellt man den Studierenden im ersten Semester eine Konstruktionsaufgabe, so ist es „Learning by Doing“, wenn sie sich mit den Prinzipien des methodischen Konstruierens vertraut machen und das tun, was Ingenieure tun, nämlich ein neues Produkt, das es bislang nicht gegeben hat, zu entwerfen. Am Ende des Entwurfsprozesses steht auch bereits im ersten Semester ein neues Produkt, vielleicht nicht das perfektteste, aber das erste, an der die Studierenden als Maschinenbauer mitgewirkt haben. Der wesentliche Punkt ist, dass sie durch das Verinnerlichen einer fachspezifischen Methodik in einem sehr frühen Zeitpunkt ihres Studiums zu Fachwissenschaftlern, die mit wissenschaftlichen Methoden Neues produzieren, geworden sind.

Was bei Ingenieuren mit dem methodischen Konstruieren als Einführung in eine wesentliche Methodik des Faches gut funktioniert, sollte sich mutatis mutandis auf andere Wissenschaftsdisziplinen übertragen lassen. Jedenfalls solange man unterstellt, dass jede Wissenschaft auch über eine Methodik, die man auf zwei DIN A4 Seiten aufschreiben kann, verfügt.

Ein zweites Ziel eines Studienprojektes mit Erstsemestern ist die Stärkung sozialer Kompetenzen der Studierenden. Im Berufsleben werden die Absolventen unserer Studiengänge in Teams arbeiten. Der Erfolg von Projekten hängt entscheidend von der Fähigkeit der Teammitglieder zur Zusammenarbeit ab. In funktionierenden Teams pflegen die Teammitglieder die „Professionalität“, die man in jeder Disziplin laut Hochschulqualifikationsrahmen bereits auf der Bachelor-Ebene erwerben sollte. In jedem Studiengang muss diese Professionalität vermittelt werden. Ein anderer Ausdruck für die Professionalität sind die Schlüsselqualifikationen, die weniger gut als „Soft Skills“ und besser als „Professional Skills“ bezeichnet werden, und die in jedem Studiengang zu erwerben sind.

Teams sind divers: Es gibt fachlich leistungsfähige und fachlich weniger leistungsfähige Teammitglieder. Und es gibt Teammitglieder, die als schwierig im Umgang und andere, die als weniger schwierig gelten. Fachliche und persönliche Eigenschaften der Einzelnen treffen in einem Team zusammen und müssen zum Nutzen eines übergeordneten Projekts gehandhabt werden. Der Leiter eines Teams sollte die Fähigkeit besitzen, jedes Teammitglied zu individueller voller fachlicher Leistungsfähigkeit zu bringen. Ob die volle fachliche Leistungsfähigkeit erreicht wird, hängt von dem Willen des einzelnen Teammitglieds ab, mit vollem Einsatz für die Sache zu arbeiten. Teammitglieder, die ihre Einzelinteressen verfolgen und sich nicht dem Gesamtvorhaben unterordnen, führen zu schwacher Performanz des gesamten Teams.

Die Hinführung der Studierenden zu der geforderten Professionalität ist eine Aufgabe des gesamten Studiums. Ein Softskill-Kurs vor Abschluss des Studiums ist hierfür wenig geeignet. Professionalität muss von Beginn des Studiums an vermittelt werden. Übrigens nicht nur durch das Studienprogramm, sondern auch durch das Vorbild der Lehrenden. In jedem Fall lohnt es sich, so früh wie möglich im Studium mit der Professionalisierung und der Vermittlung der Professional Skills zu beginnen.

Zunächst geht es darum, dass die Studierenden das Handwerkszeug der Teamarbeit erlernen: Beispielsweise, dass in einem Team protokolliert werden muss, was besprochen wird, dass Arbeitspakete in eindeutiger Weise definiert werden, dass ein Verantwortlicher für ein Arbeitspaket benannt wird, dass der Verantwortliche sein Arbeitspaket termin- und fristgerecht abliefern. 80 Prozent des Handwerkszeugs sind Selbstverständlichkeiten und Routine, aber auch sie müssen benannt, vereinbart und eingeübt werden. Wechselseitige Verlässlichkeit in einem Team ist ein hohes und unabdingbares Gut, auch sie muss gelernt und erfahren werden.

Wie im wirklichen Berufsleben kommt es auch bei Projektkursen zu Konflikten, die durch das Verhalten einzelner Teammitglieder verursacht sind. Das Verhalten einer Person zu ändern, gelingt nicht von heute auf morgen, das ist ein langer Prozess, zu dem vor allem die Einsicht der betroffenen Person gehört, dass sie ihr Verhalten ändern muss. In einem Projektkurs zu Beginn des Studiums kann das Problembewusstsein für teamgerechtes Verhalten geweckt werden, aber bei manchen Studierenden wird es ein langer und – machen wir uns da nichts vor – nicht in jedem Falle erfolgreicher Weg sein.

Studierende in Projektkursen erleben diese Konflikte, die eigenen menschlichen und fachlichen Unzulänglichkeiten und die Unzulänglichkeiten anderer in situ. Wenden wir uns zunächst den fachlichen Unzulänglichkeiten zu: Studierende im ersten Semester, die mit einer Konstruktionsaufgabe konfrontiert sind, merken sehr schnell, dass sie an fachliche Grenzen stoßen: Ihnen fehlen die mathematischen Methoden, die sie bräuchten, um zu simulieren, was sie konstruieren wollen, ihnen fehlt die Statik und die Dynamik, um Kräfte berechnen zu können, ihnen fehlt die Thermodynamik, um Wärmeübertragungsprobleme zu lösen, und ihnen fehlt die Werkstoffkunde, um geeignete Materialien auswählen zu können. Im ersten Semester ist aber allein die Erkenntnis, dass elementare Fächer wie Mathematik, Mechanik, Werkstoffkunde und Thermodynamik notwendig sind, um als Ingenieur erfolgreich handeln zu können, wichtig. Die Bedeutung der Grundlagenfächer zu begreifen und einzusehen, warum man sich Mühe geben muss, die einigermaßen abstrakten Grundlagen, die nur scheinbar weit weg von der ingenieurwissenschaftlichen Praxis sind, zu studieren, ist ein wichtiges Lernergebnis. Ein gut gemachter Projektkurs im ersten Semester vermittelt den Studierenden die Einsicht, dass es sich in den kommenden Jahren des Studiums lohnen wird, gerade die Grundlagenfächer sicher zu beherrschen.

Ingenieure müssen nicht nur die analytische Fähigkeit haben, ihre Konstruktionen mit physikalischen Modellen zu beschreiben und mit mathematischen Methoden zu simulieren. Gerade in der schöpferischen Synthesephase einer Konstruktion müssen sie mit sicherem Urteil abschätzen können, in welchen Grenzen sich ihre Konstruktionen bewegen werden. Um diese Urteilskraft zu erwerben, haben die Studierenden ein ganzes Studium vor sich. Gute Ingenieure werden sich von weniger guten auch in ihrer Urteilskraft unterscheiden. Wiederum ist nicht wichtig, dass diese Urteilskraft bei den Studierenden im ersten Semester bereits vorhanden ist, aber zu erkennen, dass es dieser Urteilskraft bedarf, um als Ingenieur kreativ tätig zu sein, sollte ein Lernergebnis eines Projektkurses im ersten Semester sein.

Früher hieß es, die Sprache des Ingenieurs sei die Zeichnung, und damit meinte man einerseits die Zeichnung, die normgerecht vom technischen Zeichner am Reißbrett erstellt wurde, andererseits aber auch die Handskizze, mit der der Ingenieur seine Konstruktion visualisierte. Reißbrett und technischer Zeichner sind von CAD-System abgelöst worden, aber die Handskizze ist geblieben, und gute Ingenieure haben gelernt zu skizzieren. Ein Projektkurs im ersten Semester ist wiederum eine vorzügliche Möglichkeit, die Studierenden auf die Notwendigkeit, sich im weiteren Verlauf des Studiums die Fertigkeit anzueignen, Handskizzen anzufertigen. Es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen, und so gilt auch hier, dass nur stetiges Üben während des Studiums zum Erfolg führt.

Das Argument, Studierenden im ersten Semester fehlten die Kenntnisse der Grundlagen, um an einer Konstruktionsaufgabe arbeiten zu können, ist bedingt richtig. Fakt ist, dass die Grundlagenkenntnisse noch nicht da sind. Wenn es aber gelingt, den Studierenden vor Augen zu führen, was sie noch nicht in Mathematik, Statik, Dynamik, Werkstoffkunde und Thermodynamik wissen und den Studierenden klar wird, was sie eben jetzt noch nicht wissen, aber in drei Jahren wissen werden, ist viel erreicht. Sokrates sagte einst: „Ich weiß, dass ich nichts weiß.“ Sich seiner eigenen Lücken bewusst zu werden und darüber zu reflektieren, ist ein wichtiger Schritt im Erlernen eines Faches.

Im ersten Semester geht es in einem Projektkurs für die Studierenden nicht nur darum, eine wesentliche wissenschaftliche Methode des Faches kennenzulernen, es geht auch um den Mindset, um die Einstellung der Studierenden zum Studium und zum Beruf des Ingenieurs. Hier spielen Beispiele und Vorbilder eine wichtige Rolle. Im Laufe ihres Studiums kommen die Studierenden über eine lange Strecke hinweg nur mit den wissenschaftlichen Mitarbeitern der Professoren und mit den Professoren als ihren Ingenieur-Vorbildern zusammen. Sie sind die Role-Models, an denen sie sich ausrichten. Im Industriepraktikum lernen sie Ingenieure aus Firmen als Vorbilder kennen. Bestünden die ersten Semester des Studiums nur aus Vorlesungen und Übungen – im Diplomstudiengang war das so – treffen die Studierenden erst sehr spät mit ihren Role-Models zusammen. Einen Projektkurs kann man so organisieren, dass frühzeitig im Studium ein Kontakt zwischen Studierenden und den Role-Models hergestellt wird.

Es ist eine Frage der Einstellung der Lehrenden gegenüber den Studierenden, ob sie den Studierenden auf gleicher Augenhöhe begegnen. Es ist eine Frage der Wertschätzung gegenüber den Studierenden, sich mit ihnen auf gleicher Höhe einzulassen und mit ihnen zu diskutieren. Wiederum sind Projektkurse in der Studieneingangsphase in besonderer Weise geeignet, den Kontakt zwischen Lehrenden und Lernenden zu etablieren. De lege werden Studierende der Ingenieurwissenschaften erst mit dem Erwerb des Bachelor-Grades Ingenieure. Aber die Studierenden sollen vom ersten Tag ihres Studiums an von den wissenschaftlichen Mitarbeitern und von den Professoren respektvoll als Ingenieure behandelt werden.

Praktische Hinweise zur Durchführung von Projektkursen in der Studieneingangsphase

Projektkurse in der Studieneingangsphase sind aufwendige Unternehmungen, insbesondere, wenn man sie erstmalig durchführt.

Die Teamgröße will wohlüberlegt sein. Teams sollten aus mindestens vier und höchstens 12 Personen bestehen. Das Contubernium (lat. für Gemeinschaft auf Zeit) der römischen Armeen bestand aus acht Personen. Das ist die Zahl, die ein Vorgesetzter gut handhaben und führen kann, und diese Zahl hat sich durch die Jahrhunderte nicht nur im Militär, sondern auch bei der Organisation von Firmen bewährt. Teams sind Gemeinschaften auf Zeit.

Jedes Team braucht einen Leiter, einen Teamleader. Während in der Industrie die Leiter von Teams von übergeordneten Ebenen auf Grund der persönlichen Eignung dieser Person eingesetzt werden, scheuen sich studentische Teams, einen Leiter zu benennen. In der Situation hilft es, den studentischen Teams klar zu machen, was es heißt, Verantwortung für die Leitung eines Teams im Speziellen oder einer Gruppe im Allgemeinen zu übernehmen: Dass im Grundsatz von jedem Teammitglied die Fähigkeit, das Team zu führen, verlangt wird. Findet sich kein freiwilliger Teamleiter, kann die Teamleitung als Rollenspiel organisiert werden.

Zum Handwerkzeug der Teamarbeit gehört, dass die Teamsitzungen protokolliert werden, was einen Protokollführer erfordert. Teamleiter und Protokollführer sind herausgehobene Personen eines Teams, denen die Verantwortung für die Arbeitsteilung des Teams und das Zusammenführen der Ergebnisse der Arbeiten der Teammitglieder obliegt.

Führt man ein kleines Projekt mit drei oder vier Teams durch, ist das Finden von Räumen in einer Hochschule in der Regel kein Problem. Sollen jedoch 800 Studienanfänger in 100 Teams aufgeteilt werden, ist das Raummanagement ein ernsthaftes Problem, weil man gleichzeitig 100 Räume braucht, die nicht mehr so leicht zu finden sind. Eine Problemlösung mag sein, dass sich Fakultäten wechselseitig Räume ausleihen, dass jede Fakultät für ihren Projektkurs die von der anderen Fakultät bereitgestellten Räume mitbenutzt.

Eine andere Frage ist die Terminierung eines Projektkurses. Soll er als Block, oder soll er verteilt über das Semester stattfinden? Soll er im ersten oder soll er im dritten Semester stattfinden? Es gibt gute Gründe für die Blockvariante, aber auch dagegen. Was zu bevorzugen ist, kann nur im Einzelfall unter Einbeziehung der lokalen Möglichkeiten und Gegebenheiten entschieden werden. Für Studierende der Ingenieurwissenschaften, die in das methodische Konstruieren eingeführt werden sollen, ist eine möglichst frühe Platzierung im Studium, also im ersten Semester sinnvoll. Dies auch vor dem Hintergrund, dass in den ersten Semestern üblicherweise noch keine Laborpraktika durchgeführt werden. Für Studierende aus den Naturwissenschaften, die die ersten beiden Semester des Studiums zum guten Teil in Laborpraktika verbringen, empfiehlt sich eher eine Platzierung im dritten Semester.

Das Finden eines geeigneten Themas für einen Projektkurs ist eine spannende Aufgabe, für die es viele Lösungsansätze gibt. Die erste Frage ist: Wer sucht? Grundsätzlich ist der Modulverantwortliche derjenige, der das Thema verantwortet. Ob er ein geeignetes Thema im stillen Kämmerlein, unter der Dusche oder in einem Brainstorming unter Einschluss weiterer Kollegen, Mitarbeiter und Studierender findet, ist der jeweiligen Situation überlassen. Ich persönlich bin immer so vorgegangen, dass ich mir bestimmte öffentliche Ereignisse des letzten Jahres daraufhin angesehen habe, ob sie als Projektkurs taugen. Es lässt sich immer ein prominentes Ereignis identifizieren, um das herum ein Projekt gebaut werden kann. Als es im Land Hessen vor mehreren Jahren wegen eines Futtermittelskandals wochenlang keine Eier zu kaufen gab, konnte die Entsorgung des in Hessen in Kantinen und Restaurants anfallenden Altfetts gewählt werden. Der VW-Abgasskandal und die in Brand geratenden Lithium-Ionen-Batterien des Boeing Dreamliners und des Galaxy Note 7 waren ebenfalls aktuelle Themen, um die herum Projektaufgaben gerant werden konnten. Das Einsammeln von Weltraumschrott im Weltraum oder von Plastikpartikeln im Meerwasser oder von Müll auf einer Wiese nach einem Rockkonzert sind dankbare Konstruktionsaufgaben, mit der die Prinzipien des methodischen Konstruierens erlernt, gleichzeitig aber auch die Bedeutung der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen für die folgenden Teile des Studiums begriffen werden können. Als auf einem zentralen Platz in Darmstadt ein Kind zwischen Zugwagen und Anhänger einer Straßenbahn geriet und zu Tode kam, entwickelten die Studierenden der Elektro- und Informationstechnik ein Sicherungssystem für Straßenbahnen, mit dem solche Unfälle verhindert werden.

Projekte benötigen ein Generalthema. D. h., es gibt ein paar Bedingungen, die die Projekte erfüllen sollten. So sollte die zu lösende Aufgabe eine gesellschaftliche Relevanz haben. Eine Relevanz, die die Studierenden der Ingenieurwissenschaften erkennen lässt, dass sie die Zukunft der Gesellschaft gestalten. Ein Projekt, in dem lediglich ein technisches Problem gelöst wird, greift hier zu kurz. Die gesellschaftliche Relevanz der Tätigkeit des Ingenieurs muss erkennbar sein. Es greift auch zu kurz, wenn den Ingenieurstudierenden des ersten Semesters lediglich gesagt wird, sie seien Problemlöser. Ja, das sind sie auch, aber vor allem sind sie die Gestalter der Zukunft.

Und hier kommt nun die interdisziplinäre Dimension von Projektkursen ins Spiel: Selbst wenn Projektkurse nur disziplinär, nur unter Beteiligung von Ingenieurstudierenden durchgeführt werden, muss die gesellschaftliche Dimension der Handlung des Ingenieurs erkennbar sein.

Gelingt es dann, diese gesellschaftliche Dimension durch Einbeziehung von Studierenden aus den Geistes- und Gesellschaftswissenschaften lebendig zu gestalten, ist ein doppelter Nutzen entstanden. C. P. Snow's „The two cultures“ sind ja nun über 50 Jahre alt, aber an der Situation, die Snow damals beschrieb, hat sich nicht viel geändert: Die Angehörigen der Geistes- und Gesellschaftswissenschaften pflegen ihre Distanz zu den Angehörigen der Natur- und Ingenieurwissenschaften und umgekehrt.

Interdisziplinäre Projektkurse können hier eine Brücke schlagen, indem sie den Ingenieurwissenschaftlern, die antreten, durch technischen Fortschritt die Zukunft der Gesellschaft zu gestalten, eine

geistes- und gesellschaftswissenschaftliche Perspektive auf ihr Handeln eröffnen. Letztlich natürlich mit dem Ziel, den technischen Fortschritt durchzusetzen und nicht an gesellschaftlichen Widerständen zu scheitern. Ingenieure müssen in der Lage sein, ihre Erfindungen in die Gesellschaft hineinzutragen und sie der Gesellschaft zu erläutern, die Gesellschaft zu überzeugen, dass technischer Fortschritt auch gesellschaftlicher Fortschritt ist. Dazu müssen Ingenieure in der Gesellschaft sprachfähig werden. In interdisziplinären Projektkursen lässt sich diese Dialogfähigkeit trainieren.

Auf der anderen Seite besteht aber auch die Notwendigkeit, dass Geistes- und Gesellschaftswissenschaftler sich ernsthaft mit technischen Entwicklungen auseinandersetzen und die technischen Entwicklungen rechtzeitig, nämlich bereits in der Entwicklungsphase beeinflussen.

Noch weit vor dem Flüchtlingsansturm des Jahres 2015 untersuchte ein Studiengangprojekt an der TU Darmstadt als interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Informatik, Biologie und Philosophie die Einrichtung eines Flüchtlingscamps: Die Biologen wussten, wie man Seuchen verhindert, die Informatiker und die Biologen erarbeiteten gemeinsam, wie man Personen identifizieren kann und wie man verlorengegangene Kinder wieder ihren Eltern zuordnen kann. Aber die Philosophen intervenierten, als die Informatiker und Biologen kein Problem darin sahen, Neankömmlinge zunächst einmal hinter einem Stacheldrahtverhau zu isolieren.

In meiner persönlichen Wahrnehmung ist die Bereitschaft der Ingenieure, Geistes- und Gesellschaftswissenschaftler in die Gestaltung der Zukunft der Gesellschaft einzubeziehen, sehr hoch. Auf der anderen Seite ist wiederum mein persönlicher Eindruck, dass sich Geistes- und Gesellschaftswissenschaftler schwer tun, Ingenieuren einen Rat zu geben.

DIE ORGANISATION EINER PROJEKTWOCHE AM BEISPIEL DER TU DARMSTADT

Der im Darmstädter Maschinenbau entwickelte Projektkurs wird als Blockveranstaltung in der ersten Dezemberwoche durchgeführt. Alle Vorlesungen und Übungen fallen für die Studierenden des ersten Semesters in dieser Woche aus, und es findet ausschließlich der Projektkurs statt.

Zuvor – typischerweise mit einer Vorlaufzeit von 6 Monaten - hatten sich Professoren der beteiligten Fachbereiche über das Thema des Projektkurses verständigt. Idealerweise ist der Maschinenbau der Verfahrensführer und eine Naturwissenschaft und eine Geistes- oder Gesellschaftswissenschaft ist mit an Bord. Größenordnungsmäßig arbeiten beispielsweise 400 Studierende des Maschinenbaus mit 100 Studierenden aus der Biologie und 25 Studierenden der Politikwissenschaft zusammen. Die Beteiligung der Geistes- und Gesellschaftswissenschaften könnte größer sein, aber es ist offenbar schwierig, Prüfungsordnungen entsprechend zu ändern.

Alle Fachgebiete des Maschinenbaus stellen je einen wissenschaftlichen Mitarbeiter als Fachbegleiter für die Betreuung der studentischen Teams und die Besetzung eines Help-Desks. Die Mitarbeiter aus der Biologie und der Politikwissenschaft scharen sich vornehmlich um den Help-Desk.

Außer den Fachbegleitern gibt es Teambegleiter. Das sind von der Hochschuldidaktischen Arbeitsstelle umfangreich in Teamcoaching geschulte Studierende höherer Semester, vornehmlich aus den Studiengängen Pädagogik und Psychologie. Studierende dieser beiden Disziplinen ist die Schulung durch die hochschuldidaktische Arbeitsstelle und die nachfolgende Betreuung der studentischen Teams ein kreditierbarer Teil des eigenen Studiums.

Je ein Fachbegleiter und je ein Teambegleiter bilden ein Paar, das zwei studentische Gruppen betreut. Die Gesamtheit aller Fachbegleiter und aller Teambegleiter haben in einem von der Hochschuldidaktischen Arbeitsstelle begleiteten, dreitägigen Vorprojekt die Aufgabenstellung selbst bearbeitet. Sie sind von der Hochschuldidaktischen Arbeitsstelle auf ihre gemeinsame Rolle bei der Betreuung der Teams vorbereitet worden. In der Regel wechseln sich die Teambegleiter und die Fachbegleiter stündlich mit der Anwesenheit in den Gruppen ab.

Hilfe wird nach dem Prinzip der minimalen Hilfe geleistet, d. h. nur auf Anforderung und nur in dem Maße wie es erforderlich ist, eigenständig weiterarbeiten zu können. Die Teambegleiter beobachten die Gruppen und analysieren die Teambildung und die Teamperformanz. Sie mischen sich auch ungefragt in die Abläufe ein.

Der Projektkurs beginnt mit einer Einführungsveranstaltung, in der in das Thema eingeführt wird. An dieser Veranstaltung nehmen außer den beteiligten Betreuern und Professoren auch Personen aus der Industrie teil, die ideell und materiell die Durchführung des Kurses unterstützen.

Die Studierenden erhalten ein ca. 30-seitiges Skript, in dem in die Methodiken eingeführt wird, und in dem die Aufgabe gestellt wird.

Die Aufgabenstellung ist immer offen, und die Studierenden haben grundsätzlich den Weg zur Bearbeitung der Aufgabe eigenständig zu finden. Was bedeutet, dass sie zunächst in einer Situationsanalyse die vorgefundene Aufgabenstellung selbst hinterfragen müssen. Nichts ist so wie es scheint, und es ist die Aufgabe der Studierenden, das eigentlich zu lösende Problem hinter der Aufgabe zu erkennen und in eine eigene Aufgabenstellung, die ihr Team nun zu bearbeiten hat, zu transformieren.

Nachdem sich jedes Team über die Aufgabenstellung einig geworden ist, beginnt die Analyse der Funktionen, die das System zu erfüllen hat. Auf der Funktionsebene können noch alle beteiligten Disziplinen des interdisziplinären Projektes zusammenarbeiten. Die Visualisierung der Arbeitsergebnisse auf dieser Ebene kann in Blockschaltbildern erfolgen. Hat man sich über die Funktionen des zu entwickelnden Systems geeinigt, verzweigen die Teammitglieder nach Definition und Aufteilung von Teilsystemen in disziplinär zu bearbeitende Einzelpakete.

Der zweite Arbeitstag ist ganz der Bearbeitung der Einzelpakete gewidmet. Da hierbei viele fachliche Fragen auftauchen, die eigentlich nur Fachleute beantworten können, gibt es am Mittwoch eine Expertenbefragung. Drei Stunden lang stehen alle Professoren des Maschinenbaus und mehrere Professoren der anderen Disziplinen bereit, um Auskunft über drängende Fragen zu geben. Der persönliche Kontakt zwischen den Studierenden und den Professoren ist ein Ausdruck der Wertschätzung der Studierenden durch ihre Professoren.

Nach der Expertenbefragung stellt sich bei den Studierenden meist eine Depression ein, weil viele der vermeintlich guten Ideen von den Experten nicht für gut befunden wurden. Eine solche Depression ist ganz natürlich und gehört zum normalen Lernprozess. Niederlagen zu erfahren und mit ihnen umgehen zu lernen, ist Teil der Selbsterziehung. Auch die Erfahrung, dass es nach einer Depression wieder bergauf geht, muss gemacht werden.

Am Donnerstag werden dann die Ergebnisse zusammengetragen und auf der Bauartebene zu einem Produkt gestaltet. Die Feinarbeit erfolgt am Freitag.

Die gesamte Woche über sind die Teams von den Teambegleitern und den Fachbegleitern begleitet worden und haben konstruktive Rückmeldung zu ihrer Leistung bekommen. Die Teams wurden auch jeden Abend gebeten, ihr eigenes Verhalten und ihre eigene Leistung zu reflektieren, um sich insbesondere ihrer Teamprozesse bewusst zu werden.

Die Teambegleiter und die Fachbegleiter haben sich in größerer Runde jeden Abend unter der Anleitung von Supervisoren der Hochschuldidaktischen Arbeitsstätte über die Erfahrungen mit ihren Teams ausgetauscht.

In der folgenden Woche finden dann die große Abschlusspräsentation und die Bewertung der studentischen Arbeiten statt. Das erfolgt vor Begutachtungsteams bestehend aus den Professoren des Maschinenbaus und der beteiligten Fachbereiche und natürlich von Industrievertretern.

Die beste Teamleistung wird ausgewählt und das Siegerteam erhält einen Preis, üblicherweise eine Aktion im Kletterwald, eine Kajakfahrt auf der Lahn oder ein Go-Kart-Rennen.

Der Abend klingt mit belegten Brötchen, Bier und nichtalkoholischen Getränken und intensiven Diskussionen zwischen Mitarbeitern, Professoren und Studierenden aus. Damit sollten die Studierenden in ihrem Fach angekommen sein und sich in die Gemeinschaft der Fachwissenschaftler aufgenommen fühlen.

Referenzen

- [1] Dirsch-Weigand, A.; Koch, F. D.; Pinkelman, R.; Awolin, M.; Vogt, J.; Hampe, M. J.; Looking beyond one's nose right from the start: Interdisciplinary study projects for first year engineering students, 2015, Proceeding of the WEEF & ICL 2015 Conference, Florence, Italy, http://www.weef2015.eu/Proceedings_WEEF2015/proceedings/papers/Contribution1221.pdf
- [2] Koch, Franziska D.; Dirsch-Weigand, Andrea; Awolin, Malte; Pinkelman, Rebecca J.; Hampe, Manfred J.; Motivating first year university students by interdisciplinary study projects. European Journal of Engineering Education, 2017, Vol 42, No. 1, 17–31. <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2016.1193126>

LERNEN UND LEHREN AN TECHNISCHEN HOCHSCHULEN. ZIELE. WEGE. CHANCEN.

Sönke Knutzen, Laura Daldrop und Tina Ladwig
Technische Universität Hamburg
s.knutzen@tuhh.de, laura.daldrop@tuhh.de, tina.ladwig@tuhh.de

Abstract 1 Stärker als jeher befinden sich Universitäten und insbesondere technische Universitäten im Spannungsfeld zwischen der Aufrechterhaltung ihrer Tradition und ihrer Anpassung an aktuelle technologische sowie gesellschaftliche Veränderungen. Universitäten stehen vor der Herausforderung sich neu zu positionieren, um nachhaltig ihr Bestehen zu sichern. In dem vorliegenden Beitrag wird zunächst ein systematischer Blick auf den Transformationsprozess gelegt, den Hochschulen bei der Bewältigung dieser Herausforderung durchlaufen. Anschließend wird das Konzept des Forschenden Lernens beschrieben, welches die Technische Universität Hamburg als ihr Leitkonzept in der Lehre definiert hat und eine Möglichkeit darstellt dem Wandel zu begegnen. Abschließend werden vier exemplarische Projekte der Technischen Universität Hamburg vorgestellt, die aufzeigen, wie Forschendes Lernen über den gesamten Student Life Cycle hinweg umgesetzt werden kann.

Keywords: Hochschulen im Wandel, Technische Universitäten, Forschendes Lernen, Innovationen in der Lehre

Abstract 2 More than ever do universities, especially universities of technology, have to balance their conflicting priorities of maintaining their tradition and adapting to current technological and social changes. In order to ensure their existence, universities have to face the challenge of repositioning. This article introduces a systemization of the transformation process that universities go through while negotiating the challenges. It describes the example of the Technical University Hamburg and the concept of explorative learning as its guiding concept in research and a possibility of dealing with changes. Finally, four exemplary projects of the Technical University Hamburg are presented which illustrate how explorative learning can be implemented throughout the student life cycle.

Keywords: universities in transformation, technical universities, explorative learning, innovations in research

HOCHSCHULEN IM TRANSFORMATIONSPROZESS

Seit jeher stehen Universitäten im Spannungsfeld zwischen Tradition und Stabilität einerseits und Anpassung an technologische und gesellschaftliche Entwicklungen andererseits. Insbesondere technische Universitäten stehen besonders vor der Herausforderung, technologische Innovation mit der eigenen Tradition in ein angemessenes Verhältnis zu setzen.

Durch die steigende Anzahl von Studierenden und die zunehmende Individualisierung von Lernwegen, sehen sich Hochschulen mit einer höheren Heterogenität einer stetig wachsenden Studierendenschaft konfrontiert. Zusätzlich haben sich die Rahmenbedingungen der Universitäten durch die Entwicklungen der letzten 15 Jahre, durch Digitalisierung, Globalisierung, Mobilität und den demographischen Wandel, so massiv verändert, dass es sich lohnt, einen systematischen Blick auf den Transformationsprozess der Hochschulen zu werfen.

Diese oben genannten Systembedingungen verändern, sofern sie als relevant wahrgenommen werden, nachhaltig und signifikant das Bild von Hochschulen [1], [Abb. 1], denn die genannten Trends manifestieren sich nicht nur in der Lebens- und Arbeitswelt eines jeden Einzelnen, sondern auch in der Bildungsstrategie von Hochschulen [2]. Hochschulen sind also aufgefordert, sich mit diesen Systembedingungen auseinanderzusetzen und ihre Rolle neu zu definieren.

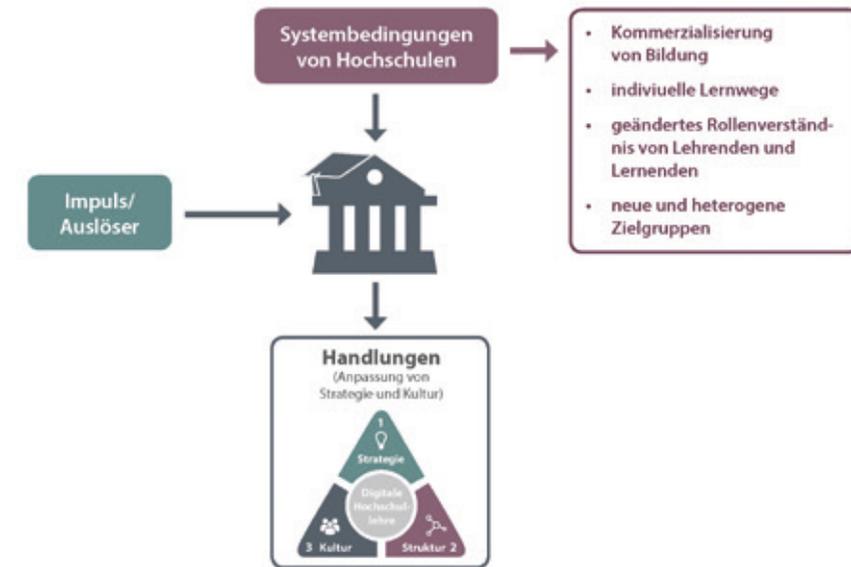


Abbildung 1 Transformationsprozesse von Hochschulen im Zuge aktueller Systembedingungen

Es ist die Aufgabe der modernen Universität, die Studierenden in die Lage zu versetzen, komplexe Herausforderungen kollaborativ und in sozialer Verantwortung zu lösen. Sie müssen Gestalter einer Zukunft sein, die von Bedingungen eines extrem schnellen technologischen Wandels und einer globalen Vernetzung geprägt sind. Das heißt, dass neben einer fundierten fachlichen Kompetenz, auch Inspiration und Kreativität zentral für die Studierenden sind, denn weltweit werden Persönlichkeiten gesucht, die reflektiert handeln, kritisch denken und konstruktiv nach Lösungen suchen können.

GESTALTUNG DES TRANSFORMATIONSPROZESSES

Gestaltung des Transformationsprozesses auf strategischer Ebene

Damit Hochschulen in der Lage sind dieses Ziel zu erreichen, ist es notwendig, das Zusammenspiel zwischen den externen Systembedingungen, den notwendigen Impulsen sowie der Strategie, Struktur und Kultur dieser „besonderen Organisationen“¹ zu verstehen und zu gestalten [Abb. 2]. Für die Hochschulen bedeutet dies, die Interdependenz von (Bildungs-)Strategie, (Bildungs-)Strukturen und der eigenen (Bildungs-)Kultur wahrzunehmen und aktiv zu gestalten, das heißt:

¹ Anmerkung: Hochschulen werden in der deutschen Hochschulforschung sowohl als Institutionen wie auch Organisationen betrachtet. Wir schließen uns an dieser Stelle der Darstellung von Hochschulen als „besondere Organisationen“ an, was bedeutet, dass diese strukturell durch klare Entscheidungsstrukturen, Ziele und daraufhin abgeleitete Maßnahmen und Kontrollsysteme beschrieben werden können, ihre Mitglieder jedoch ähnlich wie in Institutionen, handlungsrelevante Normen- und Wertesysteme gemeinsam teilen [10].

1. Bildungsstrategien zu formulieren, die sowohl den internen als auch externen Kontext der Universitäten berücksichtigen.
2. Strukturen (IT-Infrastrukturen, Anreizstrukturen und Finanzierungen) zu schaffen, die zur Umsetzung und Akzeptanzförderung der aktuellen Bildungsstrategie beitragen [3], [4], [5] und
3. Strategien in der Kultur der Organisation zu verankern, die dann wiederum die sozialen Praktiken, individuellen Einstellungen, Verhaltensweisen und Handlungen des Einzelnen prägen [4].



Abbildung 2 Zusammenspiel von Strategie, Struktur und Kultur

Die erfolgreiche Anpassung und Neuausrichtung akademischer Lehre stellt demnach einen tiefgreifenden institutionellen Veränderungsprozess dar, der sowohl Strukturen und interne Prozesse, als auch individuelle Einstellungs- und Verhaltensänderungen umfasst. Das bedeutet, dass Akteure aus unterschiedlichen Bereichen der Hochschule in einen konstruktiven und strategischen Austausch gebracht werden sollten, sobald Bildungsstrategien nicht nur top-down formuliert, sondern auch bottom-up gelebt werden sollen. Der Einbezug verschiedener Perspektiven in diesen Aushandlungsprozessen kann auch dazu beitragen, das Handlungsspektrum zu erweitern und neue Wege und Maßnahmen für die Zukunft aufzuzeigen [3].

Gestaltung des Transformationsprozesses auf operativer Ebene

Die TU Hamburg hat sich diesem Veränderungsprozess gestellt und seit einigen Jahren sehr erfolgreich viele Weichen neu gestellt. Ausgangspunkt der Überlegungen war es, die Qualität der Lehre zu steigern und gleichzeitig die Abbruchquote zu senken. Hierfür werden sowohl fach- als auch kompetenzorientierte Studienstrukturen aufgebaut und verankert. Mit diesem Ansatz lehnt sich die TU Hamburg der Bildungstheorie nach Humboldt an, die den Menschen und das lernende Individuum in den Mittelpunkt von Lehre aber auch in Bezug zur Forschung stellt. Die enge Verknüpfung von Lehre und Forschung ist auch wesentlicher Bestandteil des Konzeptes Forschendes Lernens.

Humboldt hat auf die hohe Bedeutung der Verknüpfung von Forschung und Lehre mit Blick auf die Persönlichkeitsbildung hingewiesen: „Es ist ferner eine Eigentümlichkeit der höheren wissenschaftlichen Anstalten, daß sie die Wissenschaft immer als ein noch nicht ganz aufgelöstes Problem behandeln und daher immer im Forschen bleiben, da die Schule es nur mit fertigen und abgemachten Kenntnissen zu tun hat und lernt. Das Verhältnis zwischen Lehrer und Schüler wird daher durchaus ein anderes als vorher... Sobald man aufhört, eigentlich Wissenschaft zu suchen, oder sich einbildet,

sie brauche nicht aus der Tiefe des Geistes heraus geschaffen, sondern könne durch Sammeln extensiv aneinandergereiht werden, so ist Alles unwiederbringlich und auf ewig verloren... Denn nur die Wissenschaft, die aus dem Innern stammt und ins Innere gepflanzt werden kann, bildet auch den Charakter ...“ [6]. Universitäre Bildung im Sinne des forschenden Lernens formt also einen kritisch-konstruktiven Charakter, was die Voraussetzung für ein mündiges und aufgeklärtes Individuum ist. Das bedeutet, dass Studierende frühzeitig in den Forschungsprozess einbezogen und das Faktenlernen um die Dimensionen der selbstständigen Arbeit und der kreativen Problemlösung erweitert werden. Gleichzeitig generieren die Studierenden auch über die hohe Praxisnähe bereits im Lernprozess neues Wissen. Damit kann die Studienqualität und der Studienerfolg an technischen Hochschulen deutlich erhöht werden. Darüber hinaus werden die Forschungskompetenzen der Studierenden gefördert, was eine zentrale Aufgabe der Hochschulen darstellt [7, 24].

DAS DIDAKTISCHE KONZEPT FORSCHENDES LERNEN

Für das Konzept Forschendes Lernen besteht eine Vielzahl an Definitionen. Rueß, Gess und Deicke [7] haben auf Grundlage bereits bestehender Modelle zum Forschenden Lernen eine Klassifizierungsmatrix entwickelt und diese anhand einer Curriculumsanalyse empirisch geprüft [7, 25]. Sie ordnen das Forschende Lernen innerhalb dieser Matrix ein [ebd.]. Im Folgenden wird die Klassifizierungsmatrix forschungsbezogener Lehre von Rueß et al. in ihren Grundzügen erläutert.

		Inhaltlicher Schwerpunkt		
		Forschungsergebnisse	Forschungsmethoden	Forschungsprozesse
Aktivitätsniveau der Studierenden	forschend	... arbeiten selbstständig Literatur zu einem Forschungsfeld auf.	... wenden vorgegebene Methoden anhand einer Forschungsfrage an.	... verfolgen eine Forschungsfrage und durchlaufen dabei den gesamten Forschungsprozess.
	anwendend	... diskutieren Forschungsergebnisse.	... diskutieren Vor- und Nachteile von Methoden. ... üben Methoden.	... diskutieren Forschungsvorhaben. ... üben die Planung von Forschungsvorhaben.
	rezeptiv	... bekommen Forschungsergebnisse vermittelt.	... bekommen Forschungsmethoden vermittelt.	... bekommen Forschungsprozesse vermittelt. ... bekommen Techniken wiss. Arbeitens vermittelt.

Abbildung 3 Klassifizierungsmatrix forschungsbezogener Lehre [7, 35]

In Abbildung 3 wird deutlich, dass forschungsbezogene Lehre anhand zweier Ordnungskriterien klassifiziert werden kann; dem inhaltlichen Schwerpunkt und dem Aktivitätsniveau der Studierenden [7, 29]. Dabei kann der inhaltliche Schwerpunkt in die drei Subkategorien Forschungsergebnisse, Forschungsmethoden und Forschungsprozess sowie das Aktivitätsniveau der Studierenden in die drei Subkategorien rezeptiv, anwendend und forschend gegliedert werden [ebd.]. Aufgrund der Matrixstruktur der Klassifizierung ergeben sich neun Gruppen in die Lehrelemente eingeordnet werden können, wobei innerhalb drei dieser Gruppen zwischen zwei Subgruppen unterschieden wird. Forschungsbezogene Lehre kann demnach in zwölf verschiedene Umsetzungsformen gegliedert werden [7, 38]. Zur Unterstützung des Lernprozesses im Rahmen des Forschenden Lernens besteht eine Vielzahl an Methoden und digitalen Medien, die für die jeweiligen inhaltlich-konzeptionellen Ausprägungen

herangezogen werden können. Diese können, abhängig vom Setzen des Schwerpunktes, in mehreren Gruppen von Lehrelementen Verwendung finden.

Im Folgenden werden die neun beziehungsweise zwölf Gruppen in die Lehrelemente eingeordnet werden können, erläutert. Zusätzlich wird bei jeder der Umsetzungsformen auf passende didaktische Methoden verwiesen und weiterführende Literatur angegeben.

In den Lehrelementen der Gruppe Forschungsergebnisse – rezeptiv bekommen Studierende Forschungsergebnisse vermittelt. Hier steht insbesondere die Vermittlung fachlicher Erkenntnisse im Vordergrund, wie zum Beispiel das Grundlagenwissen einer Fachdisziplin [7, 31]. Methodisch können Lehrveranstaltungen dieser Umsetzungsform des Forschenden Lernens zum Beispiel durch das Arbeiten mit sogenannten Clickern oder Peer-Instruction unterstützt werden [8, 26].

Innerhalb der Gruppe Forschungsergebnisse – anwendend diskutieren die Studierenden Forschungsergebnisse [7, 31]. Im Fokus steht hier der inhaltliche Diskurs der Studierenden in Bezug auf Forschungs- bzw. Grundlagenkenntnisse [ebd.]. Für diese Gruppe von Lehrelementen bietet sich unter anderem das Einbinden von Wikis oder Etherpads in Lehrveranstaltungen an [8, 21].

Bei der Gruppe der Lehrelemente Forschungsergebnisse – forschend arbeiten die Studierenden selbstständig Literatur zu einem Forschungsfeld auf [7, 31ff.]. Aufhänger kann eine spezifische Forschungsfrage sein, deren Beantwortung sich die Studierenden aufgrund eigener Literaturarbeit beziehungsweise -analyse selbstständig erschließen [ebd.]. Auch virtuelle Labore können eine gute Möglichkeit sein, den Lernprozess von Studierenden innerhalb dieser Umsetzungsform zu unterstützen [9, 16].

Bei den Lehrelementen der Gruppe Forschungsmethoden – rezeptiv bekommen die Studierenden Forschungsmethoden vermittelt. Zentral ist die theoretische Darlegung der Methoden [7, 32]. Hierfür bieten sich unter anderem Videoaufzeichnungen oder das didaktische Konzept Flipped Classroom an [8, 37].

Innerhalb der Gruppe Forschungsmethoden – anwendend wird zwischen zwei Subgruppen unterschieden [7, 32]. In der einen Subgruppe üben die Studierenden Methoden, das heißt, die praktische Anwendung der Methoden steht im Vordergrund. In der anderen Subgruppe diskutieren die Studierenden die Vor- und Nachteile von Methoden [ebd.]. Hier erfolgt eine kritische Auseinandersetzung mit den Methoden [ebd.]. Insbesondere für die zweite Subgruppe bieten sich unter anderem die Methoden Peer Feedback [9, 44] oder Peer Instruction [9, 25] zur Unterstützung des Lernprozesses an.

In der Gruppe der Lehrelemente Forschungsmethoden – forschend wenden die Studierenden vorgegebene Methoden anhand einer Forschungsfrage an [7, 33]. Die Studierenden lernen die spezifischen Methoden durch ihre Anwendung, wobei der Lernprozess durch die Bearbeitung einer konkreten Forschungsfrage stimuliert wird [ebd.]. Unterstützt werden kann diese Umsetzungsform des Forschenden Lernens beispielsweise durch das Setting der Laborpraktika [9, 6ff.].

Auch innerhalb der Gruppe Forschungsprozess – rezeptiv wird zwischen zwei Subgruppen unterschieden [7, 33]. Bei Lehrelementen der ersten Subgruppe bekommen die Studierenden den Forschungsprozess, das heißt, die verschiedenen Designs inklusive ihrer Einsatzszenarien vermittelt [ebd.]. Bei Lehrelementen der zweiten Subgruppe hingegen, bekommen die Studierenden die Techniken wissenschaftlichen Arbeitens, wie das Zitieren oder die Literaturrecherche vermittelt [ebd.]. Ähnlich wie bei der Gruppe Forschungsmethoden – rezeptiv kann in diesem Bereich mit Screencasts gearbeitet werden [8, 34].

Bei der Gruppe der Elemente Forschungsprozess – anwendend kann wiederum zwischen zwei Subgruppen unterschieden werden [7, 34]. Zentral bei der einen Subgruppe ist das Üben der Planung von Forschungsvorhaben, wohingegen bei der anderen Subgruppe die Auseinandersetzung der Studierenden mit Forschungsvorhaben durch Diskussionen hervorzuheben ist [ebd.]. Bei beiden Subgruppen bietet sich zum Beispiel das Problem- oder Projektorientierte Arbeiten als didaktische Methode an [9, 27] sowie [8, 20].

Bei der letzten Gruppe, in die Lehrelemente innerhalb der Klassifizierungsmatrix eingeordnet werden können, der Gruppe Forschungsprozess – forschend, verfolgen die Studierenden „eine Forschungsfrage und durchlaufen dabei den gesamten Forschungsprozess“ [7, 34]. Wesentlich ist hier die Ganzheitlichkeit, mit der die Forschung betrachtet wird [ebd.]. Als Beispiele sind hier die Bachelor- oder Masterarbeit in einem Studium zu nennen [ebd.].

Forschendes Lernen kann mit Hilfe der Klassifizierungsmatrix von Rueß [7] eingeordnet werden. Lehrelemente können auf diese Weise systematisch miteinander in Beziehung gesetzt werden und ein Curriculum, beispielsweise im Hinblick auf die Entwicklung von Forschungskompetenzen, kann entwickelt werden. Die Notwendigkeit einer gezielten und systematischen Curriculumsentwicklung wird besonders bei Betrachtung der zuletzt erläuterten Gruppe Forschungsprozess – forschend deutlich. So müssen Studierende für das Gelingen einer Bachelorarbeit auf spezifisches Wissen beziehungsweise spezifische Kompetenzen zurückgreifen können. Zentral ist beispielsweise das Wissen um die verschiedenen Forschungsmethoden inklusive deren Verwendung. Wann wird jeweils welche Forschungsmethode für die Bearbeitung von Forschungsfragen herangezogen? Idealerweise werden Studierende auf diese Aufgabe systematisch im Laufe ihres Studiums vorbereitet, in dem sie nach und nach alle neun beziehungsweise zwölf Umsetzungsformen forschungsbezogener Lehre durchlaufen.

Forschendes Lernen als didaktisches Konzept ist eine gute Möglichkeit den Lernprozess von Studierenden zu unterstützen. Es fördert das aktive und eigenverantwortliche Lernen und veranschaulicht, durch die hohe Praxisnähe, die Relevanz von fachlichen Inhalten. Forschendes Lernen kann sich ausschließlich in einzelnen Lehrveranstaltungen vollziehen. Anzustreben ist jedoch der gezielte und systematische Aufbau curricularer Strukturen im Sinne des Konzeptes. Einzelne Projekte im Rahmen des Studiums können Aspekte des Forschenden Lernens sinnvoll ergänzen.

Die Technische Universität Hamburg begreift Forschung und Lehre als Einheit und setzt von Beginn an darauf ihre Studierenden im Sinne des Forschenden Lernens und entsprechend ihrer Kompetenzniveaus in Forschungsarbeiten einzubinden. Auf diesem Wege kann theoretisches Wissen im konkreten Anwendungsbezug und stets auf dem neuesten Stand der Wissenschaft betrachtet werden. Schritt für Schritt werden Studierende so an die selbstständige Entwicklung von Ideen herangeführt, um ihren Beitrag zum technologischen Fortschritt zu leisten.

EXEMPLARISCHE PROJEKTE AN DER TU HAMBURG

Die TU Hamburg versteht das Forschende Lernen als ihr Leitkonzept in der Lehre. So spiegelt sich die Idee in vielen Projekten und Programmen der TU Hamburg wieder. Nachstehend wird eine kleine Auswahl dieser Programme in ihren Grundzügen vorgestellt; das Interdisziplinäre Bachelor-Projekt, das Qualifizierungsprogramm Forschendes Lernen an der TUHH, das Projekt ContinuiNG@TUHH – Forschungsorientierte Weiterbildung an der TUHH und die Hamburg Open Online University (HOOU).

Das Interdisziplinäre Bachelor-Projekt

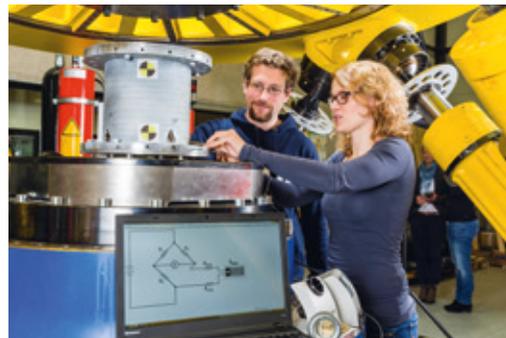
Bereits im ersten Semester haben die Studienanfängerinnen und -anfänger der TU Hamburg die Gelegenheit neben dem Erwerb erster fachlicher Kenntnisse im Grundlagenstudium, auch überfachliche Kompetenzen zu erwerben. Das Interdisziplinäre Bachelor-Projekt ist ein zentraler Bestandteil des Konzeptes der forschungsorientierten Lehre an der TU Hamburg. In fachübergreifenden Teams bearbeiten die Studierenden selbstständig und gemeinsam komplexe Aufgaben, die so konzipiert sind, dass sie weder über- noch unterfordert sind. Für fachliche Fragen stehen während der gesamten Projektlaufzeit Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der beteiligten Institute sowie die des Zentrums für Lehre und Lernen (ZLL) zur Verfügung. Das Projekt findet begleitend zu den anderen Lehrveranstaltungen und über die Dauer von mindestens einem Semester statt. Nähere Informationen zum Interdisziplinären Bachelor-Projekt finden Sie unter www.tuhh.de/zll/idp.



Das Qualifizierungsprogramm Forschendes Lernen an der TUHH

Wie kann der Transport des Forschenden Lernens in die einzelnen Lehrveranstaltungen und in ganze Studiengänge unterstützt werden? Für diesen Schritt hat die TU Hamburg ein Programm entwickelt, welches sich gezielt an ihre jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler richtet. Das Qualifizierungsprogramm Forschendes Lernen an der TU Hamburg beginnt zu jedem Semester und erstreckt sich insgesamt über zwei. Es dient der Sensibilisierung und Qualifizierung junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für hochschuldidaktische Methoden und Konzepte, insbesondere im Sinne des Forschenden Lernens. In sechs Workshops, die von einer eigenen Projektarbeit begleitet werden, arbeiten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer selbstständig und gezielt an der Umsetzung des didaktischen Konzeptes in ihren eigenen Lehrveranstaltungen.

Mit dem Programm Forschendes Lernen an der TU Hamburg setzt die TU Hamburg an zwei Seiten an. Auf der einen Seite werden junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in ihren methodisch-didaktischen Kompetenzen qualifiziert und auf der anderen Seite werden genau diese Kompetenzen und dieses Wissen direkt in die Lehrveranstaltungen der TU Hamburg eingespeist. Sukzessiv wird auf diesem Wege das Konzept des Forschenden Lernens in den Lehrstrukturen verankert und die Lehre kontinuierlich verbessert. Nähere Informationen zum Weiterqualifizierungsprogramm Forschendes Lernen an der TUHH finden Sie unter www.tuhh.de/zll/qualifizierungsprogramm-forschendes-lernen-an-der-tuhh.



ContinuING@TUHH – Forschungsorientierte Weiterbildung an der TUHH

Mit einem weiteren Baustein im Sinne der forschungsorientierten Lehre richtet sich die TU Hamburg an Berufserfahrene aus technischen Berufsfeldern. Zusammen mit ihrer Tochtergesellschaft TuTech Innovation GmbH führt sie das Projekt ContinuING@TUHH – Forschungsorientierte Weiterbildung an der TUHH durch. Ziel ist es, individuelle Weiterbildungsangebote für Berufserfahrene zu entwickeln

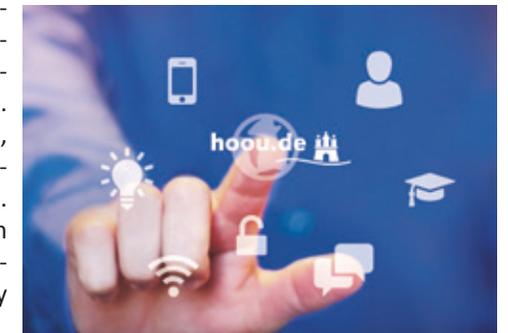
und zu etablieren. Kern der Weiterbildung ist ein Projektstudium, das aus aktuellen betrieblichen Themen und Fragestellungen und in Zusammenarbeit mit den beteiligten Instituten der TU Hamburg entwickelt wird. Mit diesem Projekt entwickelt die TU Hamburg ein modulares Weiterbildungsangebot, welches als Teil der Arbeitszeit beziehungsweise berufsbegleitend studiert werden kann.



ContinuING@TUHH – Forschungsorientierte Weiterbildung an der TUHH wird seit August 2014 mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Nähere Informationen zum Projekt ContinuING@TUHH – Forschungsorientierte Weiterbildung an der TUHH finden Sie unter www.continu-ing.de.

Die Hamburg Open Online University

Die Hamburg Open Online University (HOOU) ist ein hochschulübergreifendes Projekt, welches durch das Netzwerk aus den sechs staatlichen Hamburger Hochschulen mit dem Universitätsklinikum Eppendorf (UKE), der Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung, der Senatskanzlei sowie dem Multimedia Kontor Hamburg (MMKH) getragen wird. Als Verbundprojekt initiiert die HOOU Prozesse der Auseinandersetzung mit zivilgesellschaftlich relevanten Themen und Fragestellungen, die durch das Potenzial digitaler Medien in Lehr- und Forschungsszenarien an den jeweiligen Hochschulen unterstützt werden. Die Bearbeitung der Fragestellungen erfolgt in interdisziplinären und hochschulübergreifenden Teams, wobei Austausch und Kollaboration entscheidend für ihre erfolgreiche Bearbeitung sind. Hierbei kann der Einsatz digitaler Medien unterstützen, indem er Kollaboration, Kommunikation, Datenaustausch, Transparenz und Interdisziplinarität unterstützt. Dies geschieht beispielsweise über die Nutzung von Blogs, Wikis, Portfolios, Chats und GitBooks. Nähere Informationen zur Hamburg Open Online University (HOOU) finden Sie unter www.hoou.de.



FAZIT

Wandel und Veränderungen haben Universitäten und insbesondere technische Universitäten, unter dem Druck des fortschreitenden technologischen Wandels, immer schon charakterisiert. Entsprechend sind Universitäten aufgefordert sich in diesen wandelnden Rahmenbedingungen eine solche Position zu definieren, die sowohl auf strategischer aber auch auf operativer Ebene das nachhaltige Bestehen von Universitäten sichert. Der soziale und technische Wandel wird nicht nur eine Herausforderung für Universitäten, es wird das Schlagwort für die kommenden Jahre sein. Eine Möglichkeit mit diesen Herausforderungen als Chancen umzugehen, ist das in diesem Artikel beschriebene Konzept des Forschenden Lernens. Angelehnt an die Humboldt'sche Vorstellung von Bildung durch Wissenschaft wird das Studium als eine Einheit von Lernen und Forschen gestaltet. Damit werden sowohl fachliche als auch überfachliche Qualifikationen angesprochen, die von unseren Studierenden nach

dem Studium in hochqualifizierten Tätigkeiten erwartet werden. Für Lehrende hingegen bedeutet dies, dass sie ihre Lehre sehr nah an ihrer Forschung entlang strukturieren und gestalten können. Mit den vier exemplarischen Projekten an der TU Hamburg: (1) das Interdisziplinäre Bachelor-Projekt, (2) das Qualifizierungsprogramm Forschendes Lernen an der TUHH, (3) das Projekt ContinulNG@TUHH – Forschungsorientierte Weiterbildung an der TUHH und (4) die Hamburg Open Online University (HOOU) wurden auch vier Wege aufgezeigt, wie das Konzept des Forschenden Lernens über den gesamten Student Life Cycle hinweg umgesetzt werden kann. Hiermit versucht die TU Hamburg auf die in den einzelnen Studienabschnitten individuellen Bedürfnisse der Studierenden zu reagieren, an ihre Vorkenntnisse anzuknüpfen und im gesamten Studienverlauf die Einheit von Forschung und Lehre immer wieder zu stärken.

Referenzen

- [1] Willcox, Karen E.; Sarma, Sanjay and Lippel, Philip H. (2016). Online Education: A Catalyst for Higher Education Reforms. Massachusetts Institute of Technology, Boston.
- [2] Peters, Michael A.; Roberts, Peter (2015). Virtues of Openness: Education, Science, and Scholarship in the Digital Age. Routledge, New York.
- [3] Kirsch, Werner (1997). Wegweiser zur Konstruktion einer evolutionären Theorie der strategischen Führung. Kapitel eines Theorieprojektes. Kirsch, Herrsching.
- [4] Knutzen, Sönke; Brose, Andrea; Ladwig, T.: Struktur- und Kulturwandel – Lehrinnovative Veränderung an der Technischen Universität Hamburg-Harburg. In: Brahm, Taiga u. a. (Hg., 2016). Pädagogische Hochschulentwicklung. Springer Fachmedien, Wiesbaden. S. 295–312.
- [5] Ladwig, Tina (2016). Strategische Problemformierung in kleinen und mittleren Unternehmen. Verlag Dr. Kovac, Hamburg.
- [6] Humboldt, Wilhelm, v.: Über die innere und äußere Organisation der höheren wissenschaftlichen Anstalt in Berlin (1809/10). In: Anrich, Ernst (Hg., 1956). Die Idee der deutschen Universität. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt. S. 375–386.
- [7] Rueß, Julia; Gess, Christopher und Deicke, Wolfgang (2016). Forschendes Lernen und forschungsbezogene Lehre – empirisch gestützte Systematisierung des Forschungsbezugs hochschulischer Lehre. In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung, Jg. 11, Nr.2, S. 23–44.
- [8] Lüth, Timo; Tscheulin, Alexander; Salden, Peter: Die Masse in Bewegung bringen. Aktives Lernen in Großveranstaltungen. In: Lüth, Timo u. a. (Hg., 2013). Schriften zur Didaktik in den Ingenieurwissenschaften Nr. 1. Zentrum für Lehre und Lernen (ZLL), Technische Universität Hamburg.
- [9] Gleßmer, Mirjam Sophia; Knutzen, Sönke; Salden, Peter: Die Spannung steigern. Laborpraktika didaktisch gestalten. In: Gleßmer, Mirjam Sophia u. a. (Hg., 2015). Schriften zur Didaktik in den Ingenieurwissenschaften Nr. 3. Zentrum für Lehre und Lernen (ZLL), Technische Universität Hamburg.
- [10] Kehm, Barbara M.: Hochschulen als besondere und unvollständige Organisationen? – Neue Theorien zur „Organisation Hochschule“. In: Wilkesmann, Uwe u. a. (Hg., 2012). Hochschule als Organisation. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden. S. 17–25.

Bildquellen

- [a] Für Das Interdisziplinäre Bachelor-Projekt: Constanze Schneider
- [b] Für Das Qualifizierungsprogramm Forschendes Lernen an der TUHH: Lina P.A. Nguyen
- [c] Für ContinulNG@TUHH – Forschungsorientierte Weiterbildung an der TUHH: Lina P. A. Nguyen
- [d] Für Die Hamburg Open Online University: Icons by freepik.com & typicons.com

DAS INGENIEURPÄDAGOGISCHE CURRICULUM DER IPW

Peter Anzenberger, Alphons Dehing, Ralph Dreher, Joachim Hoefele, Andreas Hofert, Gudrun Kammasch, Steffen Kersten, Heinz Leymann, Bernd Lübben, Traugott Schelker, Hans-Bernhard Woyand, Klaus Vesper, Vera Ziroff Gut
 Ingenieurpädagogische Wissenschaftsgesellschaft, IPW e. V., Berlin, info@ipw-edu.org

Abstract 1 Mit Gründung der Ingenieurpädagogischen Wissenschaftsgesellschaft, IPW e. V., im Jahre 2011 begann ein internationaler Arbeitskreis von Fachleuten unterschiedlicher Disziplinen ein Rahmencurriculum für die ingenieurpädagogische Fort- und Weiterbildung von Techniklehrenden zu entwickeln. Die hochkomplexen Strukturen und Wirkungszusammenhänge der modernen Ingenieurwissenschaften und angewandten Naturwissenschaften verlangen anspruchsvolle didaktische Konzepte und einen interdisziplinären Ansatz unter Integration humanwissenschaftlicher Erkenntnisse. Orientiert am Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung (Agenda 2030 der UN) im Sinne des europäischen und außereuropäischen Humanismus, wird ingenieurpädagogische Theorie und ihre Praxis vermittelt.

Das Rahmencurriculum umfasst 8 exemplarische in einem Modulhandbuch zusammengestellte Module mit insgesamt 20 Credits (ECTS) sowie 2 weitere Wahlmodule. Für alle Module liegen ausführliche Modulbeschreibungen mit umfangreichen Literaturhinweisen vor.

Keywords: Qualität der Lehre, Ingenieurpädagogik, Lehrqualifikation

Abstract 2 With foundation of the Scientific Society of Engineering Education, IPW e. V., in 2011, an international and interdisciplinary working group of experts in different disciplines started the development of a future oriented curriculum in engineering pedagogy as an advanced training programme for technical lecturers.

Modern engineering sciences as well as applied natural sciences are characterised by highly complex structures and interdependencies. Challenging and sophisticated didactical concepts are requested applying an interdisciplinary approach as well as the integration of modern human sciences. The Curriculum with its theory and practice of engineering pedagogy is in line with the mission of „Sustainable Development“ (Agenda 2030 United Nations) in the context of European and non-European humanism. The Curriculum is described in a module handbook comprising 8 exemplary modules with detailed descriptions, 20 Credits (ECTS) are awarded, as well as 2 additional elective Modules. Comprehensive module descriptions are worked out with a broad selection of literature.

Keywords: Quality of teaching, engineering pedagogy, qualification of engineering lecturers

I EINFÜHRUNG

Das Ingenieurpädagogische Curriculum der konzentrischen Kreise geht von dem im Zentrum stehenden Leitbild aus. Dieses gründet auf den Leitideen einer Nachhaltigen Entwicklung im Sinne der Agenda 2030 der UN – ausgestaltet im Sinne des europäischen und außereuropäischen Humanismus – und wird umschlossen von der Ingenieurpädagogischen Theorie mit vier Feldern:

- Didaktik der Ingenieurwissenschaften,
- Persönlichkeit der Lehrenden,
- Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen
- Curriculumentwicklung

die ihrerseits wiederum eingerahmt wird von der Ingenieurpädagogischen Praxis.

Alle im Modulhandbuch zusammengefassten Module greifen in Befassung mit den verschiedenen Gebieten der ingenieurpädagogischen Theorie das Leitbild auf, um beides in die Vielfalt von Lehr- und Lernformen der ingenieurpädagogischen Praxis umzusetzen.

Das gesamte Curriculum umfasst 20 Credits mit 200 Präsenzstunden – zwischen den beiden Modulen Aspekte der Wissenschafts- und Technikethik und Interkulturelle Kompetenzen besteht eine Wahlmöglichkeit. Zusätzlich sind zwei Wahlmodule mit jeweils 2 Credits ausgearbeitet.

II DAS MODULHANDBUCH

Im Tagungsband der 10. Regionaltagung in Eindhoven, NL, wurden bereits das IPW Curriculum mit Begründung der Leitideen und der ingenieurpädagogischen Theorie sowie eine umfangreiche Ausarbeitung der Module (einschließlich von Empfehlungen für jeweils zutreffende Fachliteratur) in einem Modulhandbuch dargestellt. In diesem Beitrag sollen die einzelnen Module kurz vorgestellt und charakterisiert werden.

1. Pflichtmodule

Ingenieurpädagogik in Theorie und Praxis

Mit 6 Credits und 60 Präsenzstunden stellt dieses Modul inhaltlich und vom Umfang her das „Rückgrat“ des ingenieurpädagogischen Curriculums dar. Es vermittelt die grundlegende Theorie der Ingenieurpädagogik, die unter begleitender Anleitung in einzelnen Lehrphasen umgesetzt wird. Dabei können auch gezielt Inhalte aus anderen Modulen einbezogen und umgesetzt werden.

Auf Basis von Hospitationen, teils mit audiovisueller Aufzeichnung, werden Lehrveranstaltungen individuell oder gemeinsam im Workshop vor dem Hintergrund der ingenieurpädagogischen Theorie analysiert, reflektiert und weiterentwickelt.

Der Theorieteil geht von der Fachkultur der angewandten Natur- und Ingenieurwissenschaften mit ihren fachimmanenten Charakteristika aus (unter Berücksichtigung spezifischer Ausprägungen einzelner Disziplinen):

- Systematik und Struktur der Fachgebiete und Disziplinen,
- Bedeutung der fachübergreifenden und interdisziplinären Zusammenhänge,
- Mathematik als „lingua franca“ der angewandten Natur- und Ingenieurwissenschaften,
- theoretische Durchdringung von Experiment und „Praxis“.

Die ingenieurpädagogische Theorie fokussiert daher auf die Bedeutung:

- der Herausbildung von Strukturen und systematischer Zusammenhänge auf der Basis von Faktenwissen,
- von Visualisierungen, die zum vertieften Verständnis im Sinne von „Fasslichkeit“ nach Lohmann führen,
- von Experiment und „Praxis“, sowohl für die Erkenntnisgewinnung als auch für Anwendung und Gestaltung.

Lehr- und Lernwege, die zum notwendigen Erkennen und Verstehen von Strukturen und systematischen Zusammenhängen führen und befähigen fachliche Methoden anzuwenden – und auch Kreativitäts-fördernde offenen Lehr- und Lernformen, wie Projekte, Fallbeispiele, werden in ihren Möglichkeiten analysiert, praktisch erprobt und reflektiert. Das Befassen mit „Prüfen und Bewerten“ und dem methodischen Vorgehen bei der Curriculumentwicklung runden den Theorieteil ab.

Eine Einführung in die verschiedenen Schulen der Ingenieurdidaktik/-pädagogik und allgemeiner Hochschuldidaktik und ihrer Charakteristika gibt einen Einblick in weltweite Entwicklungen und erlaubt die Definition einer eigenen Standortbestimmung.

Labor- und Werkstatt-Didaktik

Das Labor ist das Herzstück der Ingenieurausbildung wie auch der Ausbildung in angewandten Naturwissenschaften. Dem trägt das Modul mit einem Umfang von 3 Credits resp. 30 Präsenzstunden Rechnung.

Das Labor:

- vermittelt kognitives Verstehen und Durchdringen komplexer Wissenszusammenhänge,
- gibt Raum für schöpferisches Gestalten,
- befähigt zur Ausformung einer Praktischen Intelligenz (Margrit Stamm),
- und erlaubt bei sachkundiger didaktischer Ausgestaltung sowohl der Einzelübungen als auch des Semesterablaufs die vertiefte Entwicklung sozialer, organisatorischer, kommunikativer und ethischer Fähigkeiten und Einstellungen der Studierenden.

Hierzu gehört die Berücksichtigung von Diversitäts-Aspekten, insbesondere bei der Integration internationaler Studierender. So kann z. B. bei guter Anleitung das Arbeiten in gemischten Gruppen die interkulturellen Kompetenzen aller Studierenden stärken.

Das labordidaktische Modul führt in diese umfassende, interdisziplinäre Komplexität didaktischen Bemühens ein. Es führt von fachlichen Kriterien für die Auswahl sinnvoller Laborübungen – abgeleitet vom gesamten Curriculum eines Studiengangs bis in die Fachgebiete und die einzelnen Laborübungen – hin zu deren fachlicher und didaktischer Ausgestaltung:

- Vorlesungs-begleitende Laborübungen oder offene Formen,
- Verfassen von Anleitungen,
- sinnvoller Einsatz unterschiedlicher Typen von Laborberichten und/oder mündlichem Vortrag,
- Einzel-/Gruppenarbeit
- Einsatz von Medien,
- Beachtung von Sicherheit und Entsorgungsfragen u. v. a. m.

Die Konzeption einer Labor-/Werkstattübung wird entworfen und in Teilen detailliert ausgearbeitet, um dann in begleitenden Praxisteilen mit Hospitation umgesetzt zu werden. Hier kann auch das spontan angemessene Eingehen auf unerwartete Situationen geübt werden.

Technikkommunikation (scientific writing)

Im Pflichtmodul Technikkommunikation (technical writing) erwerben sich die Teilnehmenden die Fähigkeit, wissenschaftlich-technische Sachverhalte in der mündlich-rhetorischen wie schriftlichen Kommunikation normengerecht, prägnant, verständlich und adressatenorientiert zu konzipieren, zu revidieren und zu verfassen. Sie können wissenschaftlich-technische Inhalte für die Lehre didaktisch aufbereiten,

diese (didaktisch) strukturieren sowie sprachlich-textuell zielführend, d. h. verständlich darstellen; darüber hinaus sind sie fähig, Studierende beim Verfassen wissenschaftlich-technischer Texte zu betreuen und zu beraten. Die Teilnahme am Modul ist mit 3 Credits, d.i. 30 Präsenzstunden, dotiert.

In der in seminaristischer Form durchgeführten Lehrveranstaltung befassen sich die Teilnehmenden mit den verschiedensten kommunikativen Anlässen im Bereich der wissenschaftlich-technischen Lehre und Kommunikation (Vorlesung, Lehrgespräch, Coaching, Beratung, Skript, Dokumentation, Bericht, Journal, Abstract usw.), sie reflektieren deren spezifische Funktion sowie deren inhaltliche, sprachliche und textuelle Merkmale. Sie kennen und beherrschen Strategien der didaktischen Konzeption fachsprachlicher Texte und Präsentationen. Anhand eigener Beispiele (Videoaufnahmen, Texte) werden u. a. Gütekriterien didaktisch orientierter Technik-kommunikation erarbeitet.

Die Teilnehmenden befassen sich mit allgemeinen Standards und Normen der rhetorischen und schriftlichen Technikkommunikation, sie verstehen die terminologische Systematik ihrer Fachdisziplin. Sie kennen die wesentlichen Unterschiede zwischen Fach- und Gemeinsprache. Darüber hinaus erarbeiten sie sich wahrnehmungspsychologische Grundsätze des Visualisierens von Sachverhalten und können diese im Bild-Text-Bezug (Darstellung von Tabellen, Schaubildern, Grafiken usw.) sachgerecht umsetzen. Sie kennen und beherrschen die internationalen Normen des Zitierens und Bibliographierens.

Da nicht selten Englisch als Fach- und internationale Kongresssprache fungiert, reflektieren die Teilnehmenden Probleme und Besonderheiten der multimodalen (mehrsprachigen) Technikkommunikation (im Hinblick auf interkulturelle Differenzen, unterschiedliche kulturelle Text- und Diskurskonventionen). Die Teilnehmenden können schliesslich die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten bei der Betreuung studentischer Arbeiten einsetzen, so dass sie ihre Studierenden nicht nur in fachlicher, sondern auch in sprachlich-textueller Hinsicht betreuen und coachen können.

Der qualifizierte Leistungsnachweis zum Abschluss des Moduls erfolgt anhand einer Projektpräsentation (mit Abstract und Handout) im Rahmen der Schlussprüfung zum Modul Grundlagen aus Anthropologie, Psychologie, Soziologie sowie zum Teilmodul Ingenieurpädagogik / Praxis.

E-Learning, Nutzung von Medien

Aufgrund der dynamischen technologischen Entwicklung im Bereich des E-Learning und der Medien muss das Curriculum dieses Lehrmoduls stetig weiterentwickelt und an diese Entwicklung angepasst werden. Das Modul umfasst 2 Credits mit 20 Präsenzstunden.

Der Kernbereich des Moduls besteht in der Vermittlung der grundlegenden technischen Aspekte der modernen Lehr- und Lerntechniken. Dabei werden insbesondere die grundlegenden technischen Szenarien des Medien- bzw. E-Learning-Einsatzes vermittelt. Die klassischen Lehr- und Lernprogramme nehmen einen festen Platz in der Ingenieurausbildung ein. Blended Learning kann heutzutage ebenfalls als ein Standard im Lehrbetrieb von Universitäten angesehen werden. Dabei wird die klassische Lehrveranstaltung (Vorlesung/Übung) durch den Einsatz von E-Learning-Plattformen unterstützt. Auf diesen werden Lehrmaterialien bereitgestellt, in Foren werden Diskussionen auch außerhalb der Präsenzzeiten durchgeführt und Aufgabenstellungen können elektronisch ausgegeben und eingezogen werden. Jedoch sind viele weitere interessante Applikationen möglich. Durch die Popularität von Video-Plattformen wie YouTube werden zunehmend auch Videos zur Unterstützung der Lehre eingesetzt. Zu diesem Thema soll herausgearbeitet werden, wie Lehr- und Lernvideos erfolgreich produziert und verbreitet werden können. Aufbauend auf der Idee, dass Unterhaltungsaspekte helfen können, Lehre erfolgreich zu gestalten, werden «Serious Games» in diesem Modul behandelt. Lern-

spiele haben ein hohes Motivationspotenzial. Jedoch muss insbesondere der grosse Produktionsaufwand berücksichtigt werden. Schliesslich wird als abschließendes Thema «virtuelle Labore und virtuelle Lernszenarien» in diesem Modul ausgearbeitet.

Neben diesen mehr technischen Grundlagen bilden die Grundlagen der Mediendidaktik einen weiteren Schwerpunkt dieses Moduls. Ausgehend von den bekannten medialen Lehr- und Lerntheorien wird auf die Planung der Struktur und der Inhalte von «digitalen Lehrszenarien» eingegangen. Die konkrete Implementierung unter Einsatz der im ersten Abschnitt besprochenen technischen Hilfsmittel bildet die besondere Zielsetzung dieses Abschnittes.

Die in den vorigen Abschnitten besprochenen Grundlagen sollen schliesslich bei der Analyse und Bewertung beispielhafter digitaler Lehr- und Lernangebote herangezogen werden. Hier sollen die Teilnehmer aktiv das Gelernte umsetzen, in dem sie vorhandene digitale Lernszenarien evaluieren und eigene Lehr- und Lernszenarien entwerfen und diesen Entwurf begründen.

Schliesslich wird auf die gesellschaftspolitischen und sozialen Konsequenzen des Einsatzes der digitalen Techniken eingegangen. Was sind die Folgen der Digitalisierung für die Ingenieurausbildung? Mit einem Ausblick auf neuere Entwicklungstendenzen, wie zum Beispiel «Augmented Reality» wird die Ausbildung in diesem Modul abgeschlossen, also nicht allzu detailliert sein.

Aspekte aus Anthropologie, Psychologie und Soziologie

Das Pflichtmodul Aspekte aus Anthropologie, Psychologie und Soziologie bietet Anlass, die psychologischen, sozio-kulturellen Grundlagen des Lehrens und Lernens in wesentlichen Aspekten zu erarbeiten; es vermittelt das theoretische Rahmenwerk, das dazu befähigen soll, die ingenieurpädagogische Praxis zu reflektieren und in einem vertieften Sinn zu verstehen, was professionelle ingenieurpädagogische Handlungs- und Problemlösefähigkeit ausmacht. Das Modul ist mit 3 Credits, d. i. 30 Präsenzstunden, dotiert.

Eine theoretische Einführung vermittelt Grundkenntnisse über die Biologie und Humananthropologie des Lernens, der Sozial- und Kommunikationspsychologie, der Lern- und Entwicklungspsychologie, der Persönlichkeitspsychologie, der Pädagogischen Psychologie und der Kulturwissenschaften. Die Teilnehmenden verstehen Lernen als Teil der Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden, in der die individuelle Persönlichkeit der Beteiligten mit ihrer jeweiligen Biographie, ihrer Lerngeschichte, ihrer Entwicklung, ihrer kulturellen Herkunft zum Tragen kommt. Sie lernen gruppenspezifische Prozesse verstehen, sie kennen die Wirkung von Stressoren und Möglichkeiten, sinnvoll mit diesen umzugehen; sie verfügen über Kenntnis zu Genese, Verlauf und Auswirkungen von Lernschwierigkeiten und erwerben sich (diesbezüglich) grundlegende Fähigkeiten in Diagnostik und Beratung.

Im Vertiefungsseminar erarbeiten sich die Teilnehmenden vertiefte Fähigkeiten der Selbst- und Fremdbeobachtung, nehmen intra- und interpsychische Abläufe in der Lehr-Lernsituation wahr, reflektieren und bearbeiten sie, um vertiefte Selbst- und Fremdkompetenz zu gewinnen. Sie erkennen die Bedeutung der eigenen Lehr-Persönlichkeit und können sie in verschiedenen hochschuldidaktischen und beratenden Settings zum Tragen bringen.

Anhand von Videoaufnahmen im Rahmen von kürzeren Szenarien oder Micro-Teaching wird das eigene Agieren in Lehr- und/oder Beratungssequenzen reflektiert und bearbeitet, Fallbeispiele besprochen und vor dem Hintergrund theoretischer Grundlagen interpretiert. So wird ein grundlegendes Verständnis des Lehrens und Lernens bzw. Beratens im Bereich der Wissenschafts- und Techniklehre

mitsamt den daran beteiligten sozial-psychologischen Abläufen gefördert und die Entwicklung der Lehr-, Beziehungs- und Beratungsfähigkeit im Umgang mit Studierenden unterstützt.

Eine Präsentation mit Paper (Handout), die eine theoretische Reflexion und Bearbeitung eines Fallbeispiels umfasst, schließt das Modul ab; dabei sollen auch Aspekte des Moduls Ingenieurpädagogik/Theorie und Praxis aufgegriffen werden, um transversale Lernprozesse sichtbar zu machen.

Kontrolle und Bewerten von Lernleistungen in der Ingenieurbildung

Die Kontrolle und Bewertung von Studienleistungen ist ein sehr komplexes Aufgabengebiet in der akademischen Lehre. Es unterliegt prüfungsrechtlichen, hochschuldidaktischen als auch psychologischen Einflussfaktoren und hat verschiedene Funktionen zu erfüllen. Die rechtlichen Regelungen zielen vor allem auf die gesellschaftliche Informations- und Selektionsfunktion. Ebenso wichtig sind die pädagogischen Rückkopplungen für Lehrende und Studierende über den Lehr- und Lernerfolg als Regulationsgrundlage zur Gestaltung der akademischen Lehr- und Lernprozesse. Mit der Hinwendung zu einer qualifikations- bzw. kompetenzorientierten Lehre ergibt sich mit den veränderten Studienzielen auch die Notwendigkeit neuer Konzepte von Lernkontrollen in Einheit kognitiver, psychomotorischer und affektiver Persönlichkeitsdispositionen.

Das Modul Kontrolle und Bewertung von Lernleistungen in der Ingenieurausbildung umfasst 2 Credits mit 20 Präsenzstunden. Es versetzt die Teilnehmer in die Lage, Kontroll- und Bewertungsprozesse von Lernergebnissen (Persönlichkeitseigenschaften, Qualifikationen, Kompetenzen) auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse zweckgerichtet zu gestalten.

Das Modul umfasst die vertiefte Auseinandersetzung mit

- den verschiedenen Funktionen von Kontroll- und Bewertungsprozessen in der akademischen Lehre einschließlich der relevanten Rechtsgrundlagen für das Prüfungswesen an Hochschulen
- den verschiedenen Zieldimensionen akademischen Lernens und den Konsequenzen für deren Kontrollierbarkeit
- der Operationalisierbarkeit dieser Lernziele
- den verschiedenen Kontrollverfahren in der akademischen Lehre, deren Potentiale und Grenzen
- den Bezugsnormen für Bewertungsprozesse (kriterialer Bezug, Sozialbezug, Individualbezug), deren Anwendung sowie mit typischen Bewertungsfehlern.

Das Modul hat einen Studienumfang von 2 Credits (ca. 20 Präsenzstunden) und wird mit der eigenständigen Entwicklung eines Verfahrens zur Erfassung und Bewertung einer komplexen ingenieurtypischen Qualifikation sowie dessen Erprobung in der Ausbildungspraxis abgeschlossen.

2. Wahlpflichtmodule

Aspekte der Wissenschafts- und Technikethik

Das Wahlpflichtmodul Aspekte der Wissenschafts- und Technikethik sensibilisiert die Teilnehmenden als Lehrende (und Forschende) für ihre Verantwortung gegenüber Mensch, Gesellschaft und Umwelt und befähigt sie, diese zu reflektieren und ihre Entscheidungen (rational) zu rechtfertigen. Es ermöglicht ihnen, die ethische Dimension ihrer eigenen Lehr- (und Forschungs-)Praxis zu erkennen. Das Modul steht somit in einem engen transversalen Zusammenhang zum Modul Grundlagen aus Anthropologie, Psychologie, Soziologie sowie dem Teilmodul Ingenieurpädagogik/Praxis. Für die erfolgreiche Teilnahme mit einer Präsenzzeit von 10 Stunden wird 1 Credit angerechnet.

Das Modul wird in Form eines Seminars durchgeführt: Theoretische Inputs werden anhand von praktischen Übungen und Fallbeispielen vertieft. Die Teilnehmenden lernen relevante Grundpositionen des ethischen Denkens in Geschichte und Gegenwart kennen; sie reflektieren diese auf ihre historische, zeitgeschichtliche, ggf. ideologische Bedingtheit hin und klären auf diese Weise ihre eigene Grundposition ethischen Denkens und Urteilens. Sie lernen, die Folgen wissenschaftlich-technischen Handelns (im Sinne der Nachhaltigkeit) auch für kommende Generationen zu reflektieren und zu beurteilen. Sie kennen in ihren Grundzügen die ethischen Norm- und Wertsysteme europäischer und aussereuropäischer Kulturen und setzen sich vergleichend mit den Ethikkodizes verschiedener nationaler und internationaler Organisationen und Ingenieursvereinigungen (vgl. Drehers Leonardischer Eid) auseinander. Auf diese Weise erarbeiten sie sich ein reflektiertes ingenieurpädagogisches Berufsethos bezüglich Wissenschaft, Technik und Techniklehre.

Die Teilnehmenden nehmen den Menschen in seiner anthropologischen Dimension als freies (nicht instinktgebundenes), selbstreflexives, entscheidungs-, urteils- und verantwortungsfähiges soziales Wesen wahr; sie wissen um die sozial-psychologische Wirkung von Gruppennormen, -diskursen und Vorbildern auf die ethische Urteilsfähigkeit u. a. ihrer Studierenden und können so didaktisch sinnvolle Impulse zur ethisch-normativen Reflexion über wissenschaftlich-technische Sachverhalte geben.

Der Leistungsnachweis erfolgt im transversalen Kontext der Schlussprüfung zum Modul Grundlagen aus Anthropologie, Psychologie, Soziologie sowie zum Teilmodul Ingenieurpädagogik / Praxis.

Interkulturelle Kompetenzen

Die zunehmende kulturelle Diversität von Studierenden und Lehrenden verlangt nicht nur Offenheit und Sensibilität sondern auch ein vertieftes Verständnis für kulturelle Einflüsse in Lehr- und Lernprozessen, auch im Rahmen von unterschiedlichen Typen von Lehrveranstaltungen, und im Studienalltag. Kulturelle Diversität bezieht sich dabei sowohl auf eine Herkunft aus anderen Ländern als auch auf den jeweils unterschiedlichen Migrationshintergrund.

Das Wahlpflichtmodul Interkulturelle Kompetenzen umfasst 1 Credit mit 10 Präsenzstunden. Ausgehend von einer kurzen Vorstellung weltweit und auch regional bedeutender Kulturkreise, ihrer Charakteristika und Werte, wird das Verbindende herausgearbeitet: Die anthropologischen Grundlagen des Menschseins und die Bedeutung der Menschenrechte als Individualrechte und Ausdruck der den Kulturen inhärenten Werte.

Auch die Unterschiede in den verschiedenen Ländern werden thematisiert, insbesondere was die Auffassung von Technik, die Konzeption von Ingenieurstudiengängen als auch die Vorbereitung auf ein naturwissenschaftlich-technisches Studium betrifft. Ein Schwerpunkt in diesem Modul ist dann die Charakterisierung kulturell bedingter Lernkulturen und Arbeits- und Lernstile bis hin zu unterschiedlicher Herangehensweise an Prüfungen.

Hiervon ausgehend kann an Beispielen von interkulturell bedingten Situationen in Lehrveranstaltungen und Prüfungssituationen ein situationsgerechtes Eingehen herausgearbeitet werden, kann «Interkulturelle Kompetenz» geschult werden. Das Einbringen eigener Erfahrungen, Beispiele ist erwünscht.

3. Wahlmodule

Komplexe Lehr- und Arbeitsformen

Dieses Wahlmodul umfasst 2 Credits mit 20 Präsenzstunden.

Kompetenzfördernde Lehr-Lern-Arrangements zeichnen sich im Regelfall durch folgende Merkmale aus:

- Es wird eine Interaktion zwischen Lernenden und Lehrenden angestrebt, die im Regelfall durch eine durch das Arrangement vorgegebene simulative Abhängigkeit zwischen dem eine Lösung (Dienstleistung, Produkt) Anbietenden (dem Lernenden) und dem kritisch-konstruktiven Abnehmer (dem Lehrenden) gekennzeichnet ist.
- Damit entsteht ein permanentes Potenzial an situativen Kommunikationsakten, die zum einen vorab schlecht zu planen sind und die zum anderen von beiden Seiten einen kurzfristig zu realisierenden Medieneinsatz erfordern, um Argumentationen zu verdeutlichen bzw. zu überprüfen.
- Aus Sicht des Lehrenden bedeutet dieses die Notwendigkeit einer vorausschauenden, also auf mehrere denkbare Kommunikationsanlässe hin ausgerichteten Vorbereitung unter Einbeziehung der Bereitstellung der entsprechenden Medien, Anschauungsobjekte und Simulationshilfen.
- Zugleich muss der Lehrende bei dieser Vorbereitung jedoch nicht nur die primär erscheinende Aufgaben-, Konzept-, oder Problemlösung bzw. handlungsgeleitete praktische Produkt-/ Dienstleistungserstellung (um die häufigsten Zielsetzungen von komplexen Lehr-Lern-Arrangements zu benennen) seitens der Lernenden im Fokus haben, sondern darüber hinaus auch noch seine von der curricularen Momententscheidung unabhängigen Bildungsziele (aktuell oftmals Nachhaltigkeit, Verantwortbarkeit, Eine-Welt-Konzept, Toleranz, Menschlichkeit).

Die vorab skizzierten Merkmale einer letztlich auf die Initiierung von Reflexionsmomenten abzielenden Lehre mit ihrem Kernanliegen, über akkomodative wie assimilative Akte im Sinne Piagets, die durch fachbezogene Denk- und Handlungsanlässe ausgelöst werden, eine parallele Förderung der fachlichen Fähigkeiten und der Persönlichkeitsentwicklung zu erreichen, zeigen, dass Lehrende sich darin professionalisieren müssen,

- persönlichkeitsentwickelnde Situationen in Form von Reflexionsanlässen ad hoc zu initiieren und zu begleiten,
- emotionsfrei Stellung zu beziehen, wenn sie sich in ihren Erziehungsabsichten und grundsätzlichen Wertvorstellungen konterkariert sehen;
- selbst hochgradig reflexiv in ihrer Lehre zu sein, um ein zunehmend ausdifferenziertes, jeweils situationsadäquat angemessenes (i. S. von die eigene Persönlichkeit schützend und zugleich persönlichkeitsentwickelnd wirksames) Handeln als Kernvoraussetzung ihrer objektiven Lehrautorität zu entwickeln.

Voraussetzung hierfür wiederum ist es, dass Lehrende zunächst ihren eigenen Kanon von Grundüberzeugungen und Wertvorstellungen selbstbegründet entwickeln und verinnerlichen, um auf deren Basis dann wiederum entsprechend sachlich und emotionsarm individuelle persönlichkeitsentwickelnde Momente zu initiieren. Dazu gehört dann allerdings (quasi als Rückversicherung) auch eine entsprechend präzise nichtmediale wie mediale Vorbereitung von sinnfälligen bzw. auf lehrseitig gewollte Reflexionsmomente(n).

Das Modul Komplexe Lehr- und Arbeitsformen will deshalb in vier Schritten ingenieulpädagogisch Lehrende dabei unterstützen,

1. sich der eigenen Überzeugungen und Wertmaßstäbe zu versichern und diese auch argumentativ aufbereiten zu können;
2. dadurch in der Lage zu sein, in ad hoc entstehenden Kommunikationsakten innerhalb der Lehre adäquat zu reagieren;
3. sich hierzu durch eine entsprechende Perspektivplanung eine situationsgerechte mediale Unterstützung zu erstellen sowie
4. ihrem Bildungskanon entsprechende Reflexionsanlässe aus dem Praxisbezug der Aufgabenstellung heraus zu erkennen und in der Lehre dann auch situationsgerecht und gegenüber den Lernenden adressatengerecht einzusetzen.

Didaktik der Vorbereitung auf das Berufsleben

Dieses Wahlmodul kann komprimiert mit 2 Credits, d. h. 20 Präsenzstunden angeboten werden, ist ursprünglich jedoch für 5 Credits konzipiert. Es wurde von Mitgliedern des Bundesvorstandes des Verbandes IfKom – Ingenieure für Kommunikation e. V., einem Kooperationspartner der IPW, konzipiert. Die IfKom setzen sich dafür ein, in den natur- und technikwissenschaftlichen Studiengängen neben den wirtschaftswissenschaftlichen Grundlagen auch Führungs-, Management- und Marketingwissen zu vermitteln. In der bereits begonnenen vierten industriellen Revolution (Industrie 4.0) kommt qualifizierten Ingenieuren eine besondere Rolle zu – unter anderem bei den Hochtechnologie-Produkten. Folglich sind auch Führungspositionen verstärkt mit Ingenieuren zu besetzen. Angehende Ingenieure müssen als Fach- und Führungskräfte frühestmöglich gefördert und auf ihre späteren Aufgaben vorbereitet werden.

Um Ingenieuren den Berufseinstieg und Karriereweg zu erleichtern, technischen Sachverstand in die Entscheidungsebenen von Unternehmen zu implementieren sowie die Reflexionsfähigkeit bezogen auf Wissen & Verhalten zu stärken, hat der Ingenieurverband IfKom ein Studienmodul entwickelt und vorgestellt, das sowohl fachliche Kompetenzen als auch deren Transferfähigkeit in die Arbeitswelt unterstützen soll. Fachliche Schwerpunkte sind neben der Transferfähigkeit überzeugendes Fachwissen, Umsetzung betrieblicher Abläufe, Beherrschung betrieblicher Methoden, kritische Erfolgsfaktoren einer Bewerbung, Fragen des Berufseinstiegs, Regelungen für Beschäftigte sowie systematische Problemlösung. Ergänzend soll die Sozial- und Selbstkompetenz gestärkt werden.

Das Modul ist in vier Themenblöcke unterteilt: „Während der Studienzeit“, „Einstieg in das Berufsleben“, „Beruflicher Alltag“ sowie „Einstieg als Führungskraft“. Die Lernziele sind nicht allein in Vortragsform vermittelbar. Daher sind - abhängig vom Einzelthema - Übungen, Diskussionen, Rollenspiele und weitere Unterrichtsformen vorgesehen.

Die vier genannten Themenblöcke des Moduls zusammen sind für einen Zeitumfang von 150 Stunden konzipiert worden, jedoch aufgrund der unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkte nicht mit gleichen Zeitanteilen. Themenblock 1 umfasst beispielsweise 14 Stunden, Themenblock 2 hingegen 36 Stunden. Dabei setzen sich die insgesamt 150 Stunden für alle Themenblöcke wie folgt zusammen: Präsenzzeit (Vorlesungen und Übungen): 90 Stunden, Vor- und Nachbereitung: 30 Stunden, Prüfungsvorbereitung und Prüfungen: 30 Stunden. Aufgrund des zeitlichen Umfangs und der vorgesehenen

Prüfungsleistungen ist der Einsatz als eigenes Modul mit bis zu 5 ETCS Credits als fakultatives oder Wahlpflicht-Angebot möglich. Es kann aber auch berufsbegleitend, z. B. nur mit den Themenblöcken „Beruflicher Alltag“ und „Führungskraft“, verwendet werden.

III DAS INGENIEURPÄDAGOGISCHE COLLOQUIUM

Den Abschluss des Ingenieurpädagogischen Curriculums bildet das „Ingenieurpädagogische Colloquium“, zu dem eine eigenständig entwickelte Konzeption einer semesterübergreifenden Lehrveranstaltung vorgelegt und verteidigt wird.

ORGANISATION DER FORTBILDUNG

Die Module können einzeln als Workshops oder im Gesamten, z. B. als Module in einem Studien- oder Weiterbildungssemester, angeboten und belegt werden. Die Konzeption der Module kann auch modifizierte Ausschnitte aus dem Curriculum aufgreifen – entscheidend ist, dass die Module insgesamt alle Themenfelder behandeln. Eine Zertifizierung ist möglich.

IV ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Dank

Allen Kolleginnen und Kollegen rund um die Welt, mit denen wir im gemeinsamen Ringen um eine gute Bildung und Ausbildung für die kommende Generation im Gespräch sind, sei gedankt für die vielen Anregungen und weiterführenden Gedanken.

Unser tief empfundener Dank geht an zwei inzwischen verstorbene Pioniere der Ingenieurpädagogik, die in großartiger Weise eine hohe Fachlichkeit mit umfangreichem ingenieurpädagogischem Wissen und einer beeindruckenden Menschlichkeit lebten: Prof. Dr. Fritz Kath, ehemals Universität Hamburg, und Prof. Dr. Albert Haug, ehemals Hochschule Ulm. Sie waren und sind für viele von uns Vorbilder.

Referenzen

Weiterführende, vertiefende Literatur zu allen hier vorgestellten Modulen finden sich im Modulhandbuch, das in der folgenden Veröffentlichung zu finden ist:

IPW-Arbeitsgruppe: Das IPW Curriculum. In: Kammasch, Gudrun; Dehing, Alphons; van Dorp, Cornelis A. (Hg., 2016). Anwendungsorientierung und Wissenschaftsorientierung in der Ingenieurbildung. Wege zu Technischer Bildung. Referate der 10. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2015, S. 249–283.

JENSEITS DER GEGENSÄTZE – LEHREN UND LERNEN (IN DER POSTMETHODEN-ÄRA?)

Joachim Hoefele
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW
Departement Angewandte Linguistik, hoef@zhaw.ch

Abstract 1 In den vergangenen Jahrzehnten wechselte ein pädagogisch-didaktischer Hype den anderen ab; von einem Gegensatz in den anderen wurden Lehrende und Lernende getrieben, oft ideologisch motiviert, immer aber verheissungsvoll, nun die lerneffiziente Methode gefunden zu haben, die dem Wandel der Zeit entspricht: Kompetenzen traten an die Stelle der Lernziele, auf die Input-Orientierung folgte die Output-Orientierung, systematisches Wissen wurde durch Können ersetzt, angeleitetes durch selbst-gesteuertes Lernen, Instruktionismus durch Konstruktivismus, Frontal- durch kollaborativen Unterricht usw. Der Verheißungen müde, verheißt man nun die Post-Methoden-Ära, in der alles möglich scheint. Folgt nun die pädagogisch-didaktische Beliebigkeit im Sinne eines «Anything Goes»? Der Beitrag greift Ansätze der soziokulturellen Theorie des (dialogischen) Lehrens und Lernens, in der die falschen ideologischen Gegensätze der vergangenen Jahrzehnte überwunden scheinen, ohne dabei in eine pädagogisch-didaktische Beliebigkeit zu verfallen.

Keywords: selbst-gesteuertes Lernen – Instruktionismus – (Ko-)Konstruktivismus – soziokulturelle Theorie – dialogisches Lehren und Lernen – Bildung

Abstract 2 In recent decades a didactic hype has come one after another, driving educators and students from one opposite to the other. This was often ideologically motivated but always auspicious in having found the learning efficient methods which correspond to the changing of the times. Competencies took the place of learning goals, output orientation succeeded input orientation, systematic knowledge was replaced by skills, instructed learning by self-regulated learning, instructionism by constructivism, frontal by collaborative instruction, etc. Tired of promises, now one augurs well the post methods era in which everything seems possible. Does the pedagogic didactic arbitrariness follow in the sense of «anything goes»? This contribution shows the rudiments of the sociocultural theory of (dialogic) teaching and learning in which the false ideological positions of the past decades seem to have been conquered without decaying into pedagogic arbitrariness.

Keywords: self-regulated learning, instructionism, (co)constructivism, sociocultural theory, dialogic teaching and learning, education

JENSEITS DER GEGENSÄTZE

In den vergangenen Jahrzehnten sind Lehrende und Studierende von einem pädagogisch-didaktischen Hype in den anderen getrieben worden, stets verknüpft mit der Verheißung, nun über die zeitgemässe Methode des Lehrens bzw. Lernens zu verfügen, die das Althergebrachte zugunsten des Neuen überwunden hätte. Diese «Neo-Manie» [11] führte dazu, dass ein «Gegensatz» den anderen ablöste: Auf die Input-Orientierung folgte die so genannte Output-Orientierung, an die Stelle der «Lernziele» traten «Kompetenzen»; systematisches «Wissen» wurde durch «Können» ersetzt; Stoff erarbeitendes Lernen musste dem «problembasierten Lernen» weichen; das «angeleitete Lernen» dem «selbst-gesteuerten»; auf den «Instruktionismus» folgte der «Konstruktivismus», auf den so genannten «Frontalunterricht» der «kollaborative Unterricht» usw.

Zugleich bediente sich die «Innovationsrhetorik» ideologischer Hintergrundkonzepte, die weder wissenschaftlich noch praktisch, durch Erfahrung geprüft sind, umso mehr aber mit Verheißungen wie Autonomie, Selbststeuerung, Selbstregulierung usw. daherkommen – allesamt, wie Reichenbach sie nennt, «verführende Begriffe» [11], die ein gewisses Freiheitspathos beschwören.

So werden die «neuen» Lehr-Lernmethoden, die selbstständiges Handeln, Eigenaktivität, Selbstkontrolle und Selbststeuerung verheissen, in Gegensatz zum Stoff vermittelnden Lehrvortrag und dem fragend-dialogischen Unterricht gesetzt, die unter dem pejorativen Begriff «Frontalunterricht» rangieren und als gelenkt, leistungsorientiert, reproduktiv, Fremdkontrolle und Zwang ausübend dargestellt werden [s. Tabelle 1]. Als Hintergrundkonzept wird der «Konstruktivismus» herangezogen [vgl. 10, 5], der alle Wissensaneignung als eigenaktive, selbständige Konstruktion oder soziale Ko-Konstruktion von Wissen und Können betrachtet, die in der radikal-konstruktivistischen Variante kein sachbegründetes Richtig und Falsch kennt [vgl. 5] – als ob der partizipativ-angeleitete Unterricht, der sich am fachlichen Richtig und Falsch und an systematischen curricularen Vorgaben orientiert, fremdkontrolliert oder zwanghaft wäre und die Entwicklung von Selbständigkeit verhindern würde.

Tabelle 1
Hueber Wiki [vgl. 6]

Frontalunterricht	Handlungsorientierter Unterricht
Lehrervortrag zuhören, zusehen, mitschreiben	Schüleraktivität planen, durchführen, spielen, experimentieren, erkunden
gelenktes Lesen, Schreiben, Sprechen	selbstständiges Handeln in allen Bereichen
Wissensvermittlung Reproduktion	Wissenserwerb durch eigenes Tun
Leistungsorientierung	Produktion frei von Zwängen
Fremdkontrolle	Selbstkontrolle
«Kopf»	«Kopf und Hand»

Durch diese ideologische Dichotomie wird eine vorurteilsfreie Auseinandersetzung, welche Lehr-Lern-Methoden für welche Inhalte, auf welcher Stufe und für welche Lernenden angemessen sind, eher behindert. So z. B. brauchen schwächere Lernende mehr Unterstützung, gut durchdachte, strukturierte Aufgaben im Sinne des «Scaffolding» [vgl. 4], damit sie nicht in Misserfolgserfahrungen hängen bleiben, sondern gestützt durch Anleitung Schritt für Schritt zum Erfolg geführt werden.

Es sieht so aus, als ob hier das «neoliberale» Konzept offener, sich selbst regulierender Märkte in Schulen und Hochschulen eingeführt worden wäre, wonach jede Lenkung, Vermittlung und/oder Steuerung als autoritär bzw. protektionistisch abzulehnen ist. Jede/r soll sich autonom, selbstgesteuert, selbstkontrolliert bzw. -evaluiert auf dem Bildungs«markt» behaupten, egal welches «Kapital» er mitbringt. Die Stärkeren, Schnelleren, Gescheiteren (aber keineswegs sozialeren!) setzen sich durch. Neue Formen von Gewalt und Mobbing erscheinen, wobei die, die nicht mithalten können oder wollen, oft zu psychotropen Substanzen greifen und/oder als defizitär diagnostiziert bzw. pathologisiert werden. Dabei bräuchten Lernende, die etwas nicht verstehen oder können, nur mehr Unterstützung in Form strukturierter Anleitung durch eine erfahrene Lehrperson und/oder erfahrenere Peers, durch die sie im verständigen, kooperativen Lehr-Lern-Dialog Schritt für Schritt zum Erfolg geführt werden (s. unten soziokulturelle Theorie); so würde Chancengleichheit bzw. Chancengerechtigkeit gefördert.

POST-METHODEN-ÄRA

Nun ist – wenigstens in meinem Fachbereich – die so genannte «Postmethoden-Ära» ausgerufen worden, in der die methodisch-didaktischen Gegensätze der vergangenen Jahrzehnte zugunsten einer Vielfalt methodisch-didaktischer Konzepte überwunden zu sein scheinen [vgl. 2, 941]. Darin läge – optimistisch betrachtet – die Möglichkeit der Resurrektion der Methodenfreiheit durch die Möglichkeit, aus der Vielfalt methodisch-didaktischer Konzepte diejenigen auszuwählen, die für den jeweiligen Zweck geeignet scheinen, umgekehrt aber auch – pessimistisch gesehen – die Gefahr des Verfalls in eine Periode methodisch-didaktischer Beliebigkeit [vgl. 1].

Sind wir also im Begriff, uns über die scheinbar unversöhnlichen Gegensätze der vergangenen Jahre hinaus zu bewegen? Geht die Entwicklung über die Verengung der «Kompetenz»-Orientierung mit ihren Lernszenarien hinaus, die Anlass zu selbstgesteuertem, problemlösendem Handeln geben? Führt der Weg über die «Kompetenz»orientierung hinaus zum stärkeren Einbezug einer wissenschaftlichen Orientierung? Immerhin ist auf der Internet-Leitseite der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW zu lesen: «Wir sind in Lehre, Forschung, Weiterbildung ... (usw.) praxisnah und wissenschaftlich fundiert.» [vgl. 19] Zur (neuen) Hochschulstrategie der ZHAW wird ausgeführt, dass die Lehre «wissensbasiert» und «kompetenzorientiert» auszurichten sei [ZHAW Intranet]; ganz offensichtlich, weil man festgestellt hat, dass es nach zwei Jahrzehnten interdisziplinärer, transdisziplinärer, anwendungs- und «kompetenz»orientierter Prinzipien ohne eine wissenschaftlich-systematische, fachspezifisch-disziplinäre Verankerung von Unterricht und Lehre einfach nicht geht.

Dabei wird die «Kompetenz»-Orientierung keineswegs überwunden, sondern lediglich ums Notwendige ergänzt. Es gibt zwar immer noch ein «teaching to the test» und damit ein «teaching to the «Kompetenz»-Standards», die bis jetzt unangetastet bleiben; aber es gibt unter den Lehrenden und Forschenden so etwas wie eine praktische «Illoyalität» gegenüber den «Kompetenz»-Standards mitsamt ihren methodisch-didaktischen Einseitigkeiten; denn wir finden in der Praxis von Lehre und Unterricht eine bunte «Mischung» methodisch-didaktischer Ansätze, also eine eigentliche «Mischmethodik» im Ganzen. Deshalb proklamiert auch die 11. Ingenieurpädagogischen Tagung programmatisch «Die Vielfalt der Wege» zu «technischer Bildung».

Wohl aufgrund der praktischen Realitäten wurde die «Postmethoden-Ära» eingeläutet, jenseits der Gegensätze (s.o.), die für die methodisch-didaktische, pädagogische Auseinandersetzung der letzten Jahrzehnte kennzeichnend waren. Offensichtlich gibt es ein praktisch bzw. pragmatisch begründetes Misstrauen gegenüber den grossen «Erzählungen» (vgl. Postmoderne [vgl. 7]) mit ihren ideologischen Mega-Konzepten, wonach es die einzig richtige Methode des Lehrens und Lernens gebe.

Tatsächlich sind methodisch-didaktische Konzepte in der Praxis von Unterricht und Lehre selten klar abgrenzbar. Empirisch ist nicht nachweisbar, dass einzelne Methoden anderen grundsätzlich überlegen wären [vgl. 3, 5]. Empirisch nachweisbar ist lediglich die Wirksamkeit des Prinzips «time on task» [vgl. 3, 5], ebenso, dass unterschiedliche Methoden unterschiedliche Ergebnisse bringen [vgl. 3, 5]. Der Streit um die effizienteste Methode dürfte sich angesichts dessen erledigt haben [vgl. 3, 5].

Das heisst nicht, dass es nicht empirisch erhärtete Ergebnisse über die Wirksamkeit didaktischer Konzepte gäbe. Die Gefahr jedoch, die in der «post-methodischen» Offenheit liegt, ist eine methodische «Beliebigkeit» oder ein post-methodisches «anything-goes» [vgl. 1] nach dem Motto: Jede/r macht, was er will. Das wäre der Verlust jeder sach-, erfahrungs- oder forschungsgestützten Begründung methodisch-didaktischen Handelns, welche Lehr-Lern-Methoden für welches Fach, für welche Inhalte, auf welcher «Kompetenz»Stufe und für welche Lernenden angemessen sind. Die reflexive Legitimation unterrichtlichen Handelns wäre ebenso obsolet wie empirische Unterrichtsforschung.

Angesichts der post-methodischen Vielfalt der Lehr-Lern-Konzepte ermöglicht folgendes topologische Modell in Anlehnung an Funk [vgl. 2, 942ff.] eine systematische Orientierung und Legitimation methodisch-didaktischer Konzepte; es umfasst drei bzw. vier Dimensionen: 1. Fachgegenstand, 2. theoretische Grundlagen, 3. didaktisch-methodische Prinzipien und 4. Umsetzungskonzepte in Lehre und Unterricht, im Folgenden wiederum exemplifiziert an meinem Fachgebiet, das auf die Förderung sprachlicher «Kompetenzen» zielt, was ein genuiner Teilbereich der Angewandten Linguistik ist.

Tabelle 2
Topologisches Modell nach Funk [vgl. 2, 942 ff.]

Dimensionen	Beispiel(e)
Fachgegenstand	Sprache als Handlungs«instrument» oder als soziokulturelle «Gestalt», Sprache als «Medium» des (deklarativen, prozeduralen) Denkens, Imaginierens, des problemlösenden Handelns auf der «inneren» mentalen Vorstellungsbühne.
Theoretische Grundlagen	Lerntheoretische Grundlagen des Spracherwerbs; Erst- und Zweitspracherwerb; Lernen durch Sprachgebrauch / Sprachhandeln; Lernen bzw. Erwerben; Lernbiographie; biologische Grundlagen des Lernens; kognitives und metakognitives Wissen, Wissen bzw. Können; Lernen und Emotion bzw. Motivation; interpersonales, soziokulturelles Lernen; interkulturelles Lernen.
Didaktisch-methodische Prinzipien	Handlungsorientierung, Kommunikationsorientierung, Aufgabenorientierung, Input- bzw. Output-Orientierung, Standards (Kann-Bestimmungen), Lerner- bzw. Bedürfnisorientierung, Mehrsprachigkeit (Ressourcenorientierung), Themen- und Inhaltsorientierung.
Umsetzungskonzepte in Lehre und Unterricht	Realitätsnahe Lernszenarien bzw. Aufgaben; deduktives oder induktives Vorgehen; Regelvermittlung bzw. Reflexion; von Rezeption zur Produktion; bedeutungsvolle Inhalte, sprachformbezogener Unterricht; Training von Flüssigkeit, Übungen; Scaffolding.

Es ist evident, dass der Fachgegenstand je andere theoretische Grundlagen, Prinzipien und Konzepte für Lehre und Unterricht erfordert; Mathematik folgt anderen methodisch-didaktischen Prinzipien als zum Beispiel technisch-experimentelle Fächer, diese wiederum anderen als sprachliche Fächer usw. Daraus folgen Fachdidaktiken, die auf inter- bzw. transdisziplinären (Lern-)Theorien mit je spezifischen Prinzipien und methodisch-didaktischen Konzepten aufbauen (vgl. Tabelle 2).

Um das an einem Beispiel zu erläutern: Der Gemeinsame Europäische Referenzrahmen (GER) für Sprachen, der als Ursprung «kompetenz»orientierter Sprachlehrpläne gelten kann, legt – weit vor den heutigen «kompetenz»orientierten Lehrplänen – in Form von Kann-Beschreibungen fest, welche sprachlichen Fähigkeiten auf verschiedenen Niveaustufen (A1 - C2) beherrscht werden sollen [vgl. 15].

Der Referenzrahmen ist jedoch mehr als das: Er beinhaltet ein spezifisches Menschenbild und ein bestimmtes Verständnis des Fachgegenstandes, nämlich der Sprache (vgl. Tabelle 2), das auf die Entwicklung von Lehrplänen, Lehrwerken, Prüfungen und – durch «washback»-Effekte – auch auf die didaktisch-methodischen Prinzipien und Konzepte des Unterrichts Einfluss nimmt.

So sieht der Referenzrahmen «Sprachverwendende [...] vor allem als sozial Handelnde»; «als Mitglieder einer Gesellschaft, die unter bestimmten Umständen und in spezifischen Umgebungen und Handlungsfeldern kommunikative Aufgaben bewältigen müssen» [15, 21]. Der Mensch erscheint als individualistisch-einzeln Sprachverwender, der als Mitglied einer Gesellschaft Sprache in einem funktionalistischen oder

utilitaristischen Sinn nutzt, um sprachhandelnd Probleme zu lösen oder seine Ziele zu erreichen. Die Sprache selbst erscheint als ein nützliches Instrument zur Bewältigung kommunikativer Aufgaben. Wir sehen darin ein pragmatisch-utilitaristisches Konzept angelsächsischer Herkunft [vgl. 16, 110] wie wir es aus den Gebrauchstheorien von Sprache, den Sprechakttheorien von Austin, Searle und Pierce her kennen.

Ein solches Verständnis von Sprache (= Fachgegenstand) führt eher zu gebrauchorientierten Spracherwerbtheorien (= theoretische Grundlagen), die Handlungslernen (= didaktisch-methodische Prinzipien) und damit ein induktives Lernen in realitätsnahen Lernszenarien und -Aufgaben (= methodisch-didaktische Konzepte) bevorzugt.

Sprache ist aber nicht nur ein Instrument, mit dem man zur äußeren, sozialen Welt in Beziehung tritt; durch Sprache haben wir Anteil an einer inneren, symbolisch vermittelten kulturellen Welt, die uns mit anderen verbindet. Wir denken u. a. in sprachlich-kulturellen Mustern, ohne zweckhaft zu handeln. Wir wahrnehmen die Welt durch sprachlich-kulturelle Muster. Wir imaginieren durch Sprache. Wir differenzieren Sachverhalte durch Sprache. Wir werden uns vorbewusster Anteile innerer Befindlichkeiten bewusst, indem wir sie zur Sprache bringen, ohne zweckhaft zu handeln (wie z. B. beim Tagebuch-Schreiben). Und wir erfreuen uns an den ästhetischen, imaginativen, spielerischen, nicht nur funktional-nützlichen Aspekten der Sprache. – Durch Sprache nehmen wir teil an einer inneren geistig-kulturellen Welt, sie dient nicht oder nicht nur zur instrumentellen Bewältigung von Problemen oder kommunikativen Aufgaben in der äußeren, sozialen Welt. Hier wird m.E. der Unterschied zwischen Sprachkompetenz im Sinne kommunikativen Handelns und Sprachbildung deutlich, d. h. Teilhabe an einer symbolisch vermittelten, geistig-kulturellen Welt – nicht in einem bildungsbürgerlich-elitären Sinn verstanden, sondern im Sinn eines «common ground» des kulturellen Lebens, in allen Schichten, Kulturen und Subkulturen einer Gesellschaft.

Diese erweiterte Bestimmung des Fachgegenstandes, hier der Sprache, führt zu einer anderen theoretischen Grundlegung der methodisch-didaktischen Prinzipien und deren Umsetzung in Unterricht und Lehre (vgl. Tabelle 2), wie im Folgenden anhand der soziokulturellen Paradigmas dargestellt wird.

TRIADISCHE BEZIEHUNG

Ausgangspunkt sind die experimentalpsychologischen, empirischen Studien von Michael Tomasello [12 und 13]; sie sind u. a. der Erforschung der inneren, geistigen, soziokulturellen Welt gewidmet. So zeigt er, dass Kinder weitaus häufiger als nicht-menschliche Primaten auf Dinge zeigen, um eine «geteilte Aufmerksamkeit» zwischen sich und anderen herzustellen [12, 81f.]. Bei nicht-menschlichen Primaten hat die «Zeigegeste» nur eine Signal- oder Aufforderungsfunktion, bei Menschen dient sie dazu, die Aufmerksamkeit auf etwas zu lenken, das sie mit anderen «teilen» oder ihnen «mitteilen» wollen. In diesem Raum «geteilter Aufmerksamkeit» [13, 84f.] sehen Menschenkinder, was andere sehen, sie hören, was andere hören, empfinden, was andere fühlen usw.; sie lernen die Welt aus der Perspektive anderer sehen und so deren «Intentionen» verstehen. Alles vollzieht sich in der «triadischen Beziehung» von Mensch-Mensch-(Sach-)Welt [vgl. 13, 84f.]. Wenn dieser zwischenmenschliche und (sach-)weltorientierte Bezug nicht wäre, käme der Sprache keine Denotationsfunktion zu.

In der «triadischen Interaktion» lernen Kinder, Dinge zu bezeichnen, Begriffe zu bilden und eine grammatikalisierte Sprache zu entwickeln. Da sich die (Sach-)Welt in der triadischen Beziehung nicht nur aus der eigenen, sondern aus verschiedenen (sozialen) Perspektiven eröffnet, ist sie der Ursprung der intersubjektiven Wahrnehmung und des objektivierenden Denkens.

Menschen werden in eine Welt geboren, die voller Artefakte ist wie z. B. Sprache, technische Geräte, Institutionen usw. [12, 209f.] Diese stellen vergegenständlichtes kulturelles «Wissen» dar, das sinnverstehend angeeignet werden muss, um mit ihnen umgehen zu können. So wird kulturelles Wissen erworben und zum «common ground» [12, 18] des kulturellen Lebens im Sinne einer geteilten, inneren geistigen und kulturellen Welt, durch die Menschen miteinander kommunizieren, zusammenarbeiten und -leben.

In der Regel lernen Menschen das kulturelle Wissen, das das gesamte Denken und Handeln durchzieht, früh durch Nachahmung («imitation»), Zusammenarbeit («collaboration») und/oder durch Unterricht («instruction») [vgl. 9, 9]. Durch «angeleitetes Lernen» können – evidenterweise – gravierendere Fehler im Aufbau des Wissens weitgehend vermieden werden. Denn Menschen bauen auf bereits erworbenem Wissen auf und entwickeln es weiter. Tomasello spricht in diesem Zusammenhang vom so genannten «Wagenhebereffekt», der zur «kumulativen» Weiterentwicklung kulturellen Wissens von Generation zu Generation führt [vgl. 12, 81f.].

Die soziokulturelle Dimension menschlichen «Wissens» und «Könnens» veranschaulicht Tomasello am Beispiel eines Jazzmusikers, der einen Riff improvisiert. Das erscheint als einsame Tätigkeit, die jedoch erst nach Jahren des Lernens und des Zusammenspiels mit anderen Musikern möglich ist, und zwar auf der Grundlage einer Musikgattung voller legendärer Riffs, gespielt auf einem Instrument, das für den allgemeinen Gebrauch hergestellt wurde, und gespielt für ein imaginiertes Publikum von Jazzliebhabern. [vgl. 12, 13] So ist alles menschliche Wissen und Können eine individuelle Improvisation, die in eine «soziokulturelle Matrix» [vgl. 12, 13] verwoben ist. – Daher gilt es, sich auf allen (Fach-)Gebieten in die innere soziokulturelle Matrix des Wissens und Könnens einzuarbeiten, auf deren Grundlage individuelle und einzigartige Improvisationen bzw. Problemlösungen möglich sind.

SOZIOKULTURELLE THEORIE

In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, dass Tomasello immer wieder auf den russischen Psychologen Vygotskij zurückgreift, und zwar an fundamentalen Eckpfeilern seiner Theorie [vgl. 9]; so befasste sich Vygotskij bereits mit der Bedeutung der Zeigegeste, mit der (Sach-)Weltbezogenheit, d. i. dem Realismus kindlichen Denkens (s. u.) und mit der soziokulturellen Dimension des Lernens [vgl. 17, 77 ff.]. Vygotskij entwickelte seine Theorie im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts, das geprägt war von der russischen Spielart des Behaviorismus, der Pawlowschen Reiz-Reaktions-Reflexologie, und von Strömungen idealistischer und konstruktivistischer Positionen, u. a. der Piagets [vgl. 17, 77 ff.].

In «Denken und Sprechen», seinem Hauptwerk (1925), befasst er sich mit der Entwicklungspsychologie Piagets – ein Glanzstück wissenschaftlicher Auseinandersetzung nicht nur in theoretischer, sondern auch in wissenschaftsmethodischer Hinsicht. Nach Piaget sind Sprechen und Denken des Kindes im Vorschulalter «asozial», «egozentrisch» [vgl. 18, 80 f.]. Die Funktion des kindlichen Denkens bestehe nicht so sehr in der Anpassung an die Wirklichkeit, sondern vielmehr in der Konstruktion (sic!) einer phantastischen Welt, die – in Anlehnung an Freuds Triebtheorie – der egozentrischen Bedürfnisbefriedigung dient [vgl. 17, 89 f.]. Aus der klinischen Beobachtung des nicht-kommunikativ gerichteten, «asozialen» Vor-Sich-Hin-Sprechens des Kindes im Spiel zieht Piaget den Schluss, dass das Denken nicht auf die reale, sondern auf eine imaginierte Welt egozentrischer Triebbefriedigung ausgerichtet ist.

Vygotskij argumentiert gegen Piagets Annahme zunächst aus theoretischer Perspektive, u. a. aus der evolutionspsychologischen, dergemäß die kognitiven Fähigkeiten des Menschen der Anpassung an die Realität dienen [vgl. 17, 75f.]. Aber der «Umweg» über die Theorie genügt ihm nicht, um Piaget zu widerlegen. So nimmt er den «direkten Weg» und repliziert Piagets klinisch-experimentelle Methode – mit einer Änderung: Er baut Handicaps ein [vgl. 17, 86]. Da fehlen beim Zeichnen z. B. bestimmte Farbstifte. Vygotskij beobachtet, dass sich die Häufigkeit des «egozentrischen Sprechens» signifikant erhöht, wenn das Kind entdeckt, dass ihm ein Farbstift fehlt [vgl. 17, 86]. Er zieht daraus den Schluss, dass das Vor-Sich-Hin-Sprechen des Kindes eine Funktion problemlösenden lauten Denkens sei, das im Alter von 6-7 Jahren verschwindet und zum inneren Sprechdenken des Erwachsenen wird [vgl. 17, 96f.]. Das «egozentrische» Sprechen des Kindes ist also eine «Funktion des realistischen Denkens», das sich «der Logik des vernünftigen, zweckmäßigen Handelns und Denkens annähert» [vgl. 17, 92]. Vygotskij lehnt daher – wie Tomasello (s. o.) – «die Konzeption des kindlichen Egozentrismus» [vgl. 17, 92] im Sprechen und Denken ab und damit die Annahme einer primären Asozialität des Menschen.

Sprechen und Denken, so führt Vygotskij seine Argumentation weiter, bedingen sich gegenseitig. Der Fehler sei gewesen, das sprachliche Denken «in die Elemente, aus denen es gebildet ist», zu zergliedern, nämlich in das Sprechen auf der einen und das Denken auf der anderen Seite, wobei diese – getrennt voneinander – «nicht die Eigenschaften des Ganzen enthalten» [vgl. 17, 388]. Schon in der Bedeutung eines Wortes spiegle sich die «Einheit von Sprechen und Denken», denn die Wortbedeutung sei «nichts Anderes als Verallgemeinerung oder Begriff» [vgl. 17, 389], und so schlussfolgert er: «Jede Verallgemeinerung, jede Begriffsbildung ist ein spezifischer, echter und unbestreitbarer Denktakt.» [vgl. 17, 389] Vygotskij nennt vor allem die Begriffsbildung zur Explikation des Zusammenhangs von Sprechen und Denken; möglicherweise gilt das ebenso für das begriffliche, prozedurale wie imaginative Denken, für Zwischen- und Übergangsstufen derselben.

Nach Vygotskij kommt im Prozess des Sprechens kein fertiger Gedanke zum Ausdruck, als ob dieser nur in Worte «übersetzt» würde. Vielmehr verhält es sich so: «Indem sich der [unfertige] Gedanke in Sprechen verwandelt, gestaltet er sich um, verändert sich.» [17, 401] Er entwickelt sich entlang der Worte, der Syntax, sprachlicher Prozeduren, kultureller Text- und Diskursformen usw., die als zwar wandelbare, dennoch konventionelle, normative Muster gegeben sind. Dabei vollzieht der Gedanke «eine Bewegung», «löst eine Aufgabe», erhält «eine Funktion» [17, 399], bis er im Sprechen seinen kommunikativen Ausdruck findet. Auf diese Weise bedingen sich Sprechen und Denken gegenseitig und verlaufen in den Bahnen soziokultureller Muster, die Menschen miteinander teilen.

Alle psychischen Funktionen entwickeln sich zunächst in der Beziehung zu Erwachsenen, die das soziokulturelle Umfeld wesentlich ausmachen, und zwar zunächst durch Nachahmung [vgl. 17, 328]. Das Kind vermag, «durch Nachahmung auf geistigem Gebiet stets mehr zu erreichen als das, wozu es selbständig handelnd in der Lage ist» [vgl. 17, 327 f.]. Am besten verläuft die Entwicklung, wenn Erwachsene oder auch kompetentere Gleichaltrige es beim Lernen unterstützen und anleiten, um ihm den Schritt in die «Zone der nächsten Entwicklung» [vgl. 17, 326 ff.] zu ermöglichen. Dabei ist der Heranwachsende keineswegs passiv, sondern aktiv mitgestaltend, da Lehren/Lernen nach Vygotskij stets ein kooperativer Prozess ist, der einer kundigen Anleitung bedarf. Nicht das einzelne Individuum, das autonom bzw. selbstgesteuert sprechen, denken, handeln lernt, steht im Fokus von Lehr-Lernprozessen, sondern die Beziehung zu kompetenteren Gleichaltrigen und Erwachsenen, die das Lernen dialogisch unterstützen und anleiten. Es kommt daher nicht in erster Linie auf das Handeln in der äußeren Welt an, sondern vielmehr auf die sprachlich vermittelte «Bedeutung» der inneren geistig-kulturellen Welt. So gesehen vollzieht sich Lehren/Lernen auch in schulischen bzw. beruflichen Fächern und Disziplinen stets im Kontext soziokultureller Muster des Denkens, Vorstellens und Handelns.

DIALOGISCHES LEHREN UND LERNEN ALS METHODISCH-DIDAKTISCHES PRINZIP

Nun zeichnet sich aus dem angelsächsischen Raum herkommend in den letzten Jahren ein Wieder-aufleben der soziokulturellen Theorie ab, die sich auf Vygotskij beruft [vgl. 8, 12f.], durch Tomasellos Studien gestützt und vertieft wird. Sie fasst langsam auch in den deutschsprachigen Ländern Fuß und kann als eine Gegenbewegung zum vorherrschenden «Kompetenz»-Paradigma verstanden werden. Denn sie vermag es, die Verengung des Lernens auf problemlösendes Handeln und dessen beobachtbaren, messbaren «Output» zu überwinden. – Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Arbeiten von Christine Howe und Neil Mercer, die in dem Aufsatz «Explaining the dialogic processes of teaching and learning: The value and potential of sociocultural theory» dargestellt sind [vgl. 8].

Die soziokulturelle Theorie betrachtet Lernen als Kooperation, als symbolisch bzw. sprachlich gestützte, bedeutungshafte Kooperation, die das Lernen komplexer kultureller, wissenschaftlicher, theoretischer, systematischer Zusammenhänge ermöglicht. Daher steht das sprachlich gestützte «dialogic teaching» [vgl. 8, 13ff.], der «Dialog» zwischen sachkundigen Lehrenden und Lernenden und jener zwischen den Lernenden selbst im Zentrum des Forschungsinteresses, das auf die Ermittlung von Qualitätskriterien von Lehr-Lern-»Dialogen«, deren theoretische Erfassung und empirische Erforschung gerichtet ist.

Der triadische, sachbezogene Lehr-Lern-»Dialog« (s. o. Tomasello) erweist sich als ein wirkungsvolles Instrument, um das Denken («collaborative reasoning»), das Vergleichen, Argumentieren, Reflektieren, Problemlösen auf der geistig-mental «Bühne» anzuregen und zu fördern [vgl. 8, 13ff.]. Für verschiedene Fächer konnte gezeigt werden, dass, wenn Lernende in Gespräche über inhaltliche Fragen engagiert waren, das Verständnis von Sachverhalten besser entwickelt war; sie waren besser vorbereitet für eigenständiges Lernen. Im Mathematik- und Literaturunterricht hatten Lernende bessere Ergebnisse, wenn deren Verständnis durch Fragen («Scaffolding»; s. o.) angeregt wurde [vgl. 8, 13].

Das dialogische Lehren bzw. Lernen geht teils «deduktiv» vor, indem theoretische Zusammenhänge erarbeitet werden, um dann angewendet und/oder experimentell erprobt zu werden, teils wird «induktiv» vorgegangen, indem zuerst ein Problem gelöst oder ein Experiment durchgeführt wird, um anschließend darüber zu reflektieren und theoretische Erkenntnisse daraus abzuleiten [vgl. 8, 14].

Aber es geht nicht einfach darum, handlungsorientiert «etwas miteinander zu tun», das wird nicht ausgeschlossen; es geht nicht zuerst um «interaction» im Sinne des Handelns [vgl. 8, 15], sondern um «interthinking» oder um «collaborative reasoning» (s. o.), das darauf gerichtet ist, Wissen zu erarbeiten oder gemeinsam ein Problem zu lösen [vgl. 8, 14]. Das setzt eine gemeinsame, geteilte Intention (s. o. Tomasello, «shared intention») voraus, durch die eine koordinierte Zusammenarbeit entsteht. Durch gegenseitige Perspektivenübernahme, «perspectival understanding» [vgl. 8, 18], können Ansichten verglichen, begründet und abgeglichen werden, so dass ein intersubjektives, objektiviertes, gemeinsames Wissen als «common ground» (s. Tomasello) für die weitere Zusammenarbeit entsteht. Die Lehr-Lern-Gemeinschaft («community»), die sich dabei bildet, «represents a joint, co-ordinated form of co-reasoning in language, with speakers sharing knowledge» [vgl. 8, 18]. Dies führt zu einem Gefühl des gemeinsamen Bemühens («feeling of shared endeavor») in der Lehr-Lern-Gemeinschaft und zu einem Gefühl der Gemeinsamkeit («groupsense») [vgl. 8, 15], wodurch auch die Fähigkeit zur Selbstregulation («self-regulation») und die Selbstwirksamkeit («self-efficacy») gestärkt werden, d. i. die Überzeugung, dass Probleme (gemeinsam) gelöst werden können [vgl. 8, 15]. Das stärkt die Resilienz und beugt Entmutigung und Depressionen vor.

Da in der soziokulturellen Theorie der Lehr-Lern-»Dialog« im Mittelpunkt steht, gilt es nicht zuletzt auch, ethische Grundhaltungen wie Gleichwertigkeit, Respekt vor der Meinung des anderen, Zuhören,

klare und explizite Meinungsäußerung und einen konstruktiven Umgang mit Meinungsverschiedenheiten usw. zu entwickeln, die einem lernförderlichen Dialog vorausgesetzt sind [vgl. 8, 17].

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die hier skizzierten Ansätze der soziokulturellen Theorie geeignet sind, die Einseitigkeiten des «Kompetenz»-orientierten Lehrens und Lernens zu überwinden.

- Sie richtet den Blick weniger auf das äußere, beobachtbare, messbare Verhalten (kybernetisch-behavioristisches Paradigma) als vielmehr auf die innere, mit anderen geteilte, soziokulturelle Welt, durch die geistig-seelische Entwicklung stattfindet (soziokulturelles Paradigma).
- Das autonome, selbstgesteuerte Handeln im «kompetenz»orientierten Lernen wird stark relativiert; gemäss der soziokulturellen Theorie findet Lernen vor allem in Beziehung zu kompetenteren Erwachsenen oder Peers statt, die den Lernenden durch «kooperative» oder «partizipative Anleitung» in die «Zone der nächsten Entwicklung» führen.
- Die soziokulturelle Theorie schreibt der Lehrperson eine aktiv führende (nicht gleichbedeutend mit: direktive) Rolle zu. Anhand ausgewählter Aufgaben werden dem Lernenden kulturelle (allgemeine wie fachspezifische) Inhalte, Denkweisen etc. vermittelt und sein Lernen gezielt gefördert. Entwicklung wird hier nicht als lineare, quantitative Anhäufung einzelner «Kompetenzen» betrachtet, sondern als qualitative Entwicklung der ganzen Persönlichkeit, und zwar im Sprechen, Denken, Wahrnehmen, in Affekt, Wille und Sozialverhalten.
- Dabei steht das «dialogische» Lehren und Lernen im Vordergrund; denn durch «dialogisches» Sprechen formt und differenziert sich das Denken und dadurch das Sprechen. Gegen Piagets Auffassung, dass das Sprechen ursprünglich egozentrisch und das Denken nicht realitätsbezogen sei, zeigt Vygotskij, dass das Sprechen von Anfang an sozial und eine «Funktion des realistischen Denkens» sei. Das sachorientierte, realistische Denken wird dadurch gestärkt.
- Durch sprachlich gestütztes, «dialogic teaching» wird das Lernen komplexer kultureller, wissenschaftlicher, theoretischer, systematischer Zusammenhänge möglich, im Gegensatz zu handlungsorientierten Ansätzen, die utilitaristisch auf unmittelbaren Gebrauchsnutzen ausgerichtet sind. Das «dialogic teaching» will daher das «Verstehen» von Zusammenhängen, während sich das «Kompetenz»-orientierte Lernen auf ein additives, mehr oder weniger zusammenhangloses «Kennen» und «Können» beschränkt.
- «Dialogisches» Lehren und Lernen vollzieht sich immer in einem gemeinsamen Raum «geteilter Aufmerksamkeit», «geteilter Intentionalität» und «kooperativer Kommunikation» [vgl. 9, 8], in dem durch «perspectival understanding» [vgl. 8, 18] «new cognitive skills» [vgl. 9, 9] entwickelt werden, und zwar dadurch, dass Ansichten verglichen, begründet und abgeglichen werden, so dass daraus ein intersubjektives, objektiviertes, gemeinsames kulturelles Wissen entsteht, das im Strom der soziokulturellen Entwicklung von früheren Generationen aufgenommen und weiterentwickelt wird. Moll/Tomasello sprechen von «transmission of skills and information across generations – via imitation and other forms of social learning» [vgl. 9, 9].
- Was dem «kompetenz»orientierten Lehren und Lernen ausserdem fehlt, ist die ethische Dimension (auch eine Räuberbande braucht «kompetente» Mitglieder); das «dialogische» Lehren und Lernen hingegen fördert ethische Grundhaltungen wie Mut, Beharrlichkeit, Respekt, Gleichwertigkeit, Rücksichtnahme, konstruktiven Umgang mit Meinungsverschiedenheiten usw. (s. o.)

In diesem Sinn scheint es geboten, empirische Vergleichs- bzw. Wirkungsstudien zu den verschiedensten Dimensionen des sach-/fachbezogenen, soziokulturellen, «dialogischen» Lehrens und Lernens zu fördern – die jedoch aufwändig und kostspielig sind –, um für unsere Gegenwart und Zukunft wissenschaftlich zu fundieren, welche Wege tatsächlich zu (sprach-)kultureller Bildung führen.

Referenzen

- [1] Feyerabend, Paul (2011): Wider den Methodenzwang. Frankfurt a.M., Verlag Suhrkamp.
- [2] Funk, Hermann (2010). Methodische Konzepte für den Deutsch als Fremdsprache – Unterricht. In: Krumm, Hans-Jürgen et al. (Hrsg.) Deutsch als Fremd- und Zweitsprache. Ein internationales Handbuch, v. 1, Berlin/ New York, Verlag de Gruyter, S. 940–952.
- [3] Funk, Hermann (2011): Prinzipien und Standards des DaF-Unterrichts. Tel Aviv, 28.4., URL: https://www.uni-jena.de/unijenamedia/Downloads/faculties/phil/inst_auslgerm/Mitarbeiter/Funk/TelaVivdownload.pdf [Abgefragt am 15.02.2017]
- [4] Gibbons, Pauline (2015): Scaffolding Language – Scaffolding Learning. Teaching English Language Learners in the Mainstream Classroom. Second Edition. Portsmouth, NH.
- [5] Glaserfeld, Ernst von (1996): Der Radikale Konstruktivismus. Ideen, Ergebnisse, Probleme. Frankfurt a.M.
- [6] Hueber Wiki (2015). Handlungsorientierter Unterricht. URL: [http://www.hueber.de/wiki-99-stichwoerter/index.php/ Handlungsorientierter_Unterricht](http://www.hueber.de/wiki-99-stichwoerter/index.php/Handlungsorientierter_Unterricht) [Abgefragt am 30.10.2016]
- [7] Lyotard, Jean-Francois (2015). Das postmoderne Wissen: Ein Bericht. 8. Aufl. Wien, Verlag Passagen.
- [8] Mercer, Neil/Howe, Christine (2012): Explaining the dialogic processes of teaching and learning: The value and potential of sociocultural theory. In: Learning, Culture and Social Interaction H. 1, S. 12–21.
- [9] Moll, Henrike/Tomasello, Michael (2007): Cooperation and Human Cognition: The Vygotskian Intelligence Hypothesis. In: Philosophical Transactions: Biological Sciences. Vol. 362, No. 1480, Social Intelligence: From Brain to Culture, Apr. 29, S. 639–648.
- [10] Reich, Kersten (2005): Konstruktivistische Didaktik. Beispiele für eine veränderte Unterrichtspraxis. In Schulmagazin 5-10, H. 3, S. 5–8.
- [11] Reichenbach, Roland (2014). «Leider gibt es an den Schulen eine Neo-Manie». Interview geführt von Luci-en Scherrer. In: Neue Zürcher Zeitung, 26.7.2014, URL: <http://www.nzz.ch/zuerich/leider-gibt-es-an-den-schulen-eine-neo-manie-1.18351180> [Abgefragt am 30.10.2016]
- [12] Tomasello, Michael (2014): Eine Naturgeschichte des menschlichen Denkens. Berlin.
- [13] Tomasello, Michael (2006): Die kulturelle Entwicklung des menschlichen Denkens. Frankfurt a. M.
- [14] Tomasello, Michael (2005). Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition. Harvard.
- [15] Trim, John/North, Brian/Coste, Daniel/Sheils, Joseph (2001): Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen: lernen, lehren, beurteilen. Hrsg. v. Europarat, Übersetzung v. Jürgen Quetz, Raimund Schieß, Ulrike Sköries, Günther Schneider (Skalen). Berlin/München.
- [16] Van Gelderen, Amos (2010): Does Explicit Teaching of Grammar Help Students to Become Better Writers? Insights from Empirical Research. In: Locke, Terry (Hrsg.): Beyond the Grammar Wars. New York/London, S. 109–128.
- [17] Vygotskij, Lev S. (2002): Denken und Sprechen. Psychologische Untersuchungen. (Orig. 1934) Hrsg. und aus dem Russ. übers. von J. Lompscher und G. Rückriem. Mit einem Nachwort v. A. Métraux. Weinheim/Basel.
- [18] Vygotskij, Lew (2003): Ausgewählte Schriften. Band I. Hrsg. v. Lompscher, Joachim. Berlin.
- [19] Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (2017): Leitseite. URL: <https://www.zhaw.ch/de/ hochschule/> [Abgefragt am 15.02.2017]

FÖRDERUNG VON MEHR KOMPETENZ FÜR INGENIEURE ZUR ÜBERNAHME VON FÜHRUNGSVERANTWORTUNG

Heinz Leymann und Andreas Hofert

IfKom – Ingenieure für Kommunikation e. V.; www.ifkom.de

Heinz.Leymann@ifkom.de, Andreas.Hofert@ifkom.de

Abstract 1 Die Entwicklung von mehr Kompetenz zur Übernahme von Führungsverantwortung ist gerade bei Ingenieuren dringend notwendig. Um Deutschlands Wirtschaft im Wettbewerb zu stärken, sind mehr Ingenieure in Führungspositionen erforderlich. Dazu bedarf es dringend einer stärker auf Managementaufgaben vorbereitenden Ausbildung.

Folglich ist die Ingenieurkompetenz zu fördern. Angehende Ingenieur-Führungskräfte müssen frühzeitig gefördert und auf ihre späteren Aufgaben vorbereitet werden, gleichsam müssen sie während ihrer Führungstätigkeit qualifiziert begleitet werden. Für IfKom und IPW ist dieses Anliegen ein Beitrag zur Sicherstellung der Zukunftsfähigkeit der deutschen Industrie. Denn „gute Führung“ ist ein Kernthema für erfolgreiche Unternehmen.

IfKom und IPW haben hierzu ein gemeinsam gestaltetes passgenaues Fortbildungsmodul entwickelt. Dies besteht aus den vier Themenblöcken:

- Während der Studienzeit,
- Einstieg in das Berufsleben,
- Beruflicher Alltag,
- Einstieg als Führungskraft.

Voraussetzung für eine Karriere als Führungs- oder Fachkraft ist ein erfolgreicher Start in das Berufsleben, zu dem - über die im Fachstudium erworbenen Inhalte hinaus - weitere Kompetenzen gehören, die mit diesem Modul vermittelt werden sollen.

Keywords: Ingenieurkompetenz, Führungsverantwortung, Managementaufgaben

Abstract 2 The development of more competence to take on management responsibility is just among engineers absolutely essential. In order to increase Germany's economic competitive strength, more engineers are needed in management positions. Therefore, the training urgently has to focus more on management tasks.

Consequently, the engineering expertise has to be promoted. Budding engineer leaders must be encouraged as early as possible in preparation for their future business. Furthermore, they must be accompanied qualified during their managerial functions. This concern is for IfKom and IPW a contribution to ensuring the future viability of the German industry, because «good leadership» is a key issue for successful companies.

IfKom and IPW have developed a custom-fit advanced training module together. This consists of the four topics:

- During the period of study,
- Entry into working life,
- Professional everyday,
- Entry as a leader.

A successful start into the professional life is a pre-condition for a career in management or a professional career in general. That needs – in addition to the knowledge imparted in studies – more competences which are intended to be acquired by this module.

Keywords: *engineering expertise, managerial responsibility, management tasks*

GESELLSCHAFTSPOLITISCHE VERANTWORTUNG

Technik und Gesellschaft stehen in enger Wechselbeziehung zueinander. Als Ingenieurverband stellen sich die IfKom daher der Aufgabe, das gesellschaftspolitische Engagement der Mitglieder zu fördern sowie entsprechende Grundsätze zu entwickeln und zu vertreten. Zum Selbstverständnis des Verbandes zählt auch der Anspruch auf das Mitgestalten des Berufsbildes und der Beschäftigungsbedingungen für Ingenieure sowie das Mitwirken bei der Entwicklung neuer Tätigkeitsfelder und Führungsfunktionen für Ingenieure. Wissenschaftliche Forschung und deren praxisgerechte Umsetzung sind ureigenste Aufgaben des Ingenieurs. Er darf in seinem Wirken nicht nur das technisch Mögliche und wirtschaftlich Wünschenswerte sehen. Menschliche, gesellschaftliche und ökologische Gesichtspunkte bestimmen die Arbeit des Ingenieurs mit. Analytische Denkweise und die Fähigkeit zur Kreativität prägen sein Führungsverhalten und bestimmen seine Stellung im Unternehmen und in der Gesellschaft. Zur Erfüllung seiner Aufgaben sind neben fachlicher Qualifikation auch Führungs- und soziale Kompetenz unerlässlich.

Die IfKom setzen sich dafür ein, dass in den natur- und technikwissenschaftlichen Studiengängen neben den wirtschaftswissenschaftlichen Grundlagen auch Führungs-, Management- und Marketingwissen vermittelt wird. Umgekehrt sind in den geisteswissenschaftlichen Fakultäten naturwissenschaftliche Kenntnisse und Denkweisen vermehrt zu berücksichtigen. Einen Praxisbezug der gesamten Ausbildung halten die IfKom für unabdingbar.

Der technologische Fortschritt, insbesondere die digitale Transformation, der gesellschaftliche Wertewandel sowie die Notwendigkeit des vernetzten Denkens und Handelns verlangen vom Ingenieur eine stetige Erweiterung seines Wissens. Die IfKom fordern von den Unternehmen und Hochschulen, Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen zu fördern. Fort- und Weiterbildung sind aber auch Aufgabe des einzelnen Ingenieurs. Die IfKom tragen durch Angebote zur Fort- und Weiterbildung bei.

Das Bildungsniveau hat auch Einfluss auf die Prosperität eines Landes. Der wirtschaftliche Erfolg in Deutschland hängt größtenteils vom Export ab. Daher ist eine leistungsstarke und international wettbewerbsfähige Wirtschaft von besonderer Bedeutung. Nur so können Wachstum und Beschäftigung in Deutschland gesichert werden. Hierbei kommt in der bereits begonnenen vierten industriellen Revolution (Industrie 4.0) qualifizierten Ingenieuren eine besondere Rolle zu – unter anderem bei den Hochtechnologie-Produkten. Daher sind Führungspositionen verstärkt mit Ingenieuren zu besetzen.

Für eine zeitgemäße Bildung und Qualifizierung auf hohem Niveau in der Ingenieurausbildung einzutreten, zählt zu den Kernaufgaben eines Ingenieurverbandes. Die IfKom setzen sich daher für eine anforderungsgerechte Ausbildung, die Weiterentwicklung des Bildungssystems, die Durchlässigkeit der Studiengänge sowie den Erhalt hoher Qualitätsstandards ein. Angehende Ingenieure müssen als Fach- und Führungskräfte frühestmöglich gefördert und auf ihre späteren Aufgaben vorbereitet werden. Zudem engagieren sich die IfKom für die Beibehaltung des Diplomgrades. Der Diplom-Ingenieur ist ein deutsches Markenzeichen und eine Berufsbezeichnung mit besonderer globaler Anerkennung für eine hohe qualitativ-wissenschaftliche Ausbildung an einer Hochschule/Universität. Mit diesen Positionen befinden sich die IfKom in guter Gesellschaft. Nach einer Umfrage des Verbandes der

Elektrotechnik (VDE) auf der Hannover-Messe 2016 halten die befragten Mitgliedsunternehmen und Hochschulen trotz des Fachkräftemangels bei Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik und IT-Experten wenig davon, bei der Qualität der Ausbildung Abstriche zu machen. 74 Prozent der befragten Unternehmen stehen hinter der Forderung, die Qualitätsmarke „Diplom-Ingenieur“ zu erhalten und neben den Abschlüssen Bachelor und Master kenntlich zu machen. Dass die Studieninhalte von Bachelor- und Master-Studiengängen zu überprüfen und gegebenenfalls nachzubessern sind, um die hohe Ausbildungsqualität zu sichern, fordern 68 Prozent.

Speziell auf die Notwendigkeit, auch extrafunktionale Qualifikationen, also überfachliche Kompetenzen, zu vermitteln, weisen sowohl die Industrie als auch Unternehmensberater hin. „Junge Leute wachsen mit durchstrukturierten Stundenplänen auf. Im Job geht es dagegen mitunter chaotisch zu. Den Vertretern der ‘Generation Z’ fehlt es dann an Orientierung, sie sollten an ihrer Organisationsfähigkeit arbeiten.“ So lautet der Befund von Christian Scholz von der Universität des Saarlands im Bericht zur Shell Jugendstudie 2015. Ähnlich wie von Klaus Hurrelmann von der Hertie School of Governance Berlin formuliert, wird häufig festgestellt: „Diese und andere Fähigkeiten [...Kommunikation, Konfliktlösung, ...] werden an Hochschulen kaum gelehrt. Berufseinsteiger sollten sich frühzeitig überlegen: Wie bereite ich mich auf das Arbeitsleben vor?“ Um diese Lücke speziell in der Ingenieurausbildung zu schließen, ist das Modul „Arbeits- und berufsvorbereitende Qualifikationen“ entwickelt worden.

HANDLUNGSBEDARF IN DER INGENIEURAUSBILDUNG

Um Ingenieuren den Berufseinstieg und Karriereweg zu erleichtern, technischen Sachverstand in die Entscheidungsebenen von Unternehmen zu implementieren sowie die Reflexionsfähigkeit bezogen auf Wissen & Verhalten zu stärken, hat der Ingenieurverband IfKom ein Studienmodul entwickelt und vorgestellt, das wichtige Kompetenzen für einen erfolgreichen Start in das Berufsleben als Fach- oder Führungskraft vermitteln soll. Um dieses Anliegen bekannt zu machen, haben die IfKom eine Kooperation mit der Ingenieurpädagogischen Wissensgesellschaft IPW, dem Forum für alle an technischer Bildung interessierten Personen aus der beruflichen und akademischen Bildung sowie aus Wirtschaft und Politik, abgeschlossen.

Mit einem eigenen Curriculum orientiert sich die IPW an dem Leitbild, Studierende zu Kreativität und Urteilskraft fähig werden zu lassen sowie der Technischen Bildung eine bürgerschaftliche, soziale und kulturelle Perspektive zu geben. In diesem Sinne haben IfKom und IPW dieses gemeinsam gestaltete passgenaue Fortbildungsmodul konzipiert, das aus den vier Themenblöcken «Während der Studienzeit», «Einstieg in das Berufsleben», «Beruflicher Alltag» und «Einstieg als Führungskraft» besteht.

Mit diesem Modul sollen – über die im Fachstudium erworbenen Inhalte hinaus – weitere Kompetenzen vermittelt werden, die bisher an den Hochschulen kaum gelehrt werden. Ein Lernziel dieses Moduls ist es beispielsweise, Wissen über Führungsorganisationen sowie Führungsmittel zu erwerben und Führungstechniken einsetzen zu können. Für IfKom und IPW ist dieses Anliegen ein Beitrag zur Sicherstellung der Zukunftsfähigkeit der deutschen Industrie. Denn „gute Führung“ ist ein Kernthema für erfolgreiche Unternehmen.

DAS MODUL ARBEITS- UND BERUFVORBEREITENDE QUALIFIKATIONEN

Lern- und Qualifikationsziele

Das Modul soll sowohl fachliche Kompetenzen als auch deren Transferfähigkeit in die Arbeitswelt unterstützen. Im Rahmen der Sozial- und Selbstkompetenz werden die im Berufsalltag und insbesondere in der Rolle einer Führungskraft erforderlichen Kompetenzen behandelt.

Stichworte zur Fach- und Methodenkompetenz sind:

- Transferfähigkeit,
- Überzeugendes Fachwissen,
- Umsetzung betrieblicher Abläufe,
- Beherrschung betrieblicher Methoden,
- Kritische Erfolgsfaktoren einer Bewerbung,
- Regelungen für Beschäftigte,
- Systematische Problemlösung.

Ein ausformuliertes Lernziel für den Bereich der Fach- und Methodenkompetenz lautet: Mit Hilfe ihres Methodenwissens, ihrer Kenntnisse über die Rahmenregelungen für Beschäftigungsverhältnisse und ihrer Persönlichkeitsbildung verbessern die Studierenden ihre Transferfähigkeit zur Umsetzung des fachspezifischen Hochschulwissens in die reale Arbeitswelt. Damit wirken sie der derzeitigen Situation entgegen, nach der 25 % der deutschen Arbeitgeber über mangelnde Fähigkeiten von Berufsanfängern, insbesondere zur systematischen Problemlösung, klagen (McKinsey 2013).

Zur Sozial- und Selbstkompetenz zählen insbesondere folgende Ziele:

- Selbständigkeit,
- Strukturierung, Zielorientierung,
- Teamfähigkeit,
- Einfühlungsvermögen,
- Konfliktlösungsstrategien,
- Führungstechniken,
- Zeitmanagement.

An einem Beispiel aus dem Themenblock „Einstieg als Führungskraft“ sollen die Lernziele verdeutlicht werden:

Die Studenten kennen die formalen Voraussetzungen für eine Führungskraft sowie die persönlichen Skills, die von einer Führungskraft erwartet werden. Sie kennen Führungsorganisationen sowie Führungsmittel und können Führungstechniken einsetzen. Die Studenten beherrschen Führungsmethoden wie Zeit- und Konfliktmanagement, verfügen über emotionale Kompetenz und können ihre Persönlichkeit als zukünftige Führungskräfte motivierend einsetzen. Sie kennen Strategien zur Vermeidung von Stress und zur Herstellung einer Work-Life-Balance.

Aufbau/Struktur des Moduls

Das Modul ist in vier Themenblöcke unterteilt, die konsekutiv durchlaufen werden können. Die Themen bauen auch chronologisch aufeinander auf, gleichwohl sind sie in sich soweit abgeschlossen, dass sie auch jeweils als einzelner Themenblock unabhängig von den anderen behandelt werden können.

Themenblock 1: Während der Studienzeit

Hier stellen sich die Fragen: Was macht einen Menschen neben der fachlichen Qualifikation für ein Unternehmen interessant? Kann sich der potenzielle Kandidat gut in das Unternehmen integrieren? Die Unternehmen möchten sehr genau wissen, was für einen Menschen sie „einkaufen“. Die Unternehmen interessieren sich daher auch für das „Vorleben“ der Kandidaten. Hier versucht man, abzuleiten, was im Menschen steckt. Laster, Jugendsünden werden nur bei sehr guter Begründung verziehen. Behandelt wird auch das Verhalten in den sozialen Medien. Welches Verhalten könnte förderlich sein (Auslands-

erfahrung, ehrenamtliche Tätigkeiten u. a.)? Einholen von Informationen über Berufsbilder und Unternehmen: Was passt zu mir? Was gibt es für Anforderungen? Welche Informationsquellen sind geeignet?

Themenblock 2: Einstieg in das Berufsleben

In diesem Themenblock sollen die Studenten die Erfolgsfaktoren für die Bewerbung und den Einstieg in das Berufsleben kennen lernen und Verständnis für die Erwartungen eines Arbeitgebers entwickeln. Behandelt werden die Fragestellungen: Welche persönlichen Kriterien setze ich bei der Auswahl der Bewerbungsempfänger an? Was habe ich bei der Bewerbung per Brief oder online zu beachten? Vorbereitung auf das Vorstellungsgespräch: Kleidung, Pünktlichkeit, Vorgespräch mit der Chefsekretärin, Begrüßung, Verabschiedung, mögliche Gesprächsinhalte, Verhalten im Gespräch: Umgang mit Fangfragen, Informationen über das Unternehmen / Abteilung / Gruppe, etc. Mögliche Arten von Tests und Assessmentverfahren, wie verhalte ich mich bei informal-meetings, Dinner etc. im Rahmen von Einstellungsverfahren? Welche Ermessensspielräume beim Abschluss eines Arbeitsvertrages habe ich? Welche sollte ich nutzen, welche nicht?

Themenblock 3: Beruflicher Alltag

Im Mittelpunkt dieses Themenblocks stehen die Fragen: Wie bereite ich mich auf den Start in den Berufsalltag vor und wie verhalte ich mich in den ersten Tagen im neuen Unternehmen? Welche Erwartungshaltungen haben Vorgesetzte, Kollegen und Kunden? Welche formellen und informellen Beziehungen existieren im Umgang mit Vorgesetzten, Teammitgliedern und Mitarbeitern. Welche Kultur des Feedback Gebens und Nehmens existiert? Auch der Umgang mit Betriebs- und Personalrat, Schwerbehindertenvertretung, Frauenbeauftragte und weiteren Institutionen sowie die wichtigsten Inhalte des Betriebsverfassungsgesetzes stehen im Fokus. Welche Möglichkeiten der Fort- und Weiterbildung kann ich nutzen (im Unternehmen oder bei IHK, Verbänden, Gewerkschaften usw.). Was ist eine Unternehmenskultur? Gibt es Führungslinien in einem Unternehmen mit Wirkung auf den Changeprozess (Veränderungen am Arbeitsplatz, im Unternehmen, beim Wechsel des Arbeitgebers)? Welcher Persönlichkeitstyp bin ich (tendenziell)? Ergänzend sollen formale Fragen, z. B. zu ordentlicher Kündigung, außerordentliche Kündigung, Änderungskündigung, Kündigungsschutzgesetz, behandelt werden.

Themenblock 4: Einstieg als Führungskraft

Nicht jeder Ingenieur muss oder möchte leitende Aufgaben in einem Unternehmen oder auch in der öffentlichen Verwaltung und anderen Organisationen übernehmen. Daher stehen im Mittelpunkt dieses Themenblocks die Fragen: Warum will ich Führungskraft werden? Bin ich dafür geeignet? Wo kann ich das Führen theoretisch und praktisch lernen? Wie laufen die Prozesse zur Entscheidung, ob jemand Führungskraft wird? Welche Anhaltspunkte für eine Führungskraft gibt es, um richtig zu entscheiden? Für den Erfolg gibt es keine sicheren Tools. Eine Führungskraft geht täglich mit großen Unsicherheiten um und hat zu entscheiden. Für erfolgreiche Manager gilt: Wer entscheidet, muss entscheidungsfähig sein. Die Studierenden beherrschen es, Ihre Entscheidungsfähigkeit zu steigern, indem sie Ihr Orientierungswissen entwickeln. Sie verstehen es, Realitäten in Perspektiven wahrzunehmen. Wie gewinne ich Empathie? Welche Einflüsse hat die emotionale Intelligenz?

Methodisch-didaktischer Ansatz

Die genannten Lernziele sind nicht allein in Vortragsform vermittelbar. Daher sind - abhängig vom Einzelthema - Übungen, Diskussionen, Rollenspiele und weitere Unterrichtsformen vorgesehen. Die didaktische Aufbereitung wird nur bis zu einem gewissen Konkretisierungsgrad vorbereitet werden können. Es sind daher entsprechende Anforderungen an den durchführenden Dozenten zu stellen. Im Idealfall kann dieser aus eigener Erfahrung die Unternehmenssicht und z. B. die Erwartungshaltung der Industrie transportieren.

Zeitlicher Aufwand

Die vier genannten Themenblöcke des Moduls zusammen sind für einen Zeitumfang von 150 Stunden konzipiert worden. Aufgrund der unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkte der Themenblöcke ergibt sich auch eine unterschiedliche zeitliche Aufteilung. So sind für den Themenblock 1 beispielsweise 14 Stunden, für den Themenblock 2 hingegen 36 Stunden vorgesehen. Dabei setzen sich die insgesamt 150 Stunden für alle Themenblöcke wie folgt zusammen:

- Präsenzzeit (Vorlesungen und Übungen): 90 Stunden,
- Vor- und Nachbereitung: 30 Stunden,
- Prüfungsvorbereitung und Prüfungen: 30 Stunden.

Flexible organisatorische Gestaltungsmöglichkeiten

Das Modul kann bei Modifikation des Lehrplans als Vertiefungs- oder Ergänzungsangebot oder als Substitution eingesetzt werden. Aufgrund des zeitlichen Umfangs und der vorgesehenen Prüfungsleistungen ist der Einsatz als eigenes Modul mit bis zu 5 ETCS Credits als fakultatives oder Wahlpflicht-Angebot möglich. Es kann aber auch berufs begleitend, z. B. mit den Themenblöcken „Beruflicher Alltag“ und „Führungskraft“, verwendet werden.

EINFÜHRENDE REFERATE

EINE ZEITBUDGET-ERHEBUNG ALS BAUSTEIN EMPIRISCHER STUDIENGANGSENTWICKLUNG IM WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN

Katrin Billerbeck, Kathrin Fischer, Peter Salden und Ines Wölbling
Technische Universität Hamburg

katrin.billerbeck@tuhh.de, kathrin.fischer@tuhh.de, peter.salden@tuhh.de, ines.woelbling@tuhh.de

Abstract 1 Didaktische Studiengangsentwicklung hat zum Ziel, dass Studierende die vorgesehenen Lernziele mittels des Curriculums bestmöglich erreichen. Dies beinhaltet auch die Berücksichtigung und Planung studentischer Workload. Doch für deren sinnvolle Planung ist es wichtig zu wissen, wie viel Zeit Studierende tatsächlich für ihr Studium aufwenden und wodurch der Zeitaufwand beeinflusst wird. Mithilfe einer Zeitbudget-Erhebung wurden diese Fragen für einen Wirtschaftsingenieurwesen-Studiengang der TU Hamburg untersucht. Ein wichtiges Ergebnis ist, dass semesterbegleitendes Assessment einen großen Beitrag dazu leisten kann, kontinuierliche Beschäftigung mit den Studieninhalten zu erreichen.

Keywords: Studiengangsentwicklung, Zeitbudget-Erhebung, Workload, Hochschuldidaktik, Evidenzbasierung.

Abstract 2 The major goal of the didactic development of degree programmes is to enable students to reach the intended learning objectives in the best possible way. This also includes the consideration of the required student workload. But to integrate the workload aspect into programme development in a sensible way, it is important to know how much time students actually spend on their studies and which influence factors are most relevant for the time students invest. Therefore, these questions were studied for a Management and Engineering Master Degree programme at the TU Hamburg, using a time-budget study. The results show, among others, that continuous assessment can help to motivate students to engage in regular study activities.

Keywords: degree programme development, workload, higher education didactics, evidence-based teaching.

STUDIENGANGSENTWICKLUNG UND ZEITBUDGET-ERHEBUNGEN

Die stimmige Konzeption von Studiengängen ist in der Hochschulforschung ein Thema, das von großer Aktualität und zunehmender Bedeutung ist [1]. Aus didaktischer Perspektive steht hier die Frage im Vordergrund, wie Studierende über ein Gesamtcurriculum hinweg ihre Lernziele bestmöglich erreichen können (s. ausführlich in [2]). Ein wichtiger theoretischer Ansatz ist dabei das so genannte „Constructive Alignment“, d. h. die abgestimmte Verbindung von Lernzielen, Prüfungen und Lehr-Lernmethoden [3]. Dieser konzeptionelle Ansatz wird allerdings durch die stärker empirische Frage ergänzt, wie studentischer Zeitaufwand im Semester sinnvoll und angemessen verteilt werden kann, damit nachhaltiges Lernen gelingt. Didaktische Studiengangsentwicklung benötigt also sowohl ein plausibles theoretisches als auch ein empirisches Fundament, damit richtige Entscheidungen zur Strukturierung der Inhalte bzw. zum Einsatz von Methoden getroffen werden können. Der vorliegende Text stellt dar, wie beides zusammenwirken kann: Die gewählte Studiengangstruktur bzw. das methodische Konzept wird mittels einer Erhebung studentischen Arbeitsaufwands überprüft, woraus dann wieder die Ableitung weiterer didaktischer Implikationen folgt.

Ausgangspunkt von Zeitbudget- (auch: Workload-)Erhebungen in Deutschland ist stets das im Zuge des Bologna-Prozesses eingeführte Leistungspunkte-System. Auf dessen Basis wird für jeden Studiengang sowohl für das Gesamtstudium als auch für die einzelnen Module und Veranstaltungen festgelegt, wie viel Zeit dafür jeweils aufgewendet werden soll. Dieser studentische Arbeitsaufwand umfasst die Präsenz in Lehrveranstaltungen, das Selbststudium und die Studienorganisation.

Folgt man den von der Kultusministerkonferenz (KMK) vorgegebenen „Ländergemeinsamen Strukturvorgaben für die Akkreditierung von Studiengängen“ [4, 3], so müssen Bachelor-Studiengänge insgesamt 180 LP, Master-Studiengänge 120 LP umfassen. Pro Semester sind 30 LP vorgesehen, wobei 1 LP 25-30 Stunden studentischer Workload entspricht. Es resultieren also bis zu 900 Stunden Arbeit pro Semester, die Studierende investieren sollen. Berücksichtigt man den Urlaubsanspruch von drei Wochen, der Studierenden laut KMK für ein halbes Jahr zusteht, ergibt sich eine erwartete wöchentliche Studienzeit von 39 Stunden. Doch stellt sich die Frage, ob die Studierenden diesen Wert erreichen und wie sich der Lernaufwand konkret über das Semester verteilt.

Unterschiedliche Verfahren sind seit Einführung des Leistungspunktsystems in Deutschland zur Messung des studentischen Arbeitsaufwands erprobt worden (für einen Überblick s. [5]). Burck u. a. [6, 4] unterscheiden diese Verfahren im Hinblick darauf, wie hoch der Grad der Retrospektivität ist, d. h. wie lange Studierende zurückschauen müssen, wenn sie nach ihrem Aufwand gefragt werden. So werden die Studierenden in den Sozialerhebungen des deutschen Studentenwerks oder auch in einem von der Universität Potsdam gewählten Verfahren gebeten, rückblickend für ein ganzes Semester zu beurteilen, wie hoch ihr durchschnittlicher Aufwand gewesen ist [7, 50]. Derartig lange Rückblicke sind allerdings stark fehleranfällig, da die Erinnerung hier häufig unter dem Eindruck der Prüfungsphase am Semesterende steht und die Studierenden ihren Aufwand deutlich überschätzen [8, 21-36].

Von allen bisher vorgelegten Instrumenten zur Zeiterfassung erscheint das von Schulmeister/Metzger im Rahmen ihrer „Zeitlast“-Studie [8] entwickelte am präzisesten, da es die aufgewendeten Zeiten sehr zeitnah erfasst. Es wurde daher auch für die vorliegende Erhebung genutzt. Beantwortet werden sollten damit insbesondere die folgenden Fragen:

- Wie hoch ist der Zeitaufwand von Studierenden tatsächlich (in einem Studiengang, den sie als arbeitsintensiv empfinden)?
- Wie wirken sich die in diesem Studiengang eingesetzten didaktischen Methoden auf die Summe und Verteilung der studentischen Workload aus?
- Welche Maßnahmen zur Weiterentwicklung des Studiengangs sind vor dem Hintergrund der Ergebnisse sinnvoll?

RAHMENBEDINGUNGEN UND VORGEHEN DER VORLIEGENDEN STUDIE

Der Studiengang „Internationales Wirtschaftsingenieurwesen“ (IWI) wendet sich an Studierende mit ingenieurwissenschaftlichem Bachelorabschluss. Das Studium besteht schwerpunktmäßig aus Management-Fächern, bietet aber auch Vertiefungsmöglichkeiten im ingenieurwissenschaftlichen Bereich, die dem zuvor absolvierten Bachelor-Studium entsprechend gewählt werden können.

Der IWI-Studiengang zeichnet sich didaktisch durch eine Fokussierung auf Methoden aus, die aktives Lernen schon während des Semesters fördern. So enthalten z. B. viele Veranstaltungen Elemente problembasierter Lernens; es werden in allen Modulen semesterbegleitende Aufgaben gestellt und einige Prüfungen finden zudem in Teilen im Semesterverlauf statt. Auf diese Weise soll erreicht werden, dass sich die Studierenden schon in der Vorlesungszeit intensiv mit den Studieninhalten beschäftigen. Gleichzeitig dürfte dieses Konzept aber auch einer der Gründe dafür sein, dass es in den vergangenen Jahren

immer wieder Rückmeldungen über (zu) hohen Arbeitsaufwand gab. So bewerteten im Jahr 2015 in einer Umfrage am Ende des ersten Studienjahres 83,5 % der Studierenden im IWI den Arbeitsaufwand während der Vorlesungszeit als zu hoch.

Diese studentischen Rückmeldungen waren Anlass für eine Erhebung mit der von Schulmeister und Metzger eingeführten Methodik. Im Zeitraum vom 19.10.2015 bis zum 31.03.2016 gaben 20 Studierende des ersten Semesters täglich viertelstundengenau in eine Software ein, wofür sie studienbezogene Zeit aufgewendet hatten. Eingetragen wurde u. a., welche Veranstaltung besucht bzw. in welcher Konstellation (allein/in Gruppen) und in welcher Weise (Aufgaben lösen, Texte lesen, Auswendiglernen...) gelernt wurde. Um die Qualität der Daten sicherzustellen, musste die Eingabe für einen Tag bis zum jeweils nächsten Tag (16 Uhr) erfolgt sein. Wer bis dahin nicht eingetragen hatte, erhielt eine Erinnerungsmail und hatte (um weiter an der Erhebung teilnehmen zu können) bis zum Ende des Folgetags Zeit, den Eintrag vorzunehmen.

Nach Abschluss der Erhebung wurden die Ergebnisse den teilnehmenden Studierenden im April 2016 im Rahmen eines Seminars vorgestellt und mit ihnen diskutiert. Die Studierenden schrieben zudem einen fünfseitigen Bericht, in dem sie ihre Erfahrungen mit der Erhebung sowie ihr persönliches Lernverhalten reflektierten. Die Erhebung erhielt so auch eine qualitative Komponente, die es erlaubte, die subjektive Wahrnehmung der Studierenden bei der Auswertung und Interpretation der Daten zu berücksichtigen (vgl. [7]).

ERGEBNISSE: DIE AUFGEWENDETE ZEIT UND IHRE VERTEILUNG

Das erste IWI-Semester besteht aus fünf Pflichtmodulen mit je sechs Leistungspunkten. Die Module enthalten zwei oder drei Veranstaltungen. Durchschnittlich belegten die Studierenden Veranstaltungen im Umfang von etwa 30 LP.

In der folgenden Grafik (Abb. 1) ist die durchschnittlich erbrachte Workload der Studierenden in ihrer Verteilung über das Semester dargestellt. Sie ist unterteilt in die Präsenz in Lehrveranstaltungen, das Selbststudium sowie organisatorischen Aufwand für das Studium („Studium allgemein“).

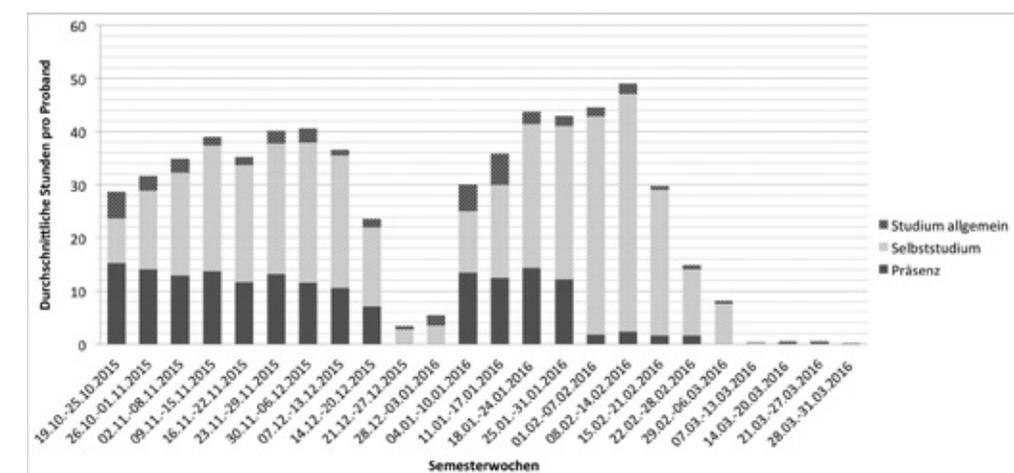


Abbildung 1 Insgesamt aufgewendete Zeit nach Tätigkeitsbereichen (arithmetisches Mittel der investierten Stunden pro Proband).

Es zeigt sich, dass die Studierenden im IWI durchschnittlich einen kontinuierlich recht hohen Arbeitsaufwand haben, insbesondere im Vorlesungs- und Prüfungszeitraum. Sie starten auf einem verhältnismäßig hohen Niveau, das durch immer mehr Selbststudienzeit bis Anfang Dezember weiter ansteigt. Nach der Weihnachtspause folgt dann schnell die Phase der Abschlussprüfungen, in der die höchsten Werte – durchschnittlich fast 50 Stunden pro Woche – erreicht werden. Ab Mitte Februar sinken die Werte dann, bis nach der letzten Prüfung eine Urlaubsphase beginnt.

Die erhobenen Daten erlauben auch Aussagen über die Verteilung der aufgewendeten Zeit. Den größten Teil (65 %) hat das Selbststudium eingenommen, 27 % der Zeit wurden für die Teilnahme an Präsenzveranstaltungen verwendet, die Studienorganisation machte 8 % aus. Das Selbststudium lässt sich mithilfe der Daten dabei genauer aufschlüsseln. Hier zeigt sich, dass 70 % der Selbststudienzeit als individuelles Selbststudium verbracht wurden, 22 % in studentischen Arbeitsgruppen. Der Rest entfällt auf die Anfertigung einer Seminararbeit (vermutlich teils allein, teils in der Gruppe) sowie ein dem Studiengang vorgelagertes Online-Modul.

Schaut man darauf, welche Lernaktivitäten stattfinden, so liegt „Lesen“ (von Texten, Folien und Notizen) mit 38 % auf dem ersten Platz. Die „Bearbeitung von Aufgaben“ erreicht 28 %, dahinter folgt „Auswendiglernen“ (26 %). Die „Vorbereitung von Präsentationen“ nimmt 8 % der Zeit ein.

Von besonderem Interesse war angesichts der Ausgangssituation für die vorliegende Studie die Frage, wie hoch die Arbeitsbelastung der Studierenden während der Vorlesungszeit ist. Hier ergibt sich ein Durchschnittswert von 36,77 Stunden pro Woche. Akzeptiert man den von der KMK vorgegebenen Soll-Wert von 39 Stunden, so ist die Arbeitsbelastung im gegebenen Fall mithin nicht zu hoch, sondern sogar etwas zu niedrig. Klagen über zu viel Arbeitsaufwand scheinen angesichts der vorhandenen Streuung der von den Studierenden aufgewendeten Zeit dennoch im Einzelfall berechtigt. Für ein Urteil über das Belastungsgefühl ist allerdings auch zu beachten, dass viele Studierende zusätzlich zum Studium bis zu 20 Stunden pro Woche arbeiten.

Ein wichtiger Grund für die kontinuierlich hohe Workload dürfte die spezielle Prüfungsstruktur im IWI sein, die (wie bereits dargestellt) von studienbegleitenden formativen Elementen wie auch einzelnen zeitlich zweigeteilten Prüfungen gekennzeichnet ist. Die nachfolgende Grafik (Abb. 2), in der die „Anwesenheit in Prüfungen“ über den Semesterverlauf abgebildet ist, illustriert dies:

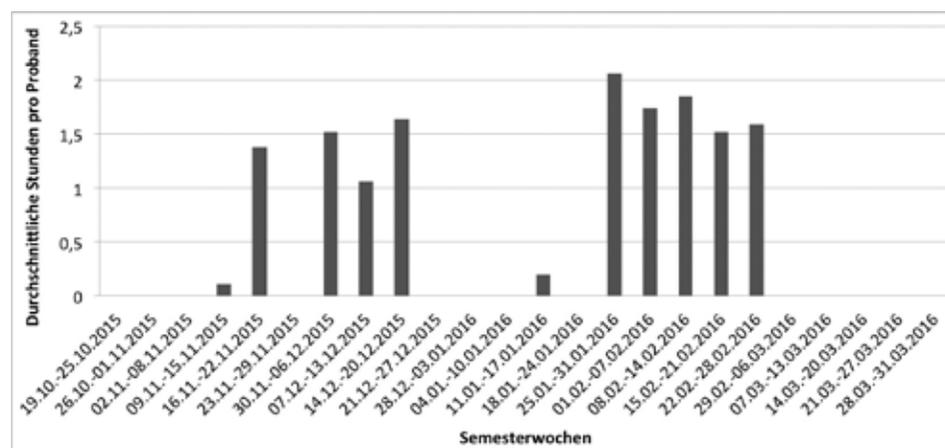


Abbildung 2 Anwesenheit in Prüfungen
(arithmetisches Mittel der investierten Stunden pro Proband pro Woche).

Nicht ablesbar sind aus der Grafik diejenigen Prüfungselemente, die zwar nicht mit einem allgemeinen Prüfungstermin verbunden waren, aber ebenfalls das Selbststudium im Semester beförderten (Beispiele: Aufgabenblätter, Präsentationen, Bonuspunkte in PBL-Einheiten). Nicht alle diese Elemente sind benotet, da es nicht das Ziel ist, einen eigentlichen „Prüfungsdruck“ und damit verbundenen Stress aufzubauen. Gleichwohl sollen die Elemente Verbindlichkeit schaffen, sich mit dem in der Lehre behandelten Stoff so früh wie möglich auseinanderzusetzen.

In etwa gegenläufig zu der Anwesenheit in Prüfungen verhält sich die Präsenz in Lehrveranstaltungen (s. Abb. 1). Hier ist zu sehen, dass die Anwesenheit am Semesteranfang die höchsten Werte erreicht. Dort informieren sich die Studierenden über die Anforderungen im jeweiligen Fach und entscheiden sich z.T. bereits, manche Veranstaltungen nicht weiter zu besuchen (sondern den Stoff im Selbststudium zu erarbeiten). Auch bei den „präsenzwilligen“ Studierenden lässt die Anwesenheit dann vor dem ersten Midterm nach, nimmt in der prüfungsfreien Woche wieder zu und sinkt dann bis Weihnachten (vermutlich aufgrund der weiteren zu erbringenden semesterbegleitenden Leistungen) erheblich. Im Januar nimmt die Anwesenheit erneut zu, u. a. da in den Veranstaltungen Informationen über die Abschlussprüfungen erwartet werden.

DIE EINSCHÄTZUNG DER STUDIERENDEN

Im gemeinsamen Seminar mit allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Erhebung wurden die Studierenden vorab gebeten, einen vermuteten Verlauf ihrer „Zeitkurve“ zu zeichnen und die durchschnittlich wöchentlich investierte Zeit insgesamt sowie für den Vorlesungs- und Prüfungszeitraum zu schätzen. Sowohl die gezeichneten Kurven als auch die geschätzten Daten lagen dabei insgesamt sehr nahe an den tatsächlichen Ergebnissen. Dies steht scheinbar im Gegensatz zu der Aussage, dass langfristige Rückblicke fehleranfällig sind, wurde aber von den Studierenden dadurch plausibel erklärt, dass sie durch die Teilnahme an der Erhebung bereits für die Zeitverläufe sensibilisiert worden waren. In den Reflexionsberichten gaben viele Studierende dennoch an, dass die Ergebnisse für sie überraschend waren; denn sie hatten überwiegend nicht erwartet, dass sie die formal vorgegebene Workload (Stundenzahl) nicht erreichen.

Bei der Reflexion des persönlichen Zeitmanagements der Studierenden wurde deutlich, dass sie sich seit dem Bachelor-Studium an eine jeweils individuelle Art zu lernen gewöhnt haben und ihre persönlichen Stärken und Schwächen kennen. Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit einem ausgeglichenen Zeitmanagement sind sich der Umstände und Tageszeiten bewusst, zu denen sie gut lernen können, und setzen dies gezielt ein, um ihren Tag (oder einen längeren Lernabschnitt) – z. B. mithilfe von To-Do-Listen – zu strukturieren. Sie stoßen dabei allerdings auf die Schwierigkeit, dass der Vorlesungsbetrieb auf ihre persönlichen Bedürfnisse nicht immer abgestimmt sein kann. In der Prüfungsphase empfinden sie effizientes Selbststudium als einfacher, weil sie die Lernplanung dann selbst in die Hand nehmen und ihrem Rhythmus anpassen können.

Den Gegenpol bilden diejenigen Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die nur oder vorwiegend vor den Prüfungen lernen. Befragungen zu den Lernerfahrungen neuer IWI-Studierender zeigen, dass sich viele von ihnen dieses Verhalten im Bachelor-Studium, wo die Prüfungen üblicherweise am Semesterende stattfinden, angewöhnt haben. Sie sind sich in der Regel bewusst, dass dies keine effiziente Strategie ist und leiden teils sogar darunter, weil sie in starken Stress geraten und am Ende des Prüfungszeitraums ausgelaugt sind. Es fällt ihnen aber schwer, ihr Verhalten zu ändern. Für diese Studierenden sind starke Anreize entscheidend, um bereits im Semester mit dem Lernen zu beginnen. Der IWI setzt hier durch seine Elemente formativen bzw. frühzeitigen Assessments an.

Die Berichte der Studierenden erlauben über den reinen Zeitaufwand hinaus auch Aussagen darüber, was sie an einer effizienten Nutzung der verfügbaren Lernzeit hindert bzw. zu dieser beiträgt. Hier sind zu nennen:

- **Zeitlücken und fehlende Lernräume:** Bei denjenigen Studierenden, die ihre Zeitinvestition überschätzen, ist die Überbewertung der Präsenzzeit ein wiederkehrendes Phänomen. Die Studierenden haben das Gefühl, viel Zeit in Präsenzlehre zu verbringen, was de facto aber nicht so ist. Dies liegt u. a. daran, dass zwischen den Veranstaltungen z.T. recht große Zeitlücken liegen. So sind Studierende zwar wegen der Präsenzlehre den ganzen Tag in der Uni, nicht aber durchgängig wirklich in Veranstaltungen (vgl. in [8, 129-149]). Die vorhandenen Zeitlücken könnten zwar zum Lernen genutzt werden, was aber nicht immer geschieht – aufgrund anderer Ablenkungen und weil kurzfristig oftmals kaum ruhige Lernräume bzw. Arbeitsplätze zu finden sind.
- **Themenwechsel:** Für die Studierenden bringt ein normaler Studientag häufige Themenwechsel mit sich (vgl. ebenfalls in [8, 129-149]). Dies kann es erschweren, sich auf ein Thema zu konzentrieren bzw. Veranstaltungen im wünschenswerten Maße vor- und nachzubereiten. In jeder Pause stellt sich die Frage, ob die letzte Sitzung nach- oder schon wieder die nächste vorbereitet werden soll. Am Ende eines Tages bleibt so stets mit großer Wahrscheinlichkeit ein Rest nicht bearbeiteter Lernaufgaben zurück. Verblockungen, die ein Ausweg aus diesem Dilemma sein könnten, werden von den Studierenden allerdings nur teilweise positiv, teilweise dagegen auch kritisch gesehen. Letzteres ist insbesondere in der Sorge begründet, dass man in einer verblockten Struktur bei längerer Abwesenheit (z. B. aufgrund von Krankheit) den Anschluss verlieren könnte.
- **Internet und Smartphone:** Während die vorstehenden Lernhindernisse struktureller bzw. studienorganisatorischer Natur sind, gibt es auch solche, die vorrangig in der Eigenverantwortung der Studierenden liegen. So lassen sie sich z. B. von Fernsehen, Spielkonsolen sowie Gesprächen und Unternehmungen mit Freundinnen und Freunden ablenken. Als häufigste Störfaktoren werden in den Reflexionsberichten das Internet und das Smartphone genannt, und hier außer Nachrichtenseiten insbesondere soziale Netzwerke. Die Studierenden schildern unterschiedliche Strategien, wie sie mit diesen Herausforderungen umgehen. Teils erlegen sie sich selbst Fristen auf, innerhalb derer sie nicht auf das Smartphone schauen dürfen, teils schalten sie ihr Smartphone beim Lernen in den Flugzeugmodus, legen es in einen anderen Raum oder lassen es in der Bibliothek im Schließfach. Sie planen dann den Blick auf das Smartphone als eine „Belohnung“ ein, wenn sie ein bestimmtes Lernziel erreicht bzw. eine bestimmte Zeit gelernt haben.
- **Didaktik:** Das letzte wiederkehrende Themenfeld in den studentischen Berichten ist die didaktische Qualität der Veranstaltungen, die sie mehr oder weniger stark zum Lernen motiviert. Als lohnenswert empfinden die Studierenden eine Vorlesung besonders dann, wenn sie aktiv in sie einbezogen werden. Sie schätzen ganz überwiegend begleitende (freiwillige) Aufgaben, die sie zum kontinuierlichen Lernen motivieren, sowie zwischen den Lehrenden abgestimmte Inhalte, die sich gut ergänzen und nicht überschneiden.

Aus diesen Rückmeldungen wird deutlich, dass nicht der Zeiteinsatz alleine, sondern auch die Qualität der mit dem Studium verbrachten Zeit für den Lernerfolg wichtig ist. Entsprechend liegen die im nächsten Abschnitt dargestellten Schlussfolgerungen aus der Zeitlast-Erhebung im IWI-Studiengang auf unterschiedlichen Ebenen und richten sich sowohl an Lehrende und Studierende als auch an die Studienorganisation.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die vorstehend beschriebene Studie zur Workload-Erhebung zeigt, dass die Studierenden im Studiengang IWI eine vergleichsweise hohe Arbeitsbelastung im Semester haben – eine Tatsache, die in erster Linie auf das formative bzw. gestreckte Prüfungskonzept zurückzuführen ist. Dies hat sich also als zielführend für eine Verstetigung des Lernprozesses erwiesen, ohne dabei die Studierenden zeitlich zu überfordern.

Für den konkreten Fall wurden darüber hinaus Schlussfolgerungen für eine stimmige Studiengangsgestaltung auf drei Ebenen gezogen:

- **Für die Lehrenden** ist die wichtigste Empfehlung, den Studiengang insbesondere in der Vorlesungszeit nicht weiter zu verdichten. Zudem zeigt der zeitlich konstant hoch ausgelastete Semesterverlauf, wie wichtig eine gute Abstimmung der formativen Prüfungselemente zwischen den Lehrenden ist; denn kollidieren zwei Termine, so könnte der studentische Aufwand in einzelnen Wochen schnell in einen „roten Bereich“ kommen. Im IWI werden zu diesem Zweck bereits vor Semesterbeginn alle Prüfungselemente unter den Lehrenden abgestimmt, wobei nach der Zeitlast-Erhebung noch stärker darauf geachtet werden soll, dass nicht eng an die Präsenzlehre gekoppelte Leistungen (wie Hausarbeiten) möglichst in die vorlesungsfreie Zeit verlegt werden. Jenseits dieser Frage belegen die Rückmeldungen der Studierenden, dass sie Präsenzlehre mit aktivierenden Elementen als interessanter empfinden.
- **Für die Studierenden** können zwei Punkte bestätigt werden, die sie in ihren Reflexionsberichten ganz überwiegend selbst festgehalten haben: Zum einen ist das kontinuierliche Lernen im Sinne nachhaltigen Lernens eine bessere Strategie als das bloße „Pauken“ vor der Prüfung. Zum anderen ist die Entwicklung wirksamer Strategien gegen die Ablenkung durch Internet und Smartphone ein wichtiger Faktor für gelingendes Lernen.
- **Für die Lehrorganisation** ist letztlich zu empfehlen, wenn schon nicht die Verblockung von Veranstaltungen einzuführen, so doch zumindest Themenwechsel in der Wochenplanung gering zu halten und zudem durch die Bereitstellung von Lern- und Arbeitsräumen eine effektive Nutzung von Zeit zwischen Veranstaltungen zu ermöglichen.

Die durchgeführte Studie hat sich als ein wirkungsvolles Instrument sowohl für die Weiterentwicklung des IWI-Studiengangs als auch für die Verbesserung einzelner Lehrveranstaltungen erwiesen, da Lehrende mit Hilfe der Daten exakt sehen konnten, ob ihr didaktisches Vorgehen bei den Studierenden Lernaktivitäten auslöst (und welche). Sowohl die Erkenntnisse über die positive Wirkung formativer Prüfungselemente als auch die vorstehend formulierten Schlussfolgerungen haben dabei aber nicht nur Bedeutung für den IWI-Studiengang. Sie sind vielmehr als mögliche Bausteine der Studiengangsentwicklung auch an anderen Hochschulen zu verstehen.

Referenzen

- [1] Jenert, Tobias. Von der Curriculum- zur Studienprogrammentwicklung: Argumente für eine Perspektiverweiterung. In: Brahm, Taiga u. a. (Hgg., 2016). Pädagogische Hochschulentwicklung. Springer VS, Wiesbaden. S. 119–132.
- [2] Salden, Peter; Fischer, Kathrin; Barnat, Miriam. Didaktische Studiengangentwicklung: Rahmenkonzepte und Praxisbeispiel. In: Brahm, Taiga u. a. (Hgg., 2016). Pädagogische Hochschulentwicklung. Springer VS, Wiesbaden. S. 133–149.
- [3] Biggs, J. & Tang, C. (2007): Teaching for Quality Learning at University. Maidenhead: McGraw-Hill and Open University Press.

- [4] Kultusministerkonferenz. Ländergemeinsame Strukturvorgaben für die Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen. Online abrufbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_10_10-Laendergemeinsame-Strukturvorgaben.pdf. Abgerufen am 30.09.2016.
- [5] Berger, Roger; Baumeister, Bastian. Messung von studentischem Workload. Methodische Probleme und Innovationen. In: Großmann, Daniel; Wolbring, Tobias (Hgg., 2016). Evaluation von Studium und Lehre. Springer VS, Wiesbaden. S. 185–223.
- [6] Burck, Kerstin; Heil, Katharina; Böhrer, Marcel: Quantitative Workload-Erhebungen an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Online abrufbar unter: http://www.zq.uni-mainz.de/Dateien/workload_burck_heil_boehres_2011.pdf. Abgerufen am 30.09.2016.
- [7] Oppermann, Antje (2011). Zeitmessung und Zeiterleben – was der studentische Workload (nicht) aussagt. In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung. Jg. 6, Nr. 2. S. 47–60.
- [8] Schulmeister, Rolf; Metzger, Christiane (Hgg.) (2011). Die Workload im Bachelor: Zeitbudget und Studierverhalten. Eine empirische Studie. Waxmann, Münster.

INDUSTRIE 4.0 – EIN ANWENDUNGSFALL FÜR DIE VERANTWORTUNG BEI GESTALTUNGSORIENTIERTER INGENIEURARBEIT

Ralph Dreher

Universität Siegen, TVD - Lehrgebiet Technikdidaktik an Berufskollegs, dreher.tvd@uni-siegen.de

Abstract 1 *Industrie 4.0 kann als prototypischer Anwendungsfall für die Verantwortbarkeit von Ingenieurarbeit und deren aus dem Fach heraus notwendigen diskursiven Darstellung als notwendiger Teil von gesellschaftlicher Verantwortung verstanden werden. Der Beitrag zeigt diesen Zusammenhang auf und fordert damit eine Aufweitung der Ingenieurdidaktik.*

Keywords: *Industrie 4.0, Leonardischer Eid, Kompetenzförderung, Ingenieurdidaktik*

Abstract 2 *Internet of things as a next step in the industrial evolution must be seen as concrete case for the „Leonardian Oath“ because it shows, that its effects and the responsibility for social development is a part of engineering work. The report shows this relationship and demands an advanced thinking about „engineering didactic“.*

Keywords: *Internet of things, Leonardian Oath, competence development, engineering didactic*

VORBEMERKUNG

Dieser Beitrag zeigt am Beispiel von „Industrie 4.0“ die Zusammenhänge zwischen ingenieurmäßiger Gestaltungsarbeit einerseits und deren gesellschaftlichen Folgen andererseits auf. Er greift damit einen in der Implementierung befindlichen Prozess auf, dem es aufgrund der damit verbundenen Volatilität der mit ihm entstehenden Erkenntnisse an wissenschaftlichen Fakten und Gewissheiten noch mangelt. Trotzdem erscheint dieser Prozess gerade für die Frage nach der möglichen Weiterentwicklung der Ingenieurdidaktik hochrelevant; zum jetzigen Zeitpunkt kann er jedoch nur thesebasiert dargestellt werden. In diesem Sinne sind alle nachfolgenden Aussagen gründlich reflektiert und in Ablehnung einer postfaktischen Arbeitsweise formuliert worden.

INDUSTRIE 4.0 – BEGRIFFSERKLÄRUNG UND AUSWIRKUNGEN

Begriffserklärung

Der Begriff „Industrie 4.0“ wird zumeist benutzt, um den Einzug des „Internet der Dinge“ in die unternehmerische Wertschöpfungskette zu beschreiben. Verwiesen wird dabei auf das Entstehen einer vierten Revolution der Warenproduktion nach Manufakturfertigung, Massenfertigung und automatisierter Fertigung.

Kerngedanke ist hierbei eine Steigerung der Maschinenauslastung durch eine sehr differenzierte und flexible Produktionsplanung, bei welcher die Maschinen untereinander selbstständig bestimmen, was wo, wie und am besten mit welchem Werkzeug zu fertigen ist, bei gleichzeitiger Zusammenfassung ähnlicher Produkte zu einem gemeinsamen Los. Auf diese Weise sollen mit Hilfe eines entsprechend steuernden Expertensystems, welches Daten zu Produktionsaufträgen, Fertigstellungsterminen, Material- und Werkzeugvorrat und Maschinenauslastung verarbeitet, letztlich Entscheidungen über Produktionszeitpunkt und genutzte Maschine(n) automatisiert zum Zwecke der Optimierung getroffen werden.

Dabei hat sich zwischenzeitlich die Erkenntnis durchgesetzt, dass zwar eine autonome Fertigung, bei der automatisiert entschieden wird, welche Maschine wann, was fertigt, als Herzstück dieser Entwicklung zu betrachten ist, das Gesamtpotenzial einer solchermaßen auf Expertensystemen basierenden Produktion jedoch erst erschlossen werden kann, wenn die an den eigentlichen Herstellungsprozess angekoppelten Bereiche wie Verkauf (Preiskalkulation), Einkauf (bedarfsgerechte und tagespreisgünstige Materialbeschaffung), Logistik (Reduzierung der Lagerhaltung) und Auftragswahrscheinlichkeiten (Auswertung von Kundenwünschen zum Zwecke einer kostengünstigen Produktion über momentanen Auftragseingang) ebenfalls als jeweiliges Datenkonvolut ständig erfasst und ausgewertet werden.

Einer derart vernetzten Fabrik, bei der letztlich alle Faktoren innerhalb der Wertschöpfungskette zentral zur Entscheidungsfindung über den optimalen Produktionsablauf hinzugezogen werden, wird dabei eine Schlüsselfunktion zugestanden, um einerseits flexibler und damit konkurrenzfähiger als bislang auf Marktbedarfe (Kundenwünsche) zu reagieren UND andererseits zugleich die über eine Steigerung der Produktivität die Wertschöpfungsrate zu erhöhen.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass sich hinter „Industrie 4.0“ eine Verlagerung von bislang humanoid vollzogenen Entscheidungsfindungen verbirgt, die als Voraussetzung allerdings eine Vielzahl von Daten benötigen, die wiederum durch alle am Wertschöpfungsprozess beteiligten Systeme einem übergeordnetem Expertensystem zur Verfügung gestellt werden. Das letztbeschriebene Prinzip (Expertensystem zur Entscheidungsfindung) wiederum wird allgemein als „Digitalisierung“ in der Arbeitswelt bezeichnet; „Industrie 4.0“ ist damit also nichts grundsätzlich neues, sondern nur die Adaption eines Prinzips der Optimierung durch maschinelle Entscheidungsgenerierung auf die Warenproduktion.

Auswirkungen

Wird die vorab getroffene Annahme, dass „Industrie 4.0“ gleichzusetzen ist mit der Digitalisierung einer Branche (hier: dem produzierenden Gewerbe) neben vielen anderen Branchen, akzeptiert, so erscheint es möglich, ausgehend von branchenübergreifenden Betrachtungen hinreichend präzise Prognosen zur zukünftigen Ausgestaltung von Erwerbsarbeit zu geben:

- Automatisierung bisheriger Arbeit durch Übernahme von Fachkräftewissen ins Expertensystem (vgl. hierzu die Digitalisierung im Bankengewerbe am Beispiel von Kreditentscheidungen oder dem Aktienhandel);
- Maschinennachrüstung und -wartung (Bereitstellung der Sensorik/Aktorik) als letzte manuelle Akte;
- Umgestaltung von Arbeitswelt durch Anforderungsverlagerung:
 - Generierung neuer Produktionsdatensätze bei neuen Anforderungen (Material, Form, Prozessdauer, Prozesskosten, Qualität) als alleiniger Arbeitsinhalt unter Wegfall der Nutzung von Standardprozeduren (zu Beobachten bei der selbstständigen Auswertung von Röntgen-/MRT-Bildern in der medizinischen Diagnostik);
 - Optimierung bestehender Produktionsdatensätze als Folge von Trouble-shooting bei Ausschussproduktion/erkannten Fehlentscheidungen;
- Statt in den Produktionsprozess wird in den gesamten Geschäftsprozess eingegriffen:
 - Statt „Fertigen und Steuern“ dominiert „Regeln und Optimieren“, Prozesswissen statt Produktionswissen¹ wird entscheidend;
 - abteilungsübergreifend werden Optimierung, Controlling und Problembeseitigung die wesentlichen Arbeitsinhalte;

¹ „Prozesswissen“ meint das Überblicken der Auswirkungen auf den gesamten Wertschöpfungsprozess bei der Implementierung von Optimierungsalgorithmen; „Produktionswissen“ hingegen das separierte Wissen um die Optimierung bzw. Anpassung des eigentlichen Fertigungsvorgangs.

Qualifizierte Arbeitsplätze in den Bereichen Einkauf, Verkauf, Rechnungswesen, Fertigung, Wareneingang, Warenausgang (siehe hierzu beispielhaft das Bankengewerbe oder die Tourismusbranche/Reiseplanung) werden ersatzlos automatisiert bzw. Teil des durch den Kunden direkt ausgelösten Auftrags.

Ausgehend von diesen absehbaren Auswirkungen auf die Arbeitswelt bedeutet dieses für die Zukunft der Facharbeit zusammenfassend, dass

- zum einen Facharbeitswissen in Algorithmen des Expertensystem überführt wird (vgl. hierzu die nachfolgenden Ausführungen zu den neuen Formen der Mensch-Maschine-Schnittstelle);
- womit Facharbeitskräfte ihr Fachwissen, welches als ein spezifisches Herrschaftswissen zum Arbeitsplatz erhalten verstanden werden kann, nicht länger einbringen können und damit
- zum anderen eine zukünftige Facharbeitsqualifikation sich daran misst, inwieweit der Einzelne in der Lage ist, jeweils einmalig (!) jene Problemstellungen zu erkennen und zu lösen,

Im Gegensatz zur bereits vollzogenen Automatisierung von gegebenenfalls körperlich anstrengenden und monotonen, aber letztlich in ihrem Kernmerkmal wenig anspruchsvollen Standardarbeitsprozessen, steht nunmehr im Zuge der Digitalisierung eine Verschlankung von bislang hochqualifizierten und entscheidungsintensiven Steuerungsaufgaben hin zu kognitiv sehr herausfordernden netzwerkorientierten Optimierungsaufgaben an.

GESTALTUNGSMOMENTE INNERHALB VON INGENIEURARBEIT

Neues Verständnis von Facharbeit

Aufgrund der vorab geführten Argumentation um Inhalt und Form industrieller Facharbeit muss davon ausgegangen werden, dass die vorab skizzierte Form von Facharbeit eine primäre Folge von Ingenieurarbeit ist, da Industrie 4.0 ein ingenieurhaftes Gestaltungsergebnis ist, welches sich nunmehr zunehmend in spezifischen Realitäten mittels neugeschaffener Wertschöpfungsprozesse abbildet.

Diese Tatsache, dass Ingenieurarbeit Arbeitsformen und qualifikatorische Mindeststandards direkt mitgestaltet (weil die Bereitstellung der technischen Lösung erst die beabsichtigten Konsequenzen für die Facharbeit ermöglicht), ist dabei keinesfalls neu und war bereits bei den vorangegangenen industriellen Wandelprozessen nachweisbar. Es wird hier nur erneut deutlich, dass die Frage zwischen Qualifikationsanforderung, Qualifizierbarkeit und Dequalifizierung (vgl. hierzu das folgende Kapitel) zwar durch Ingenieurarbeit provoziert wird, die Verdeutlichung ihrer Existenz als gesellschaftsprägendes Merkmal und die Bereitschaft zur Mitarbeit bei ihrer Beantwortung als Notwendigkeit für die Übernahme von sozialer Verantwortbarkeit jedoch nicht als zwingende ingenieurwissenschaftliche Aufgabe (bei gleichzeitiger Öffnung der Disziplin) angesehen wird.

Optimierung von Wertschöpfungsprozessen

Wesentlichste Motivation zur Adaption von Industrie-4.0-Lösungen ist das damit einhergehende Potenzial der Optimierung der Wertschöpfungskette, wobei zunächst unklar ist, ob hiermit

- eine Steigerung der Produktivität (im wesentlichen Maschinenausnutzung und darüber die Fertigungszeit),
- eine Senkung der zur Produktion notwendigen Ressourcen oder aber
- eine problemlose bzw. zügigere Anpassung an die Marktbedarfe gemeint ist.

Zu vermuten ist, dass alle drei vorab genannten Möglichkeiten zueinander in Einklang gebracht werden sollen, wobei absehbar ist, dass z. B. zwischen Maschinenleistung einerseits und Energiever-

brauch der Maschine andererseits ein Zielkonflikt besteht. Es muss daher vermutet werden, dass noch eine Vielzahl derartiger Optimierungsentscheidungen insbesondere bei Betrachtung des gesamten Geschäftsprozesses nachweisbar sind (z. B. Lagerkapazitäten für günstigen Rohstoffeinkauf vs. Exergie für den Lagerbetrieb vs. Komplexität des Materialhandlings während der Lagerung).

Bereits an diesen Beispielen zeigt sich, dass zukünftige Produktionsarbeit hier

- selbstbestimmt (da an der Schnittstelle zwischen Ingenieur- und Facharbeit eigenverantwortlich die dazu notwendigen Entscheidungen für das eigene Expertensystem algorithmiert werden) oder
- fremdbestimmt (da als Konsens zwischen Ingenieur- und Facharbeit vorgegebene bzw. als nützlich erkannte Entscheidungen für das eigene Expertensystem algorithmiert werden)

gestaltend wirkt, denn alles Einwirken auf die Expertensysteme werden direkte Auswirkungen auf die Wertschöpfungskette haben und damit Betriebsabläufe und Arbeitsinhalte direkt beeinflussen.

„Befehlsgebende“ und „aufzeichnende“ Mensch-Maschine-Schnittstelle²

Ein entscheidender Schritt bei der Umstellung auf eine durch ein Expertensystem gestützte Entscheidungsgenerierung ist das Überführen der bislang humanoid getroffenen Entscheidungen in den Algorithmus des Expertensystems. Hierzu sind nach jetzigem Stand der Beobachtungen zwei Verfahren, gekennzeichnet durch die Funktionalität der jeweiligen Mensch-Maschine-Schnittstelle:

- Bei „befehlsgebenden“ Schnittstellen werden bisher vom Menschen getroffene Entscheidungen vorzugsweise in Form von Logikbausteinen (im Kern „Wenn-Dann“-Entscheidungen“) direkt in das System eingegeben;
- Bei „aufzeichnenden“ Schnittstellen wird der Mensch durch ein Recording seiner Arbeitshandlungen in seinem Problemlöseverhalten erfasst und analysiert, so dass anschließend dem Expertensystem ein neuer Problemlösungsalgorithmus zur Verfügung steht, der nunmehr manuell oder aber durch eine vorhergehend gespeicherte Fehlermeldung mit der jeweiligen Situation (Problembeschreibung) verknüpft wird.

Ob wann welches Verfahren zur Anwendung kommt, kann nicht verallgemeinernd bestimmt werden, es erscheint jedoch sinnfälliger, dass „aufzeichnende“ Schnittstellen vor allem parallel zu Problemlösungsprozessen („Troubleshooting“) eingesetzt werden.

Was wesentlicher erscheint: Beide Verfahren zielen darauf ab, Expertise in Form von Arbeitsprozessen zu digitalisieren, d. h., es wird ein Teil von Facharbeit, dem Expertensystem zu ermöglichen, diese Facharbeit künftig zu übernehmen. Was bedeutet: Industrie 4.0 kennt keine Expertise als statusrechtlich festgelegtes (Qualifikations-) Merkmal, sondern statt dessen schafft Ingenieurarbeit Systeme, die zur Statussicherung die Bereitschaft fordern, einerseits persönliche, sinnstiftende Wissensstrukturen offenzulegen und andererseits stets neue Wissensstrukturen als Innovationsmomente zu entwickeln und durch die Bereitstellung für das Expertensystem zu sozialisieren³. „Innovieren“ wird damit zum hoch anspruchsvollen Kernmerkmal von Facharbeit.

² Bei den Bezeichnungen „befehlsgebend“ und „aufzeichnend“ handelt es sich um hier verwendete, vorläufige Bezeichnungen aus der Prozessbeobachtung heraus, woraus aber keine endgültig normierende Benennung abgeleitet werden kann.

³ Deutlich wird dieses beim branchenfremden Blick auf die propagierte Entwicklung des Justizsystems: Fälle werden hier katalogisiert, letztinstanzliche Entscheidungen über Wenn-Dann-Verknüpfungen mit ihnen verbunden und stehen damit als Musterlösungen zur Verfügung, die ob ihres präjudizierenden Charakters von Expertensystemen dann autorisiert zur Anwendung gebracht werden können. Der Jurist hat in dieser nicht so fernen Zukunft nicht länger die Aufgabe, Vergleichsfälle zum Zwecke der Entscheidungsfindung herauszuarbeiten oder aber bekannte Rechtsauffassungen zu vertreten, sondern soll ausschließlich über bislang nicht geklärte und damit neue Rechtsstreitigkeiten abschließend zu urteilen bzw. interessengeleitet Urteile zu standardisieren.

„INDUSTRIE 4.0“ ALS ANWENDUNGSFALL FÜR DEN LEONARDISCHEN EID

Rezeption des Leonardischen Eides

Der „Leonardische Eid“ wurde ausgehend von der Annahme formuliert, dass Ingenieurarbeit nicht nur die Übertragung von Technologie als Grundlagenkenntnis über das Zusammenwirken von naturwissenschaftlichen Phänomenen in nutzbare Technik, sondern dass die dabei entstandenen Produkte und Dienstleistungen zugleich die Lebens- und Arbeitswelt existenziell beeinflussen.

Dieser Einfluss darf innerhalb des die Ingenieurarbeit prägenden Transformationsprozesses von Technologie in Technik nicht als ein prozessferner sozialer Effekt verstanden werden, sondern als eine sinnstiftende Verantwortung für das ingenieurhafte Tun und Denken. Denn erst die Übernahme dieser Verantwortung in den Gestaltungs-, Konstruktions- und (Er-) Schaffensprozess professionalisiert die Ingenieurarbeit vom „technically sweet“⁴ zum bereits längst erkannten Kernziel der „sustainability“.

Industrie 4.0 als Anwendungsfall: Absehbare Verantwortungsmomente

Aus der in diesem Beitrag bewusst pointiert formulierten Vorstellung der digitalisierten Industrielwelt lässt sich direkt ableiten, welche gesellschaftlichen Folgen sich aus einer flächendeckenden Einführung von „Industrie 4.0“ ergeben:

Reduktion von Arbeitsprozesswissen:

Das, die berufsförmige Facharbeit prägende Arbeitsprozesswissen, welche als Basis dafür dient, was wann, warum oder wie gemacht wird, hat nur noch eine Momentwesentlichkeit, da es über die intelligenten Mensch-Maschine-Schnittstellen umgehend digitalisiert wird.

Reformation des Bildungsbegriffs:

Bildung wird entkoppelt von Wissen, gebildet ist nicht derjenige, der weiß, wie es bislang ging, sondern derjenige, der auf komplexe Problemstellungen schnellstmöglich umfassende Lösungen generieren kann.

Forderung nach neuen Qualifizierungsstrategien:

Resultierend aus der Abnahme der Wertigkeit von deklarativem wie prozeduralen Wissen und der Forderung nach dem Vorhandensein von Kompetenz im originären Sinne ist zu fragen, wie diese zukünftig in Aus- und Weiterbildung gefördert werden kann und wie es gelingen kann, dabei einen möglichst großen Teil der Bevölkerung zu fördern.

Neues Sicherheitsbewusstsein für den Produktionsprozess:

Sicherheit im Produktionsprozess bezieht sich zukünftig nicht nur auf die Sicherstellung der körperlichen Unversehrtheit der am Produktionsprozess Beteiligten, sondern mit gleicher Priorität die Absicherung der netzwerkbasierter Produktion gegen Sabotage oder Ausspähung von außen.

Umdefinition volkswirtschaftlicher Verteilungsschlüssel:

Der Übergang von der Massenproduktion in die automatisierte Produktion hat gezeigt, dass quantitative Arbeitsplatzverluste nicht eintreten, wohl jedoch qualitative Arbeitsplatzaufwertungen mit teilweise unüberbrückbaren Qualifizierungslücken für den Einzelnen. Eine Wiederholung dieses inhumanen Effektes erscheint angesichts einer heterogenen Gesamtbevölkerung mit spezifischen Möglichkeiten

⁴ Gemeint ist hier die Verteidigungsrede des Schöpfer der Wasserstoffbombe, Edward Teller, der als moralische Rechtfertigung darauf verwies, dass alles, was „technically sweet“ wäre, gegen alle Bedenken auch realisiert werden würde und es deshalb (im Angesicht des Kalten Krieges) besser sei, wenn die „richtige“ Seite es machen würde.

sehr wahrscheinlich. Unter Berücksichtigung der durch die Digitalisierung angestrebten Effizienzsteigerung bleibt zu fragen, wie dieser zur notwendigen Wahrung des sozialen Friedens einzusetzen ist und welchen Mehrwert dann tatsächlich einer digitalisierten Industrienation bleibt.

Chancen für die Lehre der Ingenieurwissenschaften

Selbstverständlich kann es nicht das Ziel einer Ingenieurausbildung sein, die vorab genannten Verantwortungsmomente in der Weise zu thematisieren, als dass hierfür interdisziplinäre Lösungen formuliert und evaluiert werden. Es gilt jedoch aufzuzeigen, dass Ingenieurarbeit eben genau nicht als singulärer Schaffensprozess zu verstehen ist, sondern als disziplinenübergreifender Evolutionsprozess, den es als solchen auch seitens der Ingenieurwissenschaft als antreibendes Moment durch Diskursannahme statt –verweigerung reflexiv mitzutragen gilt. Wie dieses zu leisten ist, gilt es seitens der Ingenieurdidaktik zu klären.

STRUKTURIERTE ARBEITSPROZESSORIENTIERTE BILDUNGSPLANERSTELLUNG FÜR GEWERBLICH-TECHNISCHE FACHSCHULEN

Thomas Hägele¹ und Martin Meier²

¹ Technische Universität Hamburg Harburg, haegele@tuhh.de

² Hamburger Institut für Berufliche Bildung, martinhenning.meier@hibb.hamburg.de

Abstract 1 Die Entwicklung von Bildungsplänen in der beruflichen Bildung erfolgt weitgehend nach dem Lernfeldkonzept und stellt eine komplexe Aufgabe dar. Sie erfordert einen koordinierten Prozess der Erstellung, Umsetzung und Evaluation von Lernfeldern und -situationen. Die zentrale Frage ist: Wie kann dieser Prozess mit maßgeblicher Beteiligung der betroffenen Kolleginnen und Kollegen möglichst effizient gestaltet werden? Mit acht Fachschulen in dreizehn Fachrichtungen und wissenschaftlicher Begleitung wurden Berufsprofile erstellt, Arbeitsprozessstudien durchgeführt, Handlungsfelder identifiziert und fachübergreifende Kompetenzbausteine entwickelt. Zurzeit entwickeln die Fachgruppen Lernfelder und erste Ideen für eine schulpraktische Umsetzung in Lernsituationen. Das Entwicklungsziel ist, in rationeller Weise Bildungsgänge mit einem Profil zu entwickeln.

Keywords: Fachschulen, Bildungspläne, Lernfelder, Arbeitsprozessanalysen

Abstract 2 The curriculum development for vocational education and training in Germany is usually designed in learning fields which are common in all forms of vocational training schools, training centers and colleges and it is a complex task for all actors. The central question arises: how is it possible to create an efficient development process with the teachers of technical schools and colleges? Together with eight technical colleges in thirteen technical fields and in cooperation with scientific guidance occupation profiles had been created, work process analysis had been conducted, technical fields identified and generalized competence areas developed. The administration of the college is involved to design competence oriented assessments and to a correct legal regulation.

Keywords: technical colleges, Curriculum, learning fields, work process analysis

1 AUSGANGSLAGE

1.1 Motivation

Gerade im technischen Bereich steigt die Innovationsgeschwindigkeit ständig und zwingt Bildungsdienstleister in immer höherem Maße, Bildungsgänge zu aktualisieren oder neu zu entwickeln. Die Gründe, die den Ausschlag für ein Aktualisierungs- oder Entwicklungsprojekt geben, sind vielfältig, unter anderem folgende:

- Technische Verfahren ändern sich und Qualifikationsprofile müssen angepasst werden,
- die Anforderungen der Teilnehmer und Abnehmer an die Bildungsgänge können sich ändern,
- gesetzliche Rahmenbedingungen werden neu gestaltet und
- Anpassungen im internationalen Zusammenhang (z. B. Europäischer Qualifikationsrahmen) sind notwendig.

1.2 Anforderungen an Bildungsgänge

Bildungsdienstleister und die Administration staatlicher und privater berufsbildender Schulen sind somit gezwungen diesen Anforderungen gerecht zu werden und dafür zu sorgen, dass in einem erprobten Verfahren adäquate und qualitätsgesicherte Bildungsgänge entwickelt werden.

Das Ziel ist es, in rationeller Weise Bildungsgänge mit einem Profil zu entwickeln, die den folgenden Ansprüchen genügen. Die Bildungsgänge müssen

- an den Bedürfnissen der Absolventen ausgerichtet sein. Lernende haben ein Interesse daran in einem Bildungsgang ökonomisch, effizient und marktgerecht ausgebildet zu werden
- an den Anforderungen der potenziellen Arbeitgeber der Absolventen ausgerichtet werden. Fachkräfte, deren Kompetenzen nicht den Bedürfnissen der Arbeitgeber entsprechen, haben kaum die Möglichkeit einer Beschäftigung
- an einem nachvollziehbaren Niveau ausgerichtet werden. Nur wenn das Niveau des Bildungsganges transparent ist, kann eine adäquate Beschäftigung der Absolventen erfolgen
- Durchlässigkeit ermöglichen [1]. Standardisierte Bildungspläne erleichtern die Anerkennung von Lernleistungen seitens anderer Bildungsträger oder der Hochschulen
- häufig formale Vorgaben einhalten. Bildungsgänge, die nicht bestimmten Rahmenrichtlinien oder Vereinbarungen entsprechen, wird eine bundesweite und internationale Anerkennung verwehrt.

1.3 Handlungsschritte zum Bildungsgang

Daraus folgt die Notwendigkeit, die in dem Bildungsgang zu entwickelnden Kompetenzen an realen Beschäftigungsprofilen auszurichten. Die Handlungsschritte hin zu einem kompetenzorientierten Bildungsgang sind die

- Identifizierung, Beschreibung und Bewertung einer überschaubaren Anzahl (8 bis 15) charakteristischer beruflicher Handlungsfelder, die ein Berufsprofil (eine Handlungsfeldstruktur) darstellen
- Entwicklung von Lernfeldern aus den beruflichen Handlungsfeldern
- Entwicklung handlungsorientierter Lernsituationen, die die Lernenden als individuell Handelnde einbeziehen.
- Entwicklung von Kompetenzfeststellungsverfahren, um die neu erworbene Qualifikation zu zertifizieren.
- Das Durchlaufen der Handlungsschritte der Bildungsganggestaltung hat zum Ziel, den Bildungsgang beschreibende Bildungspläne und Lernsituationen zu entwickeln, die
- handlungs-, kompetenz- und lernergebnisorientiert sind und
- fachliche und personelle Kompetenzen gleichermaßen berücksichtigen.

1.4 Die Reform der Hamburger Fachschulen

Im Rahmen der inhaltlichen Reform der Hamburger Fachschulen wird ein Verfahren zur Bildungsganggestaltung entwickelt, das an acht verschiedenen technischen Fachschulen mit insgesamt dreizehn Fachrichtungen erprobt werden soll. Eine so große Anzahl von Bildungsgängen mit derart verschiedenen Fachrichtungen inhaltlich zu reformieren, erfordert ein gut strukturiertes Vorgehen.

Das Verfahren setzt bei der unmittelbaren Beteiligung der Lehrenden in den Schulen an und sichert somit eine hohe Identifikation der beteiligten Akteure als Grundlage für einen handlungs- und lernfeldorientierten Unterricht. Es berücksichtigt, dass die Lehrenden in Hamburg in der Regel zwar während ihrer Berufsausbildung oder danach umfangreiche Praxiserfahrungen gesammelt haben, jedoch im Laufe ih-

res Berufslebens, in dem sie über lange Zeit kaum außerschulische Praxiserfahrungen sammeln konnten, die realen betrieblichen Arbeits- und Geschäftsprozesse z. T. nicht mehr hinreichend kennen und reflektieren können.

Das Verfahren wird in Schritte unterteilt, die das Arbeitspensum zur Entwicklung von Bildungsgängen für die Beteiligten kalkulierbar machen. Um ein arbeitsteiliges Vorgehen zu ermöglichen, werden

- Materialien entwickelt, die eine gelenkte Erstellung der Berufs- oder Beschäftigungsprofile ermöglichen,
- wiederverwertbare Kompetenzprofile als Arbeitsrahmen im Bereich der überfachlichen, personalen Kompetenzen arbeitsteilig erstellt.

Die Entwicklung und Umsetzung des Verfahrens erfolgt unter wissenschaftlicher Begleitung durch das Institut für technische Bildung und Hochschuldidaktik (iTBH) der TUHH, das speziell bei der Standardisierung der Arbeitsprozessanalyse die Leitung übernommen hat. Das Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung (LI) übernimmt im Entwicklungsprozess die Aufgabe, die Austauschtreffen mit den Beteiligten und deren Schulung zu organisieren, zu strukturieren und zielorientiert zu begleiten.

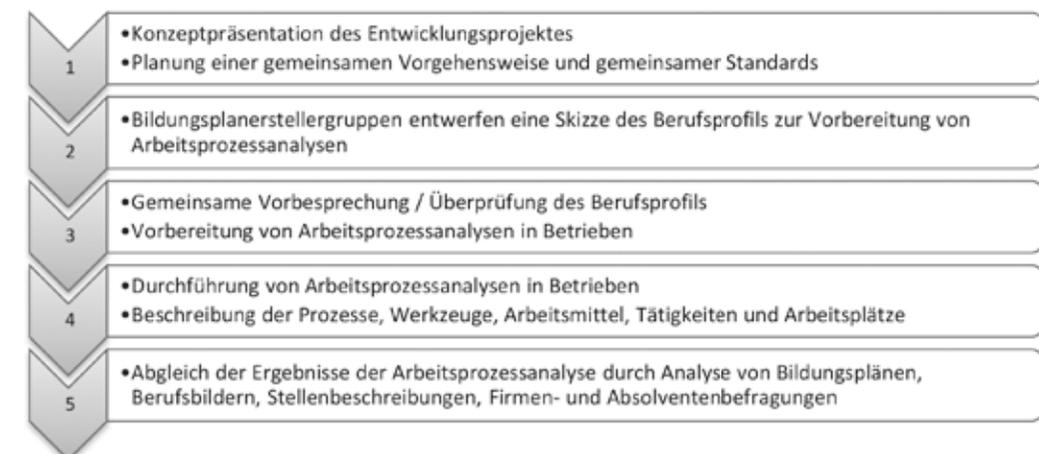
Der Entwicklungsprozess erfolgt auf zwei Ebenen:

Auf der ersten Ebene übernimmt das Hamburger Institut für Berufliche Bildung eine Administrations- und Prozessverantwortlichkeit. Sie ist der Initiator des Prozesses und koordiniert die Schulen, das LI und die wissenschaftliche Begleitung. Ebenso trägt sie Verantwortung für die Ergebnissicherung während des Prozesses und den Erfolg desselben, dokumentiert in Bildungsplänen und Allgemeinen Prüfungsordnungen (APO) für die Hamburger Fachschulen im gewerblich-technischen Bereich.

Auf der zweiten Ebene erarbeiten sogenannte Bildungsplanerstellergruppen (BEG) konkrete Berufsprofile und Handlungsfelder. Sie entwickeln Lernfelder und gestalten im Gesamtprozess Lernsituationen.

2 DARSTELLUNG DES VERFAHRENS

Im Folgenden wird der Entwicklungsprozess von Bildungsgängen mit besonderem Fokus auf Entwicklung von Handlungsfeldern skizziert. Die Planungsschritte sehen wie folgt aus:



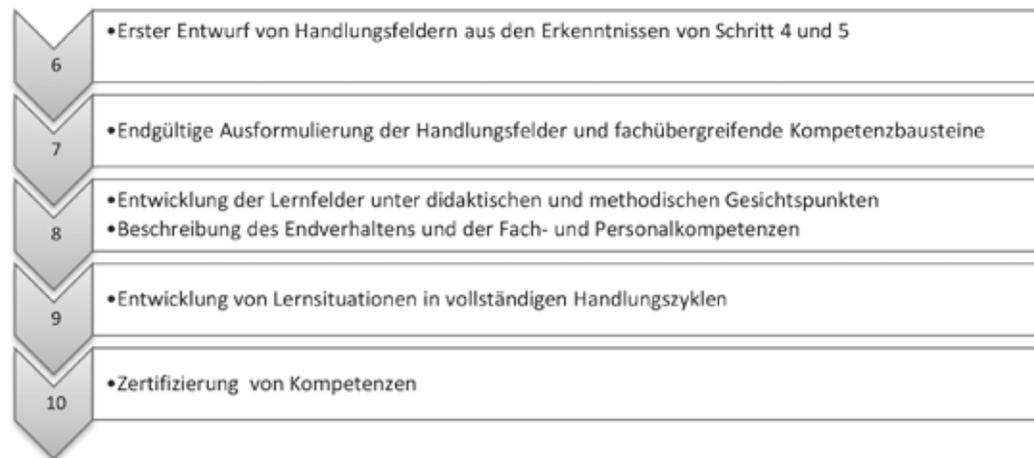


Abbildung 1 Planungsschritte arbeitsprozessorientierte Bildungsplanentwicklung

2.1 Schritt 1: Zusammensetzung der Bildungsgangstellergruppen (BEG)

Zur Entwicklung des Bildungsganges werden Bildungsplanerstellergruppen gebildet, im Folgenden BEG genannt. In diesem Zuge werden ebenfalls die Rahmendaten wie Zeitplanung und Personalaufwand abgestimmt und die BEG mit Ressourcen aus dem jeweiligen Schulkontingent versehen. Die BEG rekrutieren sich aus den jeweiligen Fachschulen und bestehen in der Regel aus vier bis sechs Lehrkräften.

Im ersten Schritt werden alle BEG über das Bildungsgangprojekt und die geplante Umsetzungsstrategie informiert. Das Vorgehen wird abgestimmt und Detailfragen zum Erarbeitungsprozess geklärt. Damit ein gemeinsames Verständnis entsteht und eine Standardsicherung möglich wird, ist es notwendig, dass die Arbeitsbegriffe wie z. B. Handlungsfelder, Lernfelder, Lernsituationen, Arbeitsprozesse und Fach- und Personalkompetenzen nach DQR, definiert bzw. kommuniziert werden.

Bei der Entwicklung von Bildungsgängen kommt den oben genannten Begriffen besondere Bedeutung zu. Die beruflichen Aufgabenkomplexe, die in den Handlungsfeldern beschrieben sind, bilden die Basis für Bildungsgänge [2]. Aus den Handlungsfeldern werden Lernfelder entwickelt, die sich nicht nur an den beruflichen Arbeitsprozessen orientieren, sondern umfassende berufliche Handlungskompetenz fördern, also auch individuelle und gesellschaftliche Fragestellungen berücksichtigen. Aus den Lernfeldern werden dann unterrichtliche Lernsituationen mit einem konkreten exemplarischen Handlungsprodukt, unter Vollzug einer vollständigen Handlung, entwickelt (siehe Abbildung 2).

Der Deutsche Qualifikationsrahmen (DQR) bildet den Referenzrahmen, den es bei der Erarbeitung der Bildungsgänge zu füllen gilt. Der fachschulische Abschluss ist auf Niveau 6 eingeordnet.

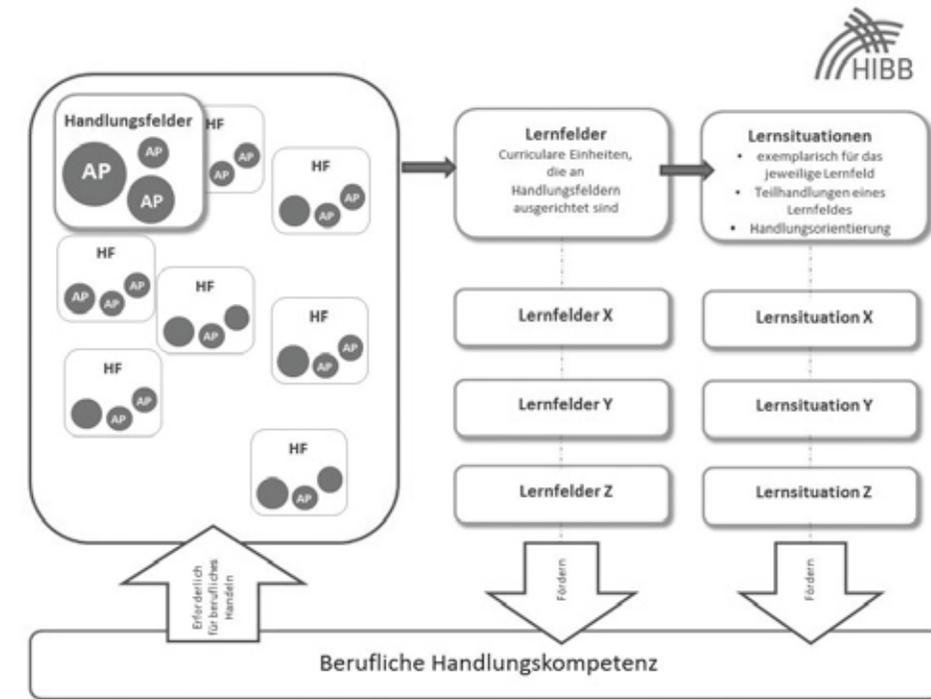


Abbildung 2 Vom Handlungsfeld zur Lernsituation

2.2 Schritt 2: Bildungsgangstellergruppen entwerfen ein Berufsprofil (Handlungsfeldstruktur und vorläufige Handlungsfeldbeschreibungen)

Die BEG entwerfen zunächst die Skizze eines Berufsprofils (Handlungsfeldstruktur und vorläufige Handlungsfeldbeschreibungen) als Vorbereitung auf die bevorstehenden Arbeitsprozessanalysen [3] in den Betrieben. Dazu kann es hilfreich sein, sich mit Betriebsvertretern über die Lernortkooperation und mit Studierenden bzw. Absolventen auszutauschen sowie Stellenbeschreibungen im Hinblick auf Qualifikations- und Anforderungsprofile zu untersuchen. Es sollte eine ausreichende, aber nicht zu große Anzahl (8 bis 15) an Handlungsfeldern identifiziert werden.

Die Struktur eines Berufsprofils könnte wie folgt aussehen:

Handlungsfeldstruktur (Berufsprofil)			
HF01	HF02	HF03	HF04
Unternehmensgründungs- und Übernahmeaktivitäten vorbereiten, durchführen und kontrollieren.	Marketingstrategien und -instrumente umsetzen: Produkt-, Preis-, Vertriebs-, Kommunikationspolitik auf der Grundlage eines Betriebsprofils betreiben.	Geschäftsprozesse abbilden und Jahresabschlüsse erstellen, betriebliche Kennzahlen ermitteln und auswerten (Controlling).	Kalkulationsgrundlagen durch internes Rechnungswesen ermitteln.

HF05	HF06	HF07	HF08
Prozesse strategisch vorbereiten, steuern, evaluieren und im Sinne der Effektivitäts- und Effizienzsteigerung verbessern (Qualitätskontrolle).	Betriebliche Finanzierungen und Forderungen managen.	Personal akquirieren, ausbilden, entwickeln und führen.	Gebäude und Objekte aufmessen und fachgerechte Aufmaße erstellen.
HF09	HF10	HF11	HF12
Kundenaufträge ausschreiben, kalkulieren, abrechnen und kontrollieren.	Schäden an organischen und anorganischen Objekten und Untergründen sachverständig sichten, analysieren, kommunizieren.	Maßnahmen zur Gestaltung und Instandhaltung, Instandsetzung und zum Schutz von Holz- und Kunststoffuntergründen planen, durchführen, evaluieren, bewerten.	Maßnahmen zur Gestaltung und Instandhaltung, Instandsetzung und zum Schutz von metallischen Untergründen planen, durchführen, evaluieren, bewerten.
HF13	HF14	HF15	HF16
Maßnahmen zur Gestaltung und Instandhaltung, Instandsetzung und zum Schutz von mineralischen Untergründen planen, durchführen, evaluieren, bewerten.	Prüf- und Messtechnik zur Entwicklung von Produkten auswählen, anwenden und die Ergebnisse bewerten.	Gebäude, Fahrzeuge und Objekte betrachten, deren restauratorischen/kmalpflegerischen Wert einschätzen, erhalten und wiederherstellen.	Raum- und Objektgestaltungskonzepte analysieren und zielgruppengerecht in innovative Kreationen überführen.

Abbildung 3 Beispiel für ein Berufsprofil für die Arbeitsprozessanalyse der Fachrichtung Farbtechnik (G6 Berufliche Schule Holz, Farbe, Textil)

Jedes Handlungsfeld sollte als Vorbereitung für die Arbeitsprozessanalysen vorläufig beschrieben werden. Zur Beschreibung gehören:

- ein Handlungsfeldtitel. Die Formulierung des Titels erfolgt, indem Arbeitshandlungen als substantivierte Verben mit den zugehörigen Arbeitsgegenständen oder Produkten kombiniert werden (z. B. Planen und Dimensionieren von elektrischen Antrieben).
- typische Prozesse oder Aufgabenbereiche (z. B. Kundenaufträge)
- typische Arbeitsgegenstände und -handlungen
- Besonderheiten und Trends (z. B. technologische oder organisatorische Entwicklungslinien)
- Angaben zur Branchenzugehörigkeit und Relevanz.

2.3 Schritt 3: Überprüfung des Berufsprofils und Vorbereitung von Arbeitsprozessanalysen

Im Anschluss an die Erstellung einer Berufsprofilskizze werden die vorbereiteten Handlungsfelder zunächst einer ersten Prüfung unterzogen, indem sie anderen BEG vorgestellt und mit ihnen diskutiert werden. Hier hat sich ein vom HIBB initiiertes Workshop im Ganztagesformat als sehr hilfreich erwiesen. Bei der Vorstellung der Berufsprofile können sich die BEG untereinander austauschen und Einblicke in die Entwürfe von anderen Fachrichtungen gewinnen. Um diese Entwürfe zu verfeinern, wird ein Leitfaden zur betrieblichen Arbeitsprozessanalyse vorgestellt und das weitere Vorgehen mit den BEG abgestimmt. Eine Überprüfung der Entwürfe mit Studierenden und Absolventen der Fachschulen sollte ebenfalls vorgenommen werden.

2.4 Schritt 4: Arbeitsprozessanalysen in Betrieben

Die Arbeitsprozessanalysen vertiefen die vorläufigen Handlungsfeldbeschreibungen. Für die Planung, Durchführung und Auswertung der Arbeitsprozessanalysen hat sich der Einsatz von maximal zwei Personen aus der BEG als Hauptverantwortliche bewährt. Das hat den Vorteil, dass die Arbeitsprozessanalysen bei der relativ geringen Größe der BEG gut zu organisieren sind. Ein geeignetes Teammitglied sollte Erfahrungen im Bereich von Arbeitsprozessbeschreibungen mitbringen und dem Konzept von Handlungsorientierung positiv gegenüberstehen. Damit das Spezifische an den Handlungsfeldern des jeweiligen Berufsprofils möglichst deutlich beschrieben wird, wäre es zwar wünschenswert, wenn die Person Erfahrungen in der spezifischen Fachrichtung mitbrächte, in der Regel ist es aber kaum möglich, dass die Person immer genau den zu untersuchenden Gegenstand aus eigener Erfahrung kennt. Daher sollte der in Frage kommende Personenkreis mindestens ein grundlegendes Verständnis der Denk- und Arbeitsweise der Fachrichtung mitbringen. Die Arbeitsprozessanalysen werden durch eine gründliche Vorbereitung erheblich erleichtert. Dazu wurde ein Leitfaden mit Hinweisen und Leitfragen entwickelt, der die BEG begleitet und unterstützt.

2.5 Schritt 5: Abgleich der Ergebnisse der Arbeitsprozessanalyse

Die durch die Arbeitsprozessanalyse gewonnenen Erkenntnisse fließen nun in den Entwurf des Berufsprofils ein. Ergänzend dazu können geeignete Bildungspläne anderer Bundesländer herangezogen werden, um die gewonnenen Erkenntnisse abzugleichen. Portale mit Stellenbeschreibungen für potenzielle Absolventen können die Handlungsfelder ebenfalls um wichtige Anforderungsbereiche ergänzen und den Blick in die Breite tragen. Außerdem wäre es sinnvoll die Absolventen der Bildungsgänge zu den aus der Arbeitsprozessanalyse ermittelten charakteristischen Handlungsfeldern zu befragen.

2.6 Schritt 6: Entwurf von Handlungsfeldern

Aus den Ergebnissen der Arbeitsprozessanalyse und der Analyse von bestehenden Bildungsgängen, Berufsbildern und Stellenbeschreibungen für das angestrebte Berufsprofil wird der Entwurf der Handlungsfelder in den BEG selbstverantwortlich verfeinert.

2.7 Schritt 7: Ausformulierung der Handlungsfelder und Fachrichtungsübergreifende Kompetenzbausteine

Die Formulierung der Handlungsfelder bildet einen sehr wichtigen Meilenstein im Gesamtprozess. Es ist auf die formale und stilistische Einheitlichkeit der Handlungsfeldstrukturen und Beschreibungen der einzelnen Fachrichtungen zu achten. Die Erarbeitung der Handlungsfelder schließt mit einem Workshop ab, auf dem die einzelnen BEG ihre ausformulierten Handlungsfelder einem interessierten Publikum präsentieren.

Die Handlungsfelder aller Fachrichtungen lassen mehrere gemeinsame Kompetenzen erwarten, die fachrichtungsübergreifend gebündelt werden können. Sie werden in sogenannten fachrichtungsübergreifenden Kompetenzbausteinen beschrieben. Eine Festlegung auf entsprechende Kompetenzbausteine und deren inhaltliche Erarbeitung wurde durch die BEG diskutiert und in Teilaufträgen delegiert. Die Kompetenzbausteine sind in ihren Aufbau und Inhalt Lernfeldern vergleichbar. Sie sind vorrangig der Personalkompetenz nach DQR zuzuordnen.

2.8 Schritt 8: Entwicklung der Lernfelder

Die Entwicklung von Lernfeldern baut auf den oben genannten Handlungsfeldern auf. Sie und die anschließende Gestaltung von Lernsituationen können hier nur kurz erwähnt werden, da zurzeit noch

keine fertigen Ergebnisse vorliegen. Bei der Erarbeitung der Lernfelder werden die am Ende der Ausbildung zu erwartenden Fach-, Methoden- und Personalkompetenzen beschrieben. Auch Fragen zur Systematik und zeitlichen Gliederung des Curriculums (didaktische Jahresplanung) werden hier geklärt [4]. Die fachrichtungsübergreifenden Kompetenzbausteine werden in die Lernfelder integriert.

2.9 Schritt 9: Entwicklung von Lernsituationen

Aus den Lernfeldern heraus werden handlungsorientierte Lernsituationen entwickelt. Dabei ist darauf zu achten, dass es ein konkretes Handlungsprodukt gibt, welches charakteristisch für das dem Lernfeld zugrunde liegende Handlungsfeld ist und den Rahmenbedingungen des Bildungsträgers Rechnung trägt. Für diese Aufgabe wird den BEG eine Leitlinie vom HIBB zur Verfügung gestellt.

2.10 Schritt 10: Zertifizierung von Kompetenzen

Als letzter Schritt ist die Zertifizierung der Kompetenzen zu implementieren. Eine praktische Umsetzung ist zurzeit noch nicht hinreichend geklärt. Hier wird aber bereits perspektivisch auf einen sehr wichtigen Aspekt hingewiesen, der häufig vernachlässigt wird: Der Zusammenhang von Kompetenzerwerb, Lehr-Lern-Methoden und Prüfungsformen. Das Konzept des „Constructive Alignment“ (CA) nach BIGGS und TANG [5] verknüpft curriculare und didaktische Elemente zu einem Planungsinstrument. Mit dem Fokus auf zu erreichende Lernergebnisse stellt das Konzept Lernziele in ein Beziehungsgefüge zur Gestaltung des Lehr-Lernprozesses und der Prüfungsformen. Nur, wenn Ziele, Methoden und Prüfungen aufeinander abgestimmt sind, ist ein erfolgreicher Lehr-Lernprozess durch gesteigerte Transparenz möglich. Anstelle von „teaching to the test“ steht im Sinne umfassender Handlungsfähigkeit eine ganzheitliche Kompetenzentwicklung (Learning Outcome) über die Prüfung hinaus im Vordergrund.

3 AUSBLICK

Die Entwicklung des oben genannten Verfahrens wird in Hamburg seit November 2014 erprobt und findet eine breite Akzeptanz unter den beteiligten Akteuren. Neben der organisatorischen Begleitung durch das Hamburger Institut für Berufliche Bildung (HIBB) und das Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung (LI) stellt die wissenschaftliche Begleitung durch die Technische Universität Hamburg-Harburg (ITBH) eine ebenso wichtige Säule im Entwicklungsprozess dar. Es zeigt sich bereits jetzt, dass die enge Zusammenarbeit mit den beteiligten Schulen und Kollegen eine hohe Motivation und Bereitschaft fördert, sich engagiert in die konsequente Entwicklung handlungsorientierter Bildungspläne für die Fachschulen im gewerblich-technischen Bereich einzubringen. Sofern es im weiteren Prozess gelingt, diese Handlungsorientierung auch in den Lernsituationen unter schulischen Rahmenbedingungen umzusetzen und entsprechende Prüfungsformate zu etablieren, wäre ein deutlicher Schritt in Richtung kompetenzorientierter Bildungspläne getan. Gelingt zudem eine Verknüpfung mit den formalen Anforderungen (z. B. Fachhochschulreife), wäre das hier dargestellte Verfahren auch in Bereichen außerhalb gewerblich-technischer Fachrichtungen (z. B. Wirtschaft, Gesundheit, ...) zu erproben.

Referenzen

- [1] Deutscher Qualifikationsrahmen (DQR) 2011: Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen, S. 45
- [2] Howe, F.; Knutzen, S.: Kompetenzwerkst@tt, Band 1, Paul Christiani GmbH & Co. KG (2011), S. 28
- [3] Howe, F.; Knutzen, S.: Kompetenzwerkst@tt, Band 1, Paul Christiani GmbH & Co. KG (2011), S. 49
- [4] Emmermann, R.; Fastenrath-Danner, S. (2014): Didaktische Jahresplanung, Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten, S. 70–72
- [5] Biggs, John; Tang, Catherine: Teaching for Quality Learning at University. What the Student Does. New York 2007

EINSATZ VON EMBEDDED SYSTEMS IN DER LEHRE

Thomas N. Jambor

Zentrum für Didaktik der Technik (Leibniz Universität Hannover, jambor@zdt.uni-hannover.de)

Abstract 1 Im Bereich der Ingenieurwissenschaften stellen die hohen Abbruchquoten von bis zu 45 % eine enorme Herausforderung dar. Insbesondere im ersten Studienabschnitt bereiten die abstrakten Inhalte, welche zentral in der Eingangsphase des Elektrotechnikstudiums sind, den Studierenden oft wegen eines fehlenden Praxisbezugs Schwierigkeiten. Eine Möglichkeit, dieser Problematik entgegenzuwirken, ist der Einsatz von sogenannten Embedded Systems. Bei Embedded Systems handelt es sich um informationsverarbeitende Systeme, welche quasi unsichtbar in Kraftfahrzeugen oder in Geräten des täglichen Gebrauchs eingebettet sind. Im folgenden Beitrag wird gezeigt, wie Embedded Systems im Bereich der Lehre eingesetzt werden können. Dabei stehen zum einen die Verknüpfung von Theorie und Praxis und zum anderen die motivierenden Elemente im Fokus, welche von den Embedded Systems ausgehen.

Keywords: Studieneingangsphase, elektrotechnische Vorkurse, praxisbezogene Projekte

Abstract 2 In the field of engineering education, the dropout rate of up to 45 % is one of the main challenges for universities. Especially in the introductory phase of the study programmes, the abstract topics of basic courses and the lack of orientation on practice cause further problems. One way to meet these problems is to use embedded systems. An embedded system is a data-processing system embedded in vehicles or in consumer electronic devices. This article shows how embedded systems can be used in engineering education. On the one hand, the embedded systems link theory and practice. On the other hand, they should motivate and inspire the students.

Keywords: introductory study phase, electrical engineering pre-courses, practical projects

EINLEITUNG

Elektrotechnik stellt hohe Anforderungen an Studierende, da neben den physikalischen und mathematischen Fachkompetenzen die Abstraktionsfähigkeit eine zentrale Rolle spielt. Diese Tatsache stellt insbesondere für Anfänger eine enorme Hürde dar, da sie die theoretischen Inhalte in dieser Studienphase weder mit eigenem Vorwissen noch mit jeglicher erdenkbaren Anwendung verknüpfen können. Dies führt dazu, dass viele Studierende entweder das Studium der Elektrotechnik aufgeben oder sich sogar vollständig von der akademischen Ausbildung abwenden.

Aufgrund des Fachkräftebedarfs ist es nicht nur aus Sicht der Universitäten und Hochschulen, sondern auch aus gesamtgesellschaftlicher Sicht bedeutsam, möglichst vielen jungen Menschen ein erfolgreiches Studium zu ermöglichen. Dabei müssen die Studierenden sowohl im leistungsbezogenen als auch im motivationsbezogenen Bereich unterstützt werden. Während die leistungsbezogene Unterstützung in Form von mathematischen und elektrotechnischen Vorkursen in [1] beschrieben wird, wird an dieser Stelle die motivationsbezogene Komponente betrachtet.

Als Ausgangspunkt für die Motivation wird die sogenannte Maker-Bewegung betrachtet, welche im Folgenden beschrieben wird. Anschließend werden Embedded Systems dargestellt, welche sowohl innerhalb dieser Bewegung als auch im Fokus dieser Arbeit stehen. Die Vorstellung einzelner Projekte,

welche insbesondere an der Leibniz Universität Hannover durchgeführt werden, stellt den Schwerpunkt dieser Veröffentlichung dar. Im Anschluss an diesen Schwerpunkt erfolgen ein Fazit sowie eine Zusammenfassung, welche die Veröffentlichung abschließen.

MAKER-BEWEGUNG

Der Grundpfeiler der Maker-Bewegung ist die Möglichkeit, durch einzelne Personen Produkte zu entwerfen und zu fertigen (vgl. [2, 45]). Neben der Bezeichnung Maker-Bewegung wird in der Fachliteratur von „Maker-Subkultur“ gesprochen, wobei an dieser Stelle auf die sozialwissenschaftliche Ausdifferenzierung der Begriffe „soziale Bewegung“ und „Subkultur“ verzichtet wird. Ein zentrales Element in dieser Bewegung spielen sogenannte Makerspaces, Hackerspaces und FabLabs. In den Makerspaces sind meistens 3D-Drucker, Lasercutter und CNC-Maschinen vorhanden, welche (kostenpflichtig) für die Fertigung von Produkten verwendet werden können. Überdies wird der Begriff Makerspace als ein Oberbegriff für Werkstätte wie Hackerspaces und FabLabs verwendet (vgl. [2, 52]). Während Makerspaces in Allgemeinen sowohl durch private Personen als auch öffentliche und kommerzielle Einrichtungen gegründet werden können, steht die Eigengründung durch Mitglieder bei den Hackerspaces im Vordergrund. Die fachliche Ausrichtung dieser Einrichtungsart zielt auf elektronische Hardwarekomponenten und die Softwareerstellung. Bei der durch Berichterstattung in der Presse wohl am bekanntesten Einrichtungsart FabLab (Fabrication Laboratory) handelt es sich um „Hightech-Werkstätten“, in welchen „Privatpersonen [...] ermöglicht wird [...] industrielle Produktionsverfahren kennen zu lernen und zunächst unter erläuternder Anleitung und im Anschluss daran selbstständig zu nutzen“ ([2, 52]). Eine strikte Trennung der drei Arten ist jedoch an dieser Stelle nicht notwendig. Vielmehr muss an dieser Stelle betont werden, dass ein Wissenstransfer zwischen den Mitgliedern eine entscheidende Bedeutung hat, wobei hier i. A. projekt- bzw. problembezogene Austausch vordergründig ist. Ein Bildungsauftrag besteht für diese Einrichtungen nicht.

Zu den wichtigsten Entwicklungsschritten der Maker-Bewegung gehört die Gründung des ersten FabLabs in 2002 am Massachusetts Institute of Technology (MIT), welche die Idee der Universitätsveranstaltung „How To Make (almost) Anything“ fortgesetzt hat. Ziel dieser Veranstaltung war die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Studierenden, um unterschiedliche Produkte entwickeln zu können. Laut der FabFoundation existieren aktuell weltweit über 1000 FabLabs (vgl. [3]), welche diese Grundidee weiterverfolgen. Neben der steigenden Anzahl an FabLabs ist die Entwicklung der Maker Fair ein weiteres Indiz für den Erfolg dieser Bewegung. Dabei handelt es sich um eine Ausstellungsart, welche den Austausch zwischen Makern (Angehörige der Maker-Bewegung) mithilfe von Vorträgen, Kursen und Demonstrationen fördert. Während die erste Maker Fair im Jahr 2006 in San Mateo (Kalifornien) ca. 22.000 Besucherinnen und Besucher begeistern konnte, nahmen im Jahr 2014 weltweit ca. 781.000 Begeisterte an den Veranstaltungen teil (vgl. [2, 47]).

Die Begeisterung der Menschen innerhalb der Maker-Bewegung, welche jeweils einen eigenen Zugang zu den ingenieurnahen Aktivitäten finden, ist m. E. ein sehr guter Beweis für die Möglichkeit der Motivation von Laien, sich mit den Ingenieurwissenschaften und insbesondere mit der Elektrotechnik und Informatik zu befassen. In diesen beiden Bereichen sind die sogenannten Embedded Systems für die positive Entwicklung innerhalb der Maker-Bewegung entscheidend.

EMBEDDED SYSTEMS

In Allgemeinen besteht ein technisches System aus Sensoren, der Signalverarbeitung und Aktoren (vgl. Abbildung 1), sodass ein solches System die Umwelt mit den Sensoren erfassen und mit den Aktoren beeinflussen kann. Die Reaktion auf die Umweltdaten wird in der Signalverarbeitung festgelegt.

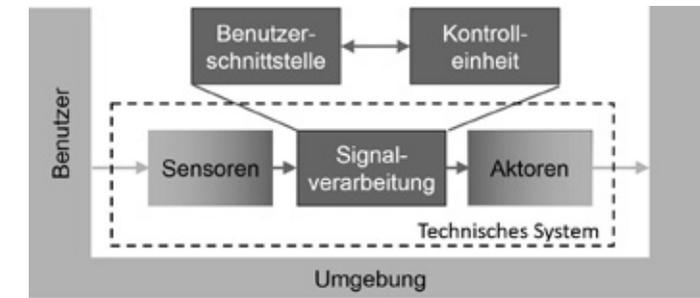


Abbildung 1 Komponenten eines Embedded Systems

In Anlehnung an SCHOLZ sei im Rahmen dieser Arbeit die Signalverarbeitung eines eingebetteten Systems durch eine Kontrolleinheit realisiert, welche aus Hardware und Software besteht. Die Interaktion des Benutzers mit dem eingebetteten System erfolgt mithilfe einer Benutzerschnittstelle (vgl. [4, V]). Das eingebettete System selbst ist in eine komplexe technische Umgebung eingebunden (eingebettet), welche beispielsweise ein PKW oder ein Smartphone sein kann. Während der Benutzer an einzelnen Stellen ein solches System wahrnimmt, ist die Integration einzelner Systeme in ihre Umgebung beinahe perfekt, sodass sie für den Laien oft nicht erkennbar sind.

Je nach Anforderungen des Gesamtsystems werden eingebettete Systeme mit und ohne einem Betriebssystem eingesetzt, sodass beispielsweise ein „gewöhnlicher“ Kühlschrank oft mit einem relativ leistungsschwachen Mikrocontroller bestückt werden kann. Ein moderner Kaffeevollautomat mit einer aufwendigen graphischen Oberfläche für die Auswahl unterschiedlicher Kaffeesorten etc. benötigt dagegen einen leistungsstärkeren Prozessor, welcher in einem System mit einem Betriebssystem eingesetzt wird.

Im Rahmen der Maker-Bewegung haben sich einige Plattformen entwickelt, welche ein sehr breites Leistungsspektrum abdecken, kostenlose Entwicklungswerkzeuge bieten, eine große Benutzergemeinde mit dem damit verbundenen nicht-kommerziellen Support aufweisen und oft deutlich weniger als 100,- EUR kosten. Alle diese Eigenschaften und die Tatsache, dass diese Plattformen oft für Lehrzwecke entwickelt wurden, erleichtern den Einsatz im schulischen Unterricht bzw. in der universitären Lehre enorm. Aus Umfangsgründen seien an dieser Stelle lediglich drei solche Plattformen vorgestellt, welche im Rahmen einzelner Projekte am Zentrum für Didaktik der Technik (ZDT) eingesetzt werden.

Arduino

Die in 2005 veröffentlichte Arduino-Plattform basiert auf unterschiedlichen Mikrocontrollern des Herstellers ATMEL. Dabei handelt es sich um eine elektronische Open-Source-Plattform, für welche Schaltbilder und Platinenlayouts frei verfügbar sind. Aktuell werden dreizehn unterschiedliche Boards angeboten, um unterschiedlichen Anforderungen bzgl. der Leistung, Anzahl der Ein- und Ausgänge sowie zusätzlichen Anschlussmöglichkeiten gerecht zu werden (vgl. [5]). Bei allen Boards handelt es sich um Mikrocontroller-Boards, welche ohne ein Betriebssystem verwendet werden. Im Rahmen der einzelnen Projekte wird am ZDT insbesondere der Arduino Uno (vgl. Abbildung 2) eingesetzt, welcher mit 16 MHz getaktet wird und mit einer Betriebsspannung zwischen 6 und 20 V betrieben werden kann. Neben den 14 digitalen Ein- und Ausgänge stehen dem Benutzer sechs analoge Eingänge zur Verfügung. Das Board kostet aktuell ca. 20,- EUR. Eine Besonderheit der Arduino-Plattform stellen die sogenannten Shields (Erweiterungsmodule) dar, welche mittels der I/O-Schnittstelle mit den jeweili-

gen Boards verbunden werden. So sind beispielsweise Shields für die Anbindung des Arduino Boards an ein WLAN oder für den direkten Anschluss von Motoren erhältlich.



Abbildung 2 Arduino Uno



Abbildung 3 Raspberry Pi



Abbildung 4 Intel Edison

Für die Entwicklung von Software für die Arduino Boards steht eine kostenlose Entwicklungsumgebung zur Verfügung, welche als Editor, Compiler, Programmierwerkzeug sowie Kommunikationswerkzeug verwendet werden kann. Damit ist es möglich, ein Programm zu erstellen, für den Mikrocontroller zu übersetzen und auf das Board zu übertragen. Überdies ist es vorgesehen, eine Kommunikation zwischen dem Board und PC mithilfe der seriellen Schnittstelle (USB) zu etablieren. Die Entwicklungsumgebung unterstützt die Programmiersprache C und bietet dem Programmierer eine Reihe an Bibliotheken an, welche beispielsweise einen einfachen Zugriff auf ein angeschlossenes Display ermöglichen und eine einfache Verwendung einzelner Shields sicherstellen. Insbesondere für Kinder ist die „Programmiersprache“ Scratch for Arduino (S4A, vgl. [6]) erhältlich, mit der graphische Programmierung möglich ist.

Raspberry Pi

Raspberry Pi, welcher aktuell bereits in der dritten Version erhältlich ist, ist ein Mini-PC mit einem ARM-Prozessor. Im Gegensatz zu den Arduino-Boards kommt auf den Raspberry-Pi-Boards ein Betriebssystem zum Einsatz, wobei hier Linux-Derivate am meisten verbreitet sind. Dies liegt insbesondere an der Tatsache, dass Windows erst ab der Version 10 für die Raspberry-Pi-Plattform verfügbar ist. Insbesondere für den Einsatz in Anwendungen (z. B. Abspielen von Videos), welche relativ hohe Anforderungen an die Hardware stellen, bietet der Raspberry Pi 3 (vgl. Abbildung 3) einen Prozessor mit vier Kernen und 1,2 GHz Taktfrequenz an. Zu den zahlreichen Anschlussmöglichkeiten des Raspberry Pis gehören 40 digitale Ein- und Ausgänge, vier USB-, eine HDMI- und eine LAN-Schnittstelle. Lediglich für das Erfassen von analogen Signalen ist ein Analog-Digital-Wandler nötig. Das Betriebssystem und die Daten werden auf einer microSD-Karte gespeichert (vgl. [7]). Maßgeblich für den Erfolg des Konzeptes ist auch hier der relativ niedrige Preis, welcher aktuell bei ca. 40,- EUR liegt.

Aufgrund der Verwendung von Linux als Betriebssystem sind sehr viele Entwicklungswerkzeuge verfügbar, sodass hier unterschiedliche Programmiersprachen eingesetzt werden können. So reicht das Spektrum von der graphischen „Programmiersprache“ Scratch über etablierte Sprachen für den hardwarenahen Entwurf wie C bis zu objektorientierten Programmiersprachen wie JAVA, mit der leicht graphische Benutzeroberflächen erstellt werden können. Die Programmiersprache, welche für den Zusatz „Pi“ (Python Interpreter) verantwortlich ist und am meisten auf dieser Plattform verbreitet ist, ist Python. Diese Programmiersprache gilt als gut für Anfänger geeignet (vgl. [7, 181]) und bietet eine zahlreiche Programmierergemeinde an, welche den Programmierer mit unterschiedlichen Bibliotheken und kostenlosem Support versorgt.

Intel Edison

Aufgrund der Erfolge von Arduino- und Raspberry-Pi-Boards sind aktuell viele weitere Mikrocontroller- und Mikroprozessorboards¹ erhältlich. Ein Beispiel für ein solches Board ist der Intel Edison (vgl. Abbildung 4), welcher zur gleichen Leistungsklasse wie der Raspberry Pi gehört. Im Gegensatz zum Raspberry Pi wird hier ein Atom Prozessor eingesetzt, welche drei² Kerne und eine Taktfrequenz von 500 MHz aufweist. Auch in puncto Anschlussmöglichkeiten sind die beiden Boards vergleichbar, wobei das Edison-Board auch analoge Eingänge bietet. Eine graphische Ausgabe ist mit dem Board nicht möglich, sodass lediglich eine textbasierte Kommunikation mit dem Board und dem Linux-Betriebssystem verwendbar ist. Die Auswahl an Programmiersprachen ist ähnlich groß wie dies bei dem Raspberry Pi der Fall ist, wobei hier die fehlende graphische Ausgabe eine (geringfügige) Hürde für einen Anfänger darstellt.

EINSATZ IN DER SCHULISCHEN UND UNIVERSITÄREN LEHRE

Ausgehend von der motivierenden Wirkung der Embedded Systems, welche innerhalb der Maker-Bewegung beobachtbar ist, und den günstigen Eigenschaften der Entwicklungsplattformen wurden am ZDT einige Projekte implementiert, welche in der Lehre eingesetzt werden. Im Rahmen dieser Veröffentlichung werden vier solche Projekte skizziert. Auf die Beschreibung von Programmierpraktika, welche insbesondere im Bereich der Ausbildung zukünftiger Lehrkräfte verortet sind und ebenfalls auf die Verwendung von Embedded Systems basieren, wird aus Umfangsgründen verzichtet.

Mobiles Messlabor

Im Rahmen der Veranstaltung „Praxis elektrotechnischer Methoden“, welche im Sinne eines elektrotechnischen Vorkurses für Studierende der Elektrotechnik angeboten wird (vgl. [1]), werden einzelne Aufgaben aus dem Bereich der Gleichstromtechnik bearbeitet. Bei der Veranstaltung handelt es sich um eine Kombination aus einer Vorlesung, Übung und Laborübung, da hier der Dozent zuerst einzelne Themenbereiche theoretisch einführt. Anschließend experimentieren die Studierenden mit kleinen Schaltungen, um so die Grundlagen praxisbezogen zu vertiefen und etwaigen Fehlvorstellungen entgegenzuwirken. Die gemeinsame Reflexion der Ergebnisse schließt den jeweiligen Themenbereich ab. In den vergangenen Semestern haben bis zu 90 Studierende an der Veranstaltung teilgenommen, in der sie in Vierergruppen zusammenarbeiten haben.

Aufgrund der Tatsache, dass die meisten Studierenden parallel zur Veranstaltung „Praxis elektrotechnischer Methoden“ die Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik II“ besuchen, ist eine Erweiterung des Spektrums von Aufgaben um die Wechselstromtechnik sinnvoll. Aus diesem Grund wurde mithilfe eines Raspberry Pis ein mobiles Messlabor entwickelt (vgl. Abbildung 5). Hiermit ist es beispielsweise möglich, das Verhalten eines Tiefpasses (RC-Glied) zu untersuchen. Dabei generiert das Gerät Signale, wobei die Studierenden zwischen Sinus, Rechteck und Dreieck wählen können. In der ersten Stufe wird der Tiefpass mithilfe des integrierten Oszilloskops untersucht. Anschließend können die Studierenden den integrierten Spektrumanalysator verwenden.

¹ Banana Pi, BeagleBoard, Cubieboard etc.

² Bei dem Intel Edison werden ein Atom-Prozessor mit zwei Kernen und ein Mikrocontroller Quark kombiniert.

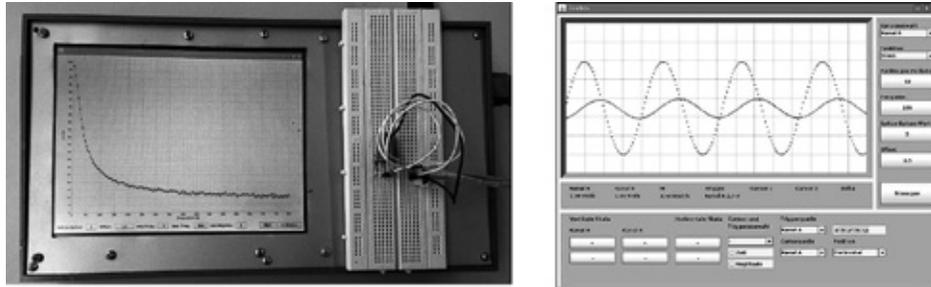


Abbildung 5 Mobiles Messlabor (inkl. Screenshot des Oszilloskopes)

Neben den relativ niedrigen Gesamtkosten des Systems stellen die kleinen Abmessungen (170 mm x 310 mm), welche die Verwendung in einem Vorlesungssaal ermöglichen, und die Erweiterbarkeit des Gesamtsystems die großen Vorteile des Ansatzes dar. Die Tatsache, dass das Embedded System linux-basiert ist, ermöglicht es dem Dozenten, sich in der Veranstaltung auf die einzelnen Messlabore durch seinen Laptop anzumelden, und die Ergebnisse der Studierenden über den Beamer ohne Zusatzaufwand zu präsentieren und zu reflektieren.

Embedded System als SPS

Aus einer Notwendigkeit heraus hat sich der Einsatz eines Embedded Systems im Labor für Steuerungstechnik ergeben. Bis vor einem Jahr wurde in einem Versuch eine Mischanlage mithilfe einer SPS-Anlage gesteuert. Die Studierenden konnten mithilfe von graphischer Eingabe die Steuerung implementieren. Da es sich um ein Fernlabor handelt und die Situation einer Fernwartung nachgebildet werden soll, haben die Studierenden die Anlage lediglich durch eine Kamera während des Versuches beobachtet. Da weder die Software noch die Hardware mehr zu beschaffen war, stellte die Verwendung eines Embedded Systems einen guten Ersatz für das alte System dar. Dabei wird der Raspberry Pi mithilfe eines SPS-Erweiterungsboards PiXtend [8] an die Anlage angebunden. Neben der bereits erwähnten Implementierung der Steuerung mithilfe der graphischen Beschreibungsart ist es nun möglich, mit beinahe beliebiger Programmiersprache zu arbeiten. Ein Nachteil dieser Lösung ist die fehlende Echtzeitfähigkeit des neuen Systems, wobei dies nicht im Fokus des Laborversuches steht.

Roboter

Eine sehr beliebte und motivierende Anwendung der Embedded Systems ist der Einsatz in Robotern. Am ZDT werden fahrende und fliegende Roboter eingesetzt (vgl. Abbildung 6). Insbesondere die fahrenden Roboter finden im schulischen Bereich sowie der Studieneingangsphase Verwendung. Es handelt sich um Raspberry Pi basierte Roboter, mit denen Schülerinnen und Schüler sowie Studierende hardwarenahe Programmierung erlernen. Aus bestehenden Erfahrungen kann den Robotern eine motivierende Wirkung bescheinigt werden, welche auch bei Personen ohne Affinität im Bereich der Programmierung beobachtbar ist.



Abbildung 6 Roboter mit Embedded Systems

Für erfahrene Lernende stehen zwei fliegende Roboter zur Verfügung. Während der Zeppelin auf Grund des Gewichtes der benötigten Energieversorgung (Akkus) auf einem Arduino basiert, wird die Steuerung des Quadrocopters durch einen Raspberry Pi implementiert. Zu dem großen Vorteil des Zeppelins gehört die Sicherheit der Lernenden und der Hardware. Durch die niedrige Geschwindigkeit und kleine Rotoren ist auch der Einsatz in kleinen (Klassen-)Räumen möglich. Eine Verletzung der Lernenden und die Zerstörung der Hardware sind beinahe ausgeschlossen.

Internet der Dinge (Internet of Things)

Neben dem Bereich der Robotik stellt das Thema Internet der Dinge durch die Präsenz in den Massenmedien ein weiteres Einsatzfeld für Embedded Systems dar, welches einen motivierenden Effekt aufweist. Aus diesem Grund wurde am ZDT ein IoT-System entwickelt, welches aus einem intelligenten Kühlschrank mit einem Raspberry-Pi-Board (vgl. Abbildung 7), einer Kaffeemaschine mit einem Arduino- und Raspberry-Pi-Board sowie einem Wecker mit Intel-Edison-Board besteht.

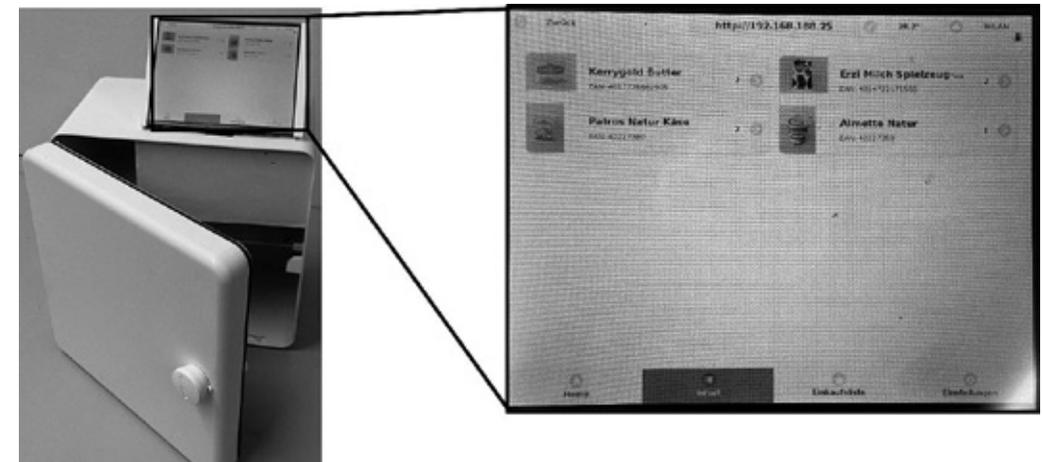


Abbildung 7 Intelligenter Kühlschrank

Im Kühlschrank ist ein Barcode-Scanner integriert, mit dem einzelne Lebensmittel ein- und ausgetragen werden. Falls eine vorgegebene Menge eines bestimmten Lebensmittels (z. B. Milch) unterschritten wird, generiert der Kühlschrank eine Einkaufsliste, welche online verfügbar ist und von jedem internetfähigen Gerät eingesehen werden kann. Die Funktionen der Kaffeemaschine können sowohl am Gerät als auch mittels Nachrichten gesteuert werden, welche durch internetfähige Geräte generiert werden. So ist es in der aktuellen Konfiguration des Gesamtsystems möglich, dass der Wecker in Anschluss (oder im Vorfeld) eines Weckalarms das Kochen vom Kaffee auslöst, sodass der Benutzer nach dem Aufstehen einen frischen Kaffee in der Küche vorfindet.

Im Rahmen eines Workshops, welcher beinahe vollständig online durchgeführt werden kann, können Studierende sowohl die Steuerungen der einzelnen Geräte (Python, C) als auch die Bedienoberfläche für den Kühlschrank (PHP und HTML) implementieren. Die elektrotechnische Komponente ist durch die Notwendigkeit der Auswahl von Sensoren gegeben. Die gegenseitige Interaktion der Geräte fördert die Kommunikation zwischen der Lernenden, da hier beispielsweise Übertragungsprotokolle festgelegt werden müssen.

FAZIT UND AUSBLICK

Die Einsatzmöglichkeiten der Embedded Systems sind beinahe unbegrenzt, wenn Inhalte aus dem Grenzbereich zwischen der Elektrotechnik und Informatik im Fokus stehen. Überdies ist es sehr gut möglich, Embedded Systems als Mess- und Steuerequipment innerhalb von Veranstaltungen einzusetzen. Damit ist eine Anpassung an die jeweiligen Anforderungen des Lehrenden kostengünstig realisierbar. Für die Studierenden gewährleisten die Embedded Systems eine niedrige Zugangsschwelle in den Bereich der hardwarenahen Programmierung, welcher sowohl für zukünftige Facharbeiter als auch Ingenieurinnen und Ingenieure hohe Relevanz hat. Überdies zeigen sich innerhalb der einzelnen Veranstaltungen Motivationseffekte, welche von den Embedded Systems ausgehen. Dies wird insbesondere bei den Robotern und den IoT-Geräten sichtbar, welche in den Medien mit meistens positiver Konnotation präsent sind. Aus der Sicht der Elektrotechnik ist das Grundlagenwissen schwer mit den Embedded Systems direkt vermittelbar. Dies liegt an der Tatsache, dass diese Systeme hohe Komplexität aufweisen, sodass sie eher als Werkzeuge und weniger als elektrotechnische Lernobjekte geeignet sind. Des Weiteren kann die relativ kurze „Lebenszeit“ der einzelnen Plattformen und damit verbundene Verfügbarkeit einen Nachteil darstellen. Raspberry Pi und Arduino sind bereits länger auf dem Markt und die Anbieter stellen die Abwärtskompatibilität sicher, sodass hier aktuell keine Probleme zu sehen sind. Eine solche Aussage für das Intel-Edison-Board kann noch nicht getroffen werden, da die Boards erst seit dem Herbst 2014 verfügbar sind.

Aufgrund der positiven Erfahrungen haben Embedded Systems einen festen Platz am ZDT im Bereich der Lehre und Forschung. Neben der Evaluation einzelner Einsatzbereiche ist die Integration von Raspberry Pi in die mathematischen Vorkurse ein weiteres Thema. Dieser Einsatz bietet sich aufgrund der kostenlos verfügbaren Mathematica-Version für Raspberry Pi an, sodass Studierende an unterschiedlichen Eckpunkten ihres Studiums mit einem bekannten Embedded System in Berührung kommen. Überdies ist eine stärkere Einbindung in das Studium für das Lehramt an Berufsbildenden Schulen ein weiteres Tätigkeitsfeld des Autors, um zukünftige Lehrer als Multiplikatoren einzusetzen.

Referenzen

- [1] Jambor, Thomas N. und Schulz, Irina (2016). Studieneinstieg erleichtern – Mathematische und elektrotechnische Vorkurse. Referate der 10. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung
- [2] Ramsauer, Christian und Friessnig, Matthias. Einfluss der Maker Movement auf die Forschung und Entwicklung. In: Biedermann, Hubert (Hrsg. 2016). Industrial Engineering und Management, Springer Gabler Verlag, S. 43–61
- [3] Fab Foundation (2016). Internetauftritt der Fab Foundation. www.fabfoundation.org. Abrufdatum: 30.09.2016
- [4] Scholz, Peter (2005). Softwareentwicklung eingebetteter Systeme, Springer Verlag, Berlin
- [5] Arduino (2016). Internetauftritt der Arduino LLC. www.arduino.cc. Abrufdatum: 30.09.2016
- [6] Citilab (2016). Internetauftritt der Entwicklungsumgebung Scratch for Arduino. www.s4a.cat. Abrufdatum 30.09.2016
- [7] Dembowski, Klaus (2015). Raspberry Pi – Das technische Handbuch, Springer Vieweg Verlag Wiesbaden
- [8] Qube Solutions UG. Internetauftritt der Plattform PiXtend. www.pixtend.de. Abrufdatum: 30.09.2016

TENDENZEN UND RISIKEN DER AKADEMISIERUNG BERUFLICHER BILDUNG IM KONTEXT DER ENTWICKLUNG VON PRODUKTIONSSTRUKTUREN

Steffen Kersten

TU Dresden, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Fachrichtungen
steffen.kersten@tu-dresden.de

Abstract 1 Die leistungsfähige berufliche Bildung in Deutschland läuft Gefahr, ihre hohe gesellschaftliche Akzeptanz zu verlieren. Die Tendenzen von Integration und Inklusion führen zum Ruf nach Absenkung der hohen Standards der Beruflichkeit zugunsten tätigkeitsorientierter Ausbildungsmodulare. Andererseits führen höhere Arbeitsanforderungen durch veränderte Produktions- und Dienstleistungsstrukturen sowie der Druck internationaler Bildungsvergleiche zu einer Tendenz zunehmender Akademisierung. Der folgende Artikel geht der Frage nach, ob Akademikerquoten jenseits der 50 Prozent die passende Antwort auf die Entwicklungen der Arbeitswelt und der Gesellschaft sind.

Keywords: Berufsbildung, Akademisierung

Abstract 2 The efficient vocational education and training in Germany runs the risk of losing its high social acceptance. The tendencies of integration and inclusion lead to a call for lowering the high standards of vocation in favor of activity-oriented training modules. On the other hand, higher labor requirements due to changed production and service structures as well as the pressure of international education comparisons lead to a tendency towards increasing academisation. The following article examines the question of whether academician quotas beyond the 50 percent are the right answers to developments in the working environment and society.

Keywords: Vocational Education, Academisation

DIE ENTWICKLUNG BERUFLICHER ARBEITSANFORDERUNGEN

In der Mitte des 20. Jahrhunderts war der Bildungsstand in den entwickelten Industrieländern recht ähnlich. „In allen Ländern schloss nur eine kleine Minderheit eines jeden Jahrganges ein akademisches Studium ab. Ein etwas größerer Teil absolvierte eine betriebliche oder schulische Ausbildung unterhalb der akademischen Ebene. Die überwiegende Mehrheit der Jugendlichen hingegen trat ohne eine Ausbildung ins Berufsleben ein und wurde innerbetrieblich angelernt.“ [1, S. 21] Das relativ geringe Qualifikationsniveau entsprach den damaligen Anforderungen in der durch tayloristische Produktionsstrukturen geprägten Arbeitswelt. Die Grundidee dieser Arbeitsorganisation bestand darin, den Unternehmenserfolg weitgehend unabhängig von den Qualifikationen der Produktionsarbeiter zu machen. Dequalifizierung beherrschte dementsprechend die industriell entwickelte Arbeitswelt der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. TAYLOR selbst beschrieb dies mit folgender Aussage: „Es hieße die Vorteile des Systems schlecht auszunutzen, wenn nicht beinahe an allen Arbeitsmaschinen geringer bezahlte Arbeitsleute anstatt der geschulten Facharbeiter angestellt würden. Die völlige Trennung der geistigen und vorschreibenden Arbeit von der ausführenden Arbeit in der Werkstätte und die Übernahme derselben in das Arbeitsbüro, die genauen und unzweideutigen Anweisungen über alle Einzelheiten der Arbeit und die eingehende Anleitung der Leute durch die Ausführungsmeister ermöglichen dieses selbst bei der vielgestaltigen Arbeit der Maschinenfabriken.“ [2, S. 51]

Die Automatisierungs- und Kybernetisierungstendenzen der 50er und 60er Jahre mit dem Einzug der Halbleitertechnologie veränderten die Situation. Bedingt durch technologische Entwicklungen veränderte sich die Arbeitswelt in Produktion und Dienstleistung. Fähigkeiten, die über die funktionalen Qualifikationen hinausgingen und zu erhöhter Flexibilität hinsichtlich der Bewältigung technologischer Veränderungen im Arbeitsprozess führen, rückten verstärkt in das Anforderungsbild der Beschäftigten. So forderte DAHRENDORF bereits 1956 die stärkere Herausbildung extrafunktionaler Qualifikationen wie Anpassungsfertigkeiten, Verantwortungsfertigkeiten und latente funktionale Fertigkeiten. [vgl. 3, S. 552] In der DDR begann in den 50er Jahren die Debatte um die Erhöhung der Disponibilität der Facharbeiter, die 1968 zur Einführung der sogenannten Grundberufe und damit zur gestuften beruflichen Bildung führte. Die deutschsprachigen Länder reagierten auf diese erhöhten Anforderungen in der Arbeitswelt mit dem Ausbau ihrer beruflichen Bildungssysteme. Die enge Verbindung von schulischer und betrieblicher Bildung sowie die Beteiligung der Wirtschaft an der Entwicklung der Berufsstandards führte zu einer sehr hohen Akzeptanz der beruflichen Bildung seitens der Unternehmen und seitens der Bevölkerung. Das Statistische Jahrbuch 2016 weist für die deutsche Erwerbsbevölkerung mit berufsqualifizierendem Abschluss für heute einen Anteil von 77,6 % für Abschlüsse des Berufsbildungssystems (Berufsausbildung bzw. Fachschule) aus. [vgl. 4, S. 80]

Neben der technisch-technologischen Entwicklung war es in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts vor allem der Wandel in der Arbeitsorganisation, der die Spirale erhöhter Arbeitsanforderungen antrieb. Der Siegeszug des Lean Managements nahm seinen Ausgang als Produktionssystem der Toyota Motor Corporation, entwickelt von Kiichirō TOYODA, Eiji TOYODA und vor allem Taiichi OHNO. Anders als im Scientific Management TAYLORS, rückt nun der Produktionsfaktor „Mensch“ ins Zentrum einer flexiblen, kundenorientierten Produktion. SEKINE, ein Miterfinder des Toyota-Produktionssystems drückte es einst wie folgt aus: „Das Problem (in tayloristischen Strukturen) ist das gedankenlose Anbinden des Arbeiters an die Maschine, da er beim Arbeiten sinnentleert zuschaut. In Japan ist das Ziel die Menschen auszulasten, nicht wie bei Ihnen die Maschinen.“ [Sekine, K. zit. in: 5, S. 4] Komplexere Arbeitsprozesse, Zunahme an Verantwortung durch Abbau hierarchischer Unternehmensstrukturen, Mitbeteiligung an Prozessen der Arbeitsorganisation, Qualitätssicherung und Produktentwicklung sind typische Merkmale des Lean Management, die eine Höherqualifizierung der Beschäftigten erfordern. Hinsichtlich der Bildungsrelevanz verwies FRIELING in einer Untersuchung 1993 auf folgende Merkmale des Lean Management:

- Prozesskettenorientierte Organisation statt funktionaler Hierarchien
- Kunden- statt Produktorientierung
- Projekt- und Budgetverantwortung statt hierarchisch strukturiertem Aufgabenmanagement
- Team- bzw. Gruppenarbeit statt Einzelarbeit
- Vollständige Tätigkeiten statt Verrichtungen
- Selbststeuerung statt standardisierte Vorgaben
- Beteiligung statt Fremdbestimmung
- Kontinuierliche Verbesserung statt Hoffnung auf Innovation

[vgl. 6, S. 32]

Die Grundprinzipien des Lean Management durchziehen heute alle Bereiche der Arbeitswelt, Industrieproduktion, Handwerk, Dienstleistung und Verwaltung und sind neben technologischen Entwicklungen weitgehend dafür verantwortlich, dass in den vergangenen 25 Jahren die Qualifikationsanforderungen des Arbeitsmarktes stetig zunahmen. In ihrer Vorausschau auf die berufliche Bildung für die industrielle Produktion der Zukunft von 1989 haben HEIDEGGER und RAUNER diese Entwicklung in verschiedenen Szenarien prognostiziert. Die erlebbaren Tendenzen in Produktion, Gesellschaft und Bildung entsprechen wohl am ehesten ihrem Szenario der gespaltenen Arbeitsaufwertung.

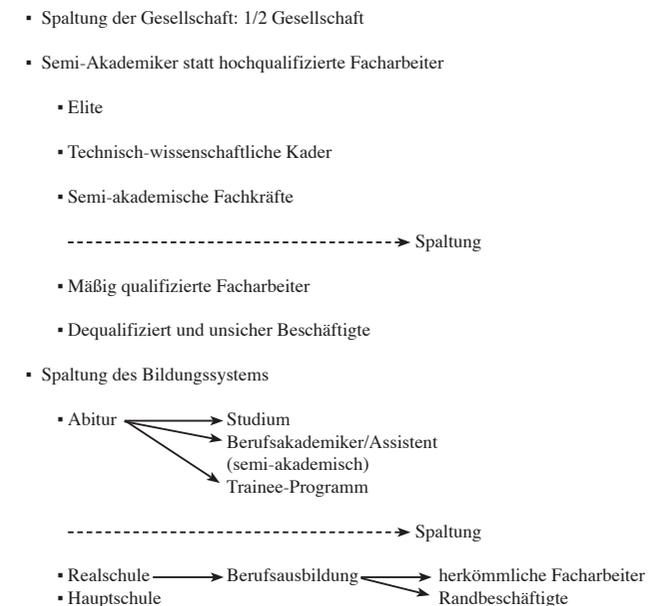


Abbildung 1 Szenario IIa: gespaltene Arbeitsaufwertung [7, S. 78]

Die unbestreitbare Erhöhung beruflicher Arbeitsanforderungen, die starke Zunahme akademischer Bildungsabschlüsse, der Rückgang beruflicher Auszubildungsverhältnisse, die verstärkte Diskussion der Akademisierung beruflicher Bildung (vor allem in den Gesundheits- und Pflegeberufen) sowie der Rückgang von Beschäftigungsmöglichkeiten für Geringqualifizierte sind beobachtbare Indikatoren für dieses Szenario. Die Folge sind soziale Verwerfungen, die zur prognostizierten gesellschaftlichen Spaltung führen. Dramatischste Verlierer sind dabei die Geringqualifizierten. Während in tayloristischen Strukturen die Werkhallen voller angelernter Hilfskräfte waren, bieten moderne Produktions- und Dienstleistungsstrukturen kaum noch Beschäftigungsmöglichkeiten für Arbeitnehmer mit keiner oder geringer beruflicher Qualifikation. So stellt der deutsche Arbeitsmarkt nur noch in der Größenordnung von 14 % Beschäftigungsmöglichkeiten für Geringqualifizierte bereit. [vgl. 8, S. 4] 45 % der Arbeitssuchenden sind aufgrund ihrer geringen Qualifikationen auf Helfertätigkeiten beschränkt, wogegen in die Gruppe der Spezialisten und Experten (in der Regel Meister, Techniker oder Hochschulabschluss) nur 11 % der arbeitssuchenden Bevölkerung entfallen. [vgl. 8, S. 4]. Der Anteil der Geringqualifizierten an der deutschen Erwerbsbevölkerung übersteigt schlichtweg deren Beschäftigungsmöglichkeiten. In dieses Bild passen auch aktuelle Meldungen zum Social Justice Index 2016, wonach in Deutschland im Jahr 2015 7,2 % der Bevölkerung trotz Vollbeschäftigung von Armut bedroht waren.

Günstiger gestaltet sich die Situation für die Gruppe der Fachkräfte und Spezialisten, die sich weitgehend aus Absolventen des beruflichen Bildungssystems speist. 72 % der sozialversicherungs-pflichtigen Beschäftigten stellt gegenwärtig diese Gruppe (vgl. 8, S. 4), und obwohl sie mehr als 60 % der Gesamtbevölkerung ausmacht, ist sie nur mit einem Anteil von 49 % an der Arbeitslosigkeit beteiligt. Die Gründe hierfür sind in der Effizienz des deutschen Berufsbildungssystems zu suchen. Wiederkehrende Neuordnungsbemühungen in den einzelnen Berufsfeldern, die Schlüsselqualifikationsdebatte der 70er und 80er Jahre, die daran anschließende Kompetenzdiskussion, die Einführung arbeitsprozessbezogener, lernfeldorientierter, curricularer Strukturen und vieles mehr zielten in der Summe der Maßnahmen erfolgreich auf die Gestaltung einer arbeitsmarktorientierten, anforderungsgerechten beruflichen Bildung.

Diese Tendenz der Arbeitsaufwertung und die damit verbundene fortschreitende Ausgrenzung geringqualifizierter Bevölkerungsschichten aus dem Arbeitsmarkt werden sich wohl auch im Kontext der Entwicklung von „Industrie 4.0“ weiter verschärfen. Cyber-physikalische Systeme werden die noch verbliebenen einfacheren Arbeitstätigkeiten weitgehend ersetzen, so dass hochqualifizierte Tätigkeiten der Einrichtung, Wartung und Instandsetzung dieser Systeme überwiegen. In einer vom Fraunhofer Verlag veröffentlichten Studie zu Industrie 4.0 werden Tendenzen dieser Entwicklung wie folgt charakterisiert:

- „Automatisierung wird für immer kleinere Serien möglich – dennoch bleibt menschliche Arbeit weiterhin ein wichtiger Bestandteil der Produktion.
- Flexibilität ist nach wie vor der Schlüsselfaktor für die Produktionsarbeit in Deutschland in Zukunft, aber noch kurzfristiger als heute.
- Flexibilität muss in Zukunft zielgerichtet und systematisch organisiert werden – »Pauschal-Flexibilität« reicht nicht mehr aus.
- Industrie 4.0 heißt mehr als CPS-Vernetzung. Die Zukunft umfasst intelligente Datenaufnahme, -speicherung und -verteilung durch Objekte und Menschen. Dezentrale Steuerungsmechanismen nehmen zu. Vollständige Autonomie dezentraler, sich selbst steuernder Objekte gibt es aber auf absehbare Zeit nicht. Sicherheitsaspekte (Safety und Security) müssen schon beim Design intelligenter Produktionsanlagen berücksichtigt werden.
- Aufgaben traditioneller Produktions- und Wissensarbeiter wachsen weiter zusammen. Produktionsarbeiter übernehmen vermehrt Aufgaben für die Produktentwicklung.
- Mitarbeiter müssen für kurzfristigere, weniger planbare Arbeitstätigkeiten On-the-Job qualifiziert werden.“

[9, S. 6]

Trotz dieser Entwicklung in der Arbeitswelt sehen Studien des BIBB und des IAB für die kommenden 10 Jahre keine signifikanten Veränderungen in den Qualifikationsstrukturen des Arbeitskräftebedarfes. Der Anteil geringqualifizierten Arbeitskräftebedarfes sinkt leicht zugunsten der Facharbeiter und Akademiker. Das vom Institut der deutschen Wirtschaft prognostizierte Defizit von 220.000 Ingenieuren für 2014 [vgl. 10] hat sich bei einem heutigen Verhältnis zwischen offenen Ingenieurstellen und arbeitssuchenden Ingenieuren von 43.220 [vgl. 11] stark relativiert.

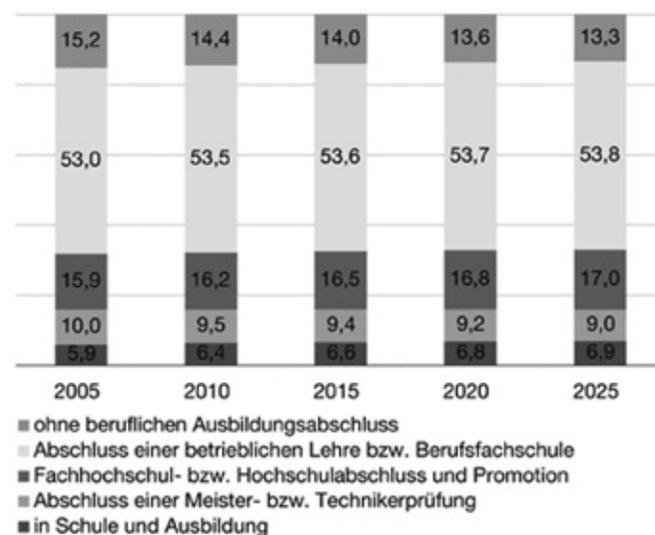


Abbildung 2 Arbeitskräftebedarf nach Qualifikationen [Hummel, Thein, Zika 2010, zit. in 12, S. 28]

ENTWICKLUNGSTENDENZEN IM DEUTSCHEN BILDUNGSSYSTEM

Schaut man sich die Bildungsabschlüsse der vergangenen 16 Jahre an, so wird sichtbar, dass sich die Anzahl der Hochschulabsolventen in der Zeitspanne von 2000 zu 2015 von 214.473 auf 481.581 [18] mehr als verdoppelt hat. Das Statistische Bundesamt veranschaulicht die akademischen Abschlüsse der letzten 5 Jahre wie folgt:

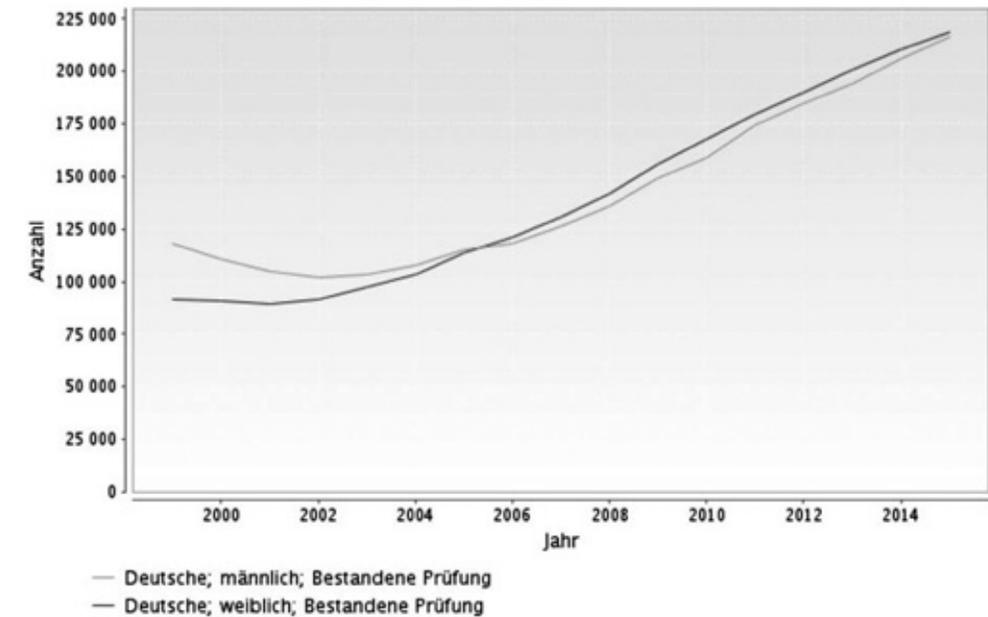


Abbildung 3 Prüfungen an Hochschulen: Deutschland Jahre, Geschlecht [13]

Rechnet man dazu noch den demografischen Schwund, wird klar, dass dieser Anstieg akademischer Ausbildung quantitativ nicht folgenlos für die berufliche Bildung bleibt. Im Jahr 2015 konnten über 40.000 Ausbildungsplätze nicht besetzt werden. [vgl. 14, S. 13] 5 Jahre zuvor wurden noch fast 38.000 Lehrstellen mehr vergeben. Inzwischen ist die Zahl der Studienanfängerinnen und –anfänger größer als die der Zugänge in die Duale Berufsausbildung. (vgl. 15, S.3) Begründbar ist dies mit der gestiegenen Zahl der Hochschulzugangsberechtigungen, die unter Berücksichtigung der Fachhochschulreife heute etwas mehr als die Hälfte eines Jahrganges erwirbt. [vgl. 15, S. 96]

Diese Entwicklung birgt Risiken und ist nicht mit veränderten Produktions- und Dienstleistungsstrukturen sowie den daraus erwachsenden Arbeitskräftebedarfen begründbar. Bildungsentwicklung ist nun einmal nicht nur durch die Bedarfe des Arbeitsmarktes bestimmt, sondern auch durch bildungspolitische Entscheidungen sowie durch Bildungsbedürfnisse der Gesellschaft. Die deutsche Bildungspolitik hat sich in den vergangenen Jahren stark vom Europäischen Einigungsprozess und internationalen Vergleichsstudien leiten lassen, deren Daten nicht immer eine sinnhafte Interpretation erfahren. In den vergangenen Jahren (nicht 2016) stand in den OECD-Studien Deutschland immer in der Kritik zu geringer akademischer Abschlüsse. Bis 2015 hat Deutschland zwar die Rate akademischer Abschlüsse pro Jahrgang auf 30% steigern können, steht damit aber gegenüber den fast 70 % in Südkorea oder den 60% in Japan oder Kanada immer noch fast am Ende des Rankings. [vgl. 16]) Dass unterschiedliche Bildungssysteme nicht rein quantitativ vergleichbar sind, wird dabei zu wenig berücksichtigt. Im Gegensatz zur hohen Reputation der Deutschen Berufsbildung stehen berufliche Bildungssysteme vieler

Länder unter dem „Stigma eines Bildungsbereiches für lernschwache Jugendliche“ [1, S. 22] und haben damit recht geringe Akzeptanz seitens der Wirtschaft und der Bevölkerung. Viele berufliche Tätigkeitsfelder, die Absolventen der beruflichen Bildung in Deutschland erfolgreich besetzen, bedürfen in angelsächsischen, romanischen oder asiatischen Ländern eines akademischen Anschlusses. Eine Analyse der OECD zum Verhältnis zwischen akademischen Abschlüssen und Beschäftigungsmöglichkeiten mit entsprechenden Anforderungen von 2008 verdeutlicht diesbezüglich ein relativ ausgeglichenes Verhältnis für Deutschland.

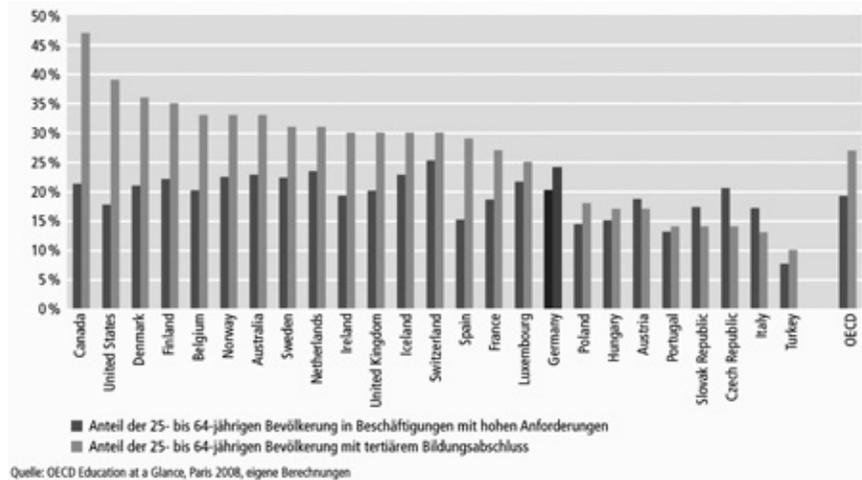


Abbildung 4 Beschäftigungsverhältnisse mit hohen Anforderungen und tertiären Bildungsabschlüssen [17, S. 409]

Dies dürfte ein wesentlicher Faktor dafür sein, dass Deutschland im europäischen Vergleich trotz der relativ niedrigen Akademikerrate die geringste Jugendarbeitslosigkeit zu verzeichnen hat.

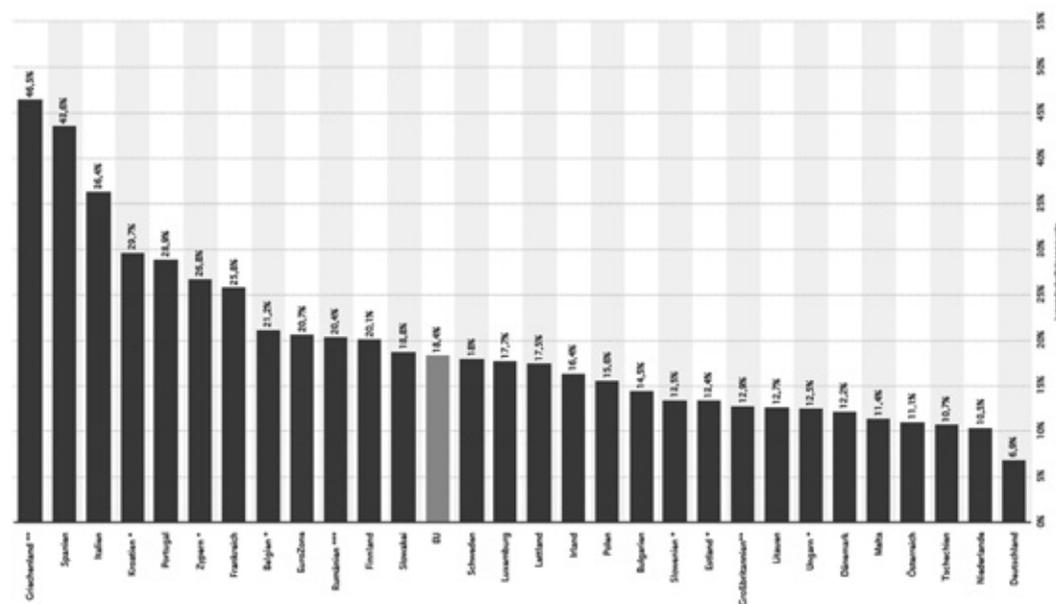


Abbildung 5 Jugendarbeitslosigkeit in den Mitgliedsstaaten der EU - September 2016 [18]

Neben den bildungspolitischen Weichenstellungen für höhere Akademikerraten findet sich eine weitere Erklärung im Begriff der Bildungsrendite. Der monetäre Vorsprung akademisch gebildeter Fachkräfte hat sich in den letzten 15 Jahren verstärkt, was unumgänglich zu höheren Studienanreizen führt. So verdiente im Jahr 2014 ein Akademiker in Deutschland durchschnittlich 74 % mehr als ein Facharbeiter. Im Jahr 2000 lag der Unterschied bei deutlich geringeren 45 % [vgl. 19]. Diese Bildungsrendite könnte sich allerdings deutlich reduzieren, wenn ein Überangebot an Akademikern zu Verdrängungseffekten auf dem Arbeitsmarkt führt. [vgl. 20, S.32] Warum sollte z. B. eine Klinik eine akademisch ausgebildete Pflegekraft auf Bachelorniveau besser bezahlen als eine beruflich ausgebildete Pflegekraft bei gleichen Tätigkeitsbereichen und Zuständigkeiten? Ohne die Wahrung eines angemessenen Verhältnisses zwischen Ausbildungsabschluss und Beschäftigungsmöglichkeit ist diese hohe Bildungsrendite nicht haltbar. Die Frage, ob sie sozial angemessen ist, führt uns zur Diskussion über die Spaltung der Gesellschaft zurück.

Neben diesen rein quantitativen Überlegungen zum Verhältnis von Akademikern und beruflich qualifizierten Facharbeitern werden die gegenwärtigen Entwicklungstendenzen im Bildungssektor auch qualitative Konsequenzen mit sich bringen. Der verstärkte Zustrom in studienvorbereitende Schulformen und in den tertiären Bildungsbereich wird deren elitären Charakter und damit auch das Bildungsniveau reduzieren. Die berufsvorbereitenden Schularten (Haupt- und Realschule) verlieren einen Teil ihrer Leistungsträger und sehen sich ohne hinreichende Bereitstellung von Ressourcen den Aufgaben von Integration und Inklusion gegenübergestellt. Damit werden die Voraussetzungen für die Berufsbildungsfähigkeit der Haupt- und Realschulabsolventen gefährdet, was wiederum Auswirkungen auf das System beruflicher Bildung hat. Glücklicherweise hat momentan die berufliche Bildung noch so eine hohe Reputation, das sich auch Abiturienten für eine berufliche Ausbildung entscheiden.

Zusammenfassend lassen sich aus den Überlegungen dieses Artikels folgende Thesen formulieren:

1. Die Akademisierung im deutschen Bildungssystem entspricht unter Berücksichtigung eines leistungsstarken Systems beruflicher Bildung nicht den vom Arbeitsmarkt nachgefragten Qualifikationen.
2. Das deutsche Berufsbildungssystem stellt qualifizierte Fachkräfte bereit, die auch den steigenden Anforderungen der Wirtschaft gerecht werden.
3. Das eigentliche Bildungsproblem liegt nicht an der Schwelle beruflicher und akademischer Bildung, sondern im Bereich der Gering-Qualifizierten. Der deutsche Arbeitsmarkt hat nur noch wenige Beschäftigungsmöglichkeiten für Menschen ohne berufliche Bildung.
4. Internationale Vergleiche formaler Bildungsabschlüsse können weder den Bildungsstand einer Gesellschaft noch deren Bildungsbedarfe adäquat abbilden.
5. Die gegenwärtigen Akademisierungstendenzen in Deutschland führen zur einer Verberuflichung akademischer Bildung (Kompetenzorientierung) und zu einer Verringerung des Bildungsniveaus beruflicher Bildung.
6. Die Fokussierung der Bildungspolitik auf die studienvorbereitenden Bildungsgänge vernachlässigt die berufsvorbereitenden Schularten. Aufgaben der Integration und Inklusion werden vorwiegend der Hauptschule/Realschule/Mittelschule/Oberschule übertragen, ohne adäquate Bereitstellung der erforderlichen Ressourcen.

Referenzen

- [1] Bosch, G.: Gefährdung der Wettbewerbsfähigkeit durch zu wenige Akademiker: Echte oder gefühlte Akademikerlücke. In: Kuda, E.; Strauß, J.; Spöttl, G.; Kaßbaum, B. (Hrsg.): Akademisierung der Arbeitswelt? Zur Zukunft der beruflichen Bildung. Hamburg 2012, S.20–35
- [2] Taylor, F.W.: Die Betriebsleitung insbesondere der Werkstätten. Berlin 1914
- [3] Dahrendorf, R.: Industrielle Fertigkeiten und Soziale Schichtung. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Jg. 8, 1956 H. 4, S. 540–568
- [4] Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 2016
- [5] Pauli, C.: Neue Arbeitswelten. Lean Management - Lean Society, isw-report Nr. 27, 1996
- [6] Frieling, Ekkehart: Das lernende Unternehmen.- Hochheim 1993
- [7] Heidegger, G.; Rauner F.: Berufe 2000 – Berufliche Bildung für die industrielle Produktion der Zukunft. Düsseldorf 1989
- [8] Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung: IAB-Bericht 11/2015
- [9] Spath, D. (Hrsg.): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer Verlag 2013
- [10] Gillmann, Barbara: Ingenieurmangel wird noch dramatischer. In: Handelsblatt, 19.07.2009
- [11] VDI: Ingenieur Monitor 2016/III
- [12] Bosch, G.: Qualifikationsanforderungen an Arbeitnehmer – flexibel und zukunftsgerichtet.- Wirtschaftsdienst 2011 Sonderheft
- [13] Statistisches Bundesamt: Statistik der Prüfungen Deutschland. Wiesbaden 2016
- [14] Bundesinstitut für Berufsbildung: BIBB Datenreport 2016
- [15] Autorengruppe Bildungsbereichterstattung: Bildung in Deutschland 2016 – Wichtige Ergebnisse im Überblick. Bertelsmann Verlag 2016
- [16] OECD rügt Deutschland für zu geringe Akademiker-Rate. In: Spiegel Online, 19.01.2015
- [17] Bundesinstitut für Berufsbildung: Datenreport BIBB 2010
- [18] Statista 2016
- [19] Gehaltsunterschiede zwischen Akademikern und Facharbeitern wachsen. In: Zeit Online 09.11.2014)
- [20] Nida-Rümelin; J. Der Akademisierungswahn – Zur Krise beruflicher und akademischer Bildung. Hamburg 2014

WISSENSSTRUKTURIERUNG FÜR DAS LERNEN IN DEN INGENIEURWISSENSCHAFTEN

Heidi Krömker¹, Martin Hoffmann² und Nadja Huntemann¹

¹ TU Ilmenau, Fachgebiet Medienproduktion

² TU Ilmenau, Fachgebiet Mikromechanische Systeme

heidi.kroemker@tu-ilmenau.de, martin.hoffmann@tu-ilmenau.de, nadja.huntemann@tu-ilmenau.de

Abstract 1 Sowohl die systematische Auswahl als auch die Strukturierung von ingenieurwissenschaftlichen Wissen stellt für die Lehrenden der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge eine Aufgabe dar, die mit dem zunehmenden und heterogenen Wissensumfang in den Studienfächern immer wichtiger wird. Die Literaturanalysen ergaben, dass es bisher dazu kein geschlossenes methodisches Vorgehen gibt.

In Anlehnung an die Arbeiten von Martin Lehner und Gustav Grüner wird ein Modell zur systematischen Auswahl von Wissen für Studiengänge entwickelt, das Bezüge zur Wissenschaft und zur berufsorientierten Anwendung gleichermaßen erhält. Um geeignete Prinzipien zur didaktischen Vermittlung des Wissens zu finden, werden für das Feld der Mikrosystemtechnik empirische und analytische Studien durchgeführt.

Keywords: Wissensstrukturierung, ingenieurwissenschaftliches Wissen, Berufswissen, didaktische Wissensvermittlung, Mikro-Nano-Integration

Abstract 2 As the systematic selection and the structuring of knowledge in the field of engineering sciences are challenging for lecturers of engineering study programs, these two components are becoming increasingly important through the rise of heterogeneous knowledge content within the degree courses. The literature analysis has shown that a cohesive methodological approach does not yet exist.

Taking into account the works of Gustav Grüner, a model for the systematic selection of knowledge for study programs is developed, which equally contains references to science as well as to job-oriented application. Analytical and empirical studies were conducted within the context of a case study for the field of microsystem technology, in order to detect appropriate principles for the didactic mediation of knowledge.

Keywords: knowledge structuring, engineering sciences knowledge, professional knowledge, didactic mediation, micro-nano-integration

MOTIVATION

Gerade neue Wissenschaftsgebiete haben eine hohe Innovationsgeschwindigkeit und lassen sich in weiten Teilen nur in internationalen wissenschaftlichen Veröffentlichungen erschließen. Die Ergebnisse der Grundlagenforschung lassen sich so oft nicht schnell genug mit aktuellen Entwicklungsfragestellungen verknüpfen. In den Studiengängen zur Mikro-Nano-Technologie stehen Lehrende z. B. vor der Herausforderung, das Wissen sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientiert zu vermitteln. Ziel des Beitrages ist es zu zeigen, wie in Anlehnung an die Arbeiten von Martin Lehner [3] und insbesondere Gustav Grüner [1] Wissens Elemente für Studiengänge systematisch so ausgewählt werden

können, dass sie Bezüge zur Wissenschaft und zur berufsorientierten Anwendung gleichermaßen enthalten. Darüber hinaus wird gezeigt, wie digitale Werkzeuge dazu verwendet werden können, eine Konzentration und Vereinfachung der Vermittlung zu unterstützen. Als Fallbeispiel dient eine Wissensplattform zur Vermittlung von Mikrosystemtechnikwissen.

ANALYSE VON WISSENSSTRUKTUREN IN DEN STUDIENGÄNGEN

Ingenieurwissenschaftliche Studiengänge sind gekennzeichnet durch umfangreiches Grundlagenwissen, das in den ersten Semestern erworben wird, und dann in den darauffolgenden Semestern mit Anwendungs- und Spezialwissen verknüpft werden sollte.

Eine beispielhafte Analyse von vier Bachelorstudiengänge-Mikrosystemtechnik¹ zeigt, dass die Anteile von Grundlagenfächern, wie z. B. Mathematik, Physik und Elektrotechnik, zwischen ca. 20 und 40 Prozent schwanken und in Abhängigkeit davon die Studienfächer Mikrosystemtechnik und Anwendungen einen unterschiedlichen Raum im Studienplan einnehmen. In den zuletzt genannten Studienfächern erfolgt dann auch die Verknüpfung mit dem Grundlagenwissen.

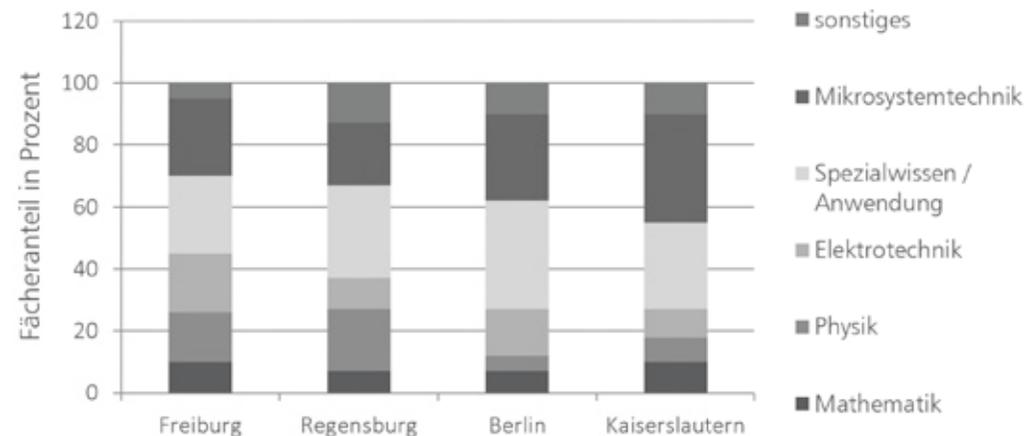


Abbildung 1 Strukturen in Mikrosystemtechnik-Studiengängen

Ein beispielhaftes „Zerlegen“ dieser Fächer in kleine Themenblöcke zeigt auf, dass sich darin einige tausende Einzelthemen verbergen. Für Studierende stellt die Aneignung dieser Einzelthemen eine große Herausforderung dar, die für viele kaum bzw. nicht zu bewältigen ist. Dies zeigt sich in den typischen Überschreitungen der Regelstudienzeit von Ingenieurstudiengängen sowie in einer durchschnittlichen Abbruchquote von über 35 % [4].

DAS PRINZIP DER DIDAKTISCHEN REDUKTION

Um diese umfangreichen und komplexen Sachverhalte für Studierende überschaubar und begreifbar zu machen, sollen diese im Sinne von Martin Lehner [3] didaktisch reduziert werden. Der Begriff Reduktion lässt erkennen, dass es sich dabei um eine Verringerung bzw. auch Vereinfachung handelt. Lehner [3] unterscheidet dabei die Reduktion des Stoffumfangs für das Curriculum und die vermitt-

¹ Die Analyse wurde für die Bachelorstudiengänge Mikrosystemtechnik an den Hochschulen: Universität Freiburg, Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin und Hochschule Kaiserslautern durchgeführt.

lungstechnische Vereinfachung. Grüner [1, S. 58] geht von der Annahme aus, dass es eine Schnittmenge gibt, zwischen dem wissenschaftlichen Wissen und dem Anwendungswissen, das in der Ausführung von konkreten Aufgaben zum Tragen kommt (Abbildung 2). Dieses Modell kann dazu dienen den Teil des wissenschaftlichen Wissens zu extrahieren, das in konkretem Bezug zu typischen Aufgaben steht.

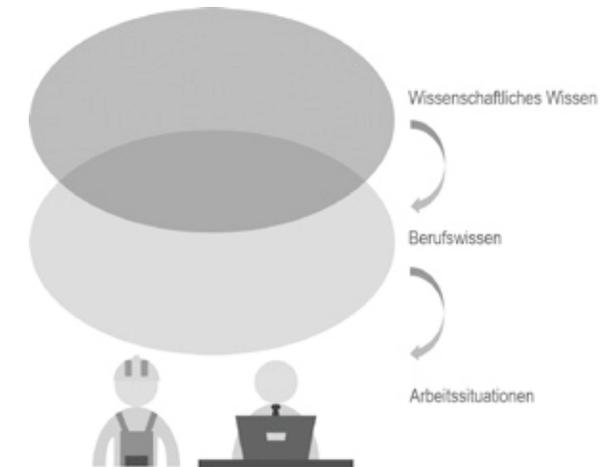


Abbildung 2 Berufswissen als Schnittmenge zwischen Anwendung & Wissenschaft nach Grüner [2, S. 79]

Bei der vermittlungstechnischen Vereinfachung geht es nach Lehner [3, S. 10] darum, dass die elementaren und fundamentalen Aspekte einer Sache unter Berücksichtigung der jeweiligen Lernvoraussetzungen herausgearbeitet werden.

FALLSTUDIE: CURRICULARE REDUKTION IN DER MIKROSYSTEMTECHNIK

Zur Analyse der Wissensbedarfe werden Studierende und Absolventen von Mikrosystemtechnik-Studiengängen befragt, welcher Wissensbedarf bei der Lösung erster ingenieurwissenschaftlicher Aufgabenstellungen auftritt (Tabelle 1).

Tabelle 1
Wissensbedarfe aus Sicht der Studierenden

Basiswissen	physikalische Grundlagen, Zusammenhänge und Wirkungen, Gesetze und Formeln, grundlegende Verfahren und Prozesse
Anwendungswissen	Anlagenbau, Prozessentwicklung, Produktentwicklung, Optimierung, Analytik
Detailwissen	Parametereinstellung, Materialeigenschaften, Randbedingungen, Oberflächeneigenschaften, Stellgrößen, Optimierung
Interdisziplinäres Wissen	Physik, Technik, Mechanik, Konstruktion, Informatik, Optik, Chemie, Elektronik

Zusätzlich werden exemplarisch Unternehmen aus dem Bereich Mikrosystemtechnik befragt [5, S. 440], in welcher Arbeitssituation mikrosystemtechnischer Wissensbedarf auftritt (Tabelle 2).

Tabelle 2
Wissensbedarfe aus Sicht von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen in den Unternehmen

Verunreinigung, Integrationsprozesse, Diffusion, Werkstoffe, Ätzen, Analyse	Festlegung und Einhaltung von Randbedingungen (Temperatur, Druck, Badwechsel, Liegezeit) Auswirkungen von Änderungen des Materials oder der Anlage
Diffusion, Skalierung, Ätzen	Auswirkungen von kleinsten Parameterabweichungen Auswirkungen von Änderungen von Reaktivmulti- und Diffusionsschichten Auswirkungen von Änderungen von Stellgrößen
Integrationsprozesse, Nanostrukturen, Kontaktwinkel	Auswirkungen von Feinstruktureffekten und Nahbereichs-Wechselwirkungen
Werkstoffe, Nanostrukturen	Beschädigung von Schichten beim Tempern Fehlendes Verständnis der verschiedenen Klebearten
Wechselwirkungen, Diffusion, Verunreinigung	Fehlerauswirkungen im laufenden Prozess Einfluss der Fertigung auf die Langzeitstabilität Reaktionen von Material an der Luft Folgen eines Fingerabdrucks auf das Produkt Fehler werden nicht verstanden da die Folgen nicht sichtbar und erst später messbar werden ESD-Richtlinien (ESD= electrostatic discharge) werden nicht verstanden Gegenseitiges Verständnis von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen aus der Beschichtung und Montage

Aus diesen typischen Problemstellungen werden entsprechende arbeitssituierte Wissensmodule abgeleitet, die wissenschaftliches Wissen mit anwendungsorientiertem Wissen verknüpfen. Die Fachlandkarte (Abbildung 3) zeigt die Strukturierung des Wissens für die Mikrosystemtechnik.



Abbildung 3 Extraktion einer Fachlandkarte auf der Basis von arbeitssituiertem Wissen

FALLSTUDIE: VERMITTLUNGSTECHNISCHE REDUKTION

Die vermittlungstechnische Reduktion des Wissens wird durch den Einsatz einer digitalen Wissensplattform² unterstützt. Die Anforderungen an die Wissensvermittlung werden in verschiedenen Fokusgruppen, wie sie Abbildung 4 zeigt, erhoben.



Abbildung 4 Fokusgruppen zur Ermittlung von Anforderungen an die Wissensvermittlung

Die Analyse der Zielgruppe zeigt, dass die Wissensplattform eine hohe Flexibilität aufweisen muss in Hinblick auf die unterschiedlichen Motivationen, Zeitbudgets und Bedarfe an Wissenstiefen und -zugängen. Kernergebnis war aber auch, dass informelle Informationsquellen, wie z. B. Wikipedia oder YouTube, mit einbezogen werden sollten (Tabelle 3).

Tabelle 3
Auszüge aus den Ergebnissen zur Form der Wissensvermittlung

Form	Inhalt
Text soll schnell erfassbar sein	Lernziele
Information kompakt	Texte mit strukturierter Information
Stichpunkte und Tabellen	Fallbeispiele und Anwendungsfälle
Einheitlichkeit der Struktur	Integration von YouTube, Wikipedia usw.
Integration von YouTube, Wikipedia usw.	Zusammenfassungen am Ende
...	...

Auf Basis der Ergebnisse aus der Anforderungsanalyse werden die Inhalte aus der Fachlandkarte in Booklets überführt, deren Struktur eine Verknüpfung von wissenschaftlichem und anwendungsorientiertem Wissen erlaubt.

² BMBF-Projekt NanoTecLearn E-Learning für die Aus- und Weiterbildung in der Mikro Nano Integration, URL: <https://www.tu-ilmeneau.de/nanoteclearn/>

Jedes Booklet widmet sich einem speziellen Teilgebiet und gliedert sich in fünf Kapitel³:

1. Der Zugang zum Thema, die Orientierung, erfolgt über eine Fragestellung aus dem beruflichen Alltag im Bereich Mikro-Nano-Integration und führt auf die zugrundeliegenden gesetzmäßigen Zusammenhänge hin. Diese sind als Lernziele formuliert. Die Inhalte der Lerneinheit werden in einer übergeordneten Fachlandkarte verortet.
2. Die theoretischen Grundlagen zum Verstehen sowie zur Lösung der Fragestellung werden als systematisch strukturierte Wissensseinheit vermittelt.
3. Daran schließt sich eine Interaktion mit den theoretischen Grundlagen an. Diese erfolgt sowohl systemorientiert als auch orientiert an den Prinzipien des entdeckenden Lernens. Bei der Wissensplattform stehen interaktive Formeln im Vordergrund, die Zusammenhänge zwischen Parametern visualisieren. Aber auch die Bildsequenzen, die sich die Lernenden interaktiv erschließen können, unterstützen das entdeckende Lernen. Die Lernenden sollen so motiviert werden, eigene Erkenntnisse zu den Fragestellungen aus ihrem beruflichen Alltag zu gewinnen und sich induktiv handlungsrelevante Zusammenhänge erschließen.
4. In diesem Kapitel erfolgt der Transfer des Wissens auf Aufgaben aus dem Berufsalltag im Bereich Mikro-Nano-Integration. Die Beschreibung von praktischen Aufgaben deutet die Transfermöglichkeit des Gelernten an.
5. Das letzte Kapitel dient der Reflexion des Gelernten. Es werden wichtige Erkenntnisse der Lerneinheit noch einmal zusammengefasst und die Lernenden können über Prüfungsfragen den Lernerfolg überprüfen.

Ein Booklet umfasst ca. 15 DIN A4-Seiten und erfordert einen Lernaufwand von ca. 90 Minuten.

Die Vereinfachung der didaktischen Vermittlung sieht vor, dass sich die Lernenden dem Lerngegenstand aus einer physikalischen Perspektive über Formeln, aus einer visuell-analytischen Perspektive über z. B. Mikroskopieaufnahmen und aus einer ganzheitlichen Perspektive über Texte in Booklets nähern können, um flexibel an ihr heterogenes Vorwissen anknüpfen zu können, wie Abbildung 5 illustriert. Der Unterschiedlichkeit der Wissensbedarfe wird Rechnung getragen, indem das selektive Lernen unterstützt wird. Die Texte bieten Inhalte in unterschiedlicher Wissenstiefe an. Eine intensive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand wird durch interaktive Aufgaben im Bildbetrachter und im Text sowie interaktive Formeln erreicht.

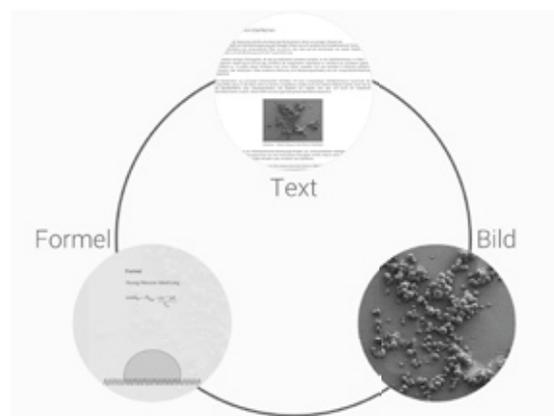


Abbildung 5 Multiple Wissenszugänge zu den Wissensmodulen

Der Unterschiedlichkeit der Wissensbedarfe in der Zielgruppe wurde in der Wissensplattform Rechnung getragen, indem das selektive Lernen unterstützt wird. Die Texte bieten Inhalte in unterschied-

³ In Anlehnung an das didaktische Konzept der Open MINT-Labs, URL: <https://www.openmintlabs.de/kontakt/>

licher Wissenstiefe an. Eine intensive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand wird durch interaktive Aufgaben im Bildbetrachter und im Text sowie interaktive Formeln erreicht.

Ein wesentliches Werkzeug der Wissensplattform ist der Bildbetrachter, wie ihn Abbildung 6 zeigt.

Die Wissensplattform sieht vor, dass die Lehrenden das Basiswissen mit ihren speziellen Anwendungsfällen erweitern können. So können eigene Beispiele, die bereits vorhanden sind, systematisch integriert werden. Tools zum Vergleichen von Mikro- und Nanostrukturen eröffnen neue Einsichten und Forschungspotentiale.



Abbildung 6 Bildbetrachter der Wissensplattform: Das Unsichtbare wird sichtbar

Die Wirkungsweise von veränderten Parametern erschließen sich die Lernenden mit interaktiven Formeln, wie aus Abbildung 7 ersichtlich wird.



Abbildung 7 Interaktive Young-Wenzel-Gleichung zur Bestimmung des Einflusses der Oberflächenrauheit auf den Kontaktwinkel

Die Lernformen können vom Mikrolernen auf Smartphones bis hin zum kollaborativen Bearbeiten von Fragestellungen am PC reichen. Abbildung 8 zeigt die Wissensplattform auf einem Smartphone. Damit können auch Situationen, in denen nur wenig Zeit ist, zum Lernen genutzt werden, wie z. B. unterwegs im Bus.



Abbildung 8 Mikrolernen auf dem Smartphone

Referenzen

- [1] Grüner, Gustav (1967). Die didaktische Reduktion als Kernstück der Didaktik. Aufgewiesen an Beispielen der Berufsschuldidaktik. In: Die deutsche Schule, 59. Jg., H. 7/8, S. 414–430.
- [2] Grüner, Gustav (1978). Bausteine zur Berufsschuldidaktik. Spee-Verlag, Trier.
- [3] Lehner, Martin (2012). Didaktische Reduktion. Haupt Verlag, Bern.
- [4] Simhandl, Katrin (2015). Abbruchquoten in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen verringern: Neues Projekt betreibt Ursachenforschung. URL: <http://www.acatech.de/de/aktuelles-presse/presseinformationen-news/news-detail/artikel/abbruchquoten-in-ingenieurwissenschaftlichen-studiengaengen-verringern-neues-projekt-betreibt-ursac.html> (zuletzt aufgerufen am 09.11.2016).
- [5] Knutzen, Sönke; Howe, Falk (2009). E-Learning im Handwerk. In: Klimsa, Paul; Issing, Ludwig J. (Hg.): Online-Lernen. Handbuch für Wissenschaft und Praxis. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, S. 439–446.

Das Projekt NanoTecLearn wird im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahmen zur beruflichen Qualifizierung mit digitalen Medien gefördert.



<https://www.tu-ilmenau.de/nanoteclearn/>

DER EINSATZ VON SCHWEISSSIMULATOREN IN DER AUSBILDUNG – NEUE DIDAKTISCHE ANFORDERUNGEN AN DIE LEHRKRÄFTE UND KONSEQUENZEN FÜR EIN TRAIN-THE-TRAINER-KONZEPT

Sven Schulte und Maren Petersen
Institut Technik und Bildung, Universität Bremen
svschult@uni-bremen.de, maren.petersen@uni-bremen.de

Abstract 1 Im Projekt „Medieneinsatz in der Schweißausbildung“ (MESA) wird untersucht, wie der Einsatz von Simulatoren das Lernen in der Aus- und Weiterbildung unterstützen kann. Neben den didaktischen Herausforderungen für die Gestaltung von Lehr-Lernsituationen mit einem neuen Medium ist dabei auch die Frage zu beantworten, welche Herausforderungen sich für die Lehrenden selbst ergeben, da der Einsatz des Simulators neue Anforderungen für Lernende und Lehrende mit sich bringt. Der Beitrag stellt auf Basis von zwei Evaluationsprojekten in berufsbildenden Schulen die Grundlagen des didaktischen Konzepts und erste Erkenntnisse für ein Train-the-Trainer-Konzept dar.

Keywords: Schweißsimulatoren, Didaktische Anforderungen, Ausbilderkonzept

Abstract 2 The project „Use of media in the training of welding“ (MESA) analyses how the use of simulators can support learning in vocational education and training (VET). Besides the didactical challenge for shaping learning and teaching situations with a new medium it is also necessary to take a look at the challenges for teachers and trainers themselves. The use of simulators involves new requirements for learners as well as for teachers. The article is based on the results of two evaluation projects in vocational schools and presents both the basics of the didactical concept and findings for a new train-the-trainer-concept.

Keywords: Welding simulators, Didactical challenges, Teaching concept for trainers

1 EINLEITUNG – DAS PROJEKT „MESA“

Das Vorhaben „Medieneinsatz in der Schweißausbildung“ (MESA) untersucht, welche Konsequenzen der Einsatz von Schweißsimulatoren als digitales Lernmedium hat, und zwar nicht nur für die Lernenden, sondern auch für die Lehrenden sowie auf die Gestaltung von Lernprozessen. Dabei werden Lehr-Lernprozesse in der Ausbildung (und hier an den Lernorten Betrieb, Berufsschule und überbetriebliches Ausbildungszentrum) sowie in der (betrieblichen) Weiterbildung betrachtet. Das Ziel des Projektes, welches vom Bundesministerium für Bildung und Forschung über die Laufzeit vom 01.08.2015 bis zum 31.01.2018 gefördert wird, ist es ein didaktisches Konzept für den adäquaten Einsatz der Simulatoren zu entwickeln und zu erproben. Weiterhin wird ein Train-the-Trainer-Konzept gestaltet, um die Lehrenden entsprechend für den Umgang mit dem Medium Schweißsimulator vorzubereiten. Innerhalb des didaktischen Konzepts werden mittelfristig auch eine Lernplattform sowie eine App für Smartphones eingebunden und erprobt.

2 AUSGANGSGLAGE – DIE AKTUELLE SITUATION IN DER SCHWEISSAUSBILDUNG

Die Schweißaus- und Weiterbildung zu analysieren stellt den Ausgangspunkt für Entwicklung von Lerninhalten und didaktischen Konzepten dar. Hier wurden die folgenden Methoden angewendet und Erkenntnisse gewonnen:

Methoden zur Analyse der Situation

Aufbauend auf einem berufswissenschaftlichen Forschungsansatz [1] wurden Fallstudien und Leitfadeninterviews mit den Lernenden und Lehrenden der beteiligten Zielgruppen und Projektpartner durchgeführt. Es handelte sich dabei streng genommen nicht um klassische „Arbeitsprozessanalysen“, sondern eher um „Lehrprozessanalysen“, in denen innerhalb der Ausbildungswerkstätten der Betriebe, in überbetrieblichen Ausbildungszentren sowie in berufsbildenden Schulen die Auszubildenden, die Lehrkräfte und die Ausbilder interviewt und die Rahmenbedingungen der Einrichtungen erfasst wurden. Die Leitfadeninterviews ergründeten dabei die Lerninhalte, den Ablauf der Vermittlung der Schweißinhalte, das ggf. vorliegende didaktische Konzept und die bisherigen Erfahrungen der Lernenden und Lehrenden mit dem Schweißsimulator. Innerhalb der Fallstudien wurden die organisatorischen Rahmenbedingungen, die Ausstattung in materieller und personeller Hinsicht sowie die Situation am Ausbildungs- und Arbeitsmarkt aus Sicht der leitenden Personen ermittelt. Die Analysen wurden entsprechend des Ansatzes [1] stets von zwei Forscher/innen durchgeführt, wobei eine Person den fachlichen Hintergrund zur Schweißthematik und die zweite Person in didaktischen Fragestellungen und in der Anwendung der Erhebungsmethoden die notwendige Erfahrung aufwies.

Erkenntnisse im Rahmen des Vorhabens MESA

Folgende Erkenntnisse (die sich auf die durchgeführten Analysen und Interviews beziehen) zeigen, welche Gegebenheiten bei der Anwendung eines Schweißsimulators im Kontext von Lehr-Lernprozessen zu berücksichtigen sind:

- Rahmenbedingungen im Schweißsektor: Der Arbeitsmarkt für Fachkräfte mit metalltechnischen Kenntnissen und dabei besonders für Schweißfachkräfte wird von allen Ansprechpartnern aus der Analysephase als eine „aktuelle Herausforderung“ gesehen. Der demographische Wandel hat zur Folge, dass die Beschäftigten in der metallverarbeitenden Industrie ein überdurchschnittlich hohes Alter aufweisen [2]. Dieser Wandel konnte bisher nicht aufgefangen werden, da auch in der Ausbildung die Rekrutierung von Auszubildenden sich als schwierig gestaltet. Bereits heute wird ein großer Bedarf an Fachkräften seitens der Betriebe nachgefragt, der sich in Zukunft noch verschärfen wird [3; 4]. Die körperliche Anstrengungen des Schweißens sowie der Leistungsdruck und die Verletzungsgefahren sind weitere Indikatoren dafür, warum die Nachfrage an Fachkräften die Anzahl der angenommenen (eher unattraktiven) Ausbildungsplätze derzeit übersteigt [3].
- Didaktische Konzepte und Relevanz des Schweißens in der Ausbildung: In den relevanten Ausbildungsberufen (z. B. in erster Linie Konstruktionsmechaniker/innen mit dem Schwerpunkt Schweißtechnik, aber auch Anlagenmechaniker/innen oder Werkzeugmechaniker/innen), stellt das Thema „Schweißen“ in der Regel eine vierwöchige Ausbildungseinheit dar. Diese Kürze der Lerneinheit wird damit begründet, dass in der Ausbildung die metalltechnischen Grundlagen sowie prüfungsrelevante Lerninhalte im Vordergrund stehen. Das Schweißen werde als Ausbildungsthema „eher etwas stiefmütterlich“ behandelt. Der Ausbildungsberuf zum/zur „Schmelzschweißer/in“ wurde dagegen in den 80er Jahren abgeschafft, was heute von den Betrieben als Fehlentwicklung eingeschätzt wird.

- Das didaktische Konzept für die Vermittlung von Schweißen wird oftmals noch in klassisch-traditioneller Form entwickelt, indem die Zwei- bzw. Vier-Stufenmethode angewendet wird. Umfassendere didaktische Ansätze sind dort zu finden, wo der Simulator bereits Einzug gehalten hat und die Vermittlung des Schweißens von einer theoretischen Selbstlerneinheit auf einer Lernplattform über die Übung am Simulator bis hin zu den Schweißaufgaben in der realen Schweißkabine reicht.
- Die inhaltliche Kooperation zwischen den Betrieben und den berufsbildenden Schulen sei insgesamt gut, auch wenn die Betriebe Einfluss nehmen – was sich z. B. positiv darin zeigt, dass eine Berufsschule im Bremer Raum bei der Anschaffung eines Schweißsimulators von einem Großunternehmen unterstützt wurde. Gerade bei den Ausbildern und Lehrkräften sind dazu oftmals (passend zur skizzierten demographischen Situation) Personen mit einer umfangreichen Berufserfahrung tätig, die nach teilweise jahrzehntelanger Arbeit als Schweißfachkraft ihr Wissen mit einer hohen Motivation und Identifikation mit dem eigenen Beruf weitergeben.
- Digitalisierung des Arbeitsplatzes und ihre Folgen: Die Einbindung digitaler Medien in die Arbeitsprozesse ist auch in der metallverarbeitenden Industrie zu finden. Neben dem Einsatz von PCs zur Steuerung und Überwachung von halb- und vollautomatisierten Produktionsprozessen wird der PC sowie auch bpsw. Simulationen als Lernmedium zur Darstellung und Vermittlung von Prozessen eingesetzt. Diese Digitalisierung stellt dabei veränderte Anforderungen an das Lehrpersonal, welches mit der Herausforderung umgehen muss, neue Medien (PC, Simulator, Lernplattformen) zu beherrschen und dazu didaktisch sinnvoll einzubinden.

3 FRAGESTELLUNG – EINSATZ VON SIMULATION IN DER SCHWEISSTECHNIK

Das Lernen mit digitalen Medien erlebte mit der fortschreitenden technologischen Entwicklung alle Höhen und Tiefen zwischen hohen Erwartungen an die Möglichkeiten, Lernen möglichst effektiv und nachhaltig zu fördern bis hin zu Enttäuschungen über die begrenzten Einsatzmöglichkeiten und mangelnde Lernerfolge, die sich z. B. nur auf das (im schlimmsten Fall kontextunabhängige) Erlernen von wenig praxisnahen Faktenwissen begrenzen. In allen Fällen kann die Medienpädagogik als wissenschaftliche Disziplin erst nach der innovativen Entwicklung die Frage einer adäquaten Didaktik aufwerfen, so dass die Lehrenden immer auf eine neue Technologie reagieren (müssen).

Eine dieser neueren Entwicklungen besteht in der Simulation und seiner Einsatzmöglichkeiten. Sobald eine Simulation sowohl graphisch ansprechend aussieht und den Lernenden immersiv in einen Prozess eintauchen lässt, der auch noch die Realität der Bewältigung einer (Arbeits)Aufgabe möglichst genau darstellt, ergeben sich durchaus Chancen und Vorteile für den Lernprozess und den Einsatz eines Simulators [5]. Der Simulator ermöglicht zunächst das gefahrlose Ausprobieren des Schweißens. Der Einsatz ist a) ungefährlich (da der Simulator bspw. keine Hitze erzeugt, sondern den Brenner nur am Bildschirm darstellt), so dass sich, gerade für Neulinge, die Hemmschwelle zum Erproben des Schweißvorgangs sinkt, wie sich auch in den durchgeführten Evaluationsprojekten gezeigt hat. Im Vorfeld zur konkreten manuellen Tätigkeit kann der Simulator b) zur Darstellung, zur Vermittlung oder zur Diskussion theoretischer Inhalte genutzt werden. Bevor das Schweißen als manuelle Tätigkeit startet, sind eine ganze Reihe von Einstellungen (u. a. Auswahl des Schweißverfahrens, Material, Dicke des Drahtes, Schweißrichtung, zu schweißende Naht, Gas- und Materialfluss) zu bestimmen, was durch eine Lehrkraft gezielt genutzt werden kann zur Wissensvermittlung und -überprüfung. Die Anwendung des Simulators trainiert c) die motorischen Fähigkeiten, in dem durch Korrekturhinweise auf dem Bildschirm ein direktes und permanent sichtbares Feedback dazu erscheint, ob sich die Person im sprichwörtlich „grünen“ Bereich bewegt und die Parameter (Abstand, Geschwindigkeit, Winkel des

Brenners) einhält oder diese (im laufenden Schweißprozess) korrigieren muss (siehe Abbildung 1). Auch die d) Ersparnis des Materials durch die Simulation ist, besonders für berufsbildende Schulen, ein nicht zu verachtender Faktor. Die Einstellungen unterschiedlicher Sprachführungen für die Bedienung und die Aufzeichnung des Schweißprozesses als Video ergänzen die didaktisch nutzbaren Möglichkeiten des exemplarisch genutzten Soldamatic-Schweißsimulators.



Abbildung 1 Schweißsimulator von Soldamatic im Einsatz mit Auszubildenden (linkes Bild) und MAG-Übung in Schweißwerkstatt der berufsbildenden Schule (rechtes Bild)

Die übergeordnete Frage beschäftigt sich demnach auch mit der Lernwirksamkeit des Mediums des Schweißsimulators. Diese Hauptfrage unterteilt sich dabei in mehrere Teilfragen:

- a. Wie sieht ein geeignetes didaktisches Konzept aus, um den Simulator für Lehr-Lernprozesse einzubinden?
- b. Welche Unterschiede ergeben sich dabei für die unterschiedlichen Zielgruppen (Auszubildende, Fachkräfte in der Weiterbildung)?
- c. Wie ist ein Train-the-Trainer-Konzept zu gestalten, um die Lehrenden auf den Einsatz des Simulators vorzubereiten?

Die drei Teilfragen sind dabei nur bedingt voneinander zu trennen: die Lehrenden benötigen ein didaktisches Konzept und müssen ihre Zielgruppe kennen und die notwendigen Anforderungen einschätzen. Aber darüber hinaus sind auch medienpädagogische und didaktische Kompetenzen sowie die fachliche Expertise des Bildungspersonals notwendig, um sich auf den Einsatz eines Schweißsimulators in einem Lernszenario (z. B. als Lern- /Arbeitsaufgabe) vorzubereiten. Dabei spielt die fachliche Expertise der Lehrenden die grundlegendste Rolle, auch wenn gute Fachkräfte nicht automatisch auch gute Lehrkräfte sind. Das Fachwissen ist bei den Lehrkräften vorhanden, aber der Simulator bringt aus didaktischer Perspektive erweiterte und damit komplexere Anforderungen für die Gestaltung der Lehr-Lernprozesse mit sich.

4 DER SIMULATOR IM EINSATZ - DIE DURCHFÜHRUNG VON EVALUATIONSPROJEKTEN AN BERUFSBILDENDEN SCHULEN

Zur Untersuchung der Fragestellungen im Vorhaben wurden im Frühjahr 2016 zwei Evaluationsprojekte an berufsbildenden Schulen in Leer und in Brake durchgeführt. In Kooperation mit Lehrkräften vor Ort sind dabei die folgenden Aspekte erprobt und evaluiert worden:

Der Simulator als Instrument für die Berufsorientierung und für die Sprachförderung

An einer berufsbildenden Schule in Leer (Ostfriesland) wurde der Simulator in einer „Sprachförderklasse“ eingesetzt. Mit einer Zielgruppe von 11 Jugendlichen, die allesamt einen Migrationshintergrund und gleichzeitig sehr rudimentäre Deutschkenntnisse besitzen, wurde als zentrale Fragestellung untersucht, inwieweit der Simulator für diese besondere Zielgruppe als ein Medium für die Berufsorientierung hilfreich sein kann?

Die Umsetzung des Evaluationsprojektes erfolgte in zwei Phasen. Zuerst wurde die Klasse in kleine Gruppen sowohl an den Simulator als auch auf die Lerninseln, in denen Grundbegriffe des Schweißens und der Aufbau eines Handschweißgeräts erlernt wurden, aufgeteilt. Jede Kleingruppe führte dann am Simulator eine Kehlnaht-Schweißaufgabe mit dem MAG-Schweißverfahren durch (siehe Abbildung 1). Diese Aufgabe wurde durch den Lehrer begleitet und durch eine Selbst- und Fremdevaluation hinsichtlich des individuellen Schweißersfolges abgerundet. Hierbei handelte es sich um eine Einschätzung, inwieweit im Schweißprozess drei zentrale Parameter (Winkel der Brennerhaltung, Abstand zum Werkstück und Geschwindigkeit) eingehalten wurden oder nicht. Abschließend wurde erhoben, inwieweit das Schweißen sowohl motivierend als auch vorstellbar für eine berufliche Tätigkeit sei. Bei ablehnender Haltung wurden ggf. Gründe erfasst.

Nach dem gleichen MAG-Vorgehen ist dann in der Folgewoche eine Kehlnaht in der Schweißwerkstatt der Schule real gelegt worden. Wieder wurden die Jugendlichen in Gruppen aufgeteilt und nach der Schweißaufgabe mit den gleichen Fragestellungen konfrontiert, um einen Vergleich vornehmen zu können. Anders gefragt ist es das Ziel gewesen zu schauen, ob sich unterschiedliche Aussagen erkennen lassen, was die Neugier und Motivation für einen Beruf mit Schweiß Tätigkeiten betrifft, wenn entweder ein Simulator oder ein reales Schweißgerät ausprobiert werden.

Der Simulator als Medium für die Vorbereitung auf Prüfungen in der Ausbildung

An einer berufsbildenden Schule in Brake wurden zwei Teilzeitklassen der Fachrichtung Metallbau/ Konstruktionstechnik ausgewählt. Die erste Klasse mit 19 Auszubildenden befand sich im 2. Ausbildungsjahr, die zweite Klasse mit 17 Auszubildenden war bereits im 3. Ausbildungsjahr.

Das Ziel dieses Evaluationsprojektes war es herauszufinden, inwieweit der Simulator als ein geeignetes Instrument zur Vorbereitung auf die Zwischen- bzw. Abschlussprüfung der praktischen Gesellenprüfung geeignet sei. Hierzu wurde in den Klassen zunächst ein Fragebogen ausgeteilt, der den aktuellen Wissensstand, die bisherigen Erfahrungen im Schweißen im betrieblichen Kontext und eine Selbsteinschätzung erfassten. Anschließend wurde am Simulator eine Kehlnaht nach dem MAG-Schweißverfahren gelegt und dabei eine Fremdbewertung durch Mitschüler/innen sowie das in Prozentwerten angegebene Feedback des Simulators zu einzelnen Parametern (Abstand, Geschwindigkeit, Brennerhaltung) erfasst. Nach der Übung am Simulator wurde erneut ein Fragebogen ausgeteilt, der zu den gleichen Fragen der Vorher-Befragung noch ergänzt war durch Einschätzungen zur Realitätsnähe der Darstellung des Simulators und zu dem erlebten Übungseffekt.

Beide Evaluationsprojekte haben sich damit nicht konkret auf eine der drei vorgestellten Forschungsfragen bezogen, sondern (mit Anpassung auf die Rahmenbedingungen der jeweiligen Schulen, der Zielgruppe und der eingebundenen Lehrkräfte) zu den Fragen einzelne Aspekte aufgegriffen. Das folgende Kapitel zeigt, wie die Ergebnisse zu bewerten sind und was sie für den weiteren Einsatz des Schweißsimulators für Folgen mit sich bringen.

5 ERGEBNISSE UND KONSEQUENZEN FÜR DIE LEHRENDEN

Ergebnisse der Evaluationsprojekte

Die Evaluation der Eignung des Simulators als Entscheidungshilfe für eine berufliche Orientierung zeigte, dass der Simulator bei der Zielgruppe eine „Richtung“ vorgibt, die durch den nachfolgenden realen Schweißprozess verstärkt wirkt: wer nach der Simulation eher skeptisch ist hinsichtlich der Motivation für eine berufliche Karriere mit Schweißaufgaben, der fühlt sich nach dem realen Schweißen bestätigt. Ebenso wird ein vorhandenes Interesse an Schweiß Tätigkeiten nach der realen Schweißübung bestärkt. Positiv zu vermerken war aus Sicht der Lehrkraft ein Trainingseffekt, da die Übung am Simulator bei der gesamten Gruppe ein Ankleben des Schweißdrahtes an der Kontaktdüse (ein „typischer Anfängerfehler“) beim Schweißen in der Werkstatt verhinderte. Im Fazit der Untersuchung wird festgehalten, dass der Simulator tendenziell als Entscheidungshilfe zur Berufsorientierung eingesetzt werden kann. Hierzu werden noch umfangreichere Erprobungen stattfinden, um diese Einschätzung empirisch abzusichern. Auch die Wirkung auf die Sprachförderung bewertet die Lehrkraft durch die erlernten Fachbegriffe mit Hilfe der Lerninseln und des Interesse weckenden Mediums als durchaus positiv.

Das Fazit der Bewertung der Eignung des Simulators als Instrument zur Prüfungsvorbereitung fiel nicht eindeutig aus. So zeigten sich Unterschiede in der Bewertung zwischen dem 2. und 3. Ausbildungslehrjahr, was die Einschätzung des Lerneffektes, die Realitätsnähe der Simulation und die Möglichkeiten zur Prüfungsvorbereitung mit dem Simulator betrifft. Die Lehrkraft kommt zu dem Ergebnis, dass sich mit dem Schweißsimulator Einsatzmöglichkeiten für den Unterrichtseinstieg ergeben, um z. B. theoretische Kenntnisse abzufragen oder einzelne Parameter in ihrer Wirkung zu diskutieren. Auch verfüge der Simulator über ein gewisses Potenzial, was die Motivation und den spielerischen Ehrgeiz der Auszubildenden angeht. Dennoch war eine leichte Tendenz dahingehend erkennbar, dass der Simulator als Übungsinstrument eher für „fortgeschrittene Anfänger“ (im 2. Ausbildungslehrjahr) geeignet sei als für die „Experten“ (im 3. Ausbildungslehrjahr). Unabdingbar sei aber für die Nutzung des Simulators ein didaktisches Konzept, das parallel zur Simulation die Auszubildenden sinnvoll beschäftige, was die Anforderungen an die Vorbereitung und Durchführung für die Lehrkraft erhöhe.

Konsequenzen für das didaktische Konzept

Beide Erprobungen des Simulators in der Praxis des berufsschulischen Unterrichts zeigen deutlich auf, dass die folgenden Hinweise für die didaktische Einbettung notwendigerweise zu berücksichtigen sind:

- „Die Klasse beschäftigen“: Der Simulator ist sinnvollerweise nur von ca. 3 bis maximal 4 Schülern/Auszubildenden gleichzeitig zu nutzen. Während eine Person „schweißt“, erhalten die anderen Personen eine Beobachtungs- und/oder Bewertungsaufgabe. Das bedeutet wiederum, dass für ca. 10-15 (je nach Klassengröße) Schüler/innen eine Aufgabe erstellt werden muss, die parallel von der Lehrkraft mit betreut werden kann (trotz der Fokussierung auf den Einsatz des Simulators) und die gleichzeitig noch einen Bezug zum Thema „Schweißen“ aufweist.
- „Den Simulator gezielt einsetzen“: Es zeigt sich deutlich, dass der Simulator seinen Status als innovatives Medium nur kurz aufrechterhalten kann, was Neugier und Motivation angeht. Wenn sich keine direkt sichtbaren und zielführenden Lerneffekte (für die Schüler/Auszubildenden) oder bspw. deutliche Kostenersparnisse (für Berufsschulen/Betriebe) ergeben, dann ist aufzuzeigen, ob und in welcher Form die Einbindung des Simulators auch lang- bzw. längerfristig positive Effekte mit sich bringt.

- „Ein ganzheitliches Konzept anwenden“: In den Anwendungsfällen ersetzt der Simulator nicht das reale Schweißen, sondern erweitert und ergänzt den bisherigen Lernprozess zum Schweißen, auch wenn dafür ein adäquates didaktisches Konzept notwendig ist. Nach der Einführung in die Theorie durch eine Lehrkraft kann der Schüler/Auszubildende vor dem Schweißen in der Werkstatt am Simulator eine Übungsphase einlegen, die bspw. auf ein Training der Motorik, auf ergonomische Aspekte oder auch auf die (simulierten) Folgen fehlerhafter Schweißprozesse eingeht.

Die Umsetzung der Erkenntnisse in ein didaktisches Konzept ist in Abbildung 2 veranschaulicht. Hier werden die Lernorte Seminar-/Klassenraum, der PC-Arbeitsplatz (mit dem der Zugriff auf eine Lernplattform erfolgt), der Simulator und die Schweißkabine zusammengeführt in einem Blended-Learning-Ansatz, um die Vorteile des jeweiligen Lernortes zu fördern und für den Lernprozess zu kombinieren. Der Ansatz kann dabei auf der einen Seite der „fachsystematischen Tradition“ folgen, ist aber auf der anderen Seite auch anwendbar auf Lern- und Arbeitsaufgaben, die einem „arbeitsprozessorientierten Ansatz“ in den Mittelpunkt stellen und einen stärker problemorientierten und auf Selbstlernen basiertes Lernen ermöglichen.

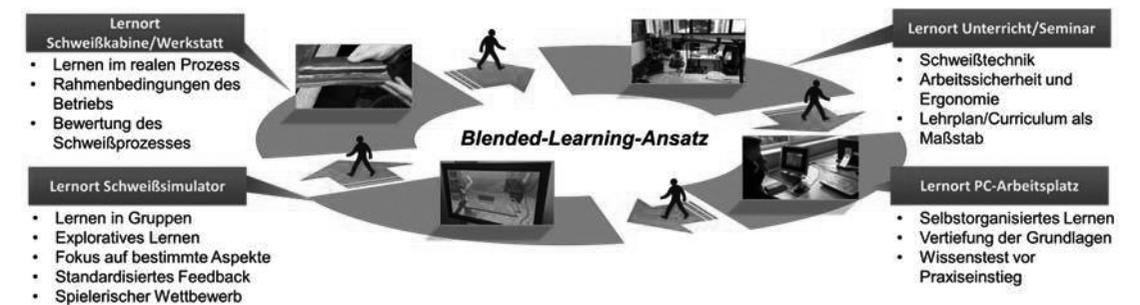


Abbildung 2 Blended-Learning-Ansatz im Vorhaben MESA

Für die Lehrenden stellen sich damit neben der fachlichen und didaktischen Expertise weitere Anforderungen: Sie müssen a) ein hohes Verständnis für den Simulator, seine Bedienung und seine Funktionalitäten besitzen. Eine fehlerhafte Einstellung am Simulator kann ggf. den Erfolg des Schweißens (wie in der Kabine) nachhaltig beeinflussen, und fehlende „Routine“ macht sich hier sofort bemerkbar. Dazu ist es b) wichtig, einen angemessenen Umgang mit dem Feedback des Simulators für die Lernenden finden. Alleine die Prozentzahl hat keine Lernwirkung, so dass ihr Zustandekommen zu erklären ist („Woran hat es gelegen?“). Als dritter Aspekt ist c) der Bezug zur Arbeitswelt des Lernenden relevant, um im Sinne des Lebensweltbezugs (z. B. im Sinne der „Grundfragen“ nach Klafki [6]) die Motivation des Lernenden anzusprechen und auch den Transferprozess zu fördern. Und schließlich ist d) auch das Betrachten der Simulation insofern zu reflektieren, dass eventuelle Fehler (die in der Simulation sichtbar sind, z. B. das Durchschmelzen eines Werkstücks) erklärt werden, damit diese in der Schweißkabine mit höherer Wahrscheinlichkeit vermieden werden können.

6 FAZIT UND AUSBLICK

Die Einbindung des Simulators in berufsschulische Kontexte und die Analysen in Ausbildungszentren und Betrieben haben gezeigt, dass der Simulator zielgruppenspezifische Wirkungen zeigt. Als Tendenz kann festgehalten werden, dass besonders Neulinge und Anfänger/innen in Bezug auf das Schweißen von der vorbereitenden (Lern)Wirkung des Simulators profitieren und nachhaltiger bzw. effektiver in

der realen Schweißkabine lernen. Diese Ergebnisse sind einerseits auf die motorische Übung durch den Simulator zurückzuführen. Andererseits zeigen sich durch den Simulatoreinsatz auch Ansätze für die Gestaltung innovativerer und motivierender Lehr-Lernszenarien, die automatisch erhöhte Anforderungen an die Lehrkräfte mit sich bringen. Diese bisherigen Erkenntnisse zu validieren und die genannten Anforderungen an Lehrkräfte in ein konkretes Train-the-Trainer-Konzept umzuwandeln stellen die nächsten Aufgaben im Vorhaben dar.

Referenzen

- [1] Becker, Matthias; Spöttl, Georg (2015): Berufswissenschaftliche Forschung. Ein Arbeitsbuch für Studium und Praxis. 2. unveränderte Auflage, Peter Lang Verlag, Berufliche Bildung in Forschung, Schule und Arbeitswelt, Band 2.
- [2] Bundesagentur für Arbeit (2013): Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach der Klassifikation der Berufe (KldB 2010). Online Ressource: <http://statistik.arbeitsagentur.de/cae/servlet/contentblob/13850/normal/48/xls.gif>
- [3] Bundesagentur für Arbeit (2014): Gemeldete Stellen im September 2014: Top Ten der Berufe. Online Ressource: <http://statistik.arbeitsagentur.de/Statischer-Content/Arbeitsmarktberichte/Fachkraeftebedarf-Stellen/Top-Ten/TOP-TEN-2014-09.pdf>
- [4] MINT (2013): MINT-Frühjahrsreport 2013 – Innovationskraft, Aufstiegschance und demografische Herausforderung, Online-Ressource: http://www.mintzukunftschaften.de/uploads/media/MINT-Fruehjahrsbericht_2013.pdf
- [5] Högsdal, Nils (2011): Serious Games, Simulation und Planspiele: same but different? In: Metz, M., Theis, F.: „Digitale Lernwelt - Serious Games. Einsatz in der beruflichen Weiterbildung. Bielefeld, Bertelsmann Verlag, S. 117-130.
- [6] Klafki, Wolfgang (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. In: Roth, H.; Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift „Die Deutsche Schule“, Auswahl Reihe A. Hannover, 5–34.

ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Danksagung

Wir möchten Herrn Carsten Harders (Lehrer für Fachpraxis Fertigungstechnik an der Berufsbildenden Schule II in Leer) sowie Herrn Patrick Zerhusen (Lehrer für Fachpraxis Metalltechnik an der Berufsbildenden Schule für den Landkreis Wesermarsch in Brake) vielmals danken für die Möglichkeit, dass wir in ihren jeweiligen berufsbildenden Schulen die dargestellten Evaluationsprojekte durchführen konnten. Ebenso danken wir den Projektpartnern (GSI Oberhausen, C+P Bildung Breidenbach, VW Ausbildung Braunschweig, Berufsschule für Metalltechnik Bremen) für die gute Zusammenarbeit.

TECHNOLOGY LITERACY AND UNIVERSAL TECHNOLOGY CONCEPTS AS CORE PRINCIPLES FOR TRANSFORMING TECHNOLOGY TEACHER EDUCATION

Cornelis A. van Dorp and Alphons Dehing
Fontys University of Applied Sciences,
k.vandorp@fontys.nl, a.dehing@fontys.nl

Abstract 1 *In Dutch preparatory and senior vocational education, the changing orientation on teaching and learning has made the transformation of the technology teacher programmes imperative, as these teacher programmes prepare for both types of education. As a consequence of the widening of the courses in preparatory vocational educations, the technology knowledge base of teacher education programme had to be redesigned. In the paper, a unified model applicable of re-structuring the knowledge bases for technology competence in technology teacher education is presented. Conceptual analogies on subject-matter competence from the two vocational sectors have been inferred and linked to overarching applied technology concepts.*

Keywords: *Technology literacy, universal technology concepts, concept-context*

Abstract 2 *In der niederländischen einführenden und fortgeschrittenen beruflichen Bildung hat die Änderung in der Auffassung des Lehrens und Lernens eine Transformation der Bildungsprogramme für Techniklehrende notwendig gemacht, da diese Programme für beide Arten Berufsausbildung vorbereiten. Als Folge der Erweiterung der Inhalte der Kurse in der berufsvorbereitenden Ausbildung, muss die technische Wissensbasis der Lehrerbildungsprogramme neu gestaltet werden. Dieser Beitrag stellt ein einheitliches Modell vor, das für die Neustrukturierung der Wissensbasis für Technologiekompetenz in Bildungsprogrammen für Techniklehrende nutzbar ist. Konzeptionelle auf Sachkompetenz gründende Analogien der beiden Berufsschulzweige wurden identifiziert und verknüpft zu übergreifenden angewandten Technikkonzepten.*

Keywords: *Technology literacy, universal technology concepts, concept-context*

1 REORIENTATION IN VOCATIONAL EDUCATION REQUIRES CHANGE OF KNOWLEDGE BASES

Technical sectors experience rapid technological changes. Changes influence the contours and scaffolding of professions in business and vocational education, which prepares future staff. Resulting, there is a reorientation in vocational education. In this respect, we distinguish between preparatory and senior secondary vocational education. Preparatory vocational education provides an orientation on a group of professions, the latter a qualification in a specific profession. Change has affected preparatory vocational education the most. Subject to change, this type of education has gone from orientation on one technology discipline towards orientation on a group of related disciplines. For example, building technology has now extended with technology competence of living and interior products. The resulting competence profiles are described by new learning objectives [1]. The following new (technological) profiles introduced in Dutch preparatory vocational education are subject of our research: 'PIE (Producteren, Installeren en Energie), MVI (Media, Vormgeving en ICT), M&T (Mobiliteit en Transport), and BWI (Bouw, Wonen en Interieur)'. In contrast, senior vocational education has maintained its focus on specialism. The qualification file describes the qualifications for a single profession, for example being the qualifi-

cations of a specialist in construction design [2]. In this paper the major specialisms (EQF level 4) have been taken as subject of research, on the following disciplines: 'Bouw, Werktuigbouwkunde, Elektrotechniek, Motorvoertuigetechniek and ICT'. We noticed no vertical coordination of developments between the two vocational education levels, resulting in consequences for technology teacher education, which educates future teachers simultaneously for both types of education. One of the main challenges that resulted was that the knowledge base of the teacher education curriculum had to be redesigned.

2 LEADING QUESTIONS FOR THE REDESIGN PROCESS OF THE KNOWLEDGE BASE

Changes in vocational education have an impact on the teacher technology curriculum. Up to now, the teacher curriculum consists of disciplinary tracks which focus on secondary vocational education routes such as construction, engineering, automotive and ICT. The knowledge base of preparatory vocational education is integrated in these disciplinary tracks. In other words, preparatory vocational orientations have not been separately profiled. In future, this can no longer be maintained. On the one hand, given the developments in the preparatory vocational sector, we have to acknowledge the broader scope of preparatory vocational education. On the other hand, we have to maintain a disciplinary focus on specialist tracks of construction, engineering, automotive and ICT. What are the options? We may exhaustively include both knowledge bases (preparatory and senior secondary vocational education) into the knowledge base for teacher education? Or, we may focus on the knowledge base of senior secondary vocational education and assume this includes competence for preparatory vocational education as well? Or we may try to explore to unify the knowledge base for teacher education, from viewpoint of technology literacy terminology, applying generic technology concepts. We may refer in this case to projects by the International Technology Education Association [3], Techniek Op School voor de 21ste eeuw [4] and the CCETE Project [5].

There are some arguments in favour of the technology literacy approach: 1. It could provide a common language for describing the technology teacher curriculum, 2. It would emphasise the attention on learning strategies (generic, repetitive, specificities in-context) 3. It would relieve us of the problem of classic curriculum overload, and 4. It would fit continuing professional development (learning) strategies grasping control over future (technological) developments. However, focus on technology literacy would imply, facilitating instruments for transfer learning such as the application of the concept-context methodology [6], and the provision of alternating contexts.

Given these observations, we phrase two leading questions for the redesign process: 1. What are the specific bodies of knowledge, preparatory and senior vocational education address in their technology programmes? 2. Can we construct a common reference language and unify subject-matter competence in an underpinning conceptual (technology) framework for teachers in vocational education?

3 THE DESIGN OF THE STRUCTURE OF THE UNIFIED KNOWLEDGE BASE

We performed an analysis on the bodies of knowledge of both (newly defined) preparatory education and senior secondary vocational education and found in the knowledge base of preparatory vocational education, recurring general concepts in a group of related disciplines. In addition the knowledgebase has an orientation on professions and principles of technology. Basic concepts of technology were identified such as : systems, processes, resources and engineering choices. It also had a larger view on technology such as including: technology assessment and societal values. We infer that the knowledge base of preparatory vocational education mainly deals with concepts about technology (understanding and descriptive).

With regard to the knowledge base of senior secondary vocational education, we find a focus on professional standards and recurring technology concepts in categories of professions. There is a clear

focus on qualification for a profession , engineering-design concepts and processes. We observe that the knowledge base of senior secondary vocational education for a large part deals with concepts in technology, particularly relating to competences in the domain engineering in higher education. The profile of the engineering domain is represented by eight competences: 1. analysis, 2. design, 3. realisation, 4. control, 5. management, 6. advice, 7. research and 8. professionalization [7] which we will describe shortly:

- Ad 1. The analysis of an engineering question/issue comprises the identification of the problem or customer need, the consideration/balancing of possible design strategies / proposed solutions and the unambiguous charting out of the requirements / objectives / parameters.
- Ad 2. Implementing an engineering design and in that process being able to collaborate with engineers and non-engineers.
- Ad 3. The realisation and handover of a product or service or the implementation of a process that fulfils the requirements imposed. In this connection, the engineer develops practical skills for solving engineering problems and with that in mind carries out studies and tests.
- Ad 4. Ensuring that a product, service or process operates ideally in its application, context or working environment, taking account of aspects relating to safety, the environment, technical and economic lifetime.
- Ad 5. The engineer directs and orders organisation processes and the related staff with a view to achieving the objectives of the organisation component of the project of which he is in charge.
- Ad 6. The engineer offers well-argued advice on the design, improvement or application of products, processes and methods, and establishes profitable transactions with goods or services.
- Ad 7. The engineer has a critical researching/investigative attitude and uses suitable methods and techniques for acquiring and assessing information to be able to undertake applied research.
- Ad 8. Acquiring and maintaining the skills needed to be able to effectively implement the engineering competences. These skills can also be applicable in a broader context.

When we make a comparative analysis of both bodies of knowledge (preparatory and senior secondary vocational education), we observe particular distinctions: technology education versus engineering-design; concepts about technology versus concepts in technology; professional orientation versus professional qualification; and output-driven by successive education (system) versus business (process) value. These observations resemble the observation of 'concepts of technology' by Mitcham [8] and Savage & Sterry [9] about 'concepts in technology'.

In addition, we also identify conceptual analogies among the two knowledge bases: abstraction of concepts to be generally applied for describing the two educational systems and technological contexts, and abstraction of concepts to be generally applied for differentiation among knowledge levels of the two education systems. It is from perspective of phrasing the concepts, that the proper level of aggregation is to be determined, for the concepts to provide just the right level of semantics to be understood in the context of the educational system (not too general, not too specific).

We found that the previously presented engineering competence concepts of analysis, design, realisation, control, management, advice, research and professionalization, remain to abstract herewith not providing enough power of distinction between the two different knowledge bases of preparatory and senior secondary vocational education, and within the (internal) profiles (parts) of the knowledge base of preparatory vocational education itself. Hence, we suggest the introduction of a set of 29 of lower level technology concept-descriptors, a specification subset of the eight engineering competence concepts. These lower level technology concept-descriptors are inferred by their high attention value in core tasks within the two knowledge bases of vocational education. The relation between the en-

engineering competence concepts and these lower level concept-descriptors is presented in Table 1. In this way we have created an specification-aggregation relation between the engineering competence concepts and the lower level concept-descriptors, which are related to specific technological contexts and different knowledge levels.

Not surprisingly, we found little attention-task value for the seventh engineering competence of research within the knowledge bases of preparatory and senior vocational education.

Table 1: Concept-descriptors for vocational education

		Engineering concepts							
		Analysis	Design	Realisation	Control	Management	Advice	Research	Professionalization
Concept-descriptors	Client	x							
	Stakeholders	x							
	Planning					x			
	Coordination					x			
	Problem domain	x							
	Directive framework								
	Requirements	x							
	Functional design		x						
	Resources					x			
	Costs					x			
	Operational work			x					
	Resource management					x			
	Information management					x			
	Quality management					x			
	Subsystems		x						
	Installation			x					
	Operating environment			x					
	Performance			x					
	User instruction						x		
	Affordance			x					
Services and advise						x			
Document control				x					
Technical control				x					
Economic control				x					
Ecologic control									
Societal value				x					
Work transfer			x						
Policy						x			
Career planning								x	

We conclude that universal (technology) concepts are applicable to both preparatory and senior vocational education knowledge bases. We accordingly conclude that a common conceptual (knowledge) base, a common reference language for teacher technology programmes, is feasible. As by this knowledge, we will be able to differentiate knowledge in terms of contents (choices on subject-matter), qualification (level), and orientation (preparatory or senior), for (future) teachers to be consistently assessed on knowledge of both vocational sectors.

Accordingly, in further development of the knowledge base, technology literacy and universal concepts will be taken as guiding design principles whereas choices still have to be made with respect to the representation of knowledge on a 'meaningful' level: dealing with aggregation and specification of concepts in a sensible and understandable manner. Also, too much references to subject-matter specificities and specific technological contexts, may (also) introduce back in the problem of knowledge (and curriculum) overload, a thing we wish to avoid. In the process of developing the teacher technology programmes, we need to apply such guidelines appropriately.

4 CONCLUSIONS

In this paper, we described the design of a unified knowledge base for subject-matter competence in bachelor degree programmes of technical teachers as a reaction on the changes occurring in vocational education. We recognised the potential of the application of technology literacy and technological concepts as core principles for the redesign of the teacher technology knowledge base, and as core principles for transforming the teacher technology curriculum. In the paper, we proposed to apply this common reference language so as to unify and include subject-matter competence for preparatory and senior secondary vocational education, in a single underpinning conceptual (technology) framework for student teacher for vocational education. A knowledge base with a single conceptual map, a common language, has been established accordingly. The technology concepts applied, act as generic descriptors, able to cover different technical contexts. The technology concepts obtain their significance and meaning when they are subjected to specific activities in specific technological contexts. Finally, with respect to the redesign of the teacher technology curriculum, we propose to emphasise technology concepts and processes as well as the inclusion of methods for transfer learning (concept-context), as the teacher technology curriculum is to prepare the upcoming teacher effectively for working in different contexts and facilitate concept knowledge (re-)construction.

5 IMPLICATIONS FOR IMPLEMENTATION IN THE TEACHER EDUCATION CURRICULUM

With the choice for technology literacy and technological concepts as design principles for redesign the processes of teaching and learning in the teacher technology programme, the curriculum and programme have to be adapted. Consequently, every student teacher will attend a number of learning modules with objectives aiming at technological literacy. We perceive five learning aims as essential, the competence in: (1) generic and specific (technology) concepts, (2) conceptualisation of subject-matter and knowledge representation, (3) re-contextualisation and transfer of concept knowledge, (4) agility of the didactical approach, and (5) continuing (personal) technological development.

Putting technology literacy in the centre of the teacher technology curriculum, implies not only changes in the programme but also a required change in teaching behaviour for those teachers involved. One of the current challenges is the lack of familiarity of teachers, with technology concepts. Consequently, professional discourse is required to include teachers that are used to a disciplinary approach in the technology literacy approach, using the redesigned knowledge base. To maintain curriculum quality control, professionalization is needed.

References

- [1] CVTE (2016). College voor toetsen en examens. Examination programmes. URL: www.hetcvte.nl, accessed 21-9-2016.
- [2] SBB (2016). Samenwerkingsorganisatie Beroepsonderwijs Bedrijfsleven. Qualification files. URL: <https://www.s-bb.nl/>, accessed 21-9-2016.
- [3] ITEA (2002). Standards for technical literacy: content for the study of technology. Third edition. International Technology Education Association.
- [4] TOS21 (2008). Techniek op school voor de 21ste eeuw - technische geletterdheid voor iedereen, standaarden & referentiepunten. Brussel: departement onderwijs & vorming en departement economie wetenschap & innovatie.
- [5] Vries, M. de, Hacker, M. and Rossouw, A. (2009). CCETE project, concepts and contexts in engineering & technology education. National Science Foundation.
- [6] Bruning, L. and Berince, M. (2013). Concept-contextvenster: zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs. Enschede: SLO, Nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling.
- [7] Vereniging Hogescholen (2016). Domeinprofiel Bachelor of engineering. Domein HBO engineering
- [8] Mitcham, C. (1994). Thinking through technology. The University of Chicago Press.
- [9] Savage E. and Sterry, L. (1990). A conceptual framework for technology education. International Technology Education Association.

REFERATE

MOSAIKSTEINE – FÜNF MINUTEN VERANTWORTUNG VERMITTLUNG VON SOZIAL-ÖKOLOGISCHEM ORIENTIERUNGSWISSEN UND GESTALTUNGSKOMPETENZ IN GRUNDLAGENVORLESUNGEN AM BEISPIEL VON „KONSTRUKTION 1“

André Baier, Ira Freude, Georg Erkenberg und Henning Meyer
Technische Universität Berlin

Andre.Baier@tu-berlin.de, irafreude@mailbox.tu-berlin.de, Georg.Erkenberg@gmx.de,
Henning.Meyer@tu-berlin.de

Abstract 1 Die Lehr-/Lerninnovation „Mosaiksteine“ sind fünf bis zehn minütige Einheiten, die soziale und ökologische Verantwortung an Hand des jeweiligen Themas einer Vorlesung aufzeigen und methodisch vielfältig vermitteln. Sie erweitern so das vermittelte Faktenwissen um Orientierungswissen und bieten Studierenden die Gelegenheit, Gestaltungskompetenzen einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung zu erwerben. Im Verlauf eines Semesters lassen sich die unterschiedlichen Mosaiksteine zu einem umfassenden Mosaik der sozialen und ökologischen Verantwortung zusammensetzen. Durch eine frei zugängliche, digitale Dokumentation der Mosaiksteine ist ihr Einsatz nicht auf genau eine Vorlesung an einer Universität beschränkt. Sie können stattdessen flexibel in verschiedenen Lehrveranstaltungen eingesetzt werden.

Keywords: Lehrinnovation, soziale und ökologische Verantwortung, Lernenden-zentrierte Bildung

Abstract 2 The teaching/learning innovation „Tesserae“ consists of units of five to ten minutes length, which cover the social and ecological responsibility in relation to the topic of a lecture. These units make use of a wide range of didactical methods, so that the students acquire competences linked to an education for sustainable development. Single tesserae may be combined to a mosaic of social and ecological responsibility of one course. All tesserae will be made available in an open access database, so their use might not be restricted to a single course at one university in particular. Instead, all tesserae may be used freely and can be easily adapted to other lectures.

Keywords: Innovation in teaching, social and ecological responsibility, student-centred teaching

HINFÜHRUNG

Angehende Studierende der Ingenieurwissenschaften haben im Laufe ihres Studiums nur wenig Gelegenheit, das bestehende Wechselverhältnis von Technik, Natur, Individuum und Gesellschaft zu reflektieren und gemeinsam kritisch zu hinterfragen. Wenn überhaupt, besuchen sie (freiwillig) hierzu meist nur ein oder zwei Seminare oder Vorlesungen. Um das im Studium vermittelte Fachwissen gezielt zu ergänzen, sollte daher die soziale und ökologische Verantwortung immer auch anhand des Themas der jeweiligen Lehrveranstaltungen angesprochen werden. Ferner bedarf es gerade in dem stark frontal ausgerichteten Ingenieursstudium der Gelegenheit Kompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung zu erwerben. Die Lehrinnovation „Mosaiksteine“ zielt darauf ab, diese dreifache Ziel-

setzung der Hochschullehre durch eine leicht zu nutzende Ergänzung von Vorlesungen zu erreichen. Durch die Verwendung von Mosaiksteinen in Grundlagenvorlesungen lassen sich eine Vielzahl von Studierenden gleich zu Beginn ihres Studiums erreichen, die hierdurch die Relevanz und die Auswirkungen ihrer Fachdisziplin innerhalb eines gesellschaftlichen Rahmens erkennen, einordnen und mitgestalten können.

ZIELSETZUNG VON MOSAIKSTEINEN IN DER LEHRE

Mosaiksteine sind fünf bis zehnminütige Lehr-/Lerneinheiten, die flexibel in eine Vorlesung eingebaut werden können. Zu jedem Termin einer Vorlesung werden daher sowohl Fachwissen, als auch Orientierungswissen [1] vermittelt, die das Thema der Vorlesung in Bezug auf soziale und ökologische Aspekte betrachten. Durch die interaktive Gestaltung der Mosaiksteine wird zudem die Möglichkeit geboten, dass Studierende Kompetenzen für eine Nachhaltige Entwicklung erwerben [2,3]. Dementsprechend haben Studierende regelmäßig die Chance, über den Tellerrand ihrer Fachdisziplin zu blicken ohne den Bezug zu ihrer Fachdisziplin zu verlieren. Insgesamt haben Mosaiksteine vier Zielsetzungen, die im Folgenden erläutert werden.

Erstens, Mosaiksteine bieten sowohl den Lehrenden als auch den Lernenden eine wertvolle inhaltliche und didaktische Unterbrechung des Frontalvortrags. Die Mosaiksteine sind dabei so gestaltet, dass sie ein integraler Bestandteil der jeweiligen Vorlesung werden. Dies wird dadurch erreicht, dass die Lern-/Lehreinheiten thematisch an der Vorlesung ausgerichtet sind und zeitlich gesehen mitten in der Vorlesung gehalten werden. Sie liefern jedoch kein weiteres spezifisches Fachwissen, sondern setzen das Thema der Vorlesung in Bezug zu Fragen der sozialen und ökologischen Verantwortung. Dies erlaubt die Thematisierung von ethischen Fragestellungen, Werten, Glaubensvorstellungen, Haltungen und Einstellungen, aber auch die konkreten örtlichen und zeitlichen Auswirkungen von Entscheidungen. Prinzipiell lassen sich auch andere inhaltliche Schwerpunkte setzen, zum Beispiel die Vorstellung von beispielhaften Persönlichkeiten oder die historische Entwicklung der Fachdisziplin. Insgesamt ergänzen Mosaiksteine also die kognitiven Aspekte einer Vorlesung durch affektive Aspekte, die vielfach in der Lehre ignoriert werden.

Zweitens, Mosaiksteine nutzen aktivierende und interaktive Methoden, um sich gezielt von dem lehrenden-zentrierten Charakter der Vorlesung abzusetzen. Die Studierenden erhalten unter anderem die Chance, sowohl in Einzel- als auch in Gruppenarbeit verschiedene Themen zu reflektieren und zu diskutieren. Die Teilnehmenden treten hierdurch mit ihren späteren Berufskolleginnen in einen Austausch über unterschiedliche Wertevorstellungen, lernen sich ausschließende Einstellungen/Handlungsoptionen kennen und müssen dennoch gemeinsam zukunftsfähige Lösungswege erarbeiten. Durch diese didaktische Ausrichtung der Mosaiksteine lässt sich ferner die Anonymität in Massveranstaltungen gezielt angehen. Durch diesen interaktiven Charakter der Mosaiksteine haben die Studierenden die Gelegenheit Kompetenzen einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung zu erwerben [2,3], zum Beispiel die Kompetenz zur disziplinenübergreifenden Erkenntnisgewinnung, wenn Schnittstellen zu anderen Disziplinen innerhalb einer Vorlesung aufgedeckt werden und die Studierenden sich mit diesen gezielt befassen.

Drittens, Mosaiksteine werden frei zugänglich online bereitgestellt. Ein einzelner Mosaikstein besteht aus einem Komplettpaket und umfasst eine Anleitung, Präsentationsfolien und Nachbereitungsmaterialien. Die Anleitung und die Präsentationsfolien richten sich in erster Linie an die Lehrenden. Die verwendeten Methoden und Inhalte werden dort entlang eines Ablaufplans ausführlich beschrieben, so dass die Mosaiksteine mit einem äußerst geringen Vorbereitungsaufwand eingesetzt werden kön-

nen. Die Nachbereitungsmaterialien richten sich hauptsächlich an die Teilnehmenden, damit sie einen ersten Einstiegspunkt haben, um sich eingehender mit dem jeweiligen Thema beschäftigen zu können. Diese Materialien können beispielsweise per Email oder über eine elektronische Lernplattform verteilt werden.

Viertens, idealerweise werden Mosaiksteine durch Studierende höherer Semester erstellt, so dass Studierende die Gelegenheit haben Lehre mitzugestalten. Hierdurch übernehmen Studierende einen kleinen Teil der Verantwortung für Hochschullehre, was im Hinblick darauf wichtig ist, dass ein wissenschaftliches Studium nicht nur zum eigenständigen Forschen, sondern auch zum eigenständigen Lehren befähigen sollte.

MOSAIKSTEINE ALS LEHR-/LERNEINHEITEN HABEN DAHER ZUSAMMENFASSEND VIER ZIELSETZUNGEN:

1. Mosaiksteine ergänzen das Fachwissen in Grundlagenvorlesungen durch Orientierungswissen. Die angehenden Ingenieurinnen und Ingenieure werden somit bereits in den ersten Semestern für ihre soziale und ökologische Verantwortung sensibilisiert und erhalten Kenntnis von Handlungsoptionen.
2. Mosaiksteine sind integraler Bestandteil der Vorlesung und zugleich ein inhaltlicher und didaktischer Bruch. Für wenige Minuten innerhalb einer Vorlesung wird der lehrenden-zentrierte Charakter verlassen, um den Lern- und Lehrprozess weitestgehend auf die Studierenden zu verlagern. Hierdurch haben die Studierenden die Chance, Kompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung zu erwerben.
3. Mosaiksteine sind ein Komplettpaket aus Anleitung, Präsentationsfolien und einer online Nachbereitung. Hierdurch können sie ohne großen Aufwand für die Lehrenden in bestehende Vorlesungen eingebunden werden. Alle Mosaiksteine werden frei zugänglich online bereitgestellt, so dass sie auch in Lehr-/Lernkontexten außerhalb von Hochschulen eingesetzt werden können.
4. Mosaiksteine werden durch Studierende höherer Semester erstellt. Der Wechsel von einer lehrenden-zentrierten Lehre hin zu einer lernenden-zentrierten Lehre wird hierdurch wörtlich genommen, da die Lernenden ihre Lehre in Teilen eigenständig gestalten.

UMSETZUNG VON MOSAIKSTEINEN IN DER GRUNDLAGENVORLESUNG K1

Die allgemeinen Studienordnung der Technischen Universität Berlin legt fest, dass durch den “[...] Bachelorabschluss der TU Berlin [...Studierende...] in der Lage sind, die gesellschaftlichen Folgen wissenschaftlichen Handelns – auch über die Grenzen ihres Faches hinaus – in der eigenen Arbeit zu berücksichtigen.“ [4 §3, Abs. 2]. In der Studienordnung des Bachelorstudiums Maschinenbau wird dies weiterausgeführt: “Das Studium wirtschafts- und sozialwissenschaftlicher Inhalte schafft die Voraussetzungen, über rein ingenieurwissenschaftliche Probleme hinaus auch gesamtwirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge erkennen und bei der beruflichen Arbeit berücksichtigen zu können.” [5 §3]. Die Verwendung von Mosaiksteinen in die Regellehre erfährt hierdurch ihre Legitimation und Relevanz. Das Erreichen dieser Ziele kann durch die Mosaiksteine bereits in Grundlagenvorlesungen abgesichert werden, sodass gesellschaftlich relevante Themen nicht isoliert in gesonderten Seminaren adressiert werden müssen.

Für die Vorlesung “Konstruktion 1” (K1) an der TU Berlin wurde im Zuge eines Fellowships für Innovationen in der Hochschullehre des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft [6] ein erstes Set an Mosaiksteinen entwickelt. Eine kleine Gruppe aus zwei studentischen Beschäftigten und einigen ehrenamtlichen aktiven Studierenden der Projektwerkstatt Blue Engineering [7] hat bis auf gelegentliche Rücksprachen mit dem verantwortlichen Professor und dem zuständigen wissenschaftlichen Mitarbeiter weitgehend autonom die Mosaiksteine erarbeitet, getestet und dokumentiert.

Derzeit werden die entwickelten Mosaiksteine im Grundlagenmodul “Konstruktion 1” als integraler Teil einer 90-minütigen Grundlagenvorlesung im Bachelorstudium genutzt. Die Lehrveranstaltung umfasst eine Vorlesung (2 SWS), einen 3D-CAD-Kurs sowie ein Tutorium (2SWS) und hat einen Umfang von 6 ECTS. Die Portfolioprüfung besteht aus vier schriftlichen Hausaufgaben und einem Abschluss-test. In den Studiengängen Maschinenbau, Verkehrswesen, Wirtschaftsingenieurwesen und Physikalische Ingenieurwissenschaften ist K1 ein Pflichtmodul.

Zu Beginn des Semesters schreiben sich etwa 680 Studierende für die Teilnahme in den Tutorien ein, wobei sich jedoch später nur etwa 560 Studierende zur Prüfung anmelden. Der Frauenanteil liegt etwa bei 25 %. Zum Abschlusstest erscheinen nur noch etwa 420 Studierende. Insgesamt entspricht dies einem Schwund von etwa 40 %. Die Modulprüfung bestehen etwa 60 % der zur Prüfung angemeldeten Studierenden.

Lernziele des Moduls K1 sind die Vermittlung von „Grundkenntnissen über allgemeine Methoden und Arbeitstechniken der Konstruktion. Im Besonderen über die mechanische Konstruktion, über das beanspruchungs-, fertigungs- und werkstoffgerechte Gestalten und Dimensionieren einfacher Bauteile und Maschinenelemente.“.

In der Konstruktionsphase eines Produkts können noch am ehesten soziale und ökologische Kriterien, neben ökonomischen, beachtet werden. Hier werden die grundlegenden Entscheidungen in Bezug auf Funktionsfähigkeit, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Gesundheit, Wohlstand, Umweltqualität sowie Persönlichkeitsentfaltung und Gesellschaftsqualität getroffen. In dieser Phase der Technikentwicklung können Änderungen mit vergleichsweise geringem finanziellem und zeitlichem Aufwand erfolgen. Mit jeder Produktionsphase steigt jedoch der Aufwand bis hin zu einer meist kosten- und zeitintensiven Überarbeitung am Endprodukt.

Die Mosaiksteine der Vorlesung K1 greifen soziale und ökologische Aspekte entlang des Produktlebenszyklus auf, sodass die Besonderheiten der jeweiligen Phase in der Konstruktionsphase entsprechend beachtet werden können. Die Mosaiksteine folgen damit einem roten Faden, wie er in der Technikentwicklung weit verbreitet ist. Auch wenn die einzelnen Mosaiksteine durch diesen roten Faden miteinander strukturell verbunden sind, bauen sie nicht aufeinander auf, so dass jeder Mosaikstein einzeln genutzt werden kann.

Durch die Größe der Veranstaltung mit bis zu 600 Teilnehmende ist die Methodenwahl stark eingeschränkt, da weder die Förderung einzelner Studierender möglich ist, noch ein intensives Gruppenarbeiten. Gleichzeitig haben die Teilnehmenden eine gewisse Erwartungshaltung in Bezug auf Vorlesungen. Sie sehen sich hier oftmals nur als passive Zuhörende. Die ersten Mosaiksteine wurden daher methodisch niederschwellig gestaltet, z. B. als Quiz oder Minidiskussion. Im Verlauf des Semesters steigert sich der methodische Anspruch kontinuierlich. So werden zum Ende beispielsweise künstlerische Handlungen und eine intensive (Selbst-)Reflexionen erwartet.

Inhaltlich orientieren sich die Mosaiksteine an den Themen von Blue Engineering. Die angehenden Ingenieurinnen und Ingenieure sollen motiviert werden, Technik stärker so zu gestalten, dass sie ihre persönliche soziale und ökologische Verantwortung wahrnehmen und hierbei die gesellschaftliche Dimension im Blick behalten. Das heißt, Technik sollte an erster Stelle dazu dienen, die Grundbedürfnisse aller Menschen zu erfüllen.

Die nachstehende Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Verlauf der Mosaiksteine. Dort sind die Teilprozesse des Produktlebenszyklus mit den entsprechenden Mosaiksteinen aufgelistet. Zusätzlich gibt es eine Kurzbeschreibung zum Inhalt und zu den Methoden.

Tabelle 1: Aufbau der Mosaiksteine für die Vorlesung Konstruktion 1

Produktlebenszyklus	Titel des Mosaiksteins	Inhalt	Methode
Zielsetzung	Max Frisch	25 Fragen von Max Frisch	Selbstreflexion Diskussion
Produktplanung	Rohstoffe	Aufwand für die Produktion von 1 kg Eisen	Quizfragen Schätzfragen Selbstreflexion
Entwicklung	VDI 3780 – Technikbewertung	Bewerten von Technik mit konfligierendem Wertesystem	Selbstreflexion Minidiskussion Kleingruppenarbeit
Konstruktion	Ingenieur_innen-Beruf	Historische Entwicklung, sowie Vorstellungen zum Berufsalltag	freier Vortrag Selbstreflexion Diskussion
Testen	Greenwashing	PR-Methoden, um ein umweltfreundliches Image zu suggerieren	kreatives Schreiben Minidiskussion
Fertigung	Gewerkschaft	Informationen über die Errungenschaften durch Gewerkschaften	Video Gruppenreflexion
Vertrieb	Konsum	Was brauchen wir? Brauchen vs. Wollen	Assoziationskette (Stille) Diskussion Bewerten
Gebrauch/ Nutzung	Gender	20 Fakten zum Thema Gender & Diskriminierung	Laut vorlesen Zuhören
Reparatur	Repair Café	Vorstellung von Selbsthilfe-Werkstätten	Entscheidungsspiel Selbstreflexion Stellung in Gruppe
Recycling	Gesellschaftliche Naturverhältnisse	Kenntnis über die bestehenden gesellschaftliche Naturverhältnisse	Zeichnen Selbstreflexion Gruppenreflexion Minidiskussion
Deponie	Ship Beaching	Illegales Abwracken von Containerschiffen in Schwellen- und Entwicklungsländern	Video Beitrag Beschreibende Betrachtung Kommunikation

EVALUATION

Die studentischen Beschäftigten haben sich während der Mosaiksteine im Vorlesungssaal aufgehalten, um einen direkten Eindruck bei den Studierenden einzufangen. Sie, wie auch der durchführende Professor, stimmen darüber ein, dass die meisten Teilnehmenden aktiv an den Mosaiksteinen teilnehmen. Sie haben jeweils eine konzentrierte Arbeitsatmosphäre wahrgenommen. Besonders bei aktiven Methoden und Kleingruppenarbeit nahm die Lautstärke im Vorlesungssaal zu, schnell und unkompliziert geschah jedoch auch der Übergang zurück zur Vorlesung. Methoden die dagegen verstärkt die Aufmerksamkeit auf eine Aktion fokussierten, erzeugten eine erwartungsvolle Stille, dies geschah im Besonderen während des Mosaiksteins "Gender", auch hier gelang die Rückkehr zur Vorlesung reibungslos.

Eine quantitative Evaluation der Mosaiksteine ist noch nicht abgeschlossen. Vorab jedoch ein paar Ergebnisse. In der letzten Vorlesung wurde ein Fragebogen mit 18 inhaltlichen Fragen ausgegeben, der von 127 Teilnehmenden ausgefüllt wurde. Dies entspricht in etwa der Anzahl der anwesenden Personen. Die Mosaiksteine werden von etwa 80 % der Studierenden als willkommene Abwechslung wahrgenommen und ebenfalls 80 % geben an, dass sie durch die Mosaiksteine nicht von der Vorlesung abgelenkt werden. Vielmehr geben 60 % an, dass sie nach den Mosaiksteinen der Vorlesung wieder konzentrierter folgen können. Etwa 70 % der Befragten halten eine Durchführung der Mosaiksteine innerhalb von allen Grundlagenvorlesungen für notwendig. Lediglich die Reichweite der Nachbereitung fiel gering aus, da nur etwa zehn Prozent diese nutzten. Abschließend bewerteten die Teilnehmenden die Mosaiksteine mit einer 2,8 von 6 Notenpunkten. Die Endnote steht damit in einem starken Widerspruch zu den positiven Rückmeldungen.

Dank

Die Lehrinnovation „Stugele – Studierende gestalten Lehre. Mosaiksteine für fünf Minuten soziale und ökologische Verantwortung in Vorlesungen“ wurde im Zuge eines Juniorfellowships des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft erstellt.

Referenzen

Elektronische Quellen: Stand 26.10.2016

- [1] Mittelstraß, J. (1989). Der Flug der Eule. Von der Vernunft der Wissenschaft und der Aufgabe der Philosophie. Suhrkamp Verlag, Frankfurt/M.
- [2] Haan, Gerhard de (2007): Orientierungshilfe Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Sekundarstufe I: Begründungen, Kompetenzen, Lernangebote. Erstellt von der AG Qualität & Kompetenzen des Transferprogramms 21. http://www.transfer-21.de/daten/materialien/Orientierungshilfe/Orientierungshilfe_Kompetenzen.pdf
- [3] Haan, Gerhard de (2009): Bildung Für Nachhaltige Entwicklung: Hintergründe, Legitimation Und (Neue) Kompetenzen. Transfer-21 Programme. Koordinierungsstelle. Freie Universität Berlin. http://www.bne-kompass.de/fileadmin/user_upload/downloads/Transfer21_Gestaltungskompetenz.pdf
- [4] Technische Universität Berlin (2014): Ordnung zur Regelung des allgemeinen Studien- und Prüfungsverfahrens (AllgStuPO). https://www.setub.tu-berlin.de/fileadmin/i42/Nr._01_vom_15.01.2014.pdf
- [5] Technische Universität Berlin (2009): Studienordnung für den Bachelorstudiengang Maschinenbau (Mechanical Engineering) an der Fakultät V - Verkehrs- und Maschinensysteme - der Technischen Universität Berlin. http://www.vm.tu-berlin.de/fileadmin/f5/FAKV_Dateien/StuBe_ITM/Bachelor/StuPo_MB_2009.pdf
- [6] Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft - Fellowships für Innovationen in der Hochschullehre: <https://www.stifterverband.org/lehrfellowships>
- [7] Blue Engineering - Ingenieurinnen und Ingenieure mit sozialer und ökologischer Verantwortung: <http://www.blue-engineering.org>

BEITRAG INTERDISZIPLINÄRER HANDS-ON-PROJEKTE IN DER SCHULISCHEN UND UNIVERSITÄREN LEHRE ZUR NACHHALTIGEN ENERGIEGEWINNUNG IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN

Stephan Baur, Johannes Winklmaier und Kais Siala

Technische Universität München (TUM)

Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (ENS)

stephan.baur@tum.de, johannes.winklmaier@tum.de, kais.siala@tum.de

Abstract 1 Die meisten Entwicklungsländer leiden unter einem akuten Energiemangel, der sich negativ auf die Bildung, das Gesundheitswesen, die Industrie und das alltägliche Leben auswirkt. Häufig verfügen die Länder jedoch über ein immenses Potenzial an erneuerbarer Energie. Flächendeckend und nachhaltig kann das Potenzial erst dann genutzt werden, wenn die notwendigen Technologien an die entsprechenden Rahmenbedingungen angepasst und innovative Lösungsideen generiert werden. Dazu sind eine enge Zusammenarbeit mit Fachkräften und Wissenschaftlern vor Ort und ein stetiger Wissenstransfer notwendig. Um junge Menschen dafür zu sensibilisieren, bietet sich die Integration der Thematik in der schulischen und universitären Lehre an. Erfahrungsgemäß sind realitätsnahe Hands-On-Projekte besonders gut dafür geeignet. Zwei solcher mit Erfolg durchgeführten Projektbeispiele werden im Beitrag genauer erläutert.

Keywords: Energie, Entwicklungsländer, Hands-On-Projekte, Gymnasium, Universität

Abstract 2 Most developing countries suffer from an acute shortage of energy, which has a negative impact on education, health care, industry and everyday life. However, the potential of renewable energy in these countries is usually immense. It can only be exploited on a sustainable and long-term basis if the necessary technologies are adapted to local conditions and if innovative solutions are generated. This requires both a close cooperation with specialists and scientists on the ground and a constant knowledge transfer. In order to raise the awareness of young people on this issue, the topic can be integrated in the curriculum of school and university students. Based on previous experiences, hands-on projects tend to be particularly suitable for this purpose. Two successfully implemented projects are presented in detail in the current article.

Keywords: energy, developing countries, hands-on projects, secondary school, university

MOTIVATION

„Erneuerbare Energie“ ist eines der 17 exakt definierten Ziele aus dem Katalog der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, welche bei dem Gipfeltreffen der Vereinten Nationen im September 2015 verabschiedet wurde. Für die gesamte Weltbevölkerung soll der Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und zeitgemäßer Energie sichergestellt werden [1]. Für die Entwicklung eines Landes ist Energie ein zentraler Faktor. Dies setzt den Auf- und Ausbau der Energieversorgung in Entwicklungsländern voraus. Um dabei die Umwelt zu entlasten, muss jedoch der weltweite Energieverbrauch gesenkt und erneuerbare Energiequellen deutlich intensiver genutzt werden als bisher.

Etwa 1,3 Milliarden Menschen, was etwa 17 % der Weltbevölkerung entspricht, leben derzeit immer noch ohne Zugang zu elektrischer Energie [2]. In vielen Entwicklungsländern verfügt ein Anteil von

mehr als 50 % der Bevölkerung über keinen Stromanschluss. Ist jedoch ein Stromanschluss vorhanden, muss in zahlreichen Regionen mit regelmäßigen Stromausfällen von bis zu 16 Stunden pro Tag gerechnet werden. Einer der Hauptgründe für diese geplanten und gesteuerten Stromausfälle ist der Tatsache geschuldet, dass die vorhandene elektrische Energie nicht ausreicht, um den derzeitigen Energiebedarf zu decken. Das stetige Wachstum der Bevölkerung und der stark ansteigende Energiebedarf führen prognostisch in den nächsten Jahren zu einer Verstärkung der Energieproblematik in diesen Ländern. Neben dem Energiemangel verfügen jedoch die meisten Entwicklungsländer über ein immenses und technisch kaum genutztes Potenzial an erneuerbarer Energie. So wird in Nepal beispielsweise derzeit gerade mal 2 % des vorhandenen Wasserkraftpotenzials technisch genutzt. Darüber hinaus verfügen die meisten afrikanischen Länder über beste Voraussetzungen für Photovoltaikanlagen.

Die Verbesserung der Energiesituation in Entwicklungsländern stellt einerseits eine große Herausforderung dar. Andererseits bietet sie aufgrund der vorhandenen und noch nicht genutzten Potenziale aber auch eine große berufliche Chance für Techniker, Handwerker, Ingenieure und Wissenschaftler. Eine Integration der Thematik in der schulischen und universitären Lehre schärft darüber hinaus früh das Bewusstsein für diese Problematik. Somit kann die Motivation für mögliche innovative Lösungen und eine nachhaltige Nutzung des Potenzials für erneuerbare Energien in Entwicklungsländern gefördert und implementiert werden.

INTERDISZIPLINÄRE HANDS-ON-PROJEKTE IN DER SCHULSICHEN LEHRE

Die Gymnasiallehrpläne in Deutschland bieten zahlreiche Anknüpfungspunkte an Energiethemen und Energieprojekte. So werden beispielsweise in Bayern Inhalte über Solartechnik, Energiespeicher, regionale und globale Energieversorgungssysteme sowie der Einsatz regenerativer Energiequellen bereits in den mittleren Jahrgangsstufen behandelt [3].

Darüber hinaus ermöglichen Wissenschaftspropädeutische Seminare (W-Seminare) und Projektseminare zur Studien- und Berufsorientierung (P-Seminare) eine optimale Integration von Hands-On-Projekten zu der Thematik nachhaltige Energiegewinnung in Entwicklungsländern. Die sich über zwei Schuljahre erstreckenden W- und P-Seminare wurden im Rahmen der Einführung des G8 an den bayerischen Gymnasien in der Oberstufe eingeführt und stellen ein Bindeglied zwischen Schule und Universität bzw. Arbeitswelt dar (siehe Abb. 1). Beide Seminarformen sollen den Schülerinnen und Schülern den Übergang von der Schule an die Hochschule bzw. in die Berufswelt erleichtern und zudem die Kommunikation zwischen den Institutionen verbessern.

Das W-Seminar beinhaltet die Vermittlung von wissenschaftlich orientierten Methoden und Herangehensweisen der Hochschule zur Förderung von Kompetenzen im wissenschaftlichen Arbeiten. Zusätzlich werden Kontakte zu Hochschulen hergestellt und Exkursionen zu diesen durchgeführt. Im P-Seminar wird ein Überblick über Berufsfelder und Studienfächer zur Unterstützung bei der späteren Berufs- bzw. Studienwahl vermittelt. Schwerpunkt dieses Seminars ist jedoch ein konkretes Projekt, das von den jeweiligen Schülerinnen und Schülern gemeinschaftlich bearbeitet und umgesetzt wird.

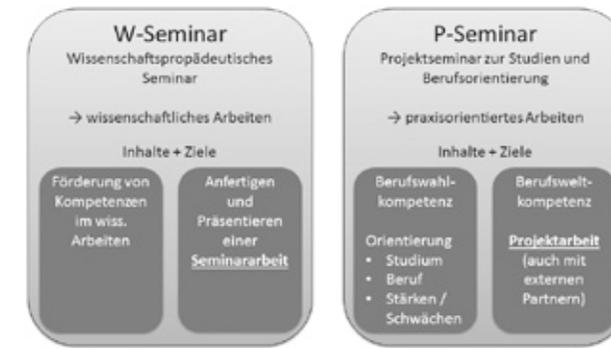


Abbildung 1 Das W- und P-Seminar in der gymnasialen Oberstufe

Dass Hands-On-Projekte zu der Thematik nachhaltige Energiegewinnung in Entwicklungsländern in P-Seminaren geradezu prädestiniert sind, veranschaulicht folgendes Beispiel. Am Gymnasium Geretsried wurde ein P-Seminar mit dem Thema „Photovoltaikanlage für eine Schule in Nepal“ erfolgreich durchgeführt. Aufgabe war die Organisation einer kleinen Solaranlage für die Stromversorgung von Computern an einer Schule im Annapurna-Gebiet. Aspekte und Methoden der Fächer Physik, Informatik, Englisch und Wirtschaft spielten interdisziplinär zusammen. Bei der gemeinschaftlichen Projektumsetzung war die Planung, Auslegung, Finanzierung und Installation des Solar-Home-Systems von zentraler Bedeutung. Aufbau und Inbetriebnahme der Anlage erfolgten im Rahmen einer Studienfahrt nach Nepal. Die Eigenständigkeit, die Begeisterung und die Motivation der Schülerinnen und Schüler bei diesem P-Seminar können als sehr hoch bewertet werden. Darüber hinaus lernten die Schülerinnen und Schüler eine für sie völlig unbekannte Kultur und Lebens- und Denkweise kennen.

INTERDISZIPLINÄRE HANDS-ON-PROJEKTE IN DER UNIVERSITÄREN LEHRE

An Universitäten bietet die Lehre zahlreiche Anknüpfungspunkte für interdisziplinäre Hands-On-Projekte im Bereich nachhaltige Energiegewinnung in Entwicklungsländern. Mitarbeiter des Lehrstuhles für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (ENS) der TUM entwickelten im Jahr 2015 ein interdisziplinäres Lehrkonzept, bei dem die ganzheitliche Betrachtung einer nachhaltigen Energieversorgung in Entwicklungsländern thematisiert wird. Abb. 2 zeigt, dass zunächst in Form einer Ringvorlesung den Studierenden eine Basis an Fachwissen bereitgestellt wird. Dieses Wissen kann anschließend im Projektpraktikum und / oder beim Hands-On Praktikum angewendet werden. Kombiniert werden alle erlernten Kompetenzen bei einer anschließenden Masterarbeit oder einem Forschungspraktikum. Die vier Bausteine als Gesamtkonzept wurden an der TUM als „Innovatives Lehrkonzept“ ausgezeichnet und gefördert. Bei den Studierenden der verschiedenen Fakultäten fand es überdurchschnittlichen Anklang und wurde von diesen auch sehr positiv evaluiert.

Ringvorlesung

Die Veranstaltung setzt sich aus Vorlesungen von internen und externen Dozenten aus verschiedenen Wissenschaftsbereichen zusammen. Die Dozenten vermitteln ihr praxisbezogenes Fachwissen und berichten von ihren abgeschlossenen und aktuellen Projekten in Entwicklungsländern. Neben technischen Themen stehen auch Inhalte wie Mikrofinanzierung, Servicedesign, Projektmanagement und interkulturelle Kommunikation auf der Vorlesungsliste. Die Studierenden bekommen damit einen Überblick über zahlreiche relevante Themengebiete.

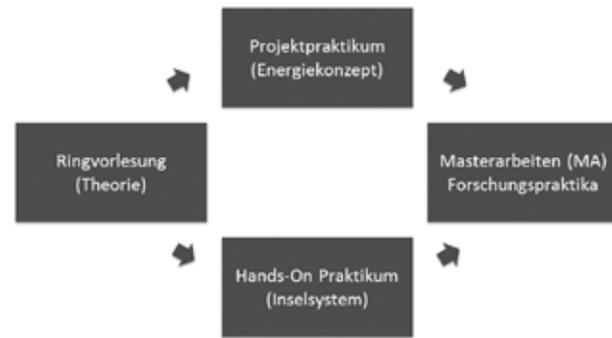


Abbildung 2 Interdisziplinäres Lehrkonzept am Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (TUM)

Projektpraktikum

Im Projektpraktikum erneuerbare Energiesysteme in Entwicklungsländern entwickeln die Studierenden ein nachhaltiges Energiekonzept für einen realen Standort. Zunächst wird den Studierenden der Standort, zum Beispiel eine kleine Ortschaft, eine Schule oder ein Krankenhaus, ausführlich vorgestellt. Anschließend erhalten die Studierenden aktuelle Potenzial- und Verbrauchsdaten von diesem Standort. In interdisziplinären Fünfergruppen, bestehend aus Studierenden unterschiedlicher Fachrichtungen, wird dann im Laufe des Semesters ein umsetzbares Konzept für den Standort entwickelt und ausgearbeitet. Bei der Konzeptentwicklung werden neben technischen Aspekten auch sozio-kulturelle und ökonomische Aspekte berücksichtigt. Abgeschlossen wird die Veranstaltung durch eine Präsentation der Konzepte und eine Bewertung durch eine Jury.

Hands-On-Praktikum

Bei dem Hands-On-Praktikum mit dem Titel «Dezentrale Energiesysteme» setzen sich Master-Studierende experimentell mit verschiedenen Möglichkeiten der Energieerzeugung auseinander und lernen anschließend, wie diese zu einem dezentralen Energiesystem (z. B. Mini-Grid) kombiniert werden können. Experimente wie „Schaltungen“ und „Messtechnik“ liefern zunächst die Basis und das Handwerkszeug für die weiteren Versuche. Anschließend liegt der Fokus auf den Themengebieten „Technik und Betriebsweise von Photovoltaikanlagen“ und „Technik und Betriebsweise von Anlagen, basierend auf rotierenden Maschinen“. Daraufhin wird mit Hilfe von weiteren Versuchsaufbauten thematisiert, wie diese Energieerzeuger zu einem Inselsystem kombiniert werden können. Bei allen Experimenten ist ein hoher Praxis- und Realitätsbezug gegeben. Neben der Auslegung, Installation und Inbetriebnahme eines dezentralen Energiesystems werden auch Themen, wie Wartung und Pflege solcher Anlagen behandelt. Abgerundet wird die Veranstaltung durch eine Projektphase, bei der in einer Teamarbeit die Inhalte innovativ, kreativ und praxisnah angewendet und umgesetzt werden. Hier ist der Bau von Prototypen, das Entwickeln von Hardwarelösungen oder das Aufbauen eines Modell-Inselsystems möglich. All diese Aspekte sind äußerst relevant für eine nachhaltige Energieversorgung in abgelegenen Regionen von Entwicklungsländern.

Masterarbeit – Forschungspraktikum

Teile bzw. die ganzen Konzepte oder auch die entwickelten Hardwarelösungen können von herausragenden Studierenden anschließend im Rahmen ihrer Masterarbeit oder ihres Forschungspraktikums vor Ort umgesetzt werden. Hier ist erwünscht, dass die Studierenden in Teams mit Handwerkern und

Wissenschaftlern vor Ort zusammenarbeiten, aber sich auch mit den zukünftigen Betreibern und Besitzern der Anlagen intensiv auseinandersetzen.



Abbildung 3 Projekt Warmwasseranlage an der Lophelling-Schule (Nepal)

Der äußerst praxisbezogene und interdisziplinäre Charakter einer solchen Masterarbeit veranschaulicht folgendes Beispiel. Projektaufgabe war es, eine Warmwasseranlage für eine Schule in Nepal aufzubauen (siehe Abb. 3). Zunächst ging es um die detaillierte Bestandsaufnahme, dann um die Auslegung und Dimensionierung und anschließend um den Aufbau der Anlage in enger Zusammenarbeit mit den Handwerkern und Lehrern vor Ort. Ein wichtiger Bestandteil war anschließend das Ausarbeiten eines Konzeptes für die Wartung, Pflege und Reparatur der Anlage. Die Anlage ist seit etwa zwei Jahren in Betrieb und die Rückmeldungen des Lehrerkollegiums vor Ort sind äußerst positiv. Nachhaltig und langlebig sind derartige Projekte nur, wenn ein intensiver Austausch und eine enge Zusammenarbeit mit den Einheimischen stattfinden und dadurch das notwendige technische Know-How vermittelt und weitergegeben wird.

BREITES SPEKTRUM AN KOMPETENZEN UND INTERDISZIPLINÄRER CHARAKTER

Sowohl bei den Projekten in der schulischen als auch in der universitären Lehre wird ein breites Kompetenzspektrum abgedeckt. Welche Kompetenzen werden zum Teil neu erworben oder intensiv gefördert und geschult? Hier eine Auswahl der wichtigsten Kompetenzen:

1. **Projektmanagement:** Neben der Koordination zwischen allen Beteiligten, sollte ein präziser Zeitplan mit Deadlines und Pufferintervallen erstellt werden. Entscheidend ist ebenfalls die Auswahl und Beschaffung der Materialien und Werkzeuge für die Arbeiten vor Ort.
2. **Fachwissen:** Für ein erfolgreiches Projekt ist ein breites und solides Fachwissen in unterschiedlichen Bereichen notwendig, das dann angewendet und umgesetzt wird.
3. **(Interkulturelle) Kommunikation:** Gute Kommunikation ist eine Grundlage für ein erfolgreiches Projekt. Angehende Ingenieure lernen mit den erfahrenen Handwerkern auf einer geeigneten Ebene zu kommunizieren. Besondere Herausforderung ist die Kommunikation von Beteiligten aus unterschiedlichen Kulturkreisen.

4. **Konfliktmanagement:** Auftretende Probleme z. B. bei der Kommunikation führen häufig zu Konflikten. Grund dafür sind unter anderem sehr unterschiedliche Ansichten und Einstellungen der verschiedenen Fachrichtungen und Berufsfelder. Ein professioneller Umgang mit derartigen Konflikten und eine hohe Kooperationsfähigkeit sind gefragt.
5. **Improvisation:** Möglichkeiten und Rahmenbedingungen vor Ort sind oft sehr eingeschränkt. Improvisation, Kreativität und eine hohe Flexibilität sind entscheidend für eine lösungsorientierte und realistische Umsetzung.

Neben diesen und noch vielen weiteren Kompetenzen erweitert der hohe interdisziplinäre Charakter der Projekte den Horizont der Studierenden. Im Rahmen der Arbeiten verzahnen sich die rein technischen Fragestellungen mit ethischen, ökologischen, betriebswirtschaftlichen und sozio-kulturellen Fragestellungen.

Bei allen Projekten handelt es sich um aktuelle und praxisnahe Aufgabenstellungen mit einer Anlehnung an die spätere Berufspraxis. Die Arbeitsweisen sind in der Regel weitgehend eigenverantwortlich und selbstbestimmt. Wissen wird dabei tief verankert und gleichzeitig angewendet. Die authentische Problemstellung führt zu einer hohen Motivation der Lernenden. Diese Art vom projektbasierten Lernen ist eine didaktische Vorgehensweise, die ein nachhaltiges und intensives Lernen initiiert [4].

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Um die Energiesituation in Entwicklungsländern zu verbessern, sind wohl überlegte und innovative Lösungsansätze notwendig. Es hat sich gezeigt, dass sowohl Schülerinnen und Schüler als auch Studierende an solchen technischen, aber auch sozialen, betriebswirtschaftlichen und ethischen Problemstellungen mit einer hohen intrinsischen Motivation arbeiten. Besonders die ganzheitliche Betrachtungsweise und der realitätsnahe und interdisziplinäre Charakter der Projekte führen zu hohem Ansporn und hoher Eigeninitiative. Der Praxisbezug ergänzt das gelernte theoretische Wissen. Die enge Zusammenarbeit und der Austausch mit den Handwerkern und Wissenschaftlern vor Ort ermöglichen einen Blick über den Tellerrand hinaus. Vorurteile werden abgebaut und die jungen Menschen werden für Lebensweisen und alltägliche Probleme in Entwicklungsländern sensibilisiert. Durch derartige Projektarbeiten werden Soft Skills, wie Teamfähigkeit, Kommunikation und Einfühlungsvermögen intensiv geschult, die im späteren Berufsleben sehr wertvoll sein können.

Für die Zukunft ist eine noch intensivere Verknüpfung zu Berufsschulen, Betrieben und Universitäten vor Ort geplant. Angedacht sind z. B. größere Forschungsprojekte, die von internationalen Teams aus Studierenden und Wissenschaftlern der TUM und Studierenden und Wissenschaftlern der Universität Kathmandu (Nepal) gemeinsam bearbeitet werden.

Referenzen

- [1] Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, BMZ (2016). URL: http://www.bmz.de/de/ministerium/ziele/ziele/2030_agenda/17_ziele/ziel_007_energie/index.html (Stand 09.10.2016)
- [2] International Energy Agency, IEA (2016). URL: <http://www.iea.org/topics/energypoverty/> (Stand 09.10.2016)
- [3] Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München, ISB (2004). URL: <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/> (Stand 09.10.2016)
- [4] Gotzen, Susanne (2013). Steckbrief: Projektbasiertes Lernen. TH Köln.

FUNKTIONSDEMONSTRATOREN IN DER KONSTRUKTIONSLEHRE – ERFahrungen UND ZUKÜNFTIGE ANSÄTZE

Gregor Beckmann, Selin Üreten und Dieter Krause
Technische Universität Hamburg-Harburg
gregor.beckmann@tuhh.de, selin.uereten@tuhh.de, krause@tuhh.de

Abstract 1 Im Maschinenbau-Kernfach Konstruktionslehre zeigen die Studierenden Verständnisschwierigkeiten, die auf ein fehlendes Vorstellungsvermögen von realen Maschinenelementen zurückgeführt werden. Das Lehrkonzept sieht vor, mithilfe von unter didaktischen Gesichtspunkten selbst entwickelten Funktionsdemonstratoren den Praxisbezug zu stärken und die fehlende praktische Vorstellung von Funktionsweisen aufzubauen. Gemachte Erfahrungen aus der Integration der Demonstratoren in die Lehre werden dargestellt. Beispielsweise wurden eigene Filme der Modelle in Großveranstaltungen integriert. Die Demonstratoren werden von ca. 400 Studierenden im Jahr demontiert, um technisches Zeichnen zu erlernen und die Funktionsweise der Modelle zu verstehen. Die positiven Rückmeldungen in der Vorlesungsevaluation motivieren den Ausblick auf die Ausweitung des Konzepts.

Keywords: Funktionsdemonstratoren, Konstruktionslehre, Lernen am Objekt

Abstract 2 In the Bachelors courses of mechanical engineering design, students show a lack of understanding of machine elements. A new teaching concept aims at building up a better understanding of major elements using self-developed functional mock-ups illustrating functions and standard setups of machine elements. Gained experiences from the integration of mock-ups into teaching are presented. For example, own video clips of the models are used to enhance teaching in large classes in the lecture hall or the mock-ups are disassembled by about 400 students a year to teach them technical drawing. Positive feedback in the lecture evaluation motivates the outlook on the expansion of the concept.

Keywords: Functional Mock-Ups, Mechanical Engineering Design Education, Learning with Objects

MOTIVATION UND RANDBEDINGUNGEN DES LEHRKONZEPTS

Die Konstruktionslehre ist Kernfach im Maschinenbau und soll Studierende befähigen, selbstständig Produkte zu entwickeln. Es konnten jedoch in der ursprünglichen Lehre, die auf klassische Vorlesungen unterstützt durch Hörsaalübungen und Konstruktionsprojekte beruht, wesentliche Verständnisprobleme der Studierenden beobachtet werden. Diese sollen mithilfe des neuen Lehrkonzepts der Funktionsdemonstratoren behoben werden. Hierzu werden an dieser Stelle zunächst die Lernziele und Randbedingungen in der Konstruktionslehre umrissen und die beobachtete Problemlage beschrieben, bevor das Lehrkonzept und die damit gemachten Erfahrungen in den nächsten Abschnitten näher erläutert werden.

Lernziele

Die Konstruktionslehre vermittelt den Studierenden das nötige Hintergrundwissen über Maschinenelemente, wie Kugellager oder Kupplungen, und die Studierenden sollen ein Verständnis der grundlegenden Funktionsweisen dieser Elemente erlangen. Übergeordnetes Lernziel ist, dass die Studierenden selbstständig in der Lage sind Konstruktionen zu entwickeln (Abbildung 1). Dazu gehören die kreative Lösungsfindung, das Gestalten von Bauteilen, das systematische und methodische Vorgehen

sowie das Durchführen nötiger Auslegungsberechnungen. Eine große Schwierigkeit stellt für viele Studierenden dabei dar, dass anders als in Grundlagenfächern wie der Mathematik, reale Probleme mit unscharfen Anforderung vorliegen für die immer verschiedene mögliche Lösungsalternativen bestehen, die sorgfältig gegeneinander abgewogen werden müssen.

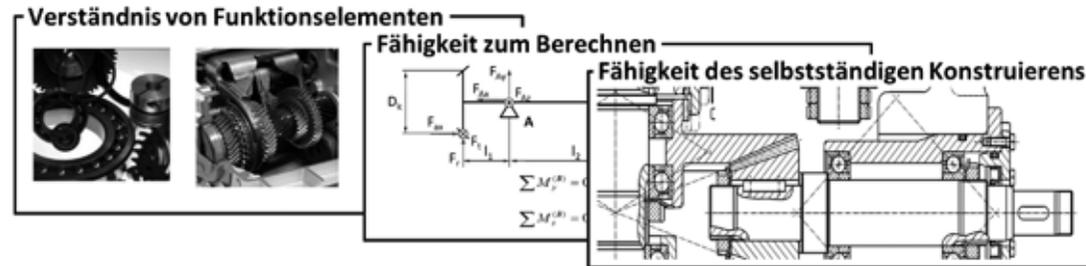


Abbildung 1 Beispiele der wichtigsten Lernziele in der Konstruktionslehre

Aufbau der Konstruktionslehre

Vermittelt werden die Lernziele in vier kürzlich neugestalteten Modulen, die jeweils sechs ECTS-Leistungspunkte umfassen (Abbildung 2).

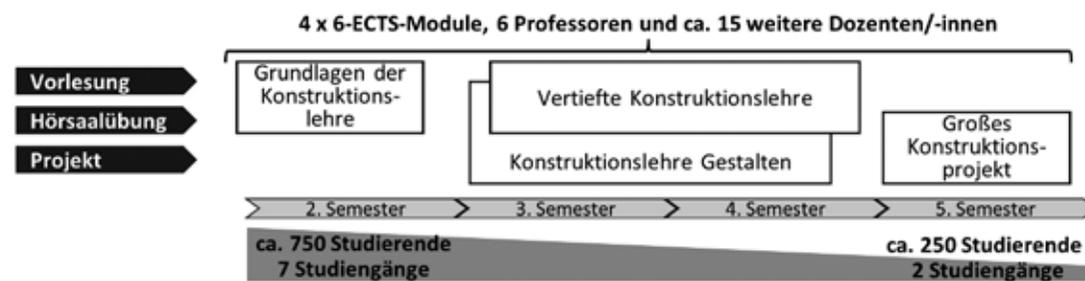


Abbildung 2 Aufbau der Konstruktionslehre an der TUHH

Diese Module enthalten Vorlesungen mit zugehörigen Hörsaalübungen sowie begleitende Konstruktionsprojekte, werden jeweils mit einer Modulprüfung abgeschlossen und erstrecken sich über vier Semester (zweites bis fünftes) [1]. In der Vorlesung wird das nötige Wissen über Maschinenelemente und die Prozesse der Produktentwicklung vermittelt, Berechnungen werden in Hörsaalübungen vertieft und die selbstständige Anwendung erfolgt in begleitenden Konstruktionsprojekten, Teamarbeiten und einem 3D-CAD-Kurs. Bachelor-Studierende des Maschinenbaus durchlaufen alle Module, Studierende weiterer Studiengänge nehmen nur am ersten bzw. an einem weiteren Modul teil. Hieraus resultieren inhomogene Vorkenntnisse der Studierenden und Teilnehmerzahlen von ca. 750 Studierenden im ersten und ca. 250 Studierenden im letzten Modul. Betreut werden die vier Module durch insgesamt sechs Professoren und ca. 15 weiteren Dozenten/-Innen (z. B. wissenschaftliche Mitarbeiter/-Innen) aus verschiedenen Instituten.

Problemstellung

In der Vergangenheit konnten insbesondere in den Konstruktionsprojekten Verständnisschwierigkeiten der Studierenden festgestellt werden. Dabei zeigt sich, dass den Studierenden der Abstraktionsprozess von realen (räumlichen) Maschinenelementen hin zu zweidimensionalen Zeichnungen und Skiz-

zen schwer fällt. Zweidimensionale Darstellungen bilden im Alltag von Ingenieuren eine Standardform der Kommunikation und gleichzeitig werden Maschinenelemente und Konstruktionen in traditionellen Lehrmaterialien, wie Lehrbücher und Vorlesungsfolien, ebenfalls als Zeichnungen dargestellt. Studierende müssen diese also durchdringen und zu dreidimensionalen Objekten verknüpfen können.

Ein Grund für das fehlende räumliche Vorstellungsvermögen der Studierenden kann darauf zurückgeführt werden, dass viele von ihnen durch nicht geleistete Vorpraktika oder fehlende technische Hobbies (PKW reparieren), vor dem Studium nie in Kontakt mit den realen Elementen gekommen sind. Sind die Studierenden nicht in der Lage zur räumlichen Abstraktion, fällt es ihnen erfahrungsgemäß schwer, selber dreidimensionale Konstruktionen zu erstellen und diese in normgerechten zweidimensionalen technischen Zeichnungen zu dokumentieren.

Neben diesem zentralen Problem bestanden im ursprünglichen Konzept weitere Schwachpunkte. So waren die Modelle an denen die Studierenden das technische Zeichnen erlernten veraltet und nicht mit späteren Lerninhalten abgestimmt. Außerdem wurde deutlich, dass die Studierenden immer weniger in der Lage sind, langen Vorlesungen im Hörsaal zu folgen, die jedoch aufgrund der hohen Teilnehmerzahl nicht vermieden werden können. Letztendlich lagen in den Prüfungen unbefriedigend hohe Durchfallquoten vor, die in Kombination mit anderen Grundlagenfächern zu hohen Abbruchquoten führten.

FUNKTIONSDEMONSTRATOREN ALS LEHRKONZEPT

Zur Behebung obiger Probleme wurde an der TUHH das Konzept des Maschinenelemente-Demonstrationspools und der Funktionsdemonstratoren entwickelt [2], [3], [4]. Die Verständnisschwierigkeiten werden dabei angegangen indem ein ergänzender praktischer Lernzugang angeboten wird. Dies wird ebenfalls an anderen Technischen Universitäten adressiert (z. B. in Karlsruhe [5] oder München [6]).

Der Maschinenelemente-Demonstrationspool (Abbildung 3) bietet den Studierenden eine Sammlung von Maschinenelementen (z. B. Kugellager, Kupplungen), Praxisbeispielen bestehend aus mehreren Maschinenelementen als Schnittmodelle (z. B. Getriebe) sowie Funktionsdemonstratoren an. Diese Sammlung ermöglicht den Studierenden die Elemente real kennenzulernen, in die Hand zu nehmen und zu erleben. Dafür wurde extra ein Raum umgebaut, in dem die Modelle ausgestellt werden, sodass sie den Studierenden tagsüber immer zugänglich sind. Der Raum kann gleichzeitig weiter als Zeichen- und Lernraum genutzt werden. Durch die Interaktion mit den realen Elementen soll die Motivation für das Studium gestärkt und ein tieferes Verständnis ermöglicht werden.

Der Verständnisaufbau soll hierbei insbesondere durch die aktuell 18 verschiedenen Funktionsdemonstratoren gestärkt werden. Diese wurden unter didaktischen Gesichtspunkten so entwickelt, dass die Studierenden zentrale Funktionsweisen von Maschinenelementen und Einbaubeispiele durch Interaktion erfahren können. Dazu sind die Modelle als Schnittmodelle aufgebaut, die Einblicke in die Funktionsmechanismen ermöglichen, aber gleichzeitig funktionsfähig sind. Die Entwicklung erfolgte am Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik der TUHH und die Fertigung an der TUHH-eigenen Forschungswerkstatt. Beispielsweise können Studierende am Funktionsdemonstrator einer Nocke beobachten, wie die Drehbewegung einer durch eine Handkurbel angetriebenen Welle in eine Linearbewegung einer Stößelstange übertragen wird und dass diese Bewegung von der Form der Nocke abhängig ist.



Abbildung 3 Lehrkonzept des Maschinenelemente-Demonstrationspools

Integriert werden die Ausstellungsstücke und Funktionsdemonstratoren sowohl in Großveranstaltungen als auch in Kleingruppenübungen (Abbildung 4). Im Bereich der Kleingruppenübungen zerlegen ca. 400 Studierende im ersten Konstruktionsprojekt die Funktionsdemonstratoren und fertigen technische Zeichnungen von ihnen an. Da die gezeigten Funktionsprinzipien auf die Aufgaben der späteren Konstruktionsprojekte und Inhalte der Vorlesungen abgestimmt sind, erlernen die Studierenden nun nicht mehr nur das technische Zeichnen sondern erhalten durch praktische Interaktion auch ein verbessertes Verständnis der Funktionsweise, die im späteren Studium und Berufsleben nötig sind. Es wird eine wöchentliche Sprechstunde angeboten. Diese bietet den Studierenden die Möglichkeit, ergänzende Erklärungen an den realen Objekten zu erhalten, wenn diese in der Vorlesung nicht völlig verstanden wurden.

Um die Modelle ebenfalls in den nicht vermeidbaren Großveranstaltungen nutzen zu können, wurde für jeden Demonstrator ein Kurzfilm zur Illustration der Funktionsweise erstellt. Diese werden nun in Vorlesungen genutzt und live durch den Dozenten vertont. Zudem werden Bilder der Modelle in die Vorlesungsfolien eingebunden, die mit dem Hinweis versehen sind, dass die Objekte im Demonstrationspool auch selbst praktisch studiert werden können. Auf diese Weise werden die traditionellen Lehrmaterialien mit Praxisbezug angereichert. Gegebene Erklärungen aus der Vorlesung können mithilfe der online gestellten Vorlesungsaufzeichnung [7] in Bild und Ton nachvollzogen und wiederholt werden. Zudem stellt das Institut die Filme auf seinem YouTube-Kanal der breiten Öffentlichkeit bereit, sodass sie als ergänzendes Material genutzt werden können.

ERFAHRUNGEN AUS DEM LEHRBETRIEB

Zusammenfassend kann ein sehr positives Feedback aus der Nutzung des neuen Lehrkonzepts in der täglichen Praxis gezogen werden. Im Bereich der Nutzung der Funktionsdemonstratoren als Zeichnungsobjekt zur Vermittlung des technischen Zeichnens konnte in der Pilotphase beobachtet werden, dass eine Pilotgruppe, die erstmals einen Funktionsdemonstrator gezeichnet hat, besser in der abschließenden Prüfung abgeschnitten hat als die anderen Gruppen, die noch anhand der alten Mo-

delle ausgebildet wurden. Außerdem bestätigen die studentischen Tutoren, die bereits über mehrere Jahre das Zeichenprojekt betreut haben, eine deutliche Qualitätssteigerung der genutzten Zeichenobjekte und der Lehrinhalte gegenüber dem alten Konzept mit den alten Modellen. Die regelmäßigen Sprechstunden im Ausstellungsraum werden gut frequentiert.



Abbildung 4 Funktionsdemonstratoren in Großveranstaltungen und Kleingruppen

Die besten Rückmeldungen liefern jedoch die Vorlesungsevaluationen. Hier haben sich die Gesamtbewertungen nach Einführung des neuen Konzepts deutlich verbessert. Zudem benennen viele Studierende in Freitextfeldern die neuen Filme und Praxisbeispiele als die positivsten Punkte der Lehrveranstaltung. Es wird angegeben, dass diese den Verständnisaufbau sehr fördern. Auch von Dozentenseite wird bestätigt, dass insbesondere die Filme dazu beitragen, die Studierenden auch in langen Vorlesungen wieder zum aktiven Zuhören zu bewegen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sowohl das quantitative als auch das qualitative Feedback eindeutig zeigt, dass das alte Vorlesungsformat deutlich modernisiert wurde.

Die Studierenden wünschen sich weitere Beispiele und Filme, sodass aktuell an einer Erweiterung der Sammlung und der Konstruktion weiterer Funktionsdemonstratoren gearbeitet wird.

AUSBLICK AUF ZUKÜNFTIGE EINSATZ-SZENARIEN

Aufgrund der positiven Erfahrungen mit dem Einsatz praktischer Lernzugänge durch die Funktionsdemonstratoren und dem Maschinenelemente-Demonstrationspool im Rahmen der Konstruktionslehre, ist die Übertragung auf weitere Bereiche im Studium geplant. Im aktuellen Fokus steht dabei das mytrack Lehrkonzept der TUHH. Es bezeichnet das neue Lehrkonzept einer erweiterten Studiengangphase und fördert individuelle Studienverläufe unter Berücksichtigung persönlicher Interessen, Stärken und Lernzugänge der Studierenden. Dabei sollen Studierende in systematische Lernweisen

und wissenschaftliche Arbeitsmethoden eingeführt werden und ihre Sozialkompetenzen durch weitere Angebote gezielt ausbauen. Die angebotenen Veranstaltungen sollen insgesamt dazu beitragen, die Durchfallquoten in den Wiederholungsprüfungen zu verringern, die Studienabbruchquote zu reduzieren und die Studierenden für das Ingenieurstudium zu begeistern. Bereits durchgeführt wurden hier z. B. eine Lerngruppenbörse zur Vernetzung der Studierenden sowie ergänzende Tutorien in Kleingruppen zum Thema Lernorganisation.

Um neben diesen methodischen Maßnahmen auch den praktischen Bedürfnissen der Studierenden gerecht zu werden, ist die Verwendung des Maschinenelemente-Demonstrationspools zukünftig im Rahmen eines studentischen Entwicklungsprojektes geplant. Dabei sollen Studierende in der frühen Phase ihres Studiums die Funktionsweise der Funktionsdemonstratoren verstehen und diese in Kleingruppen weiterentwickeln. Dabei können beispielsweise fehlende Demonstratoren unter Anleitung von sowohl fachlicher als auch konstruktions-methodischer Unterstützung seitens speziell ausgebildeter Tutoren bzw. Tutorinnen konzipiert werden. Nach der theoretischen Entwicklung dieser Demonstratoren können die Funktionsdemonstratoren nach Abwägung mit der geeignetsten Methode hergestellt werden; z. B. durch eine klassische Fertigung in der Werkstatt oder die Nutzung moderner 3D-Druck Technologien. Abschließend sind die Studierenden dazu angehalten, ihre Ergebnisse und den methodischen Prozess dahinter zu strukturieren und zu dokumentieren. Eine öffentliche Abschlusspräsentation soll dabei dazu beitragen, ihre Soft-Skills zu stärken und Erfahrungen zu sammeln.

Danksagung

Die Autoren danken den Kolleginnen und Kollegen der beteiligten Institute der Konstruktionslehre sowie des Zentrums für Lehre und Lernen für viele hilfreiche Inputs und die große Unterstützung. Weiterer Dank gilt den Studierenden, die durch konstruktive Diskussion und die Befürwortung der universitätsinternen Förderung, das Lehrverbesserungsprojekt aktiv unterstützt haben.

Referenzen

- [1] Krause, D. (2015). Fünf-Jahres-Bericht Produktentwicklung und Konstruktionstechnik. 2011-2015, TuTech Verlag, Hamburg.
- [2] Beckmann, G.; Krause, D. (2011). Development of Functional Mock-Ups for Engineering Design Education. 13th International Conference on Engineering and Product Design Education - E&PDE2011, London, Großbritannien.
- [3] Beckmann, G., Krause, D.(2011). Machine Part Exhibition and Functional Mock-Ups to Enrich Design Education. In: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11). Maier, A., Mougard, K., Howard, T., McAloone, T. (Hrsg.). Design Society, Glasgow, S. 130–139.
- [4] Krause, D., Beckmann, G. (2016). Interaktion mit neuen Funktionsdemonstratoren in der Konstruktionslehre an der TUHH in Hamburg. Newsletter Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktentwicklung WiGeP, Vol. 1, S. 7–8.
- [5] Stahl, K., Utakapan, T., Otto, M. (2016). Konstruktion erfassen im Maschinenbaustudium. Newsletter Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktentwicklung WiGeP, Vol. 1, S. 16–17.
- [6] Albers, A., Munker, F. (2015). Maschinenbau im Studium (be)greifen. Technik erleben in der Modellbibliothek am IPEK. Newsletter Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktentwicklung WiGeP, Vol 1, S. 23.
- [7] Beckmann, G.; Barnat, M.; Herzog, U.; Krause, D. (2014). Vorlesungsaufzeichnung an der TUHH – Ein Beispiel aus der Konstruktionslehre. Pre-Conference Workshops GML² 2014 - Grundfragen Multimedialen Lehrens und Lernes, 13.März 2014, Freie Universität Berlin.

PILOTPROJEKT „STUDIUM ANGEPASSTER GESCHWINDIGKEIT“

Thomas Betz und Sibylle Basten
Hochschule Darmstadt, Hochschule für Angewandte Wissenschaften
thomas.betz@h-da.de, sibylle.basten@h-da.de

Abstract 1 An der Hochschule Darmstadt (h_da) startet derzeit ein Pilotprojekt zu einem Studium angepasster Geschwindigkeit, das auf dem mytrack-Prinzip basiert und an die Gegebenheiten der h_da angepasst werden soll. Das Pilotprojekt wird zusammen mit zwei Kooperationspartnern (Technische Hochschule Mittelhessen und Hochschule Fulda) durchgeführt. Dabei soll auf die zunehmende Heterogenität der Studierenden reagiert werden. An der h_da stehen die Entwicklung von (Mini)-Praxisprojekten speziell für die ersten Semester und die Ergänzung bereits bestehender Mathe-Fit-Kurse um neue Elektrotechnik-Fit-Kurse im Vordergrund. Das Projekt wird vom Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst gefördert.

Keywords: Angepasste Geschwindigkeit, mytrack, Bafög-Fähigkeit, Heterogenität

Abstract 2 A new pilot project has been started at Darmstadt University of Applied Sciences. The project is based on the mytrack principle and will be adapted to the specific conditions of h_da. The pilot project is a joint endeavour with two cooperation partners (Technische Hochschule Mittelhessen and Hochschule Fulda). The aim is to handle the increasing heterogeneity of the upcoming students. Within the scope of the project h_da will focus on the development of (mini-) hands-on projects and the addition of new courses „Electrical engineering fit“ to already existing „Mathe fit“ courses. The project is funded by the Hessen State Ministry of Higher Education, Research and the Arts.

Keywords: Adjusted speed, mytrack, Bafög-sponsorship, heterogeneity

AUSGANGSLAGE UND EINFÜHRUNG IN DIE GEPLANTEN MASSNAHMEN

Das Prinzip einer verlängerten Studieneingangsphase, wie u. a. im Projekt mytrack 2015 der TU HH [1] gewährleistet eine effektive Adaption der unterschiedlichen Eingangsqualifikationen der Studienanfänger_Innen. Davon konnten sich die Autoren in einem Vorortbesuch in Hamburg überzeugen. Das mytrack-Prinzip stellt mit seinen Förderangeboten weiterhin eine studienbegleitende Maßnahme dar. Auf dieser Basis möchte die h_da auf die zunehmende Heterogenität der Studienanfänger_Innen reagieren und gleichzeitig fehlende Praxiserfahrung ausgleichen.

Dazu sollen in dem hier beschriebenen Pilotprojekt maßgeschneiderte Praxisprojekte für die ersten Semester entwickelt werden, die – im Gegensatz zu Laboren in den höheren Semestern - eine Beschränkung auf einzelne elektrotechnische Grundprinzipien gewährleisten und gleichzeitig zugehörige mathematische Grundlagen vermitteln. Dadurch sollen die Studierenden auf ihre individuellen Lücken aufmerksam gemacht und für die Teilnahme an bestehenden Mathe-Fit-Kursen [2] bzw. an neu zu entwickelnden „Elektrotechnik-Fit-Kursen“ motiviert werden. Durch praxisnahe Beispiele sollen zudem spätere Ingenieur Tätigkeiten aufgezeigt werden. Die folgende Abbildung 1 zeigt den Motivationskreislauf bzw. die angestrebte Lösung:

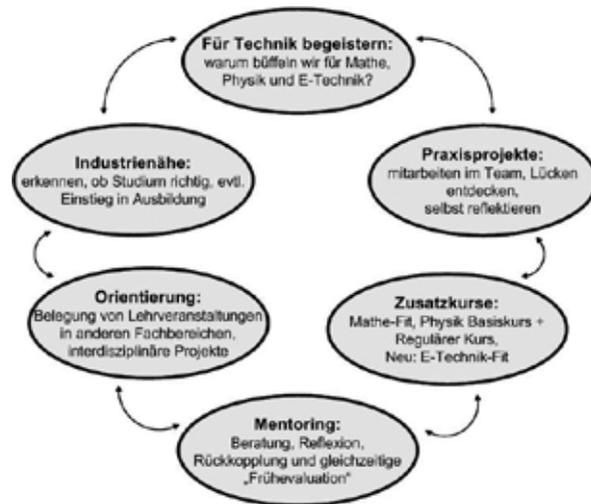


Abbildung 1 Motivationskreislauf für Studierende „Studium angepasster Geschwindigkeit“

Der Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Hochschule Darmstadt hat im Wintersemester 14/15 erste vergleichbare Erfahrungen gemacht und eine Idee des Fachbereiches Mathematik und Naturwissenschaften aufgegriffen, indem für das Fach Physik zwei Züge mit unterschiedlichen Lerngeschwindigkeiten aufgesetzt wurden. Diese ersten positiven Erfahrungen legen nahe, dass die Kombination von unterschiedlichen Lerngeschwindigkeiten erfolgversprechend ist.

VORTEILE DES STUDIUMS ANGEPASSTER GESCHWINDIGKEIT

Das Schema zum Studium angepasster Geschwindigkeit (Basis mytrack 2015) zeigt die nachstehende Abbildung 2.

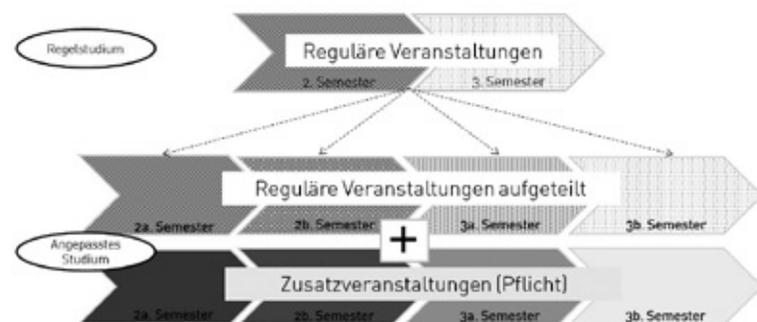


Abbildung 2 Schematische Darstellung des Studiums angepasster Geschwindigkeit (Basis mytrack 2015 [1])

Für die Studierenden ergeben sich aus der Streckung der Studieneingangsphase um zwei weitere Semester folgende Vorteile:

- Verbesserte Betreuungsrelation.
- Die fachlichen Lücken werden von den Probanden selbst erkannt und können durch unterstützende Förderangebote geschlossen werden.

- Ingenieurmäßige Tätigkeiten werden schon früh aufgezeigt, damit ergibt sich eine frühzeitige Orientierung.
- Für die Dozentinnen und Dozenten und den Fachbereich ergeben sich ebenso Vorteile:
- Die Studierenden sind motivierter.
- Es wird erwartet, dass die Anzahl der Studienabbrecher sinkt.
- Studierende, die sich in ihrer Studienwahl getäuscht haben, erkennen dies frühzeitig.
- Bisher fallen Studierende, die mit geringerer Studiengeschwindigkeit studieren, aus der Regelstudienzeit heraus. Mit dem neuen Ansatz erhöht sich die Regelstudienzeit auf neun Semester.
- Studierende, die über das Potential für eine hohe Studiengeschwindigkeit verfügen, werden über das Pilotprojekt und die Zusatzkurse zu einem zügigen Studium motiviert.

Im Rahmen einer Vorstudie wurde mit unterschiedlichen Testgruppen gearbeitet (ausgewählte Schulen, Studierende aus dem zweiten, dritten, vierten und sechsten Semester). Die Gruppengrößen betragen hierbei jeweils zwischen 10 und 20 Probanden. Unter anderem kamen hierbei Eindrücke und Erfahrungen von Studierenden aus dem aktuell regulären Studium zur Sprache, die durchaus Optimierungspotenziale haben. Blitzlichter der Diskussion zeigt Abbildung 3:



Abbildung 3 Kritische Einschätzung regulär Studierender

Es fällt auf, dass die Studierenden kritisch mit sich selbst ins Gericht gingen und offen über das Bulimie-Lernen diskutierten. Besonders in der Startphase eines solch umfangreichen Pilotprojektes sind die genannten konstruktiven Anregungen wertvoll und können im Laufe des Pilotprojektes in geeignete Gegenmaßnahmen münden. Beispielsweise kann durch eine gezielte Vernetzung der Praxisprojekte und der Lerninhalte ein nachhaltiges Lernen (anstelle des genannten Bulimie-Lernens) deutlich gefördert werden.

Nach Vorstellung der angedachten Maßnahmen gab es gemäß Abbildung 4 folgendes positives und auch kritisches Feedback der Studierenden.

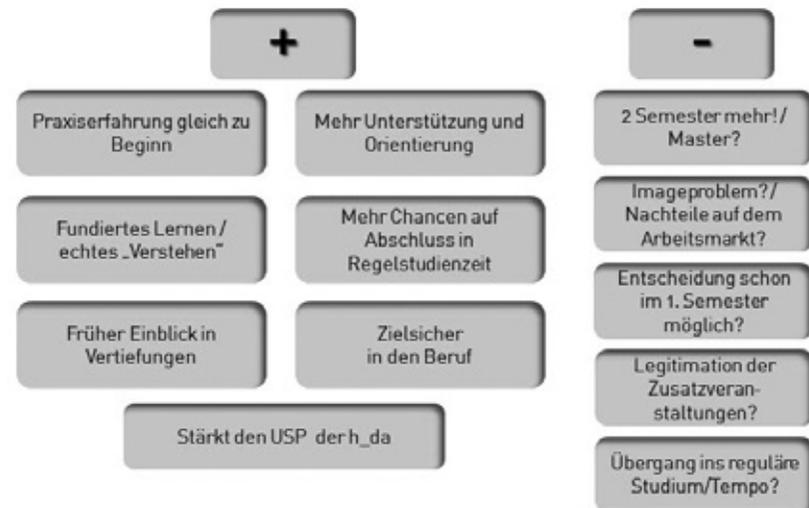


Abbildung 4 Kritischer Vergleich der geplanten Maßnahmen aus Sicht der Studierenden zum „Studium angepasster Geschwindigkeit“

Die Frage nach dem Imageproblem ist ein zentraler Punkt bei der individuellen Entscheidung, ob sich Studierende auf ein Studium der angepassten Geschwindigkeit einlassen oder nicht.

Diese Frage wurde im Rahmen der 11. Ingenieurpädagogischen Tagung diskutiert. Hier vertraten Personalexperten die Meinung, dass eine Verlängerung auf neun Semester Studienzeit dann kein Imageproblem darstellt, wenn man dadurch wichtige Zusatzqualifikationen erwirbt. Damit ergibt sich aus der Tagung eine konkrete Anforderung an das Projekt:

- Im Rahmen des Projektes müssen konkret nachweisbare Zusatzqualifikationen vermittelt und auch an Personalverantwortliche kommuniziert werden. Beispielsweise könnte dies die Zusatzqualifikation der eigenverantwortlichen Projektarbeit o. ä. sein.

Als Resultat der unterschiedlichen Diskussionen ergaben sich die folgenden Anregungen und Empfehlungen der Studierenden an das Projektteam:

- Die Studierenden regen an, das zweite und dritte Semester zu strecken anstelle der beiden ersten Semester.
- Es wird die Initiierung eines Informatik-Fit-Kurs vorgeschlagen.
- Wünschenswert wären konkrete Lernpläne und Zeitmanagement-Trainings.
- Eine einfache Gestaltung der Praxisprojekte (z. B. auch als Blockveranstaltung).
- Noch engere Verzahnung von Theorie und Praxis.
- Mehr Sprechstunden und mehr Ansprechpartner.
- Mehr Vernetzung unter den Studierenden.

Mit den bisherigen Erkenntnissen ergibt sich ein positives Feedback zu dem geplanten Pilotprojekt, allerdings gepaart mit konkreten Wünschen der Studierenden zur Umsetzung.

Ein weiterer erster Bestandteil der Vorstudie bestand darin, zusammen mit einer Oberstufenklasse zwei Mini-Praxisprojekte durchzuführen und ein orientierendes Feedback zu erhalten. Hierbei wurde zum einen ein humanoider Roboter programmiert und zum anderen eine kleine Schaltung aufgebaut. Nachstehend sind einige repräsentative Aussagen der Schülerinnen und Schüler zusammen getragen:

- „Das selbstständige Arbeiten war sehr wichtig“.
- „Die Fehlersuche (mit Hilfe von wissenschaftlichen Mitarbeitern) war sehr interessant“.
- „Die Kommunikation zwischen Mensch und Roboter war motivierend und überzeugend“.
- „Es war positiv, Fehler machen zu dürfen“.
- „Es war toll, dass am Ende alles funktioniert hat“.

Auf der Basis dieser orientierenden Voruntersuchungen können nun die weiteren Praxisprojekte bzw. Zusatzmodule entwickelt werden. Insgesamt ist der weitere Ablauf des Projektes so geplant, dass die Ideen und Praxisprojekte zunächst von einer weiteren kleinen Pilotgruppe evaluiert und auf Basis dieser Evaluation optimiert werden. Im Sommersemester 2017 soll dann eine kleine Kohorte mit dem Studium angepasster Geschwindigkeit und den optimierten Zusatzmodulen starten und im darauffolgenden Wintersemester 2017/18 eine größere Kohorte nachfolgen.

Daher kann dieser Beitrag nur vorläufige und erste Einschätzungen geben und ist einerseits als Diskussionsgrundlage gedacht, andererseits als Anregung für die Kommunikation mit anderen Hochschulen/Universitäten.

ZUSÄTZLICHE HERAUSFORDERUNGEN DES PILOTPROJEKTES

Eine wesentliche Herausforderung der geplanten Maßnahme besteht in der hohen Studierendenzahl, die im Studiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“ üblicherweise 250 -300 Studierende pro Jahr beträgt. Demgegenüber steht eine im Pilotprojekt angestrebte Kohorte von ca. 20 Studierenden. In vorab durchgeführten Umfragen von Studierenden höherer Semester hätten bis zu 50 % im Rückblick Interesse an einem solchen Studium der angepassten Geschwindigkeit gehabt. Würde man diesen Prozentsatz zu Grunde legen, ergäbe dies einen Bedarf zwischen 125 und 150 Studierenden. Dies ist einerseits aus Ressourcengründen nicht zu realisieren, andererseits würde man auch gegen die seitens des BAföG-Amts geforderte Limitierung einer maximal zulässigen Förderung von 30 % verstoßen. Eine faire Begrenzung der Kohorte könnte einerseits in einer Auswahl über Tests oder über ein anderweitig ausgestaltetes Zulassungsverfahren erfolgen. Hierzu ist noch keine Entscheidung getroffen worden.

Für die Studierenden ist es sehr wichtig, dass die BAföG-Fähigkeit auch bei einer Verlängerung von sieben auf neun Semester gewährleistet ist. In einem besonderen Erlass für das Hamburger Projekt ist bisher eine Verlängerung von sechs auf acht Semestern erlaubt. Um dies auch auf siebensemestrigem Studiengänge anzuwenden, läuft derzeit eine Anfrage an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) zur Verlängerung von sieben auf neun Semester.

Ein weiteres wesentliches Kriterium besteht in der Durchlässigkeit der Maßnahme, d. h. in einem flexiblen Wechsel zwischen dem Studium angepasster Geschwindigkeit und dem regulären Studium. Im Falle eines vorzeitigen Wechsels (< vier Semester) wäre die von sieben auf neun Semester erhöhte BAföG-Fähigkeit nicht mehr gewährleistet. Um diesen Umstand aufzuwiegen, ist die Einführung von Zertifikaten geplant.

Das Kriterium mit der höchsten Unsicherheit besteht aber in der nachhaltigen Finanzierung der geplanten Maßnahme. In dem hier vorgestellten Pilotprojekt ergibt sich eine maximale Förderdauer von drei Jahren. Dies ist ausreichend, um die Zusatzmodule zu entwickeln und Erprobungen an einer ersten Kohorte durchzuführen, erlaubt aber keinen eingeschwungenen Zustand.

LÖSUNGSANSÄTZE ZUR NACHHALTIGEN UMSETZUNG DES PILOTPROJEKTES/AUSBLICK

Es ist davon auszugehen, dass die für das Pilotprojekt in Aussicht gestellten Mittel nach Auslaufen des Projektes zumindest neu verhandelt werden müssen, wenn sie nicht gar ersatzlos gestrichen werden. Daher sollten die ressourcenschonende Realisierung und eine hohe Effizienz der Maßnahmen schon in der Frühphase des Projektes im Vordergrund stehen. Hierzu sind verschiedene Lösungsansätze angedacht, die im Folgenden vorgestellt werden.

Ein möglicher Ansatz bestünde darin, die im Pilotprojekt gewonnenen Erkenntnisse weitestgehend in eine Überarbeitung des bestehenden Curriculums einfließen zu lassen und die neu entstandene Prüfungsordnung im Rahmen einer ohnehin anstehenden Akkreditierung zu implementieren. Diese Maßnahme erscheint auf den ersten Blick effizient, allerdings leistet sie höchstwahrscheinlich nicht die gewünschte erhöhte Betreuungsrelation der Studierenden.

Ein weiterer Ansatz könnte die Kombination aus einer Überarbeitung des Curriculums und einer Modifizierung der Zusatzangebote sein. Hierbei würden nicht alle Zusatzangebote als Präsenzveranstaltung stattfinden, sondern zum Teil auch als E-Learning-Einheit angeboten werden. Mit diesem sogenannten Blended-Learning-Konzept hat der Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik sehr gute und langjährige Erfahrungen über den weiterbildenden (Fern-) Master und Fernbachelor [3, 4, 5, 6, 7]. Beide weiterbildenden Studiengänge werden in Kooperation mit der Hochschule Aschaffenburg durchgeführt, wobei im ersten Fall die Hochschule Darmstadt und im zweiten Fall die Hochschule Aschaffenburg die Federführung inne hat.

Dank

Die Verfasser möchten dem Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst – und hier speziell Herrn Dr. Paul – für die Förderung dieses praxisnahen Pilotprojektes zur Verbesserung der Studieneingangsphase danken. Herzlichen Dank auch an Frau Christine Janßen für das Lektorat und Frau Cornelia Appel-Walter für die Durchführung der Interviews.

Referenzen

- [1] Knutzen, S. (2015). Vortrag „mytrack – Individuelle Wege in der Studieneingangsphase“, 5. Qualitätsdialog-Studienerfolg verbessern, Berlin.
- [2] Stempel, T.-K. (2015). Neue Studieneingangsphase im Fach Mathematik, MN Seminar, 28.4.2015, Hochschule Darmstadt, Darmstadt.
- [3] Kugler, G., Stroß, M., Kurz, R., Feldmann, N., Schibelbein, A. & Boehmer, C. (2016). SURVEY DEVELOPMENT ON EXPERIENCES WITH E-LEARNING PRODUCTION BY LECTURERS. EDULEARN2016, 8th annual International Conference on Education and New Learning Technologies, 04.-06.07.2016 Barcelona, Spanien.
- [4] Roznawski, N. & Kurz, R. (2013). Target-Group Oriented E-Learning Concept for a Blended-Learning Program in Electrical Engineering. In IATED (Hrsg.), 7th. International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spanien 04.03.- 05.03.2013, (S. 147–152).
- [5] Petendra, B., Kälberer, N., Kurz, R. & Hoppe, B. (2014). E-learning concepts in distance learning for non-traditional engineering students. 7th International Conference of Education, Research and Innovation Seville - 17th-19th November 2014.
- [6] Kälberer, N.; Böhmer, C.; Kurz, R. & Beck-Meuth, E.-M. (2016). Implementation of E-Learning in an Electrical Engineering Study Program. Infrastructure, Experiences, and Lessons Learned. IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 6, 10-13.04.2016. Abu Dhabi. 10.1109/EDUCON.2016.7474578.
- [7] B. Hoppe, R. Kurz: Open e-University Phase II: Quality, Reliability and Security of Technical Systems: A Blended Learning Approach for a M.Eng.-Course, International Conference on Education, Research and Innovation (ICERI2016).

DIE FORSCHUNGSBASIERTE AUSGESTALTUNG DER STUDIENEINGANGSPHASE IN DEN INGENIEURWISSENSCHAFTEN

Brit-Maren Block
Leuphana Universität Lüneburg, block@uni.leuphana.de

Abstract 1 Die Studieneingangsphase stellt für die Lehre in den Ingenieurwissenschaften eine große Herausforderung dar. Die frühe Bindung ans Fach, die Einstellung zum Studium und die Motivation für den eigenen Studiengang manifestieren sich in dieser Studienphase. Ebenso gilt es das studentische Konzeptverständnis grundlegender Zusammenhänge zu verbessern. Dieser Beitrag präsentiert das Modell der Didaktischen Rekonstruktion als Forschungsrahmen für eine konsequente studierendenzentrierte Vorlesungsgestaltung mit Fokus auf die ingenieurwissenschaftliche Lehre in der Studieneingangsphase. Ausgehend von der theoretischen Fundierung werden das Forschungsdesign, die eingesetzten Methoden sowie die Entwicklung zielgerichteter Interventionen aufgezeigt. Die abschließende Evaluation liefert neue empirische Daten und Handlungsvorschläge, wie das Modell der Didaktischen Rekonstruktion zur Konzeption studierendenzentrierter Lernumgebungen in den Ingenieurwissenschaften erfolgreich eingesetzt werden kann.

Keywords: Studieneingangsphase in den Ingenieurwissenschaften, Modell der Didaktischen Rekonstruktion, Laborexperimente, Kompetenzentwicklung und studierendenzentrierte Lehre

Abstract 2 The introductory phase is a major challenge in Engineering Education. An early attachment to the subject, the attitude in which students adopt their subject matter and the motivation toward their study courses chosen will manifest itself in this phase. Furthermore engineering education is still facing the challenge to improve the conceptual understanding of basic coherences. This paper represents the model of educational reconstruction as a research framework for a consistent student-centered course design in engineering sciences. Looking at it from the theoretical side of educational reconstruction, the research design and used methods are introduced as well as appropriate interventions. The final evaluation gives new theoretical insights and action proposals of how the model of educational reconstruction in Engineering Education can be used successfully to design student-centered learning environments.

Keywords: introductory engineering courses, model of educational reconstruction, on-site laboratory experiences, competencies in Engineering, student-centered learning environments in Engineering

1 EINLEITUNG

Die Ingenieurwissenschaften stehen weiterhin vor der Herausforderung, die Effektivität und die Attraktivität ihrer Studienangebote zu verbessern. Ein wichtiger Ansatzpunkt in diesem Kontext ist die Gestaltung von studierendenzentrierten Lehr-Lernangeboten und die Verbesserung des studentischen Konzeptverständnis im Grundlagenbereich. Mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion wird ein darauf ausgerichteter Forschungsrahmen vorgestellt. Ausgehend von der theoretischen und methodischen Fundierung wird die Umsetzung des Modells für die Ingenieurwissenschaften vorgenommen (siehe Kap. 2). Die empirischen Befunde zum Konzeptverständnis der Studierenden im Grundlagenbereich Elektrotechnik werden im Kap. 3 dargelegt. Sie sind Ausgangspunkt zur Adressierung studentischer Lernschwierigkeiten und zur Entwicklung geeigneter Interventionen. Die Implementierung und

Evaluierung des veränderten Lehr-Lernsettings, die in den Kap. 4 und 5 vorgestellt werden, zielen auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse zum studentischen Lernprozess im Grundlagenbereich und auf evidenzbasierte Verbesserungen des Lehr-Lernkonzeptes in der Studieneingangsphase ab. Mit dieser Zielsetzung, sowohl neue theoretische Erkenntnisse zum studentischen Konzeptverständnis als auch Implementierungen für die Lehrpraxis zu generieren, folgt die Arbeit dem Design-Based Research-Ansatz (DBR), [1].

2 DAS MODELL DER DIDAKTISCHEN REKONSTRUKTION UND DIE UMSETZUNG IN DER STUDIE-NEINGANGSPHASE DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN

Beim Modell der Didaktischen Rekonstruktion werden fachliche Konzepte mit den Perspektiven der Lernenden in Beziehung gesetzt. Aus dem wechselseitigen Vergleich werden Schlussfolgerungen für die didaktische Strukturierung der Lehr- Lernumgebung gezogen. Die drei Elemente fachliche Klärung, Erfassen von Lernerperspektiven und didaktische Strukturierung treten als fachdidaktisches Triplet [2, 4] bei dieser Art der Konstruktion von Lehrinhalten miteinander in Wechselwirkung. Basierend auf konstruktivistischen Lehr-Lerntheorien, u. a. in [3], ist die gleichwertige Behandlung der fachlichen Expertise und der Perspektive der Lernenden zentrales Element dieses Ansatzes. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion findet in den Naturwissenschaften breite Anwendung, u. a. [4], [5]. Die ingenieurwissenschaftliche Lehre ist häufig stark auf die Vermittlung fachlicher Inhalte ausgerichtet, die Perspektive der Lernenden wird oftmals nur am Rande berücksichtigt. Gerade im Grundlagenbereich gilt es diesem Ungleichgewicht entgegen zu wirken, da Begrifflichkeiten, Vorannahmen und Methoden den oft fachfremden Studienanfängern noch unbekannt sind. Diese Aspekte müssen durch Rückbezug auf die Vorstellungen der Lernenden in einem pädagogisch sinnvollen Zusammenhang „erstellt“ werden [2, 3f]. Gelingt dieses nicht oder nicht in ausreichendem Maße, haben Studierende mit Verständnisschwierigkeiten im Grundlagenbereich häufig Probleme, sich darauf aufbauende Inhalte zu erschließen.

Didaktische Rekonstruktion als Forschungsrahmen für die ingenieurwissenschaftliche Lehre

Als innovativer Forschungsansatz für die Ingenieurwissenschaften wird das Modell der Didaktischen Rekonstruktion in die Studieneingangsphase implementiert. Als fachlicher Inhalt wurden der Forschungsarbeit die zwei Themen „Potential“ und „Elektrische Quellen“ zu Grunde gelegt, da beide Konzepte eine elementare Bedeutung für die weitere Lehre in den Ingenieurwissenschaften haben. Abb. 1 zeigt das generische Modell der Didaktischen Rekonstruktion, u. a. [4], [5], für das elektrotechnische Konzeptverständnis der Erstsemesterstudierenden ausdifferenziert, [6]. Zur Umsetzung des Modells müssen die in der Abb. 1 dargelegten Forschungsschritte A bis E durchlaufen werden. Die somit generierten Forschungsdaten liefern die Grundlage für eine konsistente Umsetzung einer studierendenzentrierten Lehr- Lernumgebung in der Studieneingangsphase.

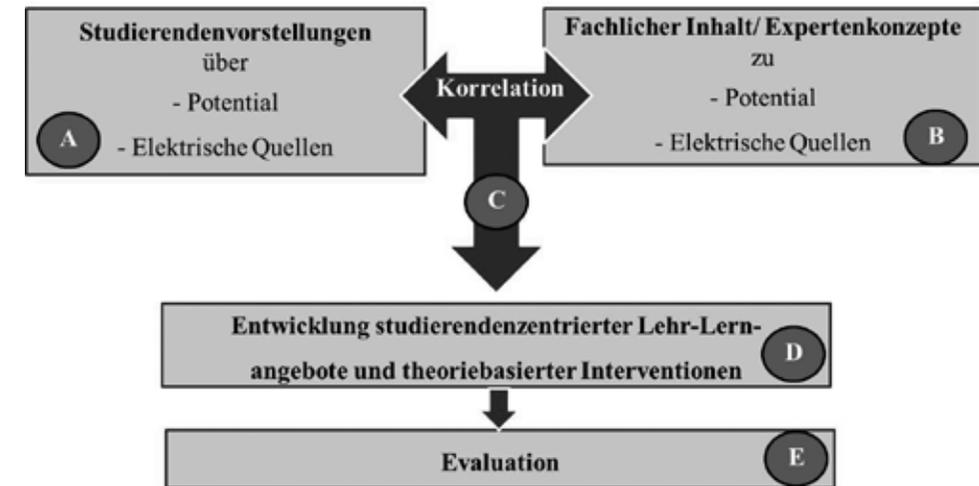


Abbildung 1 Modell der Didaktischen Rekonstruktion mit Fokus auf die Ingenieurwissenschaften [6, 106]

Forschungsdesign und eingesetzte Methoden

Mit der Forschungsmethodik Design- Based Research wird die Zielsetzung verfolgt, theoretische Erkenntnisse zu gewinnen und gleichzeitig Implikationen für die Lehrpraxis zu generieren. Die Prozessphasen des gewählten Ansatzes¹ treten jeweils in Interaktion mit der Lehrpraxis, [7], [8]. Um die Vielzahl der Aspekte wissenschaftlich fundiert zu erfassen, ist der Forschungsprozess im Mixed- Method Design [9] ausgestaltet. Bei der Didaktischen Rekonstruktion in den Abfolgen A bis E werden dabei quantitative und qualitative Methoden eingesetzt, die im Folgenden in Korrespondenz zum jeweiligen Forschungsschritt vorgestellt werden.

Die Erhebung der Studierendenvorstellungen (Abb. 1, Schritt A) ist fundamentaler Bestandteil zu Beginn der Forschungsarbeit. Mit einem theoriebasierten Fragebogen, basierend auf [10], wurden die studentischen Konzeptvorstellungen zu den Themen Potential, Spannung und elektrische Quellen sowie sozio- demografische Daten der Erstsemesterstudierenden im Modul “Elektrotechnik” (WiSe 2014/15) erhoben². Als Ergänzung wurden semistrukturierte Interviews mit Erstsemesterstudierenden vor Beginn des Studiums geführt (WiSe 2015/16, N=8, 2w, 6m). Ziel dieser qualitativen Erhebung war es, neben der Erfassung der technischen Vorerfahrung vor allem Hintergrundinformationen zu den Studierenden und zu deren Studienmotivation zu erhalten, die für die studierendenzentrierte Umgestaltung der Lehrveranstaltung von Interesse sind. Die Auswertung der transkribierten Interviews wurde mittels qualitativer Inhaltsanalyse [11] durchgeführt.

Die fachliche Klärung der Expertenkonzepte (Abb. 1, Schritt B) erfolgte über die Analyse der Kernkonzepte “Potential” und “Elektrische Quellen” aus der wissenschaftlichen Literatur, u. a. [12], [13]. Welche fachlichen Konzepte und Modelle liegen vor? Wo bestehen Modellgrenzen, Unterschiede und Übereinstimmungen der Expertenkonzepte? Die anschließende Korrelation (Abb. 1, Schritt C) schafft die Verbindung zur Interpretation der Studierendenvorstellungen und deckt Differenzen zwischen den Perspektiven der Wissenschaft und denen der Lernenden auf. Als Ergebnis liegen forschungsbasierte Daten

1 Der Design- Based Research Ansatz umfasst die drei Prozessphasen Analysis, Design und Evaluation, die jeweils in Wechselwirkung mit der Lehrpraxis stehen. Weitere Informationen zum generischen Modell dieses Ansatzes sind u. a. in [7], [8, 1] dargelegt.

2 Die Datenerfassung wurde mit der Software EvaSys durchgeführt (Copyright © 2001-2015 Electric Paper GmbH)

vor, die herausarbeiten, was in Bezug auf die Einführung von Formeln, Konzepten und Modellen beachtet werden muss. Mit dem Ziel der Stärkung des studentischen Lernprozesses werden die Fragen beantwortet, an welchem Punkt des Konzeptverständnisses die didaktische Ausgestaltung der Vorlesung aufgebaut werden kann und welche passgenauen Interventionen dafür erfolgversprechend scheinen.

Die Erkenntnisse der Analysephase führen zu forschungsbasierten Interventionen (Abb. 1, Schritt D) und zu Veränderungsprozessen im Lehrkonzept, die in die Studieneingangsphase implementiert werden. Für die abschließende Evaluierung (Abb. 1, Schritt E) wird die quantitative Studie zu den Themen Potential, Spannung und elektrische Quellen im Pre- Post- Vergleich wiederholt. Weitere Aspekte dieser Fragebogenerhebung sind studentische Rückmeldungen zur Effektivität der Interventionen und die Messung der Kompetenzentwicklung der Erstsemesterstudierenden³.

3 DIE ANALYSE DER STUDIERENDENVORSTELLUNG

Zentraler Bestandteil der Didaktischen Rekonstruktion ist die Erhebung und Analyse der Lernervorstellungen. Dabei geht es sowohl um die Erfassung wissenschaftlicher Daten zu den Vorstellungen über die Fachkonzepte als auch um Fragestellungen zu Motivation, Interessen und Lernvoraussetzungen. An der Fragebogenerhebung haben 38 Erstsemesterstudierende der Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik“ teilgenommen. Die sozio- demografischen Daten ergaben hinsichtlich Alter, Diversität, Bildungshintergrund und berufliche Vorerfahrung ein sehr heterogenes Bild. Die Mehrzahl der Studierenden beginnt ihr Studium direkt nach Beendigung des Abiturs, nur wenige haben eine einschlägige Berufsausbildung. Da in diesem Beitrag der Fokus auf der Darstellung der Gesamtwirkungskette der Forschung liegt, also den Bogen von der Empirie über die Intervention in der Lehre bis zur Wirksamkeitsprüfung spannt, können nur exemplarische Ausschnitte der Forschungsergebnisse dargelegt werden. Eine detailliertere Auswertung der sozio- demografischen und fachbezogenen Aspekte ist in [6] verfügbar.



Abbildung 2 Exemplarisches Beispiel der Studierendenvorstellung zum Thema „Elektrische Spannung und Potential“, basierend auf [10]

³ Als Instrument zur Messung der Kompetenzentwicklung wurde im Rahmen der Fragebogenerhebung das „BEvaKomp“ [14], [15] eingesetzt. Dieses erhebt den Kompetenzzuwachs in fünf Bereichen (darunter Fach- und Methodenkompetenz) auf Basis studentischer Selbsteinschätzung.

Die Erhebung der Studierendenvorstellungen zu den Themen „Potential und Spannung“ basiert auf einer Studie von Kirchner [10]. Als exemplarisches Beispiel ist in Abb. 2 die Antwortverteilung zur Frage „Was ist elektrische Spannung?“ dargestellt. Unter den Antwortmöglichkeiten (Mehrfachantworten möglich) stehen sowohl fachlich richtige als auch falsche zur Auswahl.

Abb. 2 ist zu entnehmen, dass die Vorstellungen der Studierenden zu diesem Thema heterogen sind und auch Vorstellungen existieren, die nicht mit dem wissenschaftlichen Konzept übereinstimmen. Darüber hinaus unterscheiden sich die Antworten in ihrer fachlichen Qualität. So gibt es gewählte Antworten, die grundsätzlich stimmen, deren fachliche Ausdrucksweise allerdings dem Erkenntnislevel im ersten Semester nicht adäquat ist. Um eine tiefere Differenzierung des fachlichen Niveaus der Antworten zu bekommen, wurden die Studierenden im zweiten Schritt um die ihrer Meinung nach „fachlich treffendste Antwort“ gebeten. Hier wurde mehrheitlich die zutreffende wissenschaftliche Beschreibung gewählt, die elektrische Spannung als Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten des elektrischen Feldes ausweist. Bemerkenswert ist, dass mit 20 Studierenden nur etwa die Hälfte der Befragten (N=38) diese Frage beantwortet haben. Das deutet auf Probleme im tieferen Konzeptverständnis zum Thema Potential hin, ein Ergebnis, das sich mit Forschungsergebnissen von Timmermann und Kautz [16] deckt.

Die Ergebnisse der quantitativen Studie zum Thema „Elektrische Quellen“ weisen ebenfalls auf eine unvollständige Durchdringung des Konzeptes hin. Sichtbar wurden ferner unterschiedliche Darstellungsformen (z. B. bei Schaltbildern), die auf die voruniversitäre Prägung zurückzuführen sind. Auch die Interviewstudie⁴ untermauert die Heterogenität in den fachlichen Vorkenntnissen (z. B. Besuch von Leistungskursen, Praktika), in der Tiefe des Konzeptverständnisses und der motivationalen Studiengründe. Die Triangulation der Daten belegt die zwingende Notwendigkeit, bei der Einführung von Begriffen, Konzepten und Modellen an die erhobenen Alltagsanalogien und bisherigen Vorkenntnisse der Studierenden anzuknüpfen. Darüber hinaus muss der Weg von den alltäglichen Erkenntnissen (z. B. Quelle hat innere Verluste) zur Abbildung dieser Erkenntnis im Modell für die Studierenden noch transparenter heraus gearbeitet und durch geeignete Interventionen eine engere Theorie- Praxis- Verbindung geschaffen werden.

4 THEORIEBASIERTE INTERVENTIONEN UND DEREN IMPLEMENTIERUNG

In Übereinstimmung mit konstruktivistischen Lerntheorien, u. a. [3], Motivationstheorien [17], [18] und Gendertheorien mit Fokus auf den MINT- Bereich, u. a. [19], [20], wurden passgenau zu den Erkenntnissen der Analysephase drei Interventionen entwickelt und in die Erstsemesterveranstaltung „Grundlagen der Elektrotechnik“ implementiert. Mit dieser systematischen studierendenzentrierten Transformation wird neben der Vertiefung des Konzeptverständnisses auch das Ziel verfolgt, auf die Heterogenität der Studierenden in der Studieneingangsphase zu reagieren. Die Interventionen sind nachfolgend in Kürze vorgestellt, ergänzend in [6].

- Integration von Demonstrationsexperimenten mit myDAQ von National Instruments

Das mobile Datenerfassungsgerät mit Experimentierboard myDAQ ist im Besonderen geeignet, die Theorie- Praxis- Verbindung und das Konzeptverständnis der Studierenden zu stärken, vgl. [21]. Anders als in der Arbeit von Temmen und Nofen (ebd.) wird das Gerät nicht für Studierendenexperimente eingesetzt, sondern als Demonstrationsgerät zur ad-hoc Veranschaulichung theoretischer Zusammenhänge während der Vorlesung. Die experimentelle Eigenarbeit der Studierenden wird im Labor durchgeführt.

- Studierendenzentrierte Ergänzung des Tutoriums und der Laborexperimente

⁴ Umfassende Ergebnisse der qualitativen Studie sind in [6] dargelegt.

Als weitere Maßnahme zur Verbesserung des studentischen Konzeptverständnisses wurde zum einen das bestehende Tutorium um Basisaufgaben im Bereich Spannung/Potential und Quellen ergänzt. Diese Intervention steht im Einklang mit den Forschungsergebnissen von Timmermann und Kautz [16, 374], die niederschwellige Aufgabenstellungen mit realistischen Herausforderungen als probates Mittel zur Stärkung des individuellen Lernprozesses ansehen. Die Forschungsdaten zum Konzeptverständnis weisen weiterhin auf starke Defizite im Theorie-Praxis Transfer hin. Zur Adressierung dieses Problems wurde das bestehende Labor durch Basisexperimente im Bereich Spannung/Quellen ergänzt, um gezielt die Praxiskompetenz zu erhöhen und die Studierenden „sanft“ und selbsttätig an komplexere Themenstellungen und Messeinrichtungen heranzuführen.

5 FAZIT UND AUSBLICK

Die Abschlussevaluierung lieferte evidenzbasierte Daten zur erfolgreichen Umsetzung der Interventionen, siehe auch [6]. Besonders die passgenauen Laborexperimente wurden als hilfreich für den Lernprozess der Erstsemesterstudierenden herausgestellt. Als Ergebnis der Didaktischen Rekonstruktion sind die zwei Forschungsziele erreicht worden: zum einen liegen Forschungsdaten zum fachlichen Konzeptverständnis der Studierenden in der Studieneingangsphase vor, zum anderen liefern die studierendenzentrierten Interventionen direkte Implikationen für die Lehrpraxis. Die erfolgreiche Umsetzung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion ist jedoch mit einigen Herausforderungen verbunden. Die zwingend durchzuführende wissenschaftlich fundierte Erhebung des Konzeptverständnisses ist umfangreich. Ebenso führen die Veränderungen der didaktischen Struktur der Lehrveranstaltung und die Erstellung passgenauer Materialien für theoretische Übungen und experimentelle Arbeiten zu einem erhöhten personellen und z.T. finanziellen Aufwand. Eine weitere Herausforderung speziell der Studieneingangsphase ist die ausgeprägte Heterogenität der Studierenden zu Studienbeginn. Hier konnte das Modell in der gesamten Abfolge aller Phasen erfolgreich umgesetzt werden, um sowohl Studierende mit ausgeprägtem Vorwissen als auch mit anfänglichen Schwierigkeiten im Konzeptverständnis anzusprechen.

Als generelles Ergebnis lässt sich darlegen, dass das Modell der Didaktischen Rekonstruktion besonders geeignet ist, die Studieneingangsphase in den Ingenieurwissenschaften zu gestalten. Durch das Modell wird die Bandbreite an Vorprägungen, Einstellungen und Konzeptionen bewusst wahrgenommen und forschungsbasiert aufgezeigt. Die Wirkungskette des Modells schärft darüber hinaus das Bild von den unterschiedlichen Herangehensweisen der Studierendenkonzeptionen und des Expertenwissens. Die Korrelation beider Sichten bildet die forschungsbasierte Grundlage zur Ausgestaltung studierendenzentrierter Lehr- Lernkonzepte. Gerade für den Beginn der hochschulischen Bildungslaufbahn der Studierenden besteht hier eine zwingende Notwendigkeit und mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion ein passender Forschungsrahmen.

Dank

Die Autorin dankt den Erstsemesterstudierenden der Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik“ für ihre Kooperation. Ein weiterer Dank geht an die Tutoren und die Masterstudierenden der Veranstaltung „Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften“ für die Unterstützung des Forschungs- und Qualitätsverbesserungsprozesses.

Referenzen

- [1] McKenney, S.; Reeves, T. (2012). Conducting educational design research. Routledge, New York.
- [2] Kattmann, U.; Duit, R.; Gropengießer, H.; Komorek, M. (1997). The model of educational reconstruction -a framework for educational research and development within natural sciences. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Vol. 3, p. 3-18.
- [3] Krapp, A.; Weidenmann, B. (2006). Educational Psychology. Beltz, Weinheim.
- [4] Niebert, K.; Gropengiesser, H. (2013). The model of educational reconstruction: A framework for the design of theory-based content specific interventions. The example of climate change. In: Educational design research, SLO, p. 511–531.
- [5] Duit, R.; Gropengießer, H.; Kattmann, U.; Komorek, M.; Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction- a framework for improving teaching and learning science. In: Science education research and practice in Europe. Retrospective and prospective. Sense Publishers, Rotterdam, p. 13–47.
- [6] Block, B.-M. (2016). Educational reconstruction as model for the theory-based design of student-centered learning environments in electrical engineering courses. In: 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), IEEE. p. 105-113.
- [7] McKenney, S.; Reeves, T. (2014). Educational Design Research. In: Handbook of research on educational communications and technology. Springer, N.Y., p. 131–140.
- [8] McKenney, S.; Reeves, T. (2012). Conducting educational design research. Routledge, New York.
- [9] Gläser-Zikuda, M.; Seidel, T.; Rohlf, C.; Gröschner, A.; Ziegelbauer, S. (2012). Mixed Methods in Educational Research. Waxmann, Münster.
- [10] Kirchner, E. (2014). Elementarisation and educational reconstruction. In: Didactics of physics. Springer, Berlin, p. 107–138.
- [11] Mayring, P. (2008). Qualitative content analysis. Beltz, Weinheim.
- [12] Albach, M. (2011). Elektrical Engineering. Pearson, München.
- [13] Moeller, F.; Frohne, H.; Löcherer, K.H.; Müller, H. (2005). Basics of Electrical Engineering. Teubner.
- [14] Braun, E.; Leidner, B. (2009). Academic Course Evaluation. In: European Psychologist, vol. 14(4), p. 297–306.
- [15] Braun, E. (2008). Berliner Evaluationsinstrument für selbsteingeschätzte studentische Kompetenzen (BEva-Komp). V & R unipress, Göttingen.
- [16] Timmermann, D.; Kautz, C. (2014). Investigating student learning of the voltage and potential concepts in Introductory electrical engineering. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), p. 371–374.
- [17] Deci, E.; Ryan, R. (1993). Theory of self-determination and motivation and its importance for pedagogy. In: Pedagogy, vol. 39 (2), p. 223–239.
- [18] Heckhausen, J.; Heckhausen, H. (2010). Motivation und Handeln. Springer, Berlin.
- [19] Mills, J.; Ayre, M.; Gill, J. (2010). Gender inclusive engineering education. Routledge, New York.
- [20] Kosuch, R. (2010). Self-efficiency and Gender. Univ. Press, Kassel.
- [21] Temmen, K.; Nofen, B.; Wehebrink, M. (2014). Lecture meets Laboratory. Experimental Experiences for Large Audiences: Concept and Implementation. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), p. 357–360.

TANDEM-MENTORING IN DER STUDIENEINGANGSPHASE

Silke Bock und Christine Niksch
Technische Hochschule Mittelhessen (THM), Gießen
silke.bock@zekoll.thm.de, christine.niksch@zekoll.thm.de

Abstract 1 Das Team des BMBF-Projekts „Klasse in der Masse“ erarbeitete und erprobte mit dem Tandem-Mentoring ein spezielles Mentoring-Konzept für die Studieneingangsphase, das die Sozial- und Selbstkompetenzen der Studierenden fokussiert. Es vereint die Vorteile eines Peer- und Lehrendenmentoring in einem Gruppenmentoring für Studienanfängerinnen und -anfänger. Die bislang gesammelten Erfahrungen und Auswertungen belegen, dass das Tandem-Mentoring den Studienstart, aber auch die Sozialisation am Lernort positiv beeinflusst und die Studierenden systematisch auf ihrem Weg hin zum selbstorganisierten Lernen unterstützt. Zugleich sind mit dem hier gewählten Setting auch über die Anleitung der Mentoren/-innen Effekte in Richtung einer Studiengangreflexion, aber auch zur Personal- und Organisationsentwicklung beobachtbar.

Keywords: Studieneingang, Mentoring, selbstorganisiertes Lernen, Sozial- und Selbstkompetenz

Abstract 2 The team of the KiM-project (BMBF-Project “Klasse in der Masse”) developed a specific mentoring concept for the introductory study phase that focuses particularly on the social- and self-competences of first year students. “Tandem-Mentoring”, as we call it, combines advantages of peer- and lecturer-mentoring concepts in a group-mentoring concept for study beginners. The experience gained so far and the evaluations collected, document the positive influence of Tandem-Mentoring on the start of the studies as well as on the socialization processes where learning takes place. With the selected setting under the mentor’s guidance, not only effects of a reflection of the study course can be observed but also progress with reference to academic staff and organizational development.

Keywords: introductory study phase, mentoring, self-directed learning, social- and self-competence

TANDEM-MENTORING IN DER STUDIENEINGANGSPHASE – MENTORINGMODELL

In Ermangelung eines theoretischen Modells, das den besonderen Anforderungen eines Mentoring im Hochschulsektor gerecht wird, entwickelte das Mentoring-Team des KiM-Projekts (BMBF-Projekt Klasse in der Masse) der THM ein eigenes theoretisches Modell, das als Grundlage für die Konzeptentwicklung der Mentoring-Programme an der Hochschule dient. Dieses Hochschul-Mentoring-Modell lehnt sich an die von Lewis [1996] herausgearbeiteten vier Dimensionen von Mentoring an. Es wurde für den Hochschulkontext unter Berücksichtigung des bereits existierenden Kompetenzmodells der THM weiterentwickelt und bezieht sich damit gezielt auf Hochschulen, die ihren Schwerpunkt im Bereich der Ingenieurwissenschaften haben. Im Zentrum dieses Modells stehen die Mentorinnen und Mentoren. In ihrer Funktion agieren sie auf vier unterschiedlichen Ebenen. Während auf der Fachebene eine Lernbegleitung der Mentorinnen und Mentoren in Bezug auf die Fachkompetenz der Mentees stattfindet, liegt der Schwerpunkt der Lernbegleitung auf der zwischenmenschlichen Ebene bei der Sozialkompetenz. Die (Selbst-)Organisationsebene fordert von den Mentorinnen und Mentoren eine Lernbegleitung der Mentees im Bereich der Methodenkompetenz, und auf der Hochschulebene erfolgt eine Lernbegleitung im Themenspektrum Selbstkompetenz. Abhängig vom Zeitpunkt der Durchführung des Mentoring können die Ebenen bzw. die situativ angemessene Lernbegleitung durch die Mentoren/-innen unterschiedlich stark ausgeprägt sein, so dass das Modell flexibel im Studienverlauf umsetzbar ist. Dementsprechend wurden die vier Ebenen des Mentoring-Modells auf die besonderen Anforderungen eines

Mentorings in der Studieneinstiegsphase übertragen. Das Mentoring soll den Studienanfängerinnen und -anfängern insbesondere den Übergang von der Schule zur Hochschule erleichtern und das selbstgesteuerte Lernen der Studierenden fördern. Hierdurch ergibt sich eine Gewichtung der vier Kompetenzfelder. Wie in Abbildung 1 dargestellt, liegt der Fokus für die Studieneingangsphase auf den Sozial- und Selbstkompetenzen sowie den Methodenkompetenzen der Erstsemester.



Abbildung 1 Mentoringmodell für die Studieneingangsphase

TANDEM-MENTORING IN DER STUDIENEINGANGSPHASE – MENTORINGKONZEPT

Das Tandem-Mentoring in der Studieneingangsphase ist als Gruppenmentoring konzipiert und vereint die Vorteile eines Peer- und Lehrendenmentoring in einem Gruppenmentoring für Studienanfängerinnen und -anfänger. Auf freiwilliger Basis werden interessierte Erstsemester zu Beginn ihres Studiums in Gruppen von 10-15 Personen aufgeteilt und einem Mentoren/-innen Tandem zugelost, das sich aus einer Lehrkraft des Studiengangs und einer bzw. einem Studierenden im höheren Semester zusammensetzt. Die so gebildeten Mentoring-Gruppen treffen sich im Laufe des ersten Semesters zu vier Mentoringeinheiten. Zu Beginn des zweiten Semesters findet ein fünftes Treffen statt, das sich einer abschließenden Semesterreflexion und analytischen Betrachtung der Lernmethodik widmet. Themenvorschläge für die ca. dreistündigen Treffen sind zur Planungshilfe in einem Leitfaden und einer kleinen Methodensammlung beschrieben. Diese enthalten als Anregung eine Sammlung von Arbeitsmaterialien, didaktische und organisatorische Hilfen zum Ablauf sowie Checklisten. Besonders für die studentischen Mentorinnen und Mentoren stellt dies eine große Hilfe für die Planung der Mentoringtreffen dar. Aber auch ihre lehrenden Tandempartner und -partnerinnen wissen die Ablaufpläne, Arbeitsblätter zum Thema Zeitmanagement oder Feedback und vor allem die Beschreibung aktivierender Gruppenarbeitsmethoden zu schätzen [vgl. Brinker & Schumacher 2014].

Neben der Klärung von offenen Fragen und Problemen strebt das Gruppenmentoring eine proaktive Auseinandersetzung mit den Themenfeldern: „Studieren an der THM“, „System Hochschule“, „Modulhandbuch“, „Prüfungsordnung“ sowie „Workloadplanung“ an und unterstützt so die frühe Vernetzung mit den eigenen Kommilitonen und den Studierenden höherer Semester. Somit wird gezielt das Lernen im Fach angesprochen, und die Studierenden erhalten Einblicke in das Wissenschaftsfeld sowie Ausblicke auf die beruflichen Perspektiven.

Neben der Konzeptentwicklung übernehmen die KiM-Mitarbeiterinnen des ZekoLL (Zentrum für kooperatives Lehren und Lernen) die didaktische Begleitung und Supervision. Die studentischen und lehrenden Mentorinnen und Mentoren werden durch einen Kick-off-Workshop vor Beginn ihrer Mentoringtätigkeit auf ihre Aufgaben vorbereitet. Regelmäßige Supervisionsgespräche und kollegiale Beratungen im

Laufe des Semesters dienen der eigenen Reflexion und dem gegenseitigen Austausch. Die durchgeführten quantitativen Fragebogenevaluationen werden durch ein qualitatives Evaluationsformat ergänzt.

TANDEM-MENTORING IN DER STUDIENEINGANGSPHASE – ZIELE

Den Erfahrungen folgend, dass der Wechsel von der Schule in die Hochschule für viele Studierende eine große Herausforderung darstellt, die oftmals mit Schwierigkeiten verbunden ist, unterstützt das Tandem-Mentoring diesen Übergang proaktiv. Ein Fokus liegt im Kennenlernen der Hochschulstrukturen und den besonderen Anforderungen des jeweiligen Studiengangs. Angeleitet durch die Mentoring-Tandems und mit Hilfe verschiedener Methoden, wie zum Beispiel einem Quiz oder einer Fallbeschreibung, befassen sich die Mentees mit der Prüfungsordnung und dem Modulhandbuch des Studiengangs und verstehen so Zusammenhänge besser. Oft sind auch schon Hinweise hilfreich, wo wichtige Informationen zu finden sind, wie etwa die Fristen von Prüfungsanmeldungen oder die Voraussetzungen für Praktika. Neben den organisatorischen Herausforderungen sehen sich die Erstsemester aber auch einer Vielzahl von sozialen Hürden ausgesetzt. So zieht ein Studienbeginn oft auch einen Wohnortwechsel und ein neu aufzubauendes soziales Umfeld mit sich. Durch das Mentoringangebot erhalten die Studierenden die Möglichkeit, sich untereinander sozial zu vernetzen und durch die studentischen Mentoren/-innen auch Tipps außerhalb des Hochschulkontextes zu erhalten.

Das Lernen an der Hochschule ist nicht mit dem Lernen an der Schule zu vergleichen und erfordert somit andere Lernstrategien. Das zu bewältigende Lernpensum unterscheidet sich, die Studierenden müssen eigenständig einen Lernmodus finden, sich zeitlich strukturieren und ihren Leistungsstand und ihr Leistungsvermögen einschätzen können. Hierzu braucht es eine Förderung der metakognitiven Fähigkeiten und eine Sensibilisierung in Bezug auf das „Wissen und das Bewusstsein über das eigene Lernen“ [Stangl 1997]. Anhand der Themen „Motivation, Vorwissen, Fähigkeiten und Lerngewohnheiten“ [ebd.] setzen sich die Mentees mit ihrem eigenen selbstorganisierten Lernen auseinander. Sie sollen befähigt werden ihren Lernprozess unter dem Aspekt der Zielerreichung im Auge zu behalten und ggf. anzupassen [vgl. ebd.]. Ein wichtiger Schritt hin zum selbstorganisierten Lernen ist somit die Erkenntnis der Mentees, die Verantwortung für den eigenen nachhaltigen Lernfortschritt zu tragen. Durch die lehrenden und studentischen Mentorinnen und Mentoren werden die Erstsemester systematisch beim gezielten Planen und Gestalten des Studienprogramms begleitet.

Das Tandem-Mentoring fördert den Austausch zwischen Lehrenden und Lernenden. Die lehrenden Mentorinnen und Mentoren werden im Rahmen des Tandem-Mentoring in einer anderen Rolle wahrgenommen und erhalten Einblicke in die Alltagswelt der Studierenden. Es können sowohl fachliche als auch überfachliche Fragen geklärt und wechselseitige Erwartungen thematisiert werden. Der durch den Austausch angeregte Perspektivenwechsel baut auf beiden Seiten, sowohl bei den Studierenden als auch bei den Lehrenden, Vorurteile ab und begünstigt das gegenseitige Verständnis, und verbessert somit die Betreuungsqualität.

Im Sinne des „Shift from Teaching to Learning“ [vgl. Biggs & Tang 2011] sind die Mentorinnen und Mentoren Reflexionspartnerinnen und -partner, die sich an den Bedürfnissen ihrer Mentees orientieren. Lernbegleitend unterstützen sie ihre Mentees bei der Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie bezüglich der individuellen Weiterentwicklung.

TANDEM-MENTORING IN DER STUDIENEINGANGSPHASE – LESSONS LEARNED

Im Rahmen von dialogischen Evaluationen [vgl. Merkator & Welger 2013] finden nach jedem Tandem-Mentoring Durchlauf sowohl für die Mentees als auch für die Mentoren/-innen zwei getrennte

Reflexions-Workshops statt. Die daraus resultierenden Ergebnisse fließen als „Lessons Learned“ in die Weiterentwicklung und Optimierung des Konzepts ein. Bislang wurde das Tandem-Mentoring in drei Studiengängen erfolgreich umgesetzt, und im Wintersemester 2016/17 werden Erstsemester von fünf Studiengängen der THM die Möglichkeit einer Teilnahme erhalten.

Da es sich um ein freiwilliges Zusatzangebot handelt, ist es wichtig, einen konkreten Bezug zu den Studieninhalten und einzelnen Modulen des jeweiligen Studiengangs herzustellen. Dies gelingt z. B. über Vorlesungsmitschriften bestimmter Module, die im Rahmen des selbstorganisierten nachhaltigen Lernens Gegenstand einzelner Mentoringeinheiten sind oder über die direkte Verknüpfung von curricular verankerten Veranstaltungen und dem Tandem-Mentoring. So wird beispielsweise eine individuelle wöchentliche Workload-Berechnung unter Berücksichtigung der Präsenz-, Selbstlernzeiten und ggf. beruflicher Verpflichtungen anhand einer Excel-Tabelle in eine Informatikstunde integriert und die Ergebnisse und damit verbundenen individuellen Konsequenzen werden mit den Mentees in einer Mentoringeinheit besprochen.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass eine studiengangsspezifische Anpassung des Tandem-Mentoring notwendig ist. Um für die Mentees eine effektive Begleitung des ersten Semesters zu gewährleisten, müssen die Besonderheiten und unterschiedlichen Strukturen der Studiengänge berücksichtigt werden. Hierzu wird der existierende Leitfaden vor Start des Tandem-Mentoring gemeinsam mit den lehrenden und studentischen Mentorinnen und Mentoren des Studiengangs entsprechend optimiert.

Um die Bedeutung des Tandem-Mentoring zur Geltung zu bringen, wurde das Mentoringangebot auch in einigen Stundenplänen vermerkt. Obwohl die Mentoringeinheiten nur einmal pro Monat stattfinden, gibt es Raumzuteilungen, so dass die Mentees sich unabhängig von den Mentoring Terminen dort zu wöchentlichen Lerngruppen treffen können. Dieses Angebot nutzen und schätzen die Studierenden besonders.

Für einen guten Start und die Einbettung des Tandem-Mentoring empfiehlt es sich, dass die studentischen Mentor/-innen die Betreuung der Erstsemester bereits in der Studieneingangswoche übernehmen. Die Relevanz des Mentoring wird insbesondere durch die Rückmeldungen ehemaliger Mentees deutlich, die im Laufe ihres Studiums zu studentischen Mentorinnen und Mentoren geworden sind, ihre Erfahrungen weitergeben und die positive Wirkung belegen.

TANDEM-MENTORING IN DER STUDIENEINGANGSPHASE – ERSTE ERFAHRUNGEN

Mit dem Konzept des Tandem-Mentoring werden neben der individuellen Kompetenzentwicklung der Mentees und dem Beitrag zu Motivation im Studium, Vernetzung und Orientierung im Studieneinstieg und der zunehmenden Übernahme von Selbstverantwortung für das eigene Lernen weitere wichtige Aspekte adressiert, die einen deutlichen Mehrwert des Vorgehens auf unterschiedlichen Ebenen schon nach den ersten Pilotvorhaben erkennen lassen. Sie lassen sich im Wesentlichen den Bereichen der akademischen Personalentwicklung und der Programmentwicklung sowie insgesamt der Organisationsentwicklung zuordnen.

So profitieren die studentischen Mentorinnen und Mentoren durch die Vorbereitung und die Übernahme von Verantwortung im Mentoring-Prozess, zugleich aber auch durch die eng abgestimmte Zusammenarbeit mit den Lehrenden ihres eigenen Faches für ihre Persönlichkeitsentwicklung. Sie entwickeln Beratungskompetenz, üben sich in der Gruppenleitung ebenso wie in der Teamarbeit und können über das Mentoring einen ersten Einstieg in eine Lehrtätigkeit umsetzen. So werden wichtige Elemente einer akademischen Personalentwicklung adressiert und die Vorbereitung der studentischen Mentorinnen und Mentoren sowohl für Lehraufgaben als auch für die berufliche Praxis außerhalb der Hochschule unterstützt.

Die Lehrenden können über das Tandem-Mentoring trotz begrenzter zeitlicher Ressourcen auch bei höheren Studierendenzahlen den persönlichen Kontakt zu den Studierenden vom ersten Semester an aufbauen und pflegen. Sie erhalten so Einblicke in die Situation der Studierenden, die ihnen in sonst üblichen Lehrveranstaltungsformaten häufig nicht möglich sind. So beginnt ein gegenseitiger Dialog- und Verständigungsprozess, der zugleich ein vertrauensvolles Miteinander und die Zusammenarbeit im Lehr-/Lernkontext fördert, wie sie dem im „Shift from Teaching to Learning“ angestrebten Perspektiv- und Rollenwechsel hin zur Lernbegleitung durch die Lehrenden entspricht [vgl. Biggs & Tang 2011]. Mit gezielt angeleiteter Beratungskompetenz kann auch hier ein Beitrag zur akademischen Personalentwicklung festgestellt werden. Zugleich kann über den Austausch zur Lernsituation im Studieneinstieg ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Studienprogramme unter Einbindung der „Betroffenen“ bisher vorhandene, meist auf einzelne Lehrveranstaltungen bezogene Evaluationsformate sinnvoll ergänzen. So werden inhaltliche wie organisatorische Verbesserungspotenziale frühzeitig erkannt und liefern wichtige Impulse zur Weiterentwicklung der Studiengänge gerade mit Blick auf die für alle Akteursgruppen so herausfordernde Studieneingangsphase.

In der hier beschriebenen Form liefert das Tandem-Mentoring zugleich eine neue Möglichkeit zur Förderung des eigenen wissenschaftlichen Nachwuchses, wobei die Lehrenden aus den Studierenden höherer Semester „ihre“ Tandem-Partner auswählen und die Teams gezielt durch die Hochschuldidaktik angeleitet, begleitet und hinsichtlich ihrer Zusammenarbeit unterstützt werden.

Aus Sicht der Hochschule insgesamt trägt das Tandem-Mentoring gerade aufgrund der intensiven Austausch- und Reflexionsmöglichkeiten auf unterschiedlichen Ebenen und im Prozessverlauf des ersten Studienjahrs zur Qualitätsentwicklung bei, indem individuelle Lehrkompetenzen auf- und ausgebaut und Studienprogramme bedarfsorientiert optimiert werden.

Insgesamt wird so ein wichtiger Beitrag zur Entwicklung der angestrebten, kooperativen Lehr- und Lernkultur im Sinne von Konrad und Traub [2012] an der THM geleistet und das aktive Lernen der Studierenden von Beginn an unterstützt. Die Tandem-Mentoren/-innen leben dabei den Studienanfängerinnen und -anfängern die verantwortungsbewusste Zusammenarbeit, aber auch Offenheit, Reflexionsfähigkeit und Lernbereitschaft sowohl auf der zwischenmenschlichen als auch und vor allem auf der Ebene des Faches und im System Hochschule vor, so dass die Sozialisation der „Einsteiger“ im neuen Umfeld gezielt erfolgt und der Übergang von der Schule in die Hochschule nachhaltig erleichtert wird.

Referenzen

- [1] Lewis, G. (1996). The Mentoring Manager. Strategies for fostering Talent and Spreading Knowledge. Institute of Management Foundation. Pitman Publishing, London.
- [2] Brinker, T./Schumacher, E-M. (2014). Befähigen statt belehren. Neue Lehr- und Lernkultur an Hochschulen. Lehrkit für Hochschuldozierende. Arbeitsbuch und 66 Methodenkarten. HEP Verlag, Bern.
- [3] Stangl, W. (97). Lernstrategien – Lerntypen – Lernstile. Online im Internet unter: <http://www.stangl-taller.at/ARBEITSBLAETTER/LERNEN/Lernstrategien.shtml> [14.10.2016].
- [4] Biggs, J./Tang, C. (2011): Teaching for Quality Learning at University. 4. Auflage, New York: Open University Press. <http://www.john.biggs.com.au/academic/constructive-alignment/> [15.05.2016].
- [5] Merkator, N. und Welger, A. (2013). Neue Formen der Qualitätssicherung – dialogische Evaluation in Lehre und Studium. In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung, Jg. 8, Nr. 2, S. 167–174.
- [6] Konrad, K. und Traub, S. (2012). Kooperatives Lernen. Theorie und Praxis in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung. Schneider Verlag, Hohengehren.

EYE-TRACKING-ANALYSE DES BETRACHTUNGSVERHALTENS BEIM LESEN TECHNISCHER DARSTELLUNGEN

Ali Daryusi, Grit Köhler und Yasar Daryousi
Hochschule Offenburg

ali.daryusi@hs-offenburg.de, grit.koehler@hs-offenburg.de, yasar.daryousi@hs-offenburg.de

Abstract 1 Um Rückschlüsse auf das Vorgehen von Studierenden beim Lesen technischer Darstellungen ziehen zu können, wurden 49 Probanden aus dem Studiengang „Maschinenbau“ der Hochschule Offenburg bei ihrer Lösungssuche für eine zeichnerische Aufgabe mit Hilfe der Eyetracking-Technik beobachtet. Die Analyse der empirischen Untersuchungen legt die Vermutung nahe, dass die zunehmende Digitalisierung der Gesellschaft verstärkt zu einem punktuellen und flüchtigen Wahrnehmungsverhalten führen. Ruhe und Gelassenheit im Umgang mit Informationen gehen verloren, ebenso das Denken im Kontext. Nach Ansicht der Autoren sollte in der Ausbildung deshalb eine stärkere Konzentration auf die Grundbausteine und die grundlegenden Zusammenhänge des jeweiligen Fachgebietes, Entschleunigung, Förderung von Versteh-, Abstraktions- und Denkfähigkeit und auf der Motivation zur studentischen Eigenleistung liegen.

Keywords: Technische Darstellungen, praktische Kompetenzen, Eyetracking, Didaktik.

Abstract 1 49 individuals of the degree course “Mechanical Engineering” at the University of Applied Sciences in Offenburg were observed while searching for a solution for a drawing task using the eye tracking technology. From the experiments we can derive conclusions about the actual approach of students in reading technical drawings. The analysis suggests that the increasing digitization of society and the increasing use of electronic micro devices increasingly lead to a punctual and quick perception behaviour. Ease and calmness in dealing with information are increasingly lost, just thinking in context. Thus, it must be the task of teaching to instruct a calm, structured and interrelated approach and training again.

Keywords: technical illustration, practical skills, eye tracking, engineering education, didactics.

PROBLEMSTELLUNG UND MOTIVATION

Die Komplexität heutiger Produkte wächst zunehmend. Gleichzeitig nehmen infolge globalisierter Arbeitsmärkte auch die Schnittstellen innerhalb ihres Fertigungsprozesses immer mehr zu [1]. Dabei werden komplexe konstruktive, bildliche und begriffliche Darstellungen zur Repräsentation der Produktdaten in Form von Freihandskizzen, Zeichnungen, CAD- und FEM-Modellen angefertigt. Dies führt zu wachsenden Schwierigkeiten bei der Verarbeitung aller dargestellten Informationen [2, 3].

Die Beherrschung einer technisch-konstruktiven Sprache durch junge Konstrukteure ist somit ein ganz wesentlicher Teil ihrer Problemlösefähigkeit [4]. Deshalb sollen das räumliche Darstellungsvermögen und die Lese- und Verstehfähigkeit von technischen Zeichnungen beim zukünftigen Konstrukteur gefördert werden. In diesem Kontext wurden die Augenbewegungen mehrerer Probanden beim Lesen einer technischen Darstellung mittels Eyetracking-Technologie exemplarisch untersucht. Etwa 80 % der Informationen und Reize werden vom Menschen über den visuellen Sinneskanal aufgenommen [4, 5]. Informationen, die nachweislich nicht über das Auge aufgenommen werden, können also mit

hoher Wahrscheinlichkeit auch nicht in den Denkprozess eingebunden werden. Deshalb erscheint der Einsatz der Eyetracking-Technologie zur Untersuchung der genannten Thematik besonders geeignet.

PROBANDEN, UNTERSUCHUNGSOBJEKT, LÖSUNGSSTRATEGIEN UND REGELN

In einer Laborstudie wurden 49 Versuchspersonen im Alter von 18 bis 28 Jahren bei der Bearbeitung einer zeichnerischen Aufgabe beobachtet und analysiert. Dabei handelte es sich um vier studentische Gruppen aus dem Studiengang „Maschinenbau“ an der Hochschule Offenburg.

- Gruppe 1: 15 Probanden (2w+13m), erstes Semester, Vorwissen: Vorlesungsreihe „Technisches Zeichnen“ (2D-Darstellung)
- Gruppe 2: 6 Probanden (4w+2m), erstes Semester, Vorwissen: wie in Gruppe 1, Besonderheit: Den Probanden dieser Gruppe stand zusätzlich ein 3D-Druckmodell des Werkstücks als Hilfsmittel zur Verfügung.
- Gruppe 3: 17 Probanden (3w+14m), zweites Semester, Vorwissen: Vorlesungsreihe „Technisches Zeichnen“ und Labor „CAD-Grundlagen“ (2D- und 3D-Darstellung)
- Gruppe 4: 11 Probanden (0w+11m), zweites Semester, Vorwissen: wie in Gruppe 3, Besonderheit: Den Probanden dieser Gruppe stand zusätzlich ein 3D-Druckmodell des Werkstücks als Hilfsmittel zur Verfügung.

Alle Gruppen wurden in gleicher Weise über die Aufgabe informiert.

Die zeichnerische Darstellung beinhaltet ein winkelförmiges Bauteil mit wenigen herausgehobenen Details aus dem Bereich des Maschinenbaus, siehe Abbildung 1. Insbesondere wird das Bauteil durch die folgenden Elemente charakterisiert: ein rechteckiger Absatz mit durchgehender Bohrung, zwei entgegengesetzt orientierte zylindrische Absätze und zwei Fasen.

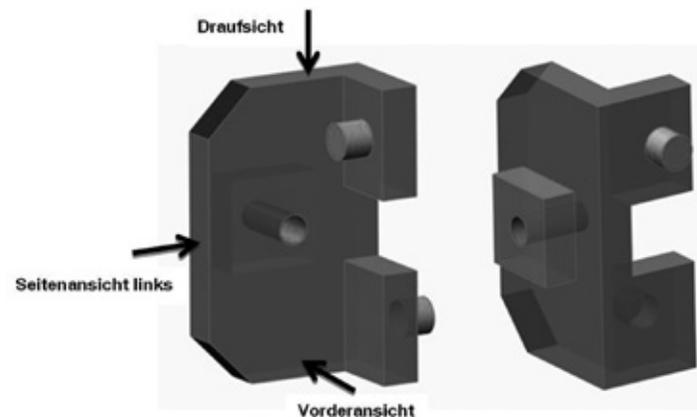


Abbildung 1 Untersuchungsgegenstand (Quelle: Eigene Darstellung)

Von dem dargestellten Werkstück werden den Probanden zunächst Vorderansicht und Draufsicht vorgelegt. Anschließend sollen die Studierenden entscheiden, welche der vier vorgelegten Seiten-

ansichten das dargestellte Werkstück gemäß den Regeln der zeichnerischen Darstellung korrekt abbildet. Die gestellte Aufgabe wurde deshalb so relativ einfach konzipiert, um den Blickvorgängen der Testpersonen folgen zu können.

Die Abbildung 2 erläutert die vorgeschlagene systematische Vorgehensweise und die dafür nötigen Blickpfade zur Ermittlung der richtigen Seitenansicht von links. In einem ersten Schritt sollte man sich einen Überblick über die gegebenen Ansichten verschaffen. Dazu gehört vor allem das Verstehen der dargestellten Geometrie im Raum. Erst danach kann die normgerechte Seitenansicht erfolgreich bestimmt werden. Minimal sind dafür 2 Blickpfade (gestrichelte und gepunktete Darstellung) zu verfolgen. Der durchgezogene untere Blickpfad ist optional (Kontrollschritt). Die gesuchte Ansicht ist die Seitenansicht Nr. 2.

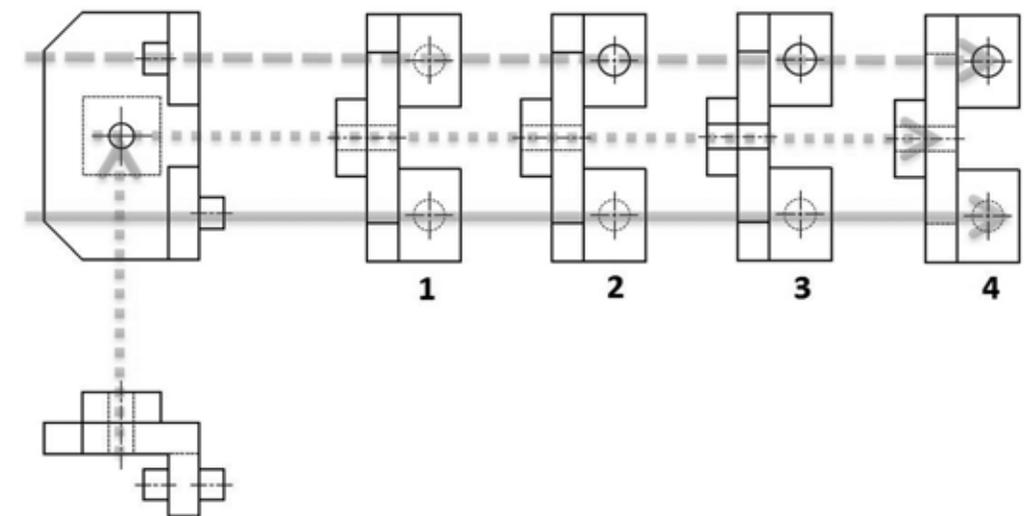


Abbildung 2 Mögliche Vorgehensweise und Darstellung von Vorderansicht und Draufsicht des Bauteils sowie der vier Seitenansichten von links zur Auswahl (Quelle: Eigene Darstellung)

An dieser Stelle soll explizit darauf hingewiesen werden, dass bei der Lösungsfindung lediglich zwei klare Regeln berücksichtigt werden müssen:

- Sichtbare Kanten sind mit einer durchgezogenen Linie zu kennzeichnen.
- Unsichtbare Kanten werden mit einer gestrichelten Linie dargestellt.

Es sind alle für die Lösungsfindung maßgeblichen Werkstückdetails als Areas of Interest (AOI) definiert worden, also in jeder Ansicht die beiden zylindrischen Absätze, der rechteckige Absatz und die beiden Fasen. Das ermöglicht die Auswertung aller relevanten Messgrößen und Kennzahlen der Blickregistrierung. Die Versuchszeit für die Lösung der Aufgabe betrug 60 Sekunden.

EMPIRISCHE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

In der Abbildung 3 ist das visuelle Verhalten bei der Lösungsfindung von einem Experten in Form einer Heatmap, bestehend aus Fixationen und Sakkaden, dokumentiert. Beim Experten nimmt man

deutlich die Gelassenheit beim Betrachten aller Ansichten wahr. Alle entscheidenden Geometrieteils werden hinreichend lange und konzentriert betrachtet. Alle drei erwarteten Blickpfade sind vorhanden. Der Kontrollpfad ist stärker ausgeprägt als notwendig gewesen wäre. Die geplante Testdauer wurde optimal ausgeschöpft (Gesamtzeit: 53,72 s; innerhalb AOI: 36,55 s; außerhalb AOI: 17,17s).

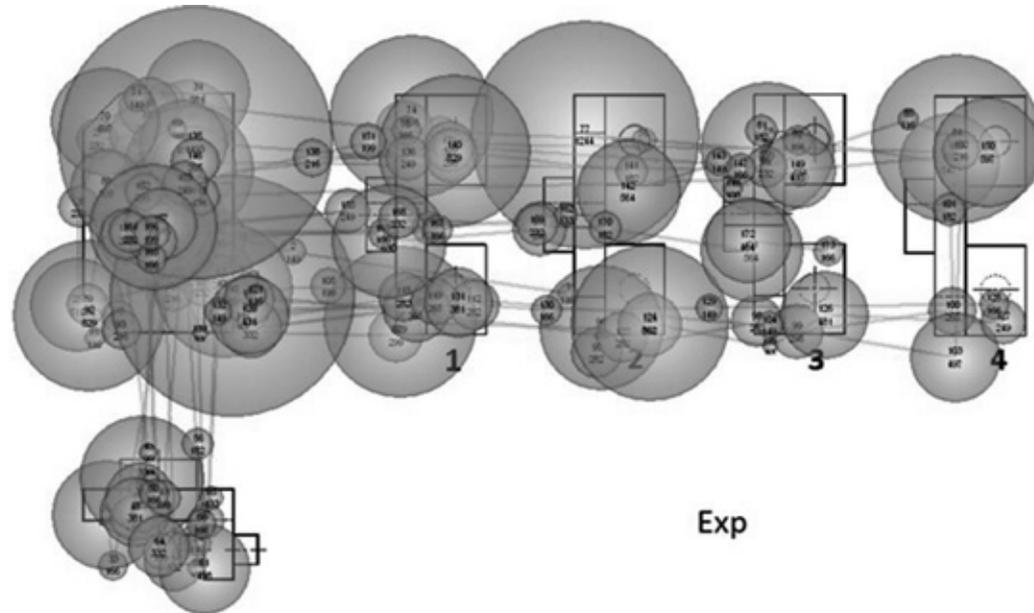


Abbildung 3 Heatmap eines Experten

Die Heatmaps aller Probanden wurden im Verlauf der Arbeit systematisch beurteilt. Die Ergebnisse dieser Analyse wurden umfassend dokumentiert.

Trotz der im Abschnitt „Lösungsstrategien und Regeln“ beschriebenen einfachen und klaren Regeln zur Lösungsfindung lag die Trefferquote über alle Probanden nur bei 46,9 %. Von den Studierenden der Gruppen 1 und 2 wurde in 42,9 % der Fälle die richtige Lösung gefunden. Bei den Studierenden der Gruppen 3 und 4 lag die Erfolgsquote bei 50,0 %.

Weil in allen Probandengruppen die beiden grundlegenden Regeln zur Lösungsfindung bekannt sein müssten, ist anzunehmen, dass andere fehlende Kompetenzen, wie z. B. fehlendes Raumvorstellungsvermögen, fehlende heuristische Kompetenz oder fehlendes Abstraktionsvermögen, die Hauptursachen für das insgesamt schlechte Ergebnis sind. Die Erfolgsquote in Gruppe 2 lag bei 16,7 %. Dieses Ergebnis war völlig unerwartet. Hier konnte die Sichtbarkeit aller Kanten in der Seitenansicht ja direkt am 3D-Druckmodell wie bei der Gruppe 4 überprüft werden. Dass das Ergebnis trotzdem so extrem schlecht war, könnte folgende Ursachen haben:

- Die Regeln zur Darstellung sichtbarer/unsichtbarer Kanten wurden nicht angewendet.
- Die Transferleistung vom vorhandenen räumlichen Modell zur abstrakten Seitenansicht ist nicht gelungen (fehlendes Abstraktionsvermögen).
- Die Studierenden sind extrem verunsichert (hoher Frauenanteil/Anteil von Studierenden mit Migrationshintergrund in dieser Gruppe).

In Gruppe 4 fanden 45,5 % der Studierenden die richtige Lösung. D. h. auch hier müssen weitere Ursachen als die fehlende räumliche Vorstellungskraft für den Misserfolg vermutet werden. Es stellt sich die Frage, ob es den Studierenden wirklich hinreichend gut gelingt, neues Wissen erfolgreich in bestehende Denkstrukturen einzubinden, oder ob der Fokus in der Grundlagenausbildung nicht viel stärker darauf liegen sollte, diese Denkstrukturen erst einmal zu etablieren. Auch die Fähigkeit zur Abstraktion wird nach Ansicht der Autoren in der Ausbildung zu wenig gefördert und abverlangt.

Die Auswertung ergab, dass nur etwa ein Drittel der Studierenden sich Zeit für eine ruhige Betrachtung von Vorderansicht und Draufsicht nimmt. Während der Experte für die Auseinandersetzung mit Vorderansicht und Draufsicht ca. 42,6 % der Gesamtzeit verwendet, werden von den Studierenden nur 19,0 % (Gruppe 2), 19,7 % (Gruppe 4), 23,4 % (Gruppe 3) bzw. 27,8 % (Gruppe 1) der Gesamtzeit hierfür genutzt.

Die Heatmap eines Probanden in der Abbildung 4 (Proband 4-1, Gruppe 1, m, Deutschland, kein Abitur, richtige Lösung gefunden) zeigt die erhoffte ruhige und konzentrierte Betrachtung von Vorder- und Draufsicht als Voraussetzung für die Ermittlung der richtigen Lösung. (Gesamtzeit: 41,25 s; innerhalb AOI: 20,52 s; außerhalb AOI: 20,73 s).

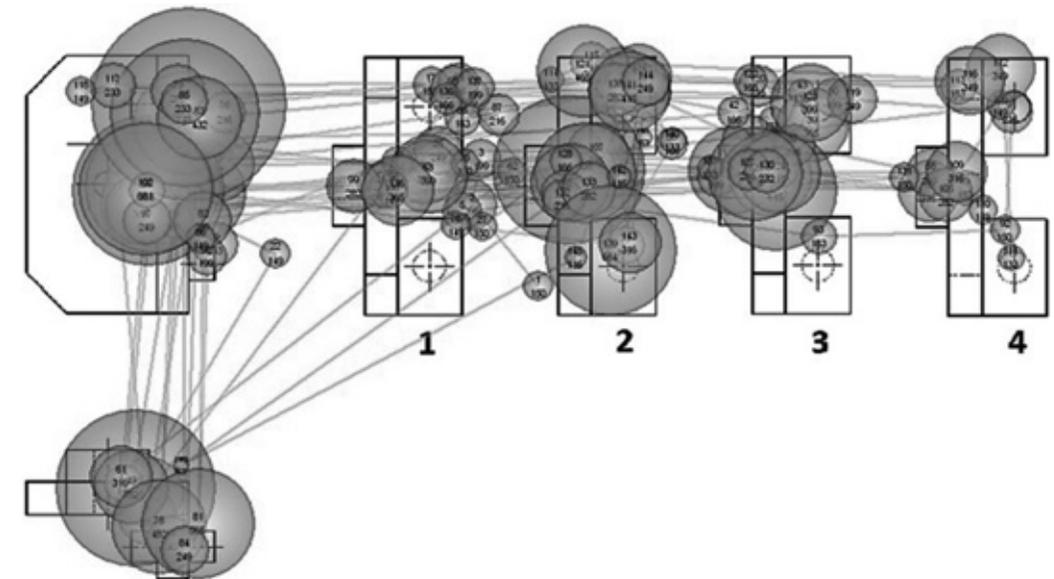


Abbildung 4 Heatmap vom Pb. 4-1: Konzentrierte Betrachtung von Vorderansicht und Draufsicht

Etwa ein Drittel der Studierenden beginnt hingegen viel zu schnell mit der Lösungsfindung. Ein letztes Drittel hat die Entscheidungskriterien für die Lösungsfindung nicht erkannt. Deutliches Indiz hierfür ist eine sehr hohe Anzahl an kurzen Fixationen und/oder Blickpendelungen bei vielen Probanden.

Die Abbildung 5 zeigt beispielhaft die Heatmap einer Probandin (Proband 5-1, Gruppe 1, w, Deutschland, kein Abitur, richtige Lösung nicht gefunden). Diese Probandin hat überdurchschnittlich lange für die Betrachtung von Vorderansicht und Draufsicht und somit offensichtlich für die Entwicklung einer Raumvorstellung von dem gegebenen Werkstück benötigt. Die große Anzahl an hin und her pendelnden Blickpfaden lässt eine größere Unsicherheit vermuten. Das Entscheidungskriterium „Fase“ blieb unberücksichtigt (Gesamtzeit: 60,0 s; innerhalb AOI: 34,32 s; außerhalb AOI: 25,68 s).

Anmerkungen

Grundsätzlich können nach Auswertung aller Heatmaps folgende Anmerkungen getroffen werden:

In allen Gruppen wurde zur Entwicklung der Raumvorstellung hauptsächlich die Vorderansicht genutzt. Für die Betrachtung der beiden zylindrischen Absätze wurde von allen Gruppen deutlich weniger Zeit verwendet als für die Betrachtung des rechteckigen Absatzes. Offensichtlich bereitete den Studierenden die Entwicklung einer räumlichen Vorstellung des rechteckigen Absatzes bzw. die Identifizierung seiner richtigen Seitendarstellung größere Schwierigkeiten. Wahrscheinlich haben die wenigsten erkannt, dass die Draufsicht schon die richtige Darstellung, wenn auch unter einem um 90° gedrehten Blickwinkel, enthält. Das könnte ein Indiz dafür sein, dass selbst die Probanden, die die korrekte Seitenansicht richtig benannt haben, nicht unbedingt eine gute räumliche Vorstellung von der Geometrie des Bauteils hatten.

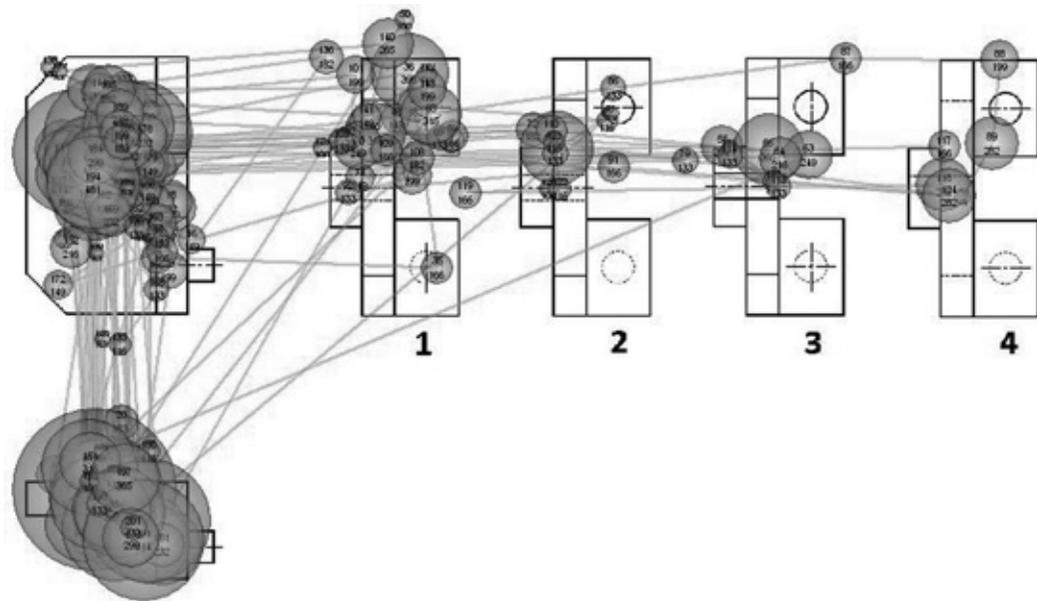


Abbildung 5 Heatmap vom Pb. 5-1: Viele Blickpendelungen, wesentliche Entscheidungskriterien nicht erkannt

Ein Hinweis auf eine fehlerhafte räumliche Vorstellung von dem Werkstück ist die Verwendung der Draufsicht für die Ermittlung der richtigen Seitenansicht der zylindrischen Absätze. Die Draufsicht erlaubt keine Rückschlüsse auf die räumliche Anordnung dieser beiden Absätze.

Nur bei wenigen Studierenden sind die erwarteten Blickpfade, die den Autoren als Indikator für eine systematische Vorgehensweise bei der Lösungsfindung dienen, klar ausgeprägt. Bei den Studierenden überwiegt eine Mischung aus systematischem Vorgehen und Ausschlussverfahren für die falschen Seitenansichten.

Nur etwa die Hälfte aller Studierenden überprüft in einem Kontrollschritt die aufgestellte Lösungshypothese. Eine klare Struktur in den Blickpfaden war andererseits kein ausreichendes Kriterium für eine korrekte Lösung. Nur in Verbindung mit einer klaren räumlichen Vorstellung vom Werkstück führt eine systematische Vorgehensweise auch zum Erfolg.

Sehr viele hin und her pendelnde Blickpfade werten die Autoren als ein Zeichen für Unsicherheiten und somit entweder für ein schlechteres Raumvorstellungs- oder/und Abstraktionsvermögen oder aber für fehlende Kenntnisse auf dem Gebiet der zeichnerischen Darstellung.

Weiterhin wurden die durchschnittlichen Fixationsdauern für die vier Seitenansichten ausgewertet. Der Lösungsstrategie A wurden alle diejenigen Probanden zugeordnet, bei denen die Betrachtungsdauer von Seitenansicht zu Seitenansicht immer mehr abnahm. Hier ist ein Lerneffekt deutlich zu erkennen; d. h. die Erwartungshaltung bezüglich der zu überprüfenden Kriterien wurde mit jedem Schritt klarer und die Sicherheit bezüglich der Lösungsfindung größer. Die Lösungsstrategie B spiegelt ebenfalls diese Lernkurve wider. Dieser Kurve wird aber noch die erforderliche Zeit für die Überprüfung einer aufgestellten Lösungshypothese überlagert. Diese Lösungsstrategie B, Aufstellen und Überprüfen einer Lösungshypothese, erwies sich als diejenige mit der höchsten Trefferquote. Vorgehensweisen, die keinen deutlichen Lerneffekt erkennen ließen, waren bis auf ganz wenige Ausnahmen nicht erfolgreich.

Personenbezogene Merkmale

Über alle Gruppen lag die Trefferquote der Probandinnen (9) bei 11,1 %, bei den Probanden (40) bei 55 %. Von den Abiturienten (17m+5w) fanden 27,3 % die richtige Lösung, von den Probanden ohne Abitur (23m+4w) waren es 63,0 %.

Von den Studierenden mit Migrationshintergrund (9m+4w) konnten 30,8 % die korrekte Seitenansicht ermitteln, von den deutschen Studierenden (31m+5w) konnten das 52,8 %. Die Zusammensetzung jeder einzelnen Probandengruppe war in Bezug auf die Grundgesamtheit natürlich nicht repräsentativ. So waren beispielsweise in Gruppe 2 sowohl die Probandinnen als auch die Abiturienten deutlich überrepräsentiert, in Gruppe 4 fehlten Probandinnen hingegen völlig. Die ebenfalls durchgeführten statistischen Betrachtungen untermauern jedoch die grundlegende Aussage, dass wenigstens ein Drittel der Studierenden nach Abschluss des Grundstudiums im Studiengang Maschinenbau nicht in der Lage ist, diese relativ einfache Aufgabe richtig zu lösen. Abbildung 6 gestattet einen Vergleich der durchschnittlichen Werte der gesamten Versuchszeit, der Fixationsdauern für die Vorderansicht und der Draufsicht und der Betrachtungszeit der AOI des Experten und der einzelnen Gruppen.

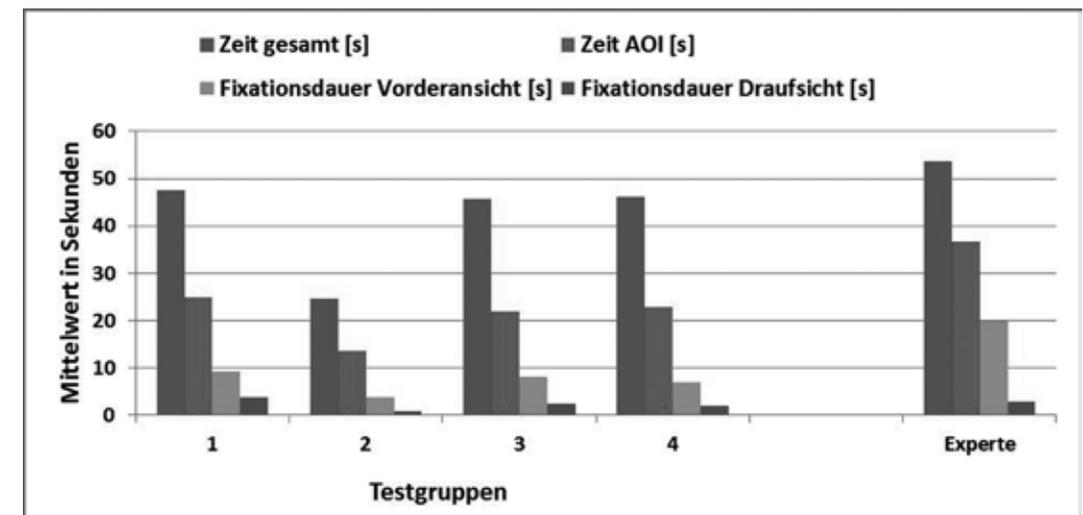


Abbildung 6 Durchschnittliche Versuchszeit, Fixationsdauern von Vorderansicht und Draufsicht sowie der AOI

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Ausbildung der Studierenden muss sich wieder stärker auf grundlegende Sachverhalte, Regeln und Zusammenhänge fokussieren. Diese müssen in Übungen verstärkt trainiert werden, damit sich bei den Studierenden hier Sicherheit einstellt.

Die zunehmende Digitalisierung der Gesellschaft und der zunehmende Umgang mit elektronischen Kleinsteuergäten führen verstärkt zu einem punktuellen und schnellen Wahrnehmungsverhalten. Ruhe und Gelassenheit im Umgang mit Informationen gehen verloren, ebenso das Denken im Kontext. Somit muss es Aufgabe der Lehre sein, verstärkt ein ruhiges, strukturiertes und auf Zusammenhänge ausgerichtetes Vorgehen zu vermitteln und zu üben. Der ausschließliche Einsatz von CAD-Programmen scheint hierfür nicht geeignet zu sein. Vielmehr sollte wieder verstärkt die manuelle Darstellung mit Papier und Bleistift in die Ausbildung eingebunden werden. Sie ist geeignet, Prozesse zu verlangsamen und unterstützt gleichzeitig die Fokussierung auf Wesentliches.

Insbesondere bei Studentinnen (mit und ohne Migrationshintergrund), aber auch bei einigen Studenten ist zu beobachten, dass sie trotz einer systematischen Vorgehensweise und Berücksichtigung aller Entscheidungskriterien nicht zu einer richtigen Lösung finden. Extrem viele Fixationen und hin und her wandernde Blicke lassen hier eine größere Unsicherheit vermuten. Diese Studierende müssen in den Übungen direkt angesprochen und immer wieder ermutigt werden. Bei einigen Studierenden ist die Studienmotivation zu hinterfragen. Ohne die Bereitschaft, sich einzulassen und zu lernen, ist ein Studienerfolg nicht zu erreichen.

Die Rückmeldung der Studierenden zu den Eyetracking-Untersuchungen fiel sehr positiv aus. Bei der gemeinsamen Auswertung der Analysedaten gewannen diese einen tieferen Einblick in ihr eigenes visuelles Wahrnehmen und konnten so teilweise ihre Vorgehensweise selber interpretieren und sogar eigene Vorschläge zu einer besseren Analyse der technischen Zeichnung geben.

Die grundlegenden Erkenntnisse der in diesem Artikel vorgestellten Untersuchungen, nämlich Konzentration auf die Grundbausteine und die grundlegenden Zusammenhänge des betrachteten Fachgebietes, Entschleunigung, Förderung von Versteh-, Abstraktions- und Denkfähigkeit, Motivation zur studentischen Eigenleistung, fließen gegenwärtig auch in die Umgestaltung bestehender Studiengänge der Fakultät ein. Das ist erforderlich, um die Ausbildung den heutigen Rahmenbedingungen und Anforderungen anzupassen.

Referenzen

- [1] Ehrlenspiel, Klaus; Meerkamm, Harald (2013). Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 5. Auflage.: Carl Hanser Verlag, München, ISBN-978-3-446-43548-3.
- [2] Daryusi, Ali; Schröder, Niklas.: Neue Wege zur Stärkung der Präsentationskompetenz und Teamfähigkeit in der Technikausbildung. In: lernen & lehren, 28. Jahrgang (2013), Heft 111 (3/2013), p. 127–132, ISSN 0940-7340.
- [3] Daryusi, A.; Schröder, Niklas.; Serrer, Sebastian.: Micro-Präsentationen in der CAE-Ausbildung, Didaktische Konzeption einer Lernumgebung und erste Erfahrungen. In: KT2013, Shaker Verlag Aachen 2013, Band 15, p. 271-282, ISBN 978-3-8440-2182-0.
- [4] Rutz, Anderas (1985). Konstruieren als gedanklicher Prozess. Diss. TU München.
- [5] Poitschke, Mattias (2011). Blickbasierte Mensch-Maschine Interaktion im Automobil. Diss. TU München.

ANALYSE FUNKTIONALER ZUSAMMENHÄNGE UND ENTWICKLUNG KOMPLEXER PROGRAMMSYSTEME AM BEISPIEL DER HUMANOIDEN ROBOTIK

Andrea Dederichs-Koch und Ulrike Zwiers
Hochschule Bochum, Fachbereich Mechatronik und Maschinenbau
andrea.dederichs-koch@hs-bochum.de, ulrike.zwiers@hs-bochum.de

Abstract 1 Die Programmierung humanoider Roboter erfordert eine systematische Analyse und Modellierung der funktionalen Zusammenhänge zwischen mechanischen Komponenten, Antriebselementen, Sensoren und Steuerungen. Soll ein humanoider Roboter mit einem Menschen interagieren, z. B. als Spielpartner bei einem Brettspiel, so sind ausserdem Kompetenzen und Kenntnisse im Bereich der Bahnplanung, Computergestützten Bildverarbeitung und Konstruktion erforderlich, um eine gewünschte Funktionalität zu implementieren, wobei der Gestaltung der Mensch-Roboter-Schnittstelle unter Einbindung von Sprach- und Gesichtserkennung besondere Bedeutung zukommt.

Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit wird ein erster Ansatz zur Programmierung eines spielenden Roboters vorgestellt. Am Beispiel des humanoiden NAO-Roboters werden die in verschiedenen Projektarbeiten gesammelten Erfahrungen dokumentiert. Diese dienen als Grundlage für die Entwicklung eines Studienmoduls zur humanoiden Robotik.

Keywords: Robotik, Mensch-Roboter-Interaktion, Programmsysteme

Abstract 2 The programming of complex robots require a systematic analysis and modeling of functional relationships between mechanical components, driving devices, sensors and control algorithms. If a humanoid robot shall be used as a partner in a broad game, knowledge of path planning, image processing, and design are additionally needed in order to implement a desired functionality.

In this contribution, a first approach towards a technical realization of a game playing robot is presented. Referring to various projects that utilized the humanoid NAO robot, the gained experiences are documented, which serves as basis for the development of a study course for humanoid robotics.

Keywords: Robotics, Human-Robot-Interaction, programs, systems.

HUMANOIDE ROBOTIK

Die Humanoide Robotik ist ein Spezialgebiet der Robotik, in dem menschliches Aussehen, menschliche Fähigkeiten bis hin zu Verhalten und Intelligenz nachempfunden werden sollen [1]. Die technischen Komponenten werden zu einem komplexen Gesamtsystem verbunden, wobei nicht nur die Arm- und Bein-Kinematik eine Herausforderung darstellt, sondern vor allem das autonome Verhalten sowie die Mensch-Roboter-Interaktion. In verschiedenen studentischen Projekten kommt der humanoide NAO-Roboter zum Einsatz, der über 25 Freiheitsgraden, einem Bilderkennungs- und -verarbeitungssystem, Spracherkennung und einer Vielzahl von Sensoren zur Wahrnehmung seiner Umgebung verfügt [2]. Er ist über eine grafisch orientierte Software steuerbar, es existieren auch Schnittstellen zu höheren Programmiersprachen.

In der neuesten Version sind programmtechnische Komponenten zu Roboterkinematik und Sensorik innerhalb des Betriebssystems integriert, die zum einen den Roboter lebendig wirken lassen und zum anderen in eine aktive Mensch-Roboter-Interaktion treten lassen. Verschiedene Interaktionsstufen ermöglichen unterschiedliche Reaktionen des Roboters auf Geräusche, Bewegungen, Berührungen sowie Gesichtserkennung.

Um eine Systematik komplexer Programmsysteme zu entwickeln, wird zunächst eine Situations-Analyse durchgeführt, bei dem der humanoide NAO-Roboter als Spielpartner eines Brettspiels fungiert. Da der Schwerpunkt der zugrundeliegenden Arbeiten auf der Mechanik bzw. Konstruktion und Sensorik (Bildverarbeitung) des Roboters sowie den darauf basierenden Möglichkeiten zur Interaktion liegt, ist auf ein komplexes Spiel, wie z. B. Schach, zu verzichten. Basis der Untersuchung ist das im Vergleich hierzu einfache Brettspiel „Tic Tac Toe“ mit einem nicht zu komplexen Spielalgorithmus. Das Szenario beschränkt sich auf einfache Abläufe im Rahmen der Spielsituation, d. h. komplexe Bewegungen bzw. dynamische Bildverarbeitung sind nicht zu berücksichtigen [3], [4]. Die Spielsituation veranschaulicht Abbildung 1.

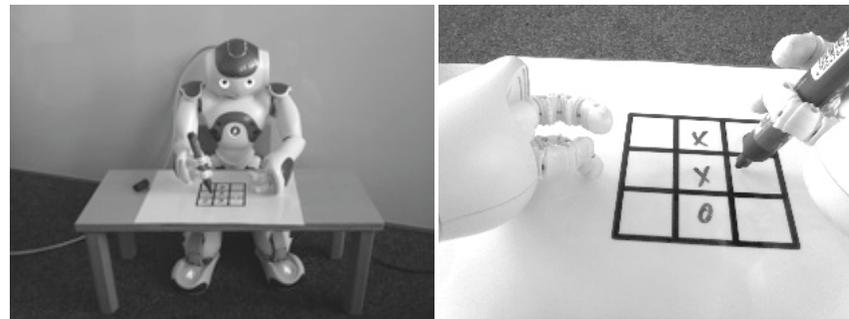


Abbildung 1 Der humanoide NAO-Roboter beim Brettspiel „Tic Tac Toe“

Die einzelnen Programmieraufgaben im Spielablauf setzen sich wie folgt zusammen:

- Entwicklung des Spielalgorithmus sowie Kontrolle und Ausführen der Spielzüge
- Bildverarbeitung: Erkennen des Spielfeldes sowie dessen Orientierung
- Kinematik und Bahnplanung: Durchführung eines Spielzugs
- Mensch-Roboter-Interaktion:
 - Dialogkomponente, z. B. Aufforderung, das Spiel zu beginnen,
 - Erkennen der Spielzüge bzw. Reaktion auf Spielzug des interagierenden Menschen,
 - Erkennen des Spielendes und Reaktion auf Gewinnen oder Verlieren des Spiels.

ENTWICKLUNG DES SPIELALGORITHMUS SOWIE KONTROLLE UND AUSFÜHREN DER SPIELZÜGE

Das „Tic Tac Toe“-Brettspiel wird von zwei Personen auf einem Spielfeld mit neuen „Kästchen“ gespielt, wobei abwechselnd jede Person ihr Spielsymbol „X“ oder „O“ auf eines der Felder zeichnet. Gewonnen hat diejenige Person, die es als erste gelingt, eine Reihe, Spalte oder Diagonale mit dem eigenen Symbol zu vervollständigen.

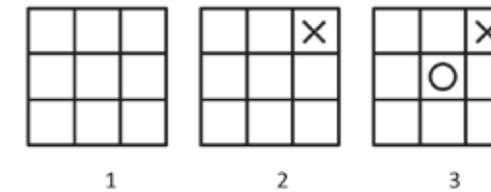


Abbildung 2 Mögliche Spielsituationen

Der Spielalgorithmus verfolgt verschiedene Optionen, wobei zunächst versucht wird, das mittlere Feld zu besetzen, erst dann die Eckfelder. Es wird außerdem geprüft, ob das eigene Symbol bereits auf zwei benachbarten Feldern vorhanden ist, so dass das Spiel mit dem eigenen Gewinn beendet werden kann. Bei der Verfolgung der eigenen Gewinnstrategie ist aber auch zu berücksichtigen, dass der Gewinn der gegnerischen Person verhindert werden muss. Die Entwicklung eines geeigneten Spielalgorithmus stellt eine nicht zu große Herausforderung dar. Vielmehr bereiten die Durchführung eigener Spielzüge und das Erkennen des gegnerischen Spielzugs große Schwierigkeiten.

Bildverarbeitung

Da der Roboter das Spielbrett perspektivisch sieht und auch die Lichtverhältnisse und somit der Kontrast zwischen Spielfeldlinien, Spielsymbolen stark variiert, muss nicht nur die Orientierung erkannt, sondern auch eine Kalibrierung per Canny-Algorithmus durchgeführt werden [5]. Abbildung 3 zeigt die verschiedenen Stufen der Bildanalyse sowie die Auswertung der bildverarbeitenden Algorithmen.

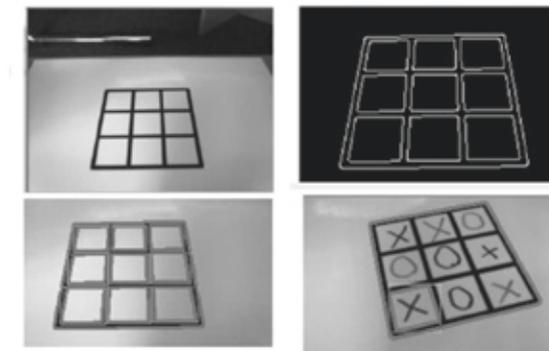


Abbildung 3 Spielfeld und Bildverarbeitung

Kinematik und Bahnplanung

Die Arme des humanoiden NAO-Roboters bestehen aus mehreren Armteilen und Gelenken, wobei zwei Armgelenke (im Ellbogen und Handgelenk) nur der Orientierung der Hand dienen, während zwei Schulter-Gelenke und ein Ellbogengelenk dem Erreichen eines Objektes dienen. Die gesamte Armlänge von der Schulter bis zu den Fingern des Roboters beträgt ca. 200 mm im ausgestreckten Zustand. Durch „Knicken“ der Gelenke, was für das Erreichen von Zielpositionen erforderlich ist, verkürzt sich der Abstand entsprechend.

Aus der Perspektive des NAO-Roboters soll nicht nur das Brett und der Spielzug erkannt, sondern auch die Bahnplanung des Arms zur Ausführung des Roboter-Spielzugs programmiert und durchgeführt werden. Die Schätzung des Spielbrettabstands, die genaue Positionierung auf dem Spielfeld in Kombination mit der geringen Reichweite und der damit verbundenen Größe des Spielfeldes erweist sich hierbei als schwierig. Es werden daher ein fest definierter Abstand sowie eine zentrale Positionierung des Roboters in Bezug zum Spielfeld gewählt, um die Programmierarbeiten im Rahmen der Projektarbeiten zu reduzieren. Eine Studie zur Positionierung der Roboterhand sowie zur Erstellung der Spielkreuze zeigt Abbildung 4, die zugehörigen Gelenkwinkeinstellungen sind in Abbildung 5 dargestellt, wobei die Kästchen des Spielfeldes von 1 bis 9 nummeriert sind.

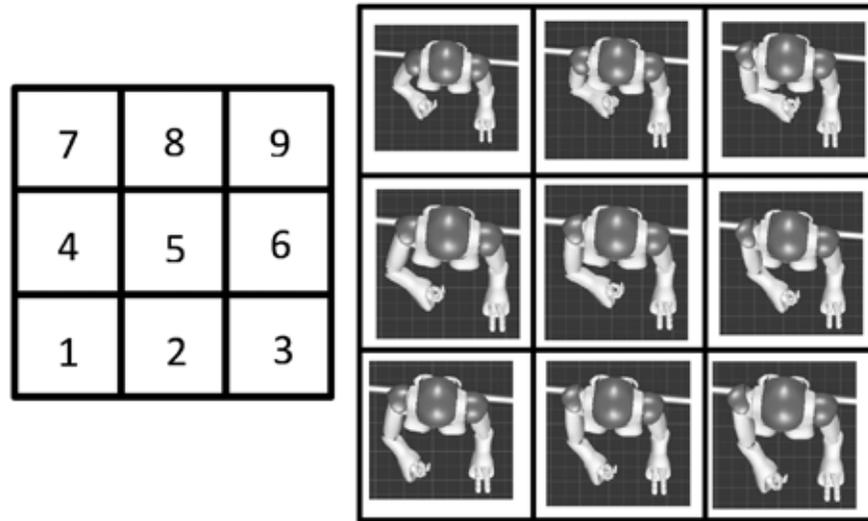


Abbildung 4 Positionierung der Hand auf dem Spielfeld

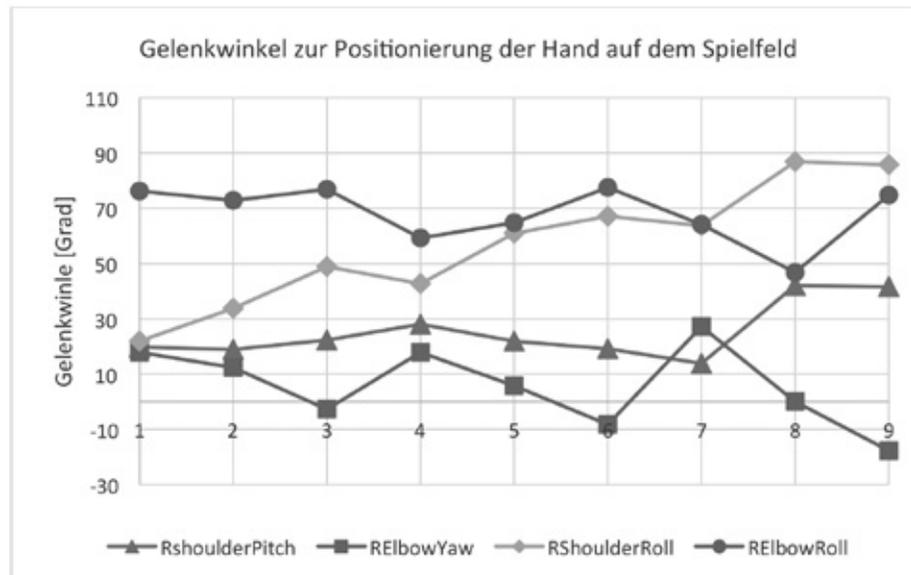


Abbildung 5 Gelenkwinkel des rechten Arms zur Erreichung der einzelnen Spielfelder

Beim Erreichen von Zielfeldern gibt es keine eindeutige Einstellung der Gelenkwinkel bei einer kinematischen Kette (Problematik der inversen Kinematik). Interessant hierbei ist jedoch, dass die Einstellung der verschiedenen Gelenkwinkel sich bei einer eindeutigen Zielposition bedingen, d. h. verändert sich der Winkel des Schultergelenks, so hat dies Auswirkungen auf das nachfolgende Ellbogen-Gelenk.

MENSCH-ROBOTER-INTERAKTION

Der NAO-Roboter als Spielpartner wird erst dann interessant, wenn er variabel und autonom auf Spielzüge reagieren kann. Hierzu sind verschiedene Möglichkeiten in der grafischen Programmiersprache „Choreographe“ sowie im Betriebssystem „Naoqi“ vorgesehen. Als Interaktionsmöglichkeiten steht zum einen die Programmierung von animierten Dialogen zur Verfügung und zum anderen die Reaktion auf Ereignisse, wie z. B. die Ausführung eines Spielzuges.

Im Programmsystem lassen sich komplexe Dialoge programmieren, die mit einer Art „body language“ kombiniert werden kann. Hierfür können Dialogtexte mit kurzen Bewegungssequenzen verbunden werden. Auch erlaubt der Texteditor eine Auswahl an verschiedenen Reaktionsmöglichkeiten, je nachdem, wie der Dialog von der interagierenden Person fortgesetzt wird. Die Bewegungssequenzen sollen Emotionen, wie z. B. enthusiastisch oder erklärend, ausdrücken. Für verschiedene Emotionen sind außerdem mehrere Bewegungssequenzen, sogenannte Emotionsgesten, vorhanden, damit die Reaktion des Roboters nicht vorhersehbar, stereotyp oder langweilig erscheint.

Im Konzept des Roboters sind Reaktionen auf Ereignisse ebenso vorgesehen. In einem Zustand der „basic awareness“ reagiert der Roboter auf Geräusche, detektiert deren Richtung, kann Bewegungen erkennen und kann teilweise auf Berührungen reagieren. Eine Personalisierung über Gesichtserkennungsmethoden ist ebenfalls möglich, um auf verschiedene Personen differenziertes Verhalten des Roboters zu implementieren. Mit diesen Eigenschaften gehört der NAO-Roboter bereits zu den sozial interagierenden Robotern.

FAZIT

Im Rahmen der Programmierung humanoider Roboter am Beispiel des NAO-Roboters ist zu berücksichtigen, dass nicht alle möglichen Gelenkwinkeinstellungen eine „natürliche“ Bewegung beinhalten. Diese Betrachtung in der humanoiden Robotik ist bei anderen Robotersystemen, wie z. B. Industrierobotern, irrelevant. Inwieweit sich hier Heuristiken oder iterative Verfahren zu menschlichen Bewegungsabläufen anwenden lassen, müsste im Rahmen von weiteren Studien untersucht werden.

Die Dialog-Interaktion lässt eine vielfältige Gestaltung zu, dennoch handelt es sich um geführte Dialoge, bei dem die programmierende Person eine umfangreiche Wahlmöglichkeit vorsehen muss. Es bleibt dann der interagierenden Person überlassen, inwieweit ihre Bedürfnisse durch ein geführtes Programm- und Dialogsystem berücksichtigt wird. Trotz der Variabilität sind die Emotionen nicht immer eindeutig erkennbar. Die Programmierung variabler Dialoge erfordert trotz der programmtechnischen Unterstützung einen hohen Aufwand und auch das Testen mit vielen verschiedenen Personen, die auf den Roboter unterschiedlich reagieren, benötigt eine komplexe Differenzierung. Die programmtechnische Gestaltung des Roboterhaltens und die unterschiedliche Ausgestaltung führen aber dazu, sich mit Diversitäts- und Genderfaktoren und der eigenen persönlichen Haltung auseinanderzusetzen.

Die verschiedenen analysierten Teilprogramme wurden in ein gesamtes komplexes Programmsystem implementiert. Trotz der reduzierten Spielsituation (keine Dynamik) konnten nicht alle Ideen umgesetzt werden, da die Einzeldisziplinen einen hohen Einarbeitungsaufwand erfordern. Eine stärkere Strukturierung der Aufgabenstellung und eine frühzeitige Verteilung der verschiedenen Teil-Aufgaben auf ein Team könnten zu einer größeren Vielfalt der realisierten Programme führen. Für die Realisierung eines Studienmoduls zur humanoiden Robotik sind noch weitere Arbeiten erforderlich.

Referenzen

- [1] Siciliano, B.; Khatib, O. (Hg., 2008). Handbook of Robotics. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [2] Gouaillier, D.; Hugel, V. and others (2008). The NAO humanoid: a combination of performance and affordability. Computing Research Repository.
- [3] Mühlnickel, J.; Berghoff-Ising, D. (2014). Entwicklung eines Spiel- und Bildverarbeitungsalgorithmus für den humanoiden NAO-Roboter, Project thesis. Hochschule Bochum.
- [4] Strzebinczyk, V. (2015). Implementierung eines Bildverarbeitungsalgorithmus im humanoiden NAO-Roboter unter Berücksichtigung dynamischer Lichteinflüsse, Project thesis. Hochschule Bochum.
- [5] Canny, J. (1986). A Computational Approach to Edge Detection. In: IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-8, No. 6, p. 679–698.

DUALE INGENIEURAUSSILDUNG UND HYBRIDE BERUFS- AUSSILDUNG ALS STANDARDWEGE BERUFLICHER BILDUNG

Ralph Dreher und Steffen Jaschke
Universität Siegen. Technical Vocational Didactics (TVD)
dreher.tvd@uni-siegen.de, jaschke.tvd@uni-siegen.de

Abstract 1 *Ausgehend von den Herausforderungen einer Arbeitswelt innerhalb von Industrie 4.0 erscheinen hinsichtlich der institutionellen Vernetzung zwei Szenarien einer dualen und einer hybriden Ausbildung denkbar, was zu einem hybriden System mit Implikationen für alle Akteure, den Hochschulen, Berufs- und Allgemeinbildenden Schulen sowie Ausbildungsbetrieben führt.*

Keywords: *Industrie 4.0, Hybride berufliche Bildung, Ingenieurausbildung*

Abstract 2 *In Germany, the ongoing process of digitization, the deployment of Cyber-Physical Systems in manufacturing as well as Internet of Things and Services is referred to as „Industry 4.0“ [1]. Based on the challenges within industry 4.0, two scenarios of a dual and a hybrid education are conceivable. This causes implications for all actors, universities, vocational schools, general schools, and industry.*

Keywords: *Industrial internet of things, hybrid vocational education, engineering education*

WANDEL DER ARBEITSPROZESSE ZUR INDUSTRIE 4.0

Frey und Osborne haben in ihrer Studie zur „Anfälligkeit von Arbeitsplätzen durch Digitalisierung“ festgestellt, dass 47 % der US-amerikanischen Beschäftigungsverhältnisse durch die fortschreitende Digitalisierung bedroht sind [2]. Vergleichende Studien attestieren selbiges für ca. 51 % der Beschäftigungsverhältnisse Deutschlands [3]. Ausgegangen wird allerdings nicht von einem vollständigen Wegfall der Beschäftigung, sondern von einer Verlagerung zu mehr kreativen und sozialen Berufsbildern, in denen sich die Beschäftigten schnell anpassen müssen, statt einfache bzw. monotone Tätigkeiten auszuführen. Deutlich wird, dass „Industriearbeit 4.0“ ebenso wie der tatsächliche Technologieeinsatz sich durch erhebliche Unsicherheiten und schnelle Veränderung auszeichnet, denn kennzeichnendes Merkmal von „Industrie 4.0“ ist es, dass nicht nur (wie im Zuge der Automatisierung innerhalb von Massenproduktion ab den 1980er Jahren) der Akt einer beruflichen Handlung selbst maschinellen Systemen überlassen wird. Diesen fundamentalen Wandel der Rolle des Menschen im sozio-technischen Kontext der „Industrie 4.0“ beschreiben Hompel und Kerner, indem sie feststellen, dass der Mensch in die Interaktion zwischen Maschinen und Prozesssteuerungen integriert wird [4]. Zusätzlich wird nun die Entscheidung über Produktionsreihenfolge, Produktionsschritte, Produktionsmittel und Warenversand durch Expertensysteme automatisiert bzw. den Kunden getroffen. Dazu sind alle prozessrelevanten Teile, von Produktion bis Dienstleistung durchgängig vernetzt. Da sich damit die industriellen Prozesse sowie die Interaktion des Menschen in diesen Prozessen schneller und nachhaltig verändern, stellt sich die Frage, ob, wie und mit welchen Bildungszielen das duale System der Berufsausbildung die Implikationen für die Ausbildung hochspezialisierter Fachkräfte leisten kann.

Konkret bedeutet dieses eine Auseinandersetzung mit den Fragen,

- welches Bildungsziel berufliche Bildung angesichts dieser Umgestaltung von Produktionsprozess und Arbeitsplatz haben muss (Richtzielkonkretisierung);

- welche Arbeitsinhalte mit welchen Arbeitsanforderungen zukünftig „Industrie-4.0-Facharbeit“ abbilden;
- welche Funktion dabei speziell der Lernort Berufsschule übernehmen muss, da dieser angesichts des absehbar hohen Innovationstempos nicht in der Lage sein wird, die jeweils aktuelle berufliche Realität abzubilden;
- welche institutionelle Vernetzung daher anzustreben ist, um Facharbeitskräfte auf diese Herausforderungen in „Industrie 4.0“ vorzubereiten.

Aus berufswissenschaftlicher Sicht besteht das Grunddefizit, dass angesichts der unterschiedlichen Durchdringungsgrade von „Industrie 4.0“-Technologien gerade in mittelständischen Unternehmen unklar ist,

- wie Ingenieurarbeit und Facharbeit zum Zwecke der Systembeherrschung, -adaption und -fortentwicklung sich miteinander verschränken;
- wie das ingenieurhafte und eher explizite Wissen um Netz- und Kommunikationsstrukturen verschmolzen wird, mit dem eher impliziten Wissen um nachhaltige Fertigungsparameter;
- welche konkreten Arbeitsaufgaben sich daraus für die zukünftige Facharbeit innerhalb von „Industrie 4.0“-Einsatzszenarien ergeben, die dann die Basis für berufsdidaktisch transformierte Lernsituationen sein können.

Diese Fragen können und sollen nicht innerhalb eines Artikels beantwortet werden. Vielmehr ist sich aufgrund des sehr komplexen Themenfeldes und der hohen Ungewissheit diesen Fragen schrittweise und in kollegialem Diskurs zu nähern, was das postulieren von Thesen einschließt. Studien zu ausgewählten Prozessen sind nur näherungsweise verallgemeinerbar. Insbesondere der Schluss von bereits „Industrie 4.0“-implementierenden Industriebetrieben auf Prozesse in mittelständische (Familien-) Unternehmen ist nicht möglich. Einigkeit besteht für die Notwendigkeit zur Förderung von Gestaltungskompetenz, welche für die folgenden Schlussfolgerungen als wesentlich erachtet wird, da es offensichtliche Kernaufgabe der Beruflichkeit innerhalb von „Industrie 4.0“ sein muss, die Systemkontrolle zu behalten. „Systemkontrolle“ meint hier zum einen die Grenzsetzung maschinell gesteuerter Optimierungsprozesse innerhalb von Produktion und Logistik zugunsten des Menschen selbst, zum anderen jedoch auch die rationale Überprüfung von systemisch generierten Entscheidungen hinsichtlich deren tatsächlichen Optimierungspotenzials. Oder fokussiert formuliert: Dem Mensch in der „Industrie 4.0“ muss es in einer Masterrolle weiterhin gelingen, die „systemische Gestaltungsalgorithmik“ als Kernidee von „Industrie 4.0“ zu gestalten – durch ein Wechselspiel von Überwachung und Optimierung.

AUSBILDUNGSINHALTE

Festzustellen bleibt, dass Wissen um die Festlegung bestimmter Produktionsparameter und -verfahren als Grundlage für Expertensysteme weiterhin ein Bestandteil von Facharbeit bleiben wird, also mit Maschinen interagiert werden muss. Dadurch kann sich gerade der Facharbeiter mit seinem impliziten Wissen einerseits in seiner Notwendigkeit profilieren, andererseits jedoch diesen Status nur rechtfertigen, wenn er auch in der Lage ist, sein implizites Wissen zu verbalisieren und zu algorithmieren. Weiterhin wird deutlich, dass ein professioneller Umgang mit „Industrie 4.0“-Technologien nur gelin-

gen kann, wenn das grundsätzliche Handling der neuen Technologien beherrscht wird, wozu auch die relevanten Kenntnisse zur Datensicherheit zu vermitteln sind, das Erfassen der mittels CPS vernetzten Produktionszentren und -prozesse in ihrer Wirkung miteinander als kognitives Modell (vgl. hierzu das Konzept des „Social Augmented Learning“ nach [5], 20ff), sowie der Aufbau der dazu genutzten Kommunikationsprotokolle zur Hardwarevernetzung. Über eine reine Medienbildung müssen also informatische Kompetenzen vermittelt werden, welche die Facharbeiter/-Innen dazu befähigen, die in Ihrem Betrieb eingesetzten Systeme zu begreifen und zu parametrisieren.

RESULTIERENDE FUNKTION DES LERNORTS BERUFSSCHULE

Aus dem Manko der Nichtabsehbarkeit von Aufgabenteilungen zwischen ingenieurhafter Arbeit und Facharbeit einerseits und dem hochvolatilen systemischen Fortschritt mit einem immer neuen Umbau der ihm unterworfenen Arbeitsprozesse andererseits resultiert letztlich die Feststellung, dass eine mit den bislang genutzten Instrumenten der Berufsbildungsforschung geleistete Generalisierbarkeit von Arbeitsprozessen zur Abbildung archetypischer „Industrie 4.0“-Facharbeit als Basis einer curricularen Transformation (beispielsweise in spezifische Lernfelder) nicht realisierbar ist.

Stattdessen ist zu fragen, ob Berufsschule als Lernort in seiner Bedeutung nicht am ehesten dadurch gewinnen kann, indem sie sich auf exemplarische Lernanlässe zur Förderung der metakognitiven Fähigkeiten innerhalb der Förderung von Gestaltungsfähigkeit konzentriert – wobei dazu nicht zwangsläufig absolut kongruente „Industrie 4.0“-Systeme der jeweils im Einsatz befindlichen Generation notwendig sind, da es um Strategieentwicklung bei der Erfassung von funktionalen Zusammenhängen und den daraus resultierenden Konsequenzen geht.

Das bedeutet zum einen eine veränderte didaktische Aufgabe der Inhaltsfindung, die sich nunmehr nicht mehr direkt an die Arbeitsprozesse koppeln kann, sondern stattdessen bemüht sein muss, über immer neue Beispiele von „Industrie 4.0“-Technologien „das Exemplarische“ durch immer wiederkehrende Leitfragen hinsichtlich deren Einsatz, deren Kontrollierbarkeit und der Folgeabschätzung herauszuarbeiten.

Zum anderen folgt daraus eine veränderte Vorstellung des Prozesses der ganzheitlichen beruflichen Handlung, die sich faktisch noch nie an die starre Abfolge von Informieren-Planen-Entscheiden-Durchführen-Kontrollieren und Reflektieren gehalten hat. Statt dessen war es die Aufgabe der Lehrkraft, durch geschickte Moderationsarbeit den Schülerinnen und Schülern Iterationsschleifen zu eröffnen, die zugleich den schülerseitigen Selbstfindungsprozess anregen sollten, wo jeweils suboptimale Vorarbeit geleistet wurde (und warum dieses geschah und welche Folgen sich daraus ergeben).

Die linke Seite der Abbildung 1 gibt diese typische Iterationsschleifen in einem herkömmlichen handlungsorientierten Unterricht wieder: In der Planungsphase (Informationen zur Fortführung der Planung fehlen (1)), am Ende der Entscheidungsphase (bei Diskussion der Konsequenzen der Entscheidung im Vergleich zur Aufgabe/zum Lastenheft (2)), während der Durchführung (Erkenntnis der Nichtmachbarkeit (3)), und in zweifacher Weise als Ergebnis der Kontrollphase (Grad der Zielerreichung unterschritten und deshalb entweder Einleitung eines neuen Versuchs (4) oder Reflektion über das „Wie“ und „Warum“ von Planungs- und Durchführungsfehlern als dann zukünftige Information (5)).

Die Förderung der Fähigkeiten zur Abschätzung der Auswirkungen von Entscheidungen und Parameterveränderungen innerhalb von „Industrie 4.0“-Produktionsprozessen fordert hingegen bereits in der Planungsphase eine ständige Reflektion vor der Entscheidungsfindung

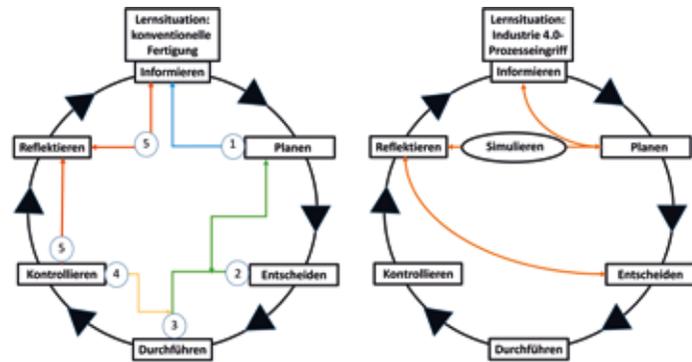


Abbildung 1 Typische Iterationsschleifen in einem handlungsorientierten Unterricht

(vgl. Abbildung 1, rechte Seite). Stärker als bislang ist damit die Lehrkraft gefordert, auf der abstrakten Ebene des „Was wäre, wenn...“ möglichst mittels Simulationen die Schülergruppen zu moderieren und in ihrer Fähigkeit der fundierten Erfassung bzw. Voraussage von Effekten zu fördern – mit dem Ziel, dann eine offensichtlich widerspruchsfreie oder aber möglichst zielkonfliktarme Gestaltungsalternative zu entwickeln, die dann auch wiederum in das exemplarisch zur Verfügung stehende System eingespeist wird.

INSTITUTIONELLE VERNETZUNG

Die Hochschulen als Ausbildungspartner können einerseits die Methoden einer auf Abstraktion basierenden Arbeitsweise besonders umfassend bereitstellen und vermitteln. Andererseits sind dort jeweils gegenwärtige künftige „Industrie 4.0“-Technologien durch die Forschungsnähe in den entsprechenden Lehrveranstaltungen bereits integriert. Zudem dienen Grundlagenveranstaltungen der Fertigungstechnik seit jeher der Abstraktion von konkreten Technologien zur Förderung von Systemverständnis und Interdisziplinarität. Simulationen in der Ingenieurausbildung werden eingesetzt, um Lösungsalternativen, mehr noch als in den berufsbildenden Schulen, zu fördern.

Die an Hochschulen eingesetzten Forschungs- und Demonstrationslaboratorien („Prax-Labs“) erscheinen damit in besonderer Weise geeignet, um als zusätzlicher Lernort berufliche Lernprozesse mit dem Ziel einer „Industrie 4.0“-affinen Förderung von Gestaltungskompetenz zu unterstützen.

Angesichts der Unklarheit über den tatsächlichen Anteil von Ingenieurarbeit und Facharbeit in der „Industrie 4.0“-Produktion erscheinen hinsichtlich der institutionellen Vernetzung zwei Szenarien (vgl. Abb. 2) einer dualen und einer hybriden Ausbildung denkbar:

- Eine duale Ingenieurausbildung mit integrierter beruflicher Erstausbildung wird zur Regel für die Gestaltungsarbeit von „Industrie 4.0“; der Lernort Berufsschule erhält hierbei in Verschränkung mit den betrieblichen Dualpartnern die Aufgabe, das implizite Wissen um die Ermittlung von optimalen Produktionsparametern bzw. logistischen Entscheidungsvariablen zu reflektieren. Die Hochschule wiederum führt über entsprechende Simulationsinstrumente und Labore in die (technologischen) Prinzipien der „Industrie 4.0“ Produktionsprozesse ein.
- Eine hybride Berufsausbildung, die sich im Wesentlichen als duale Ausbildung versteht, die Rollenverteilung aber ausdifferenziert: Der Betrieb mit seiner „Industrie 4.0“-Implementierung, und

die Berufsschule mit einer exemplarischen „Industrie 4.0“-Anwendung. Während der Betrieb primär das Handling vermittelt, definiert sich Berufsschule über die Förderung der generellen Gestaltungskompetenz. Dabei wird auf hochschulische Ressourcen (Simulationsinstrumente und Labore) zugegriffen. Zugleich unterstützt eine solche Zusammenarbeit das Erkennen der Durchlässigkeit zwischen beiden Bildungssystemen.

Skizziert sind in Abbildung 1 die absehbar typischen Verflechtungen bei einer dualen Ingenieurausbildung und einer hybriden Berufsausbildung: Die Berufsausbildung (nach der Fachoberschulreife) sowie ein Ingenieurstudium (nach der allgemeinen Hochschulreife). Dargestellt ist hier, wie die Leistungen der Partner auch nach Abschluss der individuellen Ausbildungswege eingebracht werden können, um akademische und praktische Denkweisen zur Förderung von Kompetenzen in einer „Industrie 4.0“ (beispielsweise als Weiterbildung) zu vermitteln.

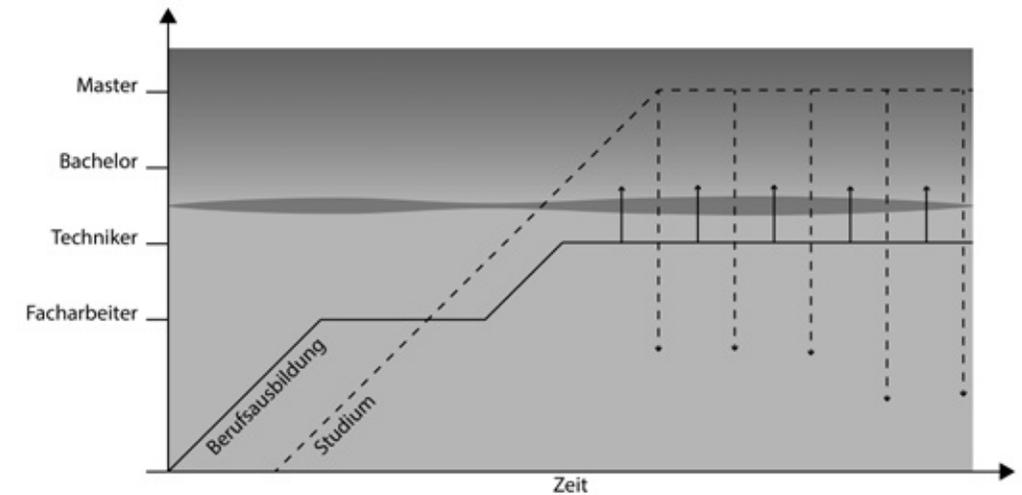


Abbildung 2 Mögliche Bildungswege in der „Industrie 4.0“

Ein weiteres Indiz für die Notwendigkeit einer Anpassung der Ausbildung – hin zu hybriden/dualen Systemen – ist die zunehmende Akademisierung der Berufe gepaart mit einer Tendenz zu steigenden Studierendenzahlen. Nur wenn Studierende auch die betriebliche Praxis durch das Sammeln von Erfahrungen in einer „Industrie 4.0“-Implementierung reflektieren und darüber hinaus mit verschiedenen an der Praxis orientierten exemplarischen „Industrie 4.0“-Technologien innerhalb von Berufsschule experimentieren können, kann dem aufkommenden Mangel an praxisorientierten Fachkräften entgegnet werden.

Zusammenfassend soll festgehalten werden, dass sich das deutsche Bildungssystem anpassen muss, um Arbeitnehmer/-innen für die digitale Arbeitswelt auszubilden, was Konsens zu sein scheint[6]. Den Forderungen nach einer durchgängigen Integration digitaler Lehrinhalte und der Förderung von Medienkompetenzen [7] muss dennoch zunächst eine Hybridisierung zu den skizzierten Standardwegen vorausgehen. Nur so ist es möglich rasch die Bedarfe der Industrie, also der Ausbildung von Ingenieuren mit Praxiskenntnissen sowie Facharbeitern mit digitalen Kompetenzen und Prozesswissen, zu decken.

Referenzen

- [1] ACATECH und FORSCHUNGSUNION (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0.
- [2] Frey und Osborne (2013): The future of employment: How susceptible are jobs to computerization. Abrufbar unter (letzter Zugriff: 01.10.2016): http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- [3] Bowles 2014: The computerization of European jobs - who will win and who will lose from the impact of new technology onto old areas of employment? Abrufbar unter (letzter Zugriff: 01.10.2016): <http://www.bruegel.org/nc/blog/detail/article/1394-the-computerisation-of-european-jobs/>
- [4] Hompel und Kerner (2015): Logistik 4.0. In: Informatik-Spektrum. 38. Band, Heft 3, S. 176–182.
- [5] Fehling et. al. (2015): Didaktisches Konzept - DES PROJEKTES SOCIAL AUGMENTED LEARNING. Abrufbar unter (letzter Zugriff: 01.10.2016): http://www.social-augmented-learning.de/wp-content/uploads/2015/04/SAL_Didaktisches_Konzept_20150409.pdf
- [6] BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.) (2015b). Chancen nutzen. Vertrauen stärken. Gemeinsam handeln. Digitale Agenda der deutschen Industrie. Berlin.
- [7] Landesregierung NRW (2016). Lernen im Digitalen Wandel. Unser Leitbild 2020 für Bildung in Zeiten der Digitalisierung, Düsseldorf.

MENTORING FÜR INGENIEURSTUDENTINNEN AN FACHHOCHSCHULEN – NEUE WEGE

Christiane Erlemann und Eva-Maria Dombrowski

Beuth Hochschule für Technik Berlin

erlemann@beuth-hochschule.de, eva-maria.dombrowski@beuth-hochschule.de

Abstract 1 Als Instrument der Nachwuchsförderung hat sich Mentoring in Wissenschaft und Wirtschaft bewährt [1]. Insbesondere in der Wissenschaft kann One-to-One-Mentoring den entscheidenden Input geben, der Frauen darin unterstützt, angestrebte Positionen auf Gebieten zu erreichen, in denen ihre Präsenz bisher marginal ist [2]. Um ein Mentoring-Programm zu gestalten, das in erster Linie auf Karrieren von Ingenieurinnen in der Industrie abzielt, wurden im Projekt „MINTPORT – MINT-Mentoring-Netzwerk – Einstieg, Verbleib und Vernetzung von Ingenieurinnen“ innovative Angebote eingesetzt, die nicht nur Studentinnen, sondern auch Mentorinnen in ihrer Karriere unterstützen [3]. Ergänzt durch die Hochschule für Wirtschaft und Technik Berlin als Kooperationspartner mit dem Schwerpunkt Informatik wurde durch den Aufbau eines regionalen Netzwerks für MINT-Absolventinnen und erfahrenen Ingenieurinnen und Informatikerinnen aus der Praxis Nachhaltigkeit erreicht.

Keywords: Mentoring, Ingenieurinnen, Fachhochschule

Abstract 2 As an instrument of promoting young professionals, mentoring proved itself in science and economy [1]. Particularly in the scientific field, one-to-one-mentoring can provide the crucial input to support women in achieving sought positions in areas in which they are blatantly underrepresented [2]. Aiming primarily at industrial careers of women engineers, we created the MINTPORT project: „MINT (=STEM) - mentoring- network – entry, staying and networking of women engineers“, using innovative offers which not only support women students in their career but also women mentors [3]. Our cooperation partner HTW Berlin - University of Applied Sciences completed the setting by contributing the area of computer science. As a result, a sustainable regional network of graduated women in STEM as well as senior women engineers and senior women information scientists was set up.

Keywords: mentoring, women engineers, University of Applied Sciences

EINLEITUNG

Mentoring wird als Instrument der Personalentwicklung für Frauen erfolgreich eingesetzt. Es trägt dazu bei, dem sinkenden Frauenanteil auf höheren Qualifikationsstufen, also der „leaky pipeline“, entgegenzuwirken und exzellente Nachwuchskräfte für Wissenschaft und Wirtschaft zu gewinnen und zu halten. Zudem wird die gegenseitige Vernetzung zwischen Mentees und Mentorinnen bzw. Mentoren sowie deren Einbindung in die Community gestärkt. Das ist besonders wichtig für Karrieren in wissenschaftlichen und technischen Bereichen, insbesondere dort, wo Frauen deutlich in der Unterzahl sind.

Beide Seiten profitieren durch eine Stärkung ihrer beruflichen und persönlichen Kompetenzen. Während Mentees vor allem ihre Kenntnisse über Karrieremanagement, Work-Life-Balance und Spielregeln der Berufswelt erweitern, bauen Mentorinnen und Mentoren ihre Beratungs- und Führungskompetenzen aus. Zudem gewinnen sie wichtige Einblicke in die Situation von Nachwuchskräften und deren aktuelle Arbeitsgebiete.

INITIATION DES GENDER PARTNERSHIP AN DER BEUTH HOCHSCHULE

An der Beuth Hochschule wurde 2009 das Mentoring-Programm „Gender Partnership“ für Studiengänge, in denen der Studentinnenanteil unter 20 % liegt, ins Leben gerufen. Initiatorin ist Prof. Dr.-Ing. Eva-Maria Dombrowski, Fachbereich Maschinenbau – Veranstaltungstechnik – Verfahrenstechnik, und nach wie vor kommen die meisten Interessentinnen daher aus diesem Fachbereich.

Es ist ein One-to-One-Mentoring, die häufigste Mentoring-Form. Die Rollen zwischen der erfahrenen Mentorin und der jüngeren Mentee sind klar verteilt. Die Funktion von Mentorinnen und Mentoren besteht darin, die Mentees an typischen Arbeitssituationen einer Ingenieurin sowie an Berufserfahrungen teilhaben zu lassen und die Weiterentwicklung ihres beruflichen Weges individuell zu begleiten. Mentorinnen und Mentoren stehen als Leitbilder und Gesprächspartner solidarisch hinter den Mentees, z. B. in Entscheidungs- und Umbruchsituationen, ohne dass ein Abhängigkeitsverhältnis besteht.

WEITERENTWICKLUNG DES MENTORING DURCH MINTPORT MIT FÜHRUNGSMOTIVATIONS-COACHING

Die meisten Mentoring-Programme sind entweder in der Wissenschaft oder in der Wirtschaft angesiedelt. Für die Beuth Hochschule musste jedoch ein Format entwickelt werden, das Fachhochschul-Studentinnen mit dem Ziel einer Karriere in der Industrie unterstützt und gleichzeitig für Mentorinnen attraktiv ist.

Aufgrund ihrer Minderheitensituation brauchen die Studentinnen dringend Vorbilder, d. h. weibliche Role Models, um ihre berufliche Identität so zu entwickeln, dass sie auch lebbar ist. Sie sind überwiegend im Master-, aber auch im Bachelor-Studium und wissen im Allgemeinen nicht, worauf es bei einem erfolgreichen Berufseinstieg über fachliche Exzellenz hinaus auch noch ankommt. Der Koordination des Mentoring-Programms kommt hier eine wichtige Funktion zu, indem sie niedrigschwellige Angebote macht und ein Begleitprogramm organisiert, das u. a. den Austausch zwischen den Mentees fördert. Die Mentorinnen wiederum sind hoch motiviert, Nachwuchs zu fördern, weil sie selbst weibliche Vorbilder vermisst haben und deren Wert zu schätzen wissen. Sie brauchen Angebote, die auch ihren Arbeitgeber davon überzeugen, dass der Zeitaufwand für die Tätigkeit als Mentorin sinnvoll investierte Arbeitszeit ist.

Im Rahmen der Bundesinitiative „Gleichstellung von Frauen in der Wirtschaft“ konnten wir durch eine großzügige Finanzierung für zweieinhalb Jahre mit dem Gender-Partnership-Programm neue Wege beschreiten. Namensgebende Grundlage für das Projekt MINTPORT war ein Web-Portal zum Austausch. Den Mentorinnen konnten wir ein professionelles Führung coaching anbieten. Denn durch die Betreuung einer Studentin übernimmt die Mentorin Personalverantwortung; die Mentoring-Beziehung kann also als „gelebte Führung“ betrachtet werden. Das Führung coaching zielte darauf ab, die Mentorin bei der Weiterentwicklung individueller Kompetenzen und der Klärung ihrer Berufsperspektive zu unterstützen – ein Gewinn sowohl für sie selbst als auch für ihr Unternehmen.

Wir haben das Hamburger Führungsmotivationsinventar FÜMO [4] eingesetzt. Es wurde an der Professur Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg entwickelt und vom Team von Prof. Dr. Jörg Felfe durchgeführt. Sowohl die Mentorinnen der Beuth Hochschule als auch die Mentorinnen unseres Kooperationspartners, der Hochschule für Wirtschaft und Technik Berlin (HTW), nahmen daran teil.

WAS IST DAS BESONDERE AN FÜMO?

Programme, die darauf abzielen, mehr Frauen in Führungspositionen zu bringen, konzentrieren sich meist auf zwei Faktoren. Das sind zum einen die Rahmenbedingungen, also etwa arbeitsplatznahe Kinderbetreuung, Führen in Teilzeit oder Dual Career-Programme. Zum anderen geht es um die Vermittlung entsprechender Kompetenzen, denn Führen will gelernt sein.

Ein neuerer Ansatz nimmt schwerpunktmäßig die individuelle Führungsmotivation potenzieller Führungskräfte in den Blick, denn sie spielt im beruflichen Umfeld eine wichtige Rolle. Das Anstreben von Karrierezielen wird immer auch von Rückschlägen, Hindernissen und Widerständen begleitet. Durch eine bewusste und eindeutige Motivation können sie besser überwunden werden.

Mit dem „Hamburger Führungsmotivationsinventar – FÜMO“ ist es möglich, das individuelle Motivationsprofil offenzulegen. Forschungsergebnisse aus der Entwicklungsphase zeigen, dass Frauen häufiger als Männer starke Ambivalenzen in ihrer Motivlage aufweisen. Da Führungsmotivation als Wunsch definiert wird, Verantwortung für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu übernehmen, ist die Motivgruppe des Strebens immer vorhanden. Sie kann aber entweder von Blockaden oder von Vermeidungsmotiven konterkariert werden.

Blockaden entstehen aus Selbstzweifeln und Gefühlen der Unsicherheit, Vermeidungsmotive sind Ausdruck von Sorgen und Bedenken. Sind sowohl Streben als auch Vermeidung hoch ausgeprägt, entstehen Konflikte, die zu einer Motivationsbremse führen können, d. h. Karriereoptionen werden nicht wahrgenommen. Noch stärker gilt dies für Blockaden, denn sie bleiben unbewusst.

Hier setzt das Online-Diagnoseinstrument des FÜMO an. Es macht die motivationalen Ressourcen bewusst, aber auch die Blockaden. Auf dieser Grundlage konnten die Coaches die Mentorinnen bei der Auseinandersetzung mit ihren persönlichen Motiven unterstützen und gezielt beraten.

11 von 21 Mentorinnen der Beuth Hochschule und 11 von 19 Mentorinnen der HTW haben das Angebot FÜMO und Coaching wahrgenommen, also insgesamt 22.

Das Coaching beginnt online mit der FÜMO-Diagnose. Deren Ergebnis ist ein differenziertes Motivationsprofil, mit dessen Hilfe anschließend in drei Sitzungen Lösungsmöglichkeiten erarbeitet werden. Zwischen den Einzelterminen liegen mindestens vier Wochen Abstand.

Typischerweise werden in der ersten Sitzung bisherige Karriereentscheidungen und Entwicklungsschritte systematisch analysiert. Anschließend wird das Motivationsprofil gemeinsam ausgewertet, und es werden Themenfelder zur persönlichen Weiterentwicklung abgeleitet und Aufgaben formuliert. In der zweiten Sitzung werden erste Veränderungen besprochen. Bedenken und Zweifel können an dieser Stelle thematisiert werden, aber auch eine phantasievolle Vision der eigenen Zukunft. Erste Schritte in die gewünschte Richtung werden festgelegt. In der dritten Sitzung treten die persönlichen Kernkompetenzen immer stärker hervor und ergänzen das Motivationsprofil. Bei der Konkretisierung etwa einer Neuorientierung stehen die eigenen Stärken im Vordergrund. Die Ergebnisse des Coachings werden zusammengefasst und gesichert, nächste Arbeitsschritte werden festgelegt.

Auf diese Weise kann Coaching mit dem FÜMO bei Mentorinnen zu größerer Klarheit über die eigenen Motive und deren Passung zu den aktuellen Arbeitsbedingungen führen. Dadurch kann Energie für folgende Karriereschritte bzw. eine Neuorientierung freigesetzt werden.

EVALUATION

Um zu überprüfen, welche Wirkungen tatsächlich eingetreten sind, führten die Coaches zunächst eine Prozessevaluation durch, d. h. die Mentorinnen beurteilten jede Sitzung einzeln unmittelbar im Anschluss. Als Abschluss wurde das Coaching insgesamt evaluiert - die Wirksamkeitsevaluation. Alle 22 Mentorinnen nahmen daran teil.

Die Zufriedenheit mit den einzelnen Sitzungen lag im Mittel bei 4,5 auf einer 5-stufigen Skala, also auf einem sehr hohen Niveau. Der Mittelwert bei der Frage, welche Relevanz das Coaching für die Karriere der Mentorin hat – der zweiten Frage, die nach jeder Sitzung gestellt wurde -, lag bei 4,2 und damit zwischen „wichtig“ und „sehr wichtig“.

Auch die Wirksamkeitsevaluation ergab sehr positive Einschätzungen des Coachings. 92 % der Mentorinnen würden wieder an einem ähnlichen Coaching teilnehmen, alle würden es weiterempfehlen und alle schätzten es als positiv für ihren beruflichen Erfolg ein. Verbessert hatten sich auch die Karrierezufriedenheit und das Selbstkonzept als Führungskraft.

Im Rahmen der Evaluation des Gesamtprogramms von MINTPORT wurde im letzten Jahr der Laufzeit mit Unterstützung der Stabsstelle Qualitätssicherung der Beuth Hochschule eine Online-Befragung durchgeführt. Unter den Mentorinnen, die das Coaching in Anspruch genommen hatten, beteiligten sich daran alle bis auf eine, also 21. Die meisten bestätigten, dass sie mehr Klarheit über ihre Ziele gewonnen hätten, und ein Teil konnte sich besser durchsetzen.

Wir haben die Antworten aus diesem Teil der Online-Befragung mit den Angaben zur Dauer der Berufserfahrung abgeglichen. Unsere Schlussfolgerung lautet, dass jüngere Frauen von dieser Art Coaching mit höherer Wahrscheinlichkeit profitieren als erfahrene Frauen.

ERFOLGSFAKTOREN UND AUSBLICK

Abschließend soll ein Blick auf die Wechselwirkungen im Mentorin-Mentee-Tandem geworfen werden.

Ein Erfolgsfaktor der Mentoring-Beziehung liegt in deren Strukturierung durch eine Ziel-Festlegung. Das Thema „Ziele im Mentoring“ war Gegenstand einer gemeinsamen Weiterbildung von Mentorinnen und Mentees an der Beuth Hochschule und hatte die Entwicklung eines Formulars als greifbares Ergebnis. Dieses enthält folgende Angaben: Ziel bzw. Ziele; Maßnahmen bzw. Teilschritte zur Realisierung; Erkennbarkeit der Erreichung; Termin bzw. Termine zur Erreichung; sowie die Unterschriften von Mentee und Mentorin.

11 von 21 Mentorinnen legten Ziel-Festlegungen nieder, davon zwei mit mehr als einer Mentee. Insgesamt liegen 13 Ziel-Festlegungen vor. Da die Mentees von jedem Treffen mit ihrer Mentorin ein Protokoll anfertigten und einreichten, konnten wir die Schritte zur Erreichung der Ziele bzw. Teilziele von Seiten der Projektleitung nachvollziehen.

Die Auswertung erfolgte unter einer Fragestellung, die über die Ziele des abgeschlossenen Mentoring-Projekts hinausweist und auf die Ziele unseres nächsten Projekts verweist. Gemeinsames Anliegen von drei Forschungsprojekten, die aus dem Berliner Programm zur Förderung der Chancengleichheit für Frauen in Forschung und Lehre (BCP) gefördert werden, ist die Gewinnung von Fachhochschulprofessorinnen in technischen Fächern. Auch und gerade Mentorinnen haben die Option für einen Karri-

ereschritt hin zu einer FH-Professur, weil Berufspraxis eine zentrale Voraussetzung für die Berufung ist. Wir fragten also, ob das Tandem-Mentoring auch geeignet ist, den Mentorinnen das Karriereziel „FH-Professorin“ näher zu bringen. Voraussetzung für diese Fragestellung ist es, das Mentoring-Tandem als einen dynamischen Prozess zu begreifen, der sich ständig entwickelt und in dem ein Austausch als gegenseitiges Geben und Nehmen erfolgt.

Die 13 Ziel-Festlegungen wurden unter folgenden Fragestellungen ausgewertet:

- Wie lauten typische Ziele?
- Welche Leistungen sind für die Mentorin damit verbunden, und in welcher Weise kann sie durch die Unterstützung der Mentee Fähigkeiten aktivieren, die für eine anschließende FH-Professur förderlich sind?

Die Ziele lassen sich vier Clustern zuordnen, die in Abbildung 1 dargestellt werden.



Abbildung 1 Anforderungen Mentee / Geforderte Fähigkeiten Mentorin

So gut wie alle Mentees wünschten sich Einblick in das Unternehmen der Mentorin, sowohl in deren eigenes Arbeitsfeld als auch in andere Arbeitsfelder bis hin zu anderen Abteilungen.

WorkLifeBalance am Beispiel zu erleben haben zwar wenige Mentees explizit als Ziel benannt. Wir wissen aber aus früheren Chancengleichheitsprojekten für Frauen, dass diese Frage immer mitschwingt.

Einige Studentinnen wünschten sich von ihrer Mentorin Unterstützung bei der Wahl ihrer Vertiefungsrichtung oder einen Themenvorschlag für ihre Abschlussarbeit.

Wenn die Abschlussprüfung während der Mentoring-Beziehung anstand, wünschten sich die Mentees, ihren Prüfungsvortrag probeweise im Beisein der Mentorin zu halten und von ihr Feedback zu erhalten.

Die Leistungen der Mentorin lassen sich den Anforderungen der Mentee im Rückschluss zuordnen.

Unternehmensbezogene Ziele wie „den Arbeitsalltag einer Ingenieurin kennenlernen“ oder „Einblick in Arbeitsfelder/Arbeitsbereiche/Abteilungen“ erfordern von der Mentorin gute Kenntnis der Organi-

sation, in der sie sich bewegt, und ihrer Position darin. Auf der anderen Seite kann sie Rückschlüsse auf die Qualität der Lehre im Studiengang der Studentin ableiten und Vergleiche mit ihrem eigenen Studium ziehen.

Durch das Ziel „Realisierbarkeit von WorkLifeBalance am Beispiel erleben“ schärft die Mentorin ihr Bewusstsein, für jüngere Frauen Vorbild zu sein. Im Dialog ist sie gefordert, die Balance zwischen Offenlegung von Schwierigkeiten und Aufrechterhaltung der Studienmotivation der Mentee zu halten.

Durch studienbezogene Ziele wie „eine passende Vertiefungsrichtung finden“ oder „Abschlussarbeit in der Firma schreiben“ steht die Mentorin in der Verantwortung zu beurteilen, welche Vertiefungen Zukunft haben und welche eher nicht. Ihre Aufgabe ist es, zwischen dem Interesse der Firma an einem anwendbaren Ergebnis und dem Interesse der Hochschule an wissenschaftlich korrekter Arbeit abzuwägen.

Als weitere typische Ziele wurden „Feedback zum Probevortrag der Abschlussprüfung“ und „Unterstützung beim Berufseinstieg“ festgelegt. Diese Mentorinnen versetzen sich für ihre Mentee in die Rolle einer Hochschullehrerin. Durch konstruktive Kritik erproben sie ihr pädagogisches Geschick.

Sie können dann Unterstützung geben, wenn sie über veränderte Situationen auf dem Arbeitsmarkt informiert und in der Lage sind, eigene Erfahrungen und Erfahrungen aus der Begleitung früherer Mentees auf einen neuen Einzelfall zu übertragen. Die Mentorin wirkt so außerdem beim Personalrecruiting mit und gestaltet auf diese Weise ihr persönliches Arbeitsumfeld aktiv mit.

Fazit: Die Unterstützung einer Mentee im Rahmen einer Ziel-Festlegung hat das Potenzial, Kenntnisse und Fähigkeiten zu aktivieren, die die Mentorin wieder näher an die Hochschule heranführen. Das Interesse der Mentorin an einer FH-Professur kann dadurch geweckt bzw. vertieft werden. Sie kann die Mentoring-Beziehung so gestalten, dass sie zur Vorbereitung auf die Bewerbung diejenigen Informationen abrufen und diejenigen Fähigkeiten trainiert, die sie benötigt.

Im Rückblick auf das Mentoring-Programm „Gender Partnership“ haben wir im Rahmen der geförderten Projekte im Laufe von fünf Jahren etwa 40 Mentorinnen (und auch einzelne Mentoren) mit mindestens ebenso vielen Mentees zusammengebracht. Die Mentorinnen und Mentoren kamen aus Großunternehmen wie MAN, Bayer und Vattenfall und aus KMU wie z. B. Berliner Glas, Horn und Müller, BLS Energieplan, GEA Refrigeration, LAR Analysers und anderen. Sie haben unserem Mentoring-Programm zum großen Teil über mehrere Jahre hinweg die Treue gehalten.

Referenzen

- [1] <http://www.dg-mentoring.de/>*
- [2] <http://www.forum-mentoring.de/>*
- [3] https://projekt.beuth-hochschule.de/fileadmin/projekt/f/MINT/MINTPORT/MINTPORT_Beuth-Hochschule_2013.pdf*
- [4] <https://www.testzentrale.de/shop/hamburger-fuehrungsmotivationsinventar.html>*
*zuletzt aufgerufen 15.10.2016

DENKEN WIE EIN INGENIEUR – UNTERRICHTSEINHEIT FÜR SCHULEN ZUM ERLEBEN TECHNISCHEN PROBLEMLÖSENS

Katrin Geiger, Jan Breitschuh und Sven Matthiesen
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), jan.breitschuh@kit.edu, sven.matthiesen@kit.edu

Abstract 1 Der Beitrag stellt eine 90-minütige Lerneinheit für den Schulunterricht vor. In dieser Unterrichtsstunde können Lernende der gymnasialen Mittelstufe im Fach Naturwissenschaft und Technik problemlösendes Denken im Rahmen einer Aufgabe aus der Maschinenkonstruktion erleben und erlernen.

Keywords: fachliches Problemlösen, NwT Schulunterricht, multimodale Modelle

Abstract 2 This contribution presents a 90 minute course unit for school lessons. In this lesson, learners in middle secondary schools in school subject Science and Technology can experience and learn problem solving thinking based on a task from mechanical design engineering.

Keywords: technical problem solving, Science and Technology school subject, multimodal models

MOTIVATION UND ZIELSETZUNG

Begeisterung für Technik wird bereits lange vor dem Studium geweckt. Um künftigen Ingenieurinnen und Ingenieuren bereits in der Schule eine Orientierung in der Welt der Technik zu bieten, wurde im Schuljahr 2007/08 in Baden-Württemberg das Schulfach Naturwissenschaft und Technik (NwT) an all-gemeinbildenden Gymnasien eingeführt. Dabei werden Erkenntnisse der Naturwissenschaften und der Technik aufgegriffen, um den Jugendlichen Grundlagen zur Bewertung von Systemen, Innovationen und Umwelteinflüssen zu bieten und ihnen ein Verständnis für technische Abläufe zu vermitteln. Ein Aspekt dieser technischen Abläufe ist das methodische Vorgehen von Ingenieuren im Rahmen technischen Problemlösens. Die Gestaltung eines technischen Schulunterrichts im Sinne dieses methodischen Vorgehens ist das Ziel dieser Arbeit. Aktuelle Forschungsergebnisse bieten dabei die Grundlage zur Konzeption mehrerer Aufgaben technischer Problemlösung im Bereich des Konstruktionswesens. Die multimodalen Modelle des Startups LehrWerk werden in die Lerneinheit eingebunden und unterstützen den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler als haptische Lehrmittel. Die Anwendbarkeit dieses Konzepts im Kontext schulischer Bildungswege soll überprüft werden. Durch die Durchführung der Unterrichtseinheit werden zudem Erkenntnisse bezüglich der Erlernbarkeit fachlicher Problemlösekompetenz und der Veränderung von Lernvorgängen durch den Einsatz multimodaler Modelle erzielt.

DIDAKTISCHE VORÜBERLEGUNGEN

Die Unterrichtseinheit soll Technik aus Sicht von Ingenieuren für Schülerinnen und Schüler erlebbar und erlernbar machen. Ziel ist es, dass die Lernenden den Prozess des fachlichen Problemlösens der Maschinenkonstruktion kennen und verstehen lernen. Da nach Erkenntnissen des situierten Lernens das Lernprodukt stark mit dem Lernprozess verbunden ist, liegt es nahe, den Schülern eine möglichst aktive Rolle zukommen zu lassen [1]. Diese Möglichkeit bietet die problembasierte Lehre. Sie wird ver-

mehrt an Universitäten für die Lehre in den Ingenieurwissenschaften eingesetzt [2]. Idee des Konzeptes ist es, dass die Studierenden sich das erforderliche Wissen für die Lösung einer Problemstellung eigenständig aneignen. Statt die Inhalte innerhalb einer Vorlesung präsentiert zu bekommen, müssen die Lernenden ihre Wissensdefizite erkennen und selbstständig recherchieren. Dabei sind sie Teil einer Gruppe von Studenten, wobei sie zusätzlich wichtige Sozialkompetenzen, wie Kommunikation und Zusammenarbeit erlernen. Chancen bietet diese Vorgehensweise bezüglich der kritischen Denkfähigkeit und des selbstregulierten Lernens der Studierenden [3]. Im Verlauf ihrer Informationsermittlung lernen sie, die relevanten Informationen zu identifizieren und auf ihre Problemstellung zu übertragen [4]. Durch die aktive Generierung des Wissens behalten die Lernenden im Vergleich mehr Inhalte, als bei einer dozentenorientierten Lehre [5]. Im Gegensatz zu der projektbasierten Lehre, steht bei dem Konzept der problembasierten Lehre nicht der Einsatz erlernten Wissens, sondern der Erwerb von Wissen im Mittelpunkt [2].

FORSCHUNGSLÜCKE UND FORSCHUNGSFRAGEN

Im Schulfach NwT ist es das übergeordnete Ziel, den Schülerinnen und Schülern einen Einblick in verschiedene Bereiche naturwissenschaftlicher und technischer Gebiete zu geben. In den naturwissenschaftlichen Themenfeldern kann hierfür auf die langjährig bewährte Lehrerbildung der entsprechenden Fächer zurückgegriffen werden. Im technischen Bereich wird diesem Bedarf durch einen neuen Studiengang NwT-Lehramt nachgekommen. Allerdings sind diese Nachwuchslehrkräfte noch nicht im Einsatz an den Schulen. Daher wird NwT (und insbesondere der technische Bereich) heutzutage häufig fachfremd unterrichtet. Ziel der hier vorgestellten Forschungsarbeit ist es deshalb, eine Unterrichtseinheit in Kooperation zwischen Lehrerbildung und Ingenieurwesen zu konzipieren, die Kerntätigkeiten des Maschinenbauingenieurwesens für Schülerinnen und Schüler erleb- und erlernbar macht und wenig technisches Vorwissen von Lehrenden und Lernenden erfordert.

Die Durchführung dieser Lerneinheit innerhalb des NwT-Unterrichts von Mittelstufenklassen eines Gymnasiums ermöglicht zudem eine empirische Überprüfung folgender Frage: „Ist es möglich Lernaufgaben zu stellen, mit denen einzelne Dimensionen von fachlicher Problemlösekompetenz erlernt werden können?“

Eine zweite Forschungsfrage ergibt sich durch den Einsatz multimodaler technischer Modelle in der Lerneinheit. Diese verändern durch ihre Verwendung bei dem Erlernen von Lerninhalten die Lernvorgänge der Schülerinnen und Schüler. Durch den Einsatz der Modelle von LehrWerk soll untersucht werden, ob das Erlernen von fachlicher Problemlösekompetenz anhand von multimodalen Modellen zu gesteigertem Lernerfolg führt.

MODELL FACHLICHER PROBLEMLÖSEKOMPETENZ UND MULTIMODALES GEDÄCHTNISMODELL

Fachliche Problemlösekompetenz ist dann erforderlich, wenn eine Person ein, ihr im Vorfeld unbekanntes, fachliches Problem erfolgreich lösen möchte. Dafür benötigt die Person Fähigkeiten und Fertigkeiten in kognitiven, psychomotorischen und sozialen Bereichen, aber auch motivationale Bereitschaft und Kenntnisse bezüglich des fachlichen Sachbereiches. Bei der Lösungsfindung muss sie ihr Wissen zielgerichtet, zweckmäßig und reflektiert einsetzen. Als Basis des Modells fachlicher Problemlösekompetenz dienen die Anforderungen an problemlösende Personen nach Dörner [6] und Facetten fachunabhängigen Problemlösens nach Fleischer u. A. [7] (siehe Abbildung 1).

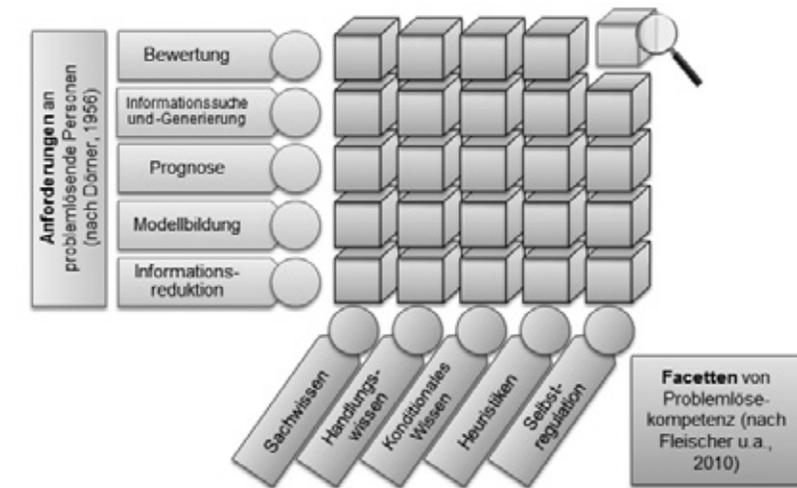


Abbildung 1 Modell fachlicher Problemlösekompetenz (fPLK)

Das Modell stellt demnach die notwendigen Handlungsschritte allgemeinen Problemlösens, als auch die erforderlichen Kompetenzen der problemlösenden Person gegenüber. Durch deren wechselseitige Zuordnung wird ein Kompetenzmodell aufgebaut, das der Anforderung entspricht, dass die Fähigkeiten von Personen den jeweiligen Anforderungssituationen zuzuordnen sind [8]. Somit wird es möglich, kognitive Fähigkeiten des fachlichen problemlösenden Denkens modularisiert zu erlernen.

Dabei ist die Verknüpfung der Kopf- und Handarbeit der Lernenden ein zentraler Punkt des handlungsorientierten Unterrichtskonzepts von Hilbert Meyer: Die Schülerinnen und Schüler eignen sich dabei durch aktives Handeln und Denken anhand von realen Gegenständen Wissen an [9]. Dieses handelnde Lernen soll durch die Modelle des Startups LehrWerk innerhalb der Lerneinheit ermöglicht werden. Voruntersuchungen im Rahmen einer betreuten Abschlussarbeit am IPEK- Institut für Produktentwicklung des KIT haben bereits Wirksamkeit dieser multimodalen technischen Modelle nachgewiesen. Anlehnend an das multimodale Gedächtnismodell nach Engelkamp [10] sollen diese Modelle visuelle, auditive, sowie haptische Reize vereinbaren und den Wissenserwerb auf diese Weise unterstützen.

VORSTELLUNG DER UNTERRICHTSEINHEIT

Die Konzipierung der Lerneinheit erfolgt für die Anwendung innerhalb eines NwT-Unterrichts in der Mittelstufe. Während des Unterrichts soll eine problemanalyisierende Betrachtung des Freilaufs eines Fahrrads, dessen Funktionsweise und Aufbau stattfinden. Diese Problemstellung knüpft an die Erfahrungswelt der Jugendlichen an und erfordert kaum Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler. Das Konzept der Lerneinheit kann jedoch auch auf andere Problemstellungen übertragen werden.

Die Unterrichtsstunde beginnt mit einem problembasierten Einstieg: Die Schülerinnen und Schüler kennen das Phänomen, dass bei einer Bergabfahrt auf dem Fahrrad sich die Pedalkurbeln nicht mitdrehen, aber warum ist das so? Eine Simulation führt die Klasse eigenständig auf die Fragestellung. Die Erarbeitung der Problemlösung erfolgt anhand von Arbeitsblättern in Partnerarbeit. Das ermöglicht eine individuelle Hilfestellung der Lehrperson während der Arbeitsphase und fördert die Kommunikation und wechselseitige Hilfestellung der Schülerinnen und Schüler. Die Aufgaben des Arbeitsblattes sind entsprechend der Anforderungen des Modells fachlicher Problemlösekompetenz gestellt. In

der ersten Aufgabe erfolgt Informationsreduktion, indem die Jugendlichen die Bauteile des Fahrrads kennenlernen und den Freilauf als gesuchtes Bauteil identifizieren. Aufgabe zwei erfordert Modellbildung von den Schülerinnen und Schülern, hierbei werden der Freilauf und seine Funktion genauer betrachtet. Dabei spielen die multimodalen technischen Modelle von LehrWerk eine große Rolle, dessen Aufbau und Verwendung in den Arbeitsblättern impliziert ist. Anforderung drei des Modells fachlicher Problemlösekompetenz, und somit auch Aufgabe drei des Arbeitsblattes, beinhaltet die Prognose des Produktes. Hierbei sollen die Schülerinnen und Schüler sich überlegen, welche Auswirkungen vorgegebene Veränderung des Freilaufs auf das Produkt haben. Schließlich generieren die Jugendlichen mithilfe der gelernten Informationen über den Freilauf eine Weiterentwicklung für gegebene Anforderungen. Die Anforderung „Bewertung“ wurde aufgrund der begrenzten Zeit der Lerneinheit nicht in das Arbeitsblatt aufgenommen. Der Ablauf ist schematisch in Abbildung 2 dargestellt.

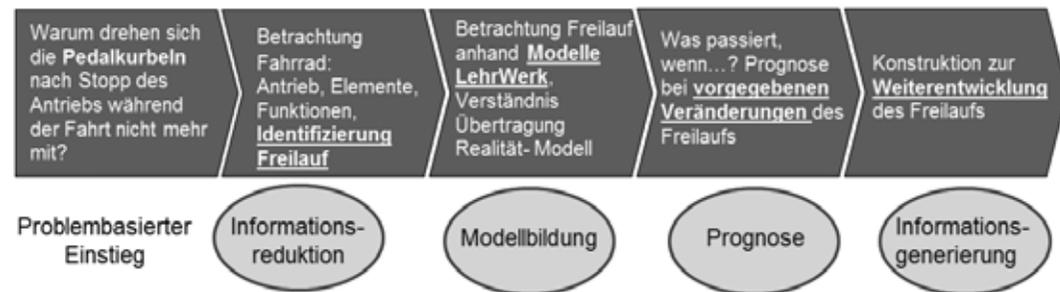


Abbildung 2 Ablauf der Unterrichtseinheit

Am Ende dieser Lerneinheit ist eine Reflexion unabkömmlich. Auf Ebene komplexer, kognitiver Prozesse wird hier davon ausgegangen, dass Reflexion der Schlüssel zum Lernen ist, indem sie die Erfahrungen des Unterrichts und das erhaltene Feedback kategorisiert und einordnet. Insbesondere die Fragestellung, wo Probleme auftraten und was die Lernenden beim nächsten Mal anders machen würden, führten zu ausreichend tiefer Auseinandersetzung mit dem Erlebten. Dadurch wurden die erzielten Lernergebnisse des Unterrichts im Gedächtnis besser verankert [5,23].

Dieser Vorgang ist besonders wichtig, da der Unterricht ein für die Lernenden sehr abstraktes Thema behandelt, das sie zunächst nicht überblicken können. Die Beschränkung auf 90 Minuten ermöglicht keine ausführliche Einführung, es sei denn, sie findet im Vorfeld der Unterrichtsstunde statt. Dabei ist keine Reflexion im Sinne der Evaluation oder der Planung des Lernprozesses angestrebt. Stattdessen soll sie das Bewusstsein der Schülerinnen und Schüler stärken, dass sie den Lösungsprozess technischer Probleme kennengelernt und Einblick in die Arbeitswelt eines Ingenieurs erhalten haben.

EMPIRISCHE ÜBERPRÜFUNG

Die Durchführung der Lerneinheit fand in drei Klassen der Jahrgangsstufen acht bis zehn innerhalb des NWT-Unterrichts am Otto-Hahn-Gymnasium in Karlsruhe statt. Zur empirischen Überprüfung der Forschungsfragen und zur Qualitätssicherung der Lerneinheit wurden die bearbeiteten Arbeitsblätter der Schülerinnen und Schüler, sowie ein durch die Teilnehmer ausgefüllter Feedbackbogen im Anschluss der Durchführung ausgewertet. Der Feedbackbogen beinhaltete Fragen zum Anforderungsniveau und dem gewonnenen Eindruck der Schülerinnen und Schüler über die Stunde. Die Auswertung der Antworten erfolgte mit SPSS mittels Boxplots. Demnach waren die Anforderungen für keine der Klassen zu hoch, die Verständlichkeit der Arbeitsaufträge war ausreichend gegeben. Jedoch benötigen die Schüle-

rinnen und Schüler aus der Klassenstufe acht vermehrt Unterstützung der Lehrperson und eine längere Bearbeitungszeit der Aufgaben. Die Jugendlichen haben im Allgemeinen den Unterricht gerne besucht, hauptsächlich die älteren Klassen sehen eine Relevanz der Lerneinheit für ihre weitere Zukunft.

Insgesamt waren 46 Schülerinnen und Schüler an den Durchführungen beteiligt, davon 15 in der Klasse acht, 13 in Klasse neun und 18 in Klasse zehn. Es sollte festgestellt werden, ob ein separates Erlernen der einzelnen Dimensionen fachlicher Problemlösekompetenz durch gezielte Fragestellung möglich ist. Dafür müssen die Aufgaben raschkonform und eindimensional sein. Daher wurde eine eindimensionale Rasch-Skalierung mittels des pairwise-Algorithmus [12] mit anschließender Hauptkomponentenanalyse der Rasch-Residuen verwendet. Die daraus resultierenden Cluster der Aufgaben sind weitestgehend eindimensional. Die Korrelationen der Cluster wurden mithilfe des Verfahrens nach Kendall berechnet. Diese geben Aufschluss auf die Wechselwirkungen zwischen den Anforderungen des Modells fachlicher Problemlösekompetenz. So korreliert die Informationsreduktion mit keiner anderen Anforderung, Modellbildung zeigt dagegen starke Korrelationen sowohl zur Prognose als auch zur Informationsgenerierung. Deutlich geringer ausgeprägt ist der Zusammenhang zwischen Prognose und Informationsgenerierung. Daraus kann gefolgert werden, dass im Kontext dieser Unterrichtseinheit Modellbildung die zentrale Anforderung des fachlichen Problemlösens ist, was mit den Zielen und theoretischen Überlegungen übereinstimmt. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen dem Antwortverhalten der Klassenstufen oder Geschlechter festgestellt.

Die Freitextfelder des Feedbackbogens geben Antwort auf die zweite Forschungsfrage. Haben die Schülerinnen und Schüler Spaß bei dem Umgang mit den Modellen, so kann davon ausgegangen werden, dass ihre Lernmotivation dadurch gefördert wird. Die Modelle sind echten mechanischen Bauteilen nachempfunden und durch die Auseinandersetzung mit ihnen werden die Jugendlichen zum Lösen der Problemstellung angeregt. Auf dem Feedbackbogen konnten sie angeben, was ihnen besonders viel Spaß bereitet hat, was sie gut und was sie nicht so gut fanden. Über 80 % der Schülerinnen und Schüler haben angegeben, besonders viel Spaß beim Zusammenbau und Umgang mit den Modellen gehabt zu haben. Es gab keinerlei Hinweise auf negative Effekte des Modelleinsatzes oder signifikante Klassen- oder Geschlechterunterschiede.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Konzeption der Unterrichtseinheit und die Aufgabenentwicklung basiert auf Erkenntnissen aktueller Forschung und dem Modell fachlicher Problemlösekompetenz. Die abgeleiteten Aufgaben sind weitestgehend raschkonform und eindimensional. Aufgrund der geringen Stichprobe sowie Fehlerquellen resultierend aus dem Umgang der Lernenden mit den Aufgabenstellungen ist eine finale Aussage schwer zu treffen, doch die Indizien zeigen, dass es möglich ist, Lernaufgaben zu stellen, die das Erlernen einzelner Dimensionen von fachlicher Problemlösekompetenz ermöglichen. Der Einsatz multimodaler Modelle unterstützt dabei den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler als haptisches Lehrmittel. Ein vermehrter Einsatz multimodaler Modelle (nicht nur) im NWT-Unterricht erscheint vor dem Hintergrund dieser Forschungsarbeit als wünschenswert, da so die Lernmotivation gesteigert werden kann. Aufgrund der Korrelationen zwischen den Anforderungen an die problemlösende Person, ist bei der technischen Bildung besonders auf das Erlernen der Modellbildung zu achten.

Danksagung

Die hier vorgestellten Inhalte wurden im Rahmen der Zulassungsarbeit von Katrin Geiger in enger Kooperation mit Jan Breitschuh unter der Betreuung von Prof. Matthiesen erarbeitet. Die Autorin und

Autoren danken dem Otto-Hahn-Gymnasium Karlsruhe und insbesondere Frau Matthiesen, Herrn Bitzer, den anderen beteiligten Lehrpersonen sowie den beteiligten Schülerinnen und Schülern für die hervorragende Zusammenarbeit. Es war uns eine große Freude, auf so viel Offenheit und Neugier aller Beteiligten aufzubauen.

Referenzen

- [1] Reusser, Kurt: Problemorientiertes Lernen–Tiefenstruktur, Gestaltungsformen, Wirkung. In: Beiträge zur Lehrerbildung Bd. 23 (2005), Nr. 2, S. 159–182.
- [2] Mills, Julie E.; Treagust, David F. (2003). Engineering education - is problem-based or project-based learning the answer? In: Austr. Journal of Engineering Education Bd. 3, Nr. 2, S. 2–16.
- [3] Warnock, James N.; Mohammadi-Aragh, M. Jean (2016). Case study: use of problem-based learning to develop students' technical and professional skills. In: European Journal of Engineering Education Bd. 41, Nr. 2, S. 142–153.
- [4] Newstetter, Wendy, C, (2006). Fostering Integrative Problem Solving in Biomedical Engineering: The PBL Approach. In: Annals of Biomedical Engineering Bd. 34, Nr. 2, S. 217–225.
- [5] Lake, David A. (2001). Student performance and perceptions of a lecture-based course compared with the same course utilizing group discussion. In: Physical Therapy Bd. 81, Nr. 3, S. 896–902.
- [6] Dörner, Dietrich (1976). Problemlösen als Informationsverarbeitung. Kohlhammer, Stuttgart.
- [7] Fleischer, Jens ; Wirth, Joachim ; Rumann, Stefan; Leutner, Detlev (2010). Strukturen fächerübergreifender und fachlicher Problemlösekompetenz. Analyse von Aufgabenprofilen. Projekt Problemlösen. In: Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes, Zeitschrift für Pädagogik. S. 239–248.
- [8] Schaper, Niclas (2014). Validitätsaspekte von Kompetenzmodellen und -tests für hochschulische Kompetenzdomänen. In: Musekamp, F.; Spöttl, G. (Hg.): Kompetenz im Studium und in der Arbeitswelt. Berufliche Bildung in Forschung, Schule und Arbeitswelt. Bd. 12., S. 18–41. Peter Lang, Frankfurt am Main, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Warszawa, Wien.
- [9] Grunder, H.-U. ; Ruthemann, U. ; Scherer, S. ; Singer, P. ; Vettiger, H. (Hg., 2014). Unterricht: verstehen - planen - gestalten - auswerten. 4., unveränd. Aufl. Schneider, Hohengehren.
- [10] Hoffmann, Joachim; Engelkamp, Johannes (2013). Lern- und Gedächtnispsychologie. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [11] Sternad, Dietmar; Buchern, Florian (2016). Lernen durch Herausforderung. Springer, Wiesbaden Berlin.
- [12] Heine, Jörg-Henrik; Tarnai, Christian (2015). Pairwise Rasch model item parameter recovery under sparse data conditions. In: Psychological Test and Assessment Modeling Bd. 57, Nr. 1, S. 3–36.

DAS „BEGLEITBAND“ EIN VERANSTALTUNGSKONZEPT ZUR REFLEXIVEN VERKNÜPFUNG VON FACH- UND BERUFSSTRUKTUREN IN DER BERUFLICHEN FACHRICHTUNG ELEKTROTECHNIK

Thomas Hägele und Barbara Knauf
TU Hamburg, Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
haegele@tuhh.de, b.knauf@tuhh.de

Abstract 1 Nationale Strukturvorgaben, Qualitätsanforderungen an die Lehrerbildung und die gesteigerte Bedeutung überfachlicher Kompetenzen stellen eine Herausforderung für die Lehrerbildung dar. Hier gilt es die Verknüpfung von wissenschaftlich-technischen Disziplinen mit Prozessen und Inhalten der beruflichen Praxis ebenso zu fördern, wie forschungsnahes Lehren und Lernen sowie die Herausbildung einer professionellen Haltung im Lehrerhandeln. Dieser Beitrag stellt das „Begleitband“, als modulübergreifendes Veranstaltungskonzept vor, das auf die Unterstützung von Lern- und Kompetenzentwicklungsprozessen von Studienbeginn an fokussiert. Dabei wird an das bereits vorgestellte Konzept zur kompetenz- und prozessorientierten Studienganggestaltung in der beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik-Informationstechnik angeknüpft.

Keywords: Selbständigkeit, forschungsnahes Lernen und Lehren, Professionalität im Lehrerhandeln, Berufs- und Fachstrukturen, Berufliche Fachrichtung Elektrotechnik

Abstract 2 Bachelor programs in vocational teacher education and training in the field of electrical engineering has to focus on the link of vocational and technical structures, the promotion of research-based teaching and learning and on the development of professionalism in teaching. This paper presents the study course «Begleitband», which focuses on supporting learning and competence development from the beginning of the study program and across the modules. The course concept is connected to the already presented procedure to develop modular study programs under consideration of process- and competence-orientation in the technical vocational teacher education and training. Three priorities characterize the «Begleitband»: 1) The course focusses on the reflection and the link between vocational and technical structures to promote transfer ability, 2) on the promotion of research-based and project-based learning, and 3) on the promotion of professionalism in teaching by supporting the development of social skills and self-competence.

Keywords: self-competence, research based learning and teaching, professionalism in teaching, vocational and technical structures, vocational field of electrical engineering

1 PROBLEMSTELLUNG

Das Studium der beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik-Informationstechnik ist durch einen doppelten Praxisbezug gekennzeichnet, der sowohl die Studierenden, als auch die Studienganggestalter vor Herausforderungen stellt. So erfordert die zukünftige Lehrertätigkeit sowohl eine Auseinandersetzung mit Disziplinen der Ingenieurwissenschaft und der Praxis des Unterrichtens als auch mit Prozessen und Strukturen der beruflichen Praxis von Facharbeitern [1]. Die Strukturvorgaben der Bachelor-Master-Reform und die ländergemeinsamen Anforderungen der Kultusministerkonferenz (KMK) [1, 2] bilden hierfür den Rahmen.

Darüber hinaus hat die Lehrerbildung im Sinne eines humanistischen Bildungsverständnisses zum Ziel, eine professionelle Haltung gegenüber der zukünftigen Beruflichkeit herauszubilden, Prozesse der Persönlichkeitsentwicklung zu unterstützen sowie die Fähigkeit zur (Selbst)Reflexion als Bestandteil von Personaler Kompetenz zu fördern [3].

Die Studierenden stehen mit Studienbeginn vor der Herausforderung, einen Perspektivwechsel vom beruflichen Facharbeiter zum zukünftigen Lehrer zu vollziehen und entsprechende Entwicklungsaufgaben im Studienverlauf erfolgreich zu absolvieren. Die subjektiven Vorstellungen der Studierenden über die Aufgaben und Kompetenzanforderungen im Lehrerberuf differieren jedoch häufig mit den an sie im Studienverlauf gestellten Anforderungen.

Zum Verständnis dieser Problemstellung lohnt sich ein Blick auf den Professionalisierungsprozess der Studierenden der beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik-Informationstechnik von der Vergangenheit, über die Gegenwart, das Studium und die Zukunft, die Lehrertätigkeit.

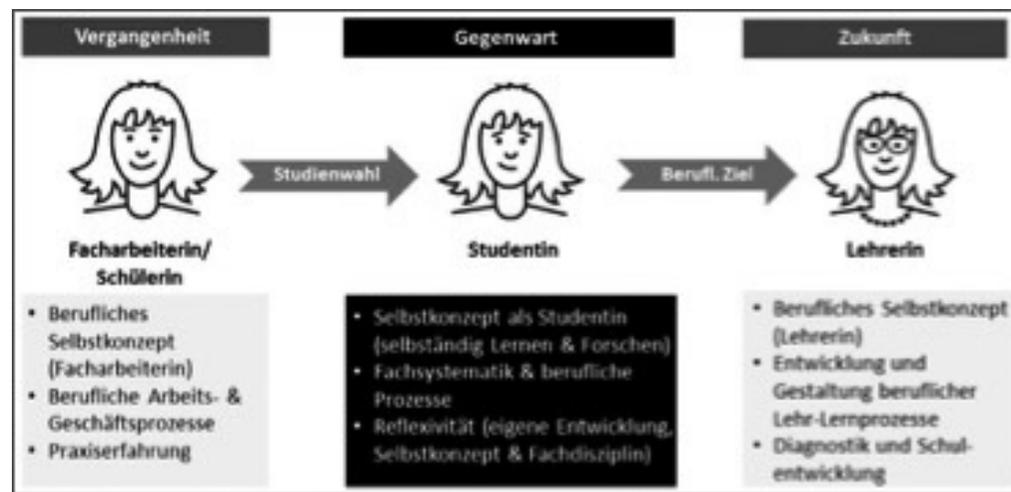


Abbildung 1 Darstellung der biografischen Rollenentwicklung der Studierenden in der beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik-Informationstechnik.

Als Voraussetzung zum Studieneintritt gilt eine abgeschlossene Berufsausbildung. Die Studierenden wählen also den Studiengang in der Rolle und mit dem Selbstkonzept eines beruflichen Facharbeiters. Diese Rolle zeichnet sich durch eine umfassende berufliche Handlungskompetenz, berufspraktische Erfahrungen, berufliches Fachwissen, ein Qualitätsverständnis für das eigene Handeln sowie die Identifikation mit dem Beruf aus.

Mit der Studienwahl verbinden die Studierenden das Ziel, Berufsschullehrer zu werden. Dies erfordert die Entwicklung eines Selbstverständnisses bzw. Selbstkonzeptes im Spannungsfeld der Vorerfahrungen, Studienanforderungen und des zukünftigen Berufes. Neben der reflexiven Verknüpfung von Fach- und Berufsstrukturen, bedeutet dies zunächst ein Selbstverständnis in der Rolle als Studierender zu entwickeln. Dies umfasst die Fähigkeit zum selbständigen Lernen und Arbeiten, ein Interesse an der Erschließung und Lösung von fachlichen Problemstellungen durch den Einsatz wissenschaftlicher Methoden sowie das Arbeiten und Schreiben unter Anwendung wissenschaftlicher Standards. Als grundlegende Fähigkeiten gelten strukturelle und selbstbezogene Reflexivität, das Formulieren und selbständige Verfolgen von Zielen sowie das Anleiten der Entwicklung Anderer durch den Einsatz von didaktischen Konzepten und Methoden.

Die Studienganggestaltung steht hier vor der Aufgabe, sowohl die inhaltliche Verknüpfung von Fachstrukturen und beruflichen Prozessen auf Modul- und Veranstaltungsebene curricular zu verankern sowie didaktisch-methodisch zu unterstützen, als auch die Gestaltungsfreiräume der nationalen Strukturvorgaben zu nutzen und Studiengänge vom individuellen Lern- und Entwicklungsprozess der Studierenden aus neu zu denken [4].

Im Rahmen des Studiengangs der beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik-Informationstechnik wird diesen Herausforderungen durch die Implementierung eines modulübergreifenden Veranstaltungskonzepts begegnet: dem Begleitband.

2 ZIELE, INHALTE UND CURRICULARE STRUKTUR DES BEGLEITBANDES

Das Begleitband fokussiert auf die Unterstützung von Lern- und Kompetenzentwicklungsprozessen von Studienbeginn an. Ziel ist es, die Studierenden in dem Prozess ihrer Professionalisierung vom Facharbeiter zur Lehrer-Profession im Bachelorstudium zu begleiten und die Herausbildung einer professionellen Haltung im Studium mit dem Begleitband zu fördern.

In Anlehnung an das Kompetenzverständnis des Deutschen Qualifikationsrahmens für Lebenslanges Lernen (DQR) verfolgt das Begleitband den Aufbau einer umfassenden Handlungskompetenz, die sich aus den Dimensionen der Fachkompetenz und Personaler Kompetenz zusammensetzt [3]. Folgende Tabelle gibt einen Überblick und zeigt die zu erreichenden Lernergebnisse:

Tabelle 1: Im Begleitband zu erreichende Lernergebnisse in Anlehnung an die Niveaustufe 6 des DQRs.

Berufliche Handlungskompetenz	
Fachkompetenz	Personale Kompetenz
Berufliche- und Fachliche Strukturen verknüpfen und auf zukünftigen Beruf transferieren	Eigene Entwicklungsziele identifizieren, verfolgen und bewerten
Forschungs- und Entwicklungsprojekte planen, unter Anwendung von Forschungsmethoden durchführen, reflektieren und auf zukünftigen Beruf transferieren	Eigenen Lern- und Entwicklungsprozess nachhaltig gestalten
	Andere in ihrer Entwicklung anleiten
	Selbständig fachliche Problemstellungen identifizieren, Lösungen entwickeln und verfolgen

Im Verlauf des Bachelorstudiums folgen die einzelnen Begleitbänder einem spiralcurricularen Aufbau (Orientierungs-, Entwicklungs- und Professionalisierungsphase), um den Professionalisierungsprozess bestmöglich zu fördern, wobei sich die Inhalte an den Bedürfnissen der Studierenden in den unterschiedlichen Phasen des Bachelorstudiums orientieren, wie Abbildung 2 zeigt.

Das Begleitband in der Studieneingangsphase unterstützt in Anlehnung an den Prozess der Rollenentwicklung die Orientierung im Studium und die Wertschätzung beruflicher Vorerfahrungen durch die Verknüpfung von Vergangenheit (berufliche Erfahrung), Gegenwart (Studium) und Zukunft (Lehrerberuf). Ebenso lernen die Studierenden Instrumente zur Gestaltung und Reflexion des eigenen Lern- sowie Kompetenzentwicklungsprozesses kennen und wenden fachbezogene Forschungsmethoden an.

In der Entwicklungsphase, welche das 2. und 3. Bachelor-Semester umfasst, steht das vermehrt selbstständige Durchführen eines eigenen Forschungs- und Entwicklungsprojekts im Vordergrund.

Die Professionalisierungsphase zum Ende des Bachelorstudiums fokussiert dann zum einen auf das selbstständige Identifizieren und Entwickeln von Forschungsideen als Vorbereitung auf die Bachelor-Arbeit. Zum anderen erfolgt die reflexive Auseinandersetzung mit Gestaltungsmöglichkeiten, Methoden und Konzepten im Kontext der Entwicklung von Selbständigkeit bzw. Personaler Kompetenz.



Abbildung 2 Curriculare Implementierung des Begleitbandes in das Bachelorstudium.

3 MODULINTERNE GESTALTUNG DES BEGLEITBANDES

Das Bachelorstudium der beruflichen Fachrichtungen hat vorrangig die technische Fachwissenschaft mit der Perspektive auf berufliche Arbeitsprozesse zum Inhalt.

Um vertiefte Lernprozesse zu unterstützen, die Handlungskompetenz und der Fähigkeit zur (Selbst)Reflexion zu fördern, erfolgt in jedem beruflichen Modul auf der Ebene der Veranstaltungsgestaltung die Trennung von explizit fachsystematisch ausgerichteten Veranstaltungen (Technologie I & II, siehe Abb. 3) und einer Veranstaltung mit Fokus auf berufliche Arbeitsprozesse (Berufsstrukturen, siehe Abb. 3).

Die inhaltlichen Verknüpfungen der Strukturen und somit auch der Veranstaltungen erfolgen durch die Studierenden im Rahmen eines selbstständig durchzuführenden sowie anwendungsbezogenen Projektes. Dieses verknüpft die technischen und beruflichen Aspekte in praktischen Analysen oder Entwicklungsprojekten. Es baut auf berufstypischen Problemstellungen auf und führt die Studierenden zur Modulprüfung.

Wie können die Lernenden dabei unterstützt werden, diese Veranstaltungen gewinnbringend zu verzahnen und wie kann Ihnen gleichzeitig Raum zur freien Entfaltung geboten werden?

Im Rahmen eines Moduls übernimmt das Begleitband diese Funktion eines inhaltlichen Bindegliedes zwischen den Veranstaltungen und dem selbstständig durchzuführenden Projekt (siehe Abb. 3). Im Begleitband erfolgt parallel zum Entwicklungsprozess des Projekts die inhaltlich-methodische und strukturelle Begleitung mit Fokus auf die Förderung forschungsnahen Lehren und Lernen und einer professionellen Haltung.

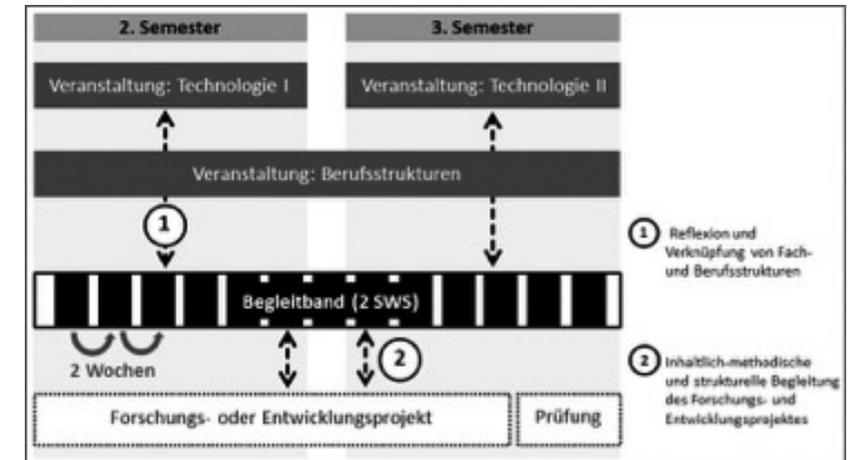


Abbildung 3 Erläuterung des Konzepts am Beispiel des TA Moduls in der Entwicklungsphase, 2.-3. Semester

Die Veranstaltungen des Begleitbandes im TA Modul gliedern sich in fünf Phasen, die jeweils inhaltliche Schwerpunkte in Bezug auf das durchzuführende Forschungs- und Entwicklungsprojekt legen. Dabei orientieren sich die Phasen am Prozess des forschungsnahen Lehren und Lernens [5, 6]. In jeder Begleitband-Veranstaltung stehen dann an der jeweiligen Projektphase ausgerichtete Themen und Arbeitstechniken im Vordergrund, um sowohl die Studierenden im Projekt, bei der Verknüpfung von Berufs- und Fachstrukturen sowie der persönlichen Entwicklung zu unterstützen.

In der ersten Phase des Begleitbandes und somit am ersten Veranstaltungstermin steht die Orientierung (1) im Modul, aber auch die Entwicklung erster Projektideen oder Forschungsfragen im Zentrum. In der Planungsphase (2) werden die Studierenden in der Entwicklung eines Forschungs- oder Projektkonzepts unterstützt, wobei sie sich mit den Phasen eines Forschungsprozesses auseinandersetzen, relevante Themen identifizieren und Erhebungs- bzw. Entwicklungsmethoden zur Beantwortung ihrer Forschungsfrage herausarbeiten. Dazu gehören auch die Abstimmung in der Gruppe und die Erstellung eines Zeit- und Arbeitsplans. In der Durchführungs- und Auswertungsphase (3) steht dann die praktische Durchführung des Projekts im Zentrum, wobei inhaltliche Unterstützung z. B. zur Datenerhebung und Auswertung bzw. zur strukturierten Darstellung der im Projekt erarbeiteten Erkenntnisse geboten wird. Im Anschluss erfolgt die Evaluation (4) der Zielerreichung bzw. Beantwortung der Forschungsfrage sowie die Präsentation und Reflexion der Projekte, Erkenntnisse und Forschungsergebnisse. Das Begleitband bietet den Raum zur Diskussion und kritischen Reflexion des Entwicklungsprozesses. Zum Abschluss wird der Transfer (5) der Ergebnisse auf den Lehr-Lern-Kontext gemeinsam vollzogen.

4 INSTRUMENTE UND METHODEN ZUR REFLEXIONSFÖRDERUNG

Zwischen den Präsenzphasen unterstützen verschiedene Instrumente und Methoden die Studierenden in der Reflexion individueller Vorstellungen sowie inhaltlicher Zusammenhänge und Strukturen. Durch den Einsatz von Phasen des Blended Learnings soll der individuelle Entwicklungsprozess stärker fokussiert und auch dokumentiert werden, um das Bewusstsein für das individuelle Kompetenzvermögen zu stärken [7].

Die Methode der Concept-Maps hilft bei zur Verknüpfung von Berufs- und Fachstrukturen sowie bei der Visualisierung subjektiver Wissenskonstruktionen, welche so einer konstruktiven Auseinandersetzung geöffnet werden können [8].

Ein ePortfolio dient zur Begleitung, Dokumentation und Reflexion des Lernprozesses. Angeleitet durch Reflexionsaufgaben, setzen sich die Studierenden mit ihren Vorstellungen und Zielen in Bezug auf das Studium sowie ihre zukünftige Rolle als Lehrende auseinander [9]. Darüber hinaus können im ePortfolio Forschungsprozesse dokumentiert, und durch Peer-Feedback weiterentwickelt werden [10]. Ebenso soll dort das wissenschaftliche Schreiben und Veröffentlichen von Texten in einem geschützten Raum geübt werden.

Der Einsatz von Instrumenten zur Kompetenzeinschätzung, z. B. in der Gegenüberstellung von Selbst- und Fremdeinschätzungen, thematisiert das studentische Selbstkonzept und fördert die Entwicklung eines realistischen Kompetenzbewusstseins, indem die Studierenden sich eigene Entwicklungsziele setzen, verfolgen und ihre Erreichung kritisch reflektieren.

5 AUSBLICK

Aufbauend auf dem zuvor dargestellten theoretischen Konzept, erfolgt die Implementierung des Begleitbandes im Rahmen der Neugestaltung des Studiengangs der beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik-Informationstechnik im Wintersemester 2016/2017 im ersten Fachsemester. Eine wissenschaftliche Begleitung der Umsetzung trägt dann dazu bei, Erkenntnisse über den Mehrwert des Veranstaltungskonzepts zu gewinnen sowie im Sinne einer formativen Evaluation das Konzept und integrierte Instrumente weiter an die Bedürfnisse der Studierenden sowie Anforderungen des Studiengangs anzupassen.

Referenzen

- [1] KMK: Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 08.09.2016).
- [2] KMK: Ländergemeinsame Strukturvorgaben für die Akkreditierung von Bachelor und Masterstudiengängen (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10.10.2003 i.d.F. vom 04.02.2010).
- [3] Bund-Länder-Koordinierungsstelle für den DQ für lebenslanges Lernen (Hg.): Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen: Struktur - Zuordnungen – Verfahren – Zuständigkeiten (Stand 01.08.2013).
- [4] Hägele, T.; Knauf, B.: Arbeitsprozess- und kompetenzorientierte Studienganggestaltung am Beispiel der beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik-Informationstechnik. In: Dreher, R.; Jenewein, K.; Neustock, U.; Schwenger, U. (Hrsg.): Wandel der technischen Berufsbildung. Ansätze und Zukunftsperspektiven (Berufsbildung, Arbeit und Innovation 41). Bielefeld 2015, S. 161–173.
- [5] Wildt, J.: Auf dem Weg zu einer Didaktik der Lehrerbildung? Beiträge zur Lehrerbildung 23 (2), S. 183-190. URL: bzl-online.ch/archivdownload/artikel/BZL_2005_2_183-190.pdf. 2005
- [6] Reimann, G.: Prüfungen und Forschendes Lernen. Reprint URL: http://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2014/12/Artikel_Pruefungen2_ForschendesLernen_Dez14_Preprint.pdf. 2014
- [7] *ibid.*: Blended Learning in der Lehrerbildung: Didaktische Grundlagen am Beispiel der Lehrkompetenzförderung. Seminar, 3, S. 7–16, 2011
- [8] Novak, J.D.; Canas, A.J.: The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. Florida Institute for Human and Machine Cognition 2016.
- [9] Menhard, I.; Scholz, N., Bruder, R.: Kompetent kompetenzorientiert lehren? Einsatz von lehrveranstaltungsbezogenen Kompetenzprofilen im Rahmen eines E-Portfolio-Projekts. Zeitschrift für Hochschulentwicklung ZFHE, 7 (4), S. 50–59, 2011.
- [10] Mauch, M., Albrecht, L.: Online-gestütztes Peer-Feedback als Baustein Forschenden Lernens. In: N. Apostolopoulos, N.; Hoffmann, H.; Mußmann, U.; Coy, W., Schwill, A. (Hrsg.). Grundfragen Multimedialen Lehrens und Lernens: Der Qualitätspakt E-Learning im Hochschulpakt 2020 (S. 263–280). Münster 2014.

METHODENTOOLBOX ZUR ENTWICKLUNG BERUFSBEZOGENER, ÜBERFACHLICHER KOMPETENZEN ALS REFLEXIVER ANSATZ ZUR PROFESSIONALISIERUNG DES BACHELORINGENIEURSTUDIUMS IN DER MASCHINENKONSTRUKTIONSLEHRE

Annica Helmich, Jan Breitschuh, Gerd Gidion und Sven Matthiesen
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

annica.helmich@kit.edu, jan.breitschuh@kit.edu, gerd.gidion@kit.edu, sven.matthiesen@kit.edu

Abstract 1 *Maschinenkonstruktion in der Industrie ist kreative, problemlösende Teamarbeit. Studierende müssen daher neben tiefen Fachkompetenzen auch überfachliche Kompetenzen entwickeln. Hierzu wurde eine Methodentoolbox entwickelt, die mit kurzen Lerneinheiten und eingängiger Reflexion eine bestehende Lehrveranstaltung am IPEK – Institut für Produktentwicklung ergänzt.*

Keywords: *Kreativität, Teamfähigkeit, Durchsetzungs- und Umsetzungsstärke, überfachliche Kompetenzen im Ingenieurwesen*

Abstract 2 *Mechanical Design Engineering in industry is creative, problem solving teamwork. Students therefore need not only to develop profound professional skills but also soft skills. For this purpose a Method Toolbox was created, which provides short interventions and reflection guidelines in the context of an existing lecture at the IPEK – Institute of Product Development.*

Keywords: *creativity, teamwork abilities, strength of implementation, soft skills in engineering*

EINLEITUNG

Maschinenkonstruktion ist kreatives Problemlösen im Team [1]. In der hochschulischen Ausbildung von Studierenden des Maschinenbaus müssen folglich auch Kompetenzen des kreativen, fachlichen Problemlösens entwickelt werden. Eine professionelle, berufliche Handlungsfähigkeit erfordert über Fachwissen und Kreativität hinaus weitere Fachkompetenzen und überfachliche Kompetenzen [2], [3]. Nun zeigt sich jedoch, dass es außerordentlich schwierig ist, eine zweckmäßige Kopplung der Entwicklung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen zu erzielen [4].

Das IPEK – Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) hat zu diesem Zweck das KaLeP – Karlsruher Lehrmodell für Produktentwicklung eingeführt [5]. Einer der Grundpfeiler dieses Lehrmodells ist es, praxisnahe Lernumgebungen zu schaffen, da nur so auch praxisrelevante Kompetenzen entwickelt werden können. Aus dieser Maxime wurde in der Lehrveranstaltung «Maschinenkonstruktionslehre (MKL)» des IPEK ein dreigliedriger Aufbau mit Vorlesungen, Übungen und Workshops abgeleitet [6].

In diesem Beitrag wird näher auf die Workshops eingegangen. Insbesondere wird die Herausforderung erörtert, wie großen Studierendenkohorten eine Kleingruppenbetreuung ermöglicht werden kann, wie die integrative Entwicklung überfachlicher Kompetenzen realisiert werden kann und wie kompakte didaktische Interventionen den regulären Lehrbetrieb bereichern.

MASCHINENKONSTRUKTIONSLEHRE

Das Studienmodul Maschinenkonstruktionslehre erstreckt sich im Bachelorstudium Maschinenbau über insgesamt vier Semester und besteht aus Vorlesungen, Übungen und Workshops. Der Fokus des folgenden Beitrags soll auf den Semestern drei und vier liegen, in denen ca. 600 Studierende semesterübergreifend an einem konkreten Konstruktionsprojekt in kleinen fünfer Teams arbeiten und dabei tutoriell betreut werden. Insgesamt gibt es pro Semester drei Meilensteine, die sogenannten Workshops. Dort stellt das Studierendenteam seine aktuellen Projektpläne, Ergebnisse, Berechnungen, Zeichnungen usw. studentischen TutorInnen vor und erhält sowohl zu den fachinhaltlichen Fragestellungen als auch ihrer Teamorganisation und ihrem kreativen Vorgehen Feedback. Unterstützt werden die studentischen TutorInnen von wissenschaftlichen MitarbeiterInnen des Instituts; den sogenannten Saalassistenten [6]. Durch diese Rahmenbedingungen entsteht eine praxisnahe Lernumgebung: Praxisrelevante Lehre braucht praxisnahe Lernarrangements.

Auf Basis der sogenannten Kompetenzspinnne und dem daraus abgeleiteten Kompetenzentwicklungsleitfaden erfolgt eine individuelle Bewertung der Studierenden nach jedem Meilenstein in den folgenden fünf Kompetenzdimensionen: Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Teamfähigkeit, Kreativität und Elaboration [7]. Auf Basis der Kompetenzbewertung können die Studierenden konkrete Lern- und Entwicklungsaufgaben für sich formulieren. Als besonders wichtig gilt hier die Tatsache, dass die Bewertung auf einer Punkteskala von Null bis vier stattfindet und keine Noten vergeben werden. Stattdessen geht es darum, eine quantifizierbare Einschätzung des Entwicklungspotenzials der Studierenden abzugeben, sodass sie aufbauend darauf ihre reflexive Entwicklung anstoßen können.

Die Herausforderung bei der Kompetenzbewertung besteht unter anderem darin, dass die didaktisch aufbereitete Konstruktionsaufgabe beispielsweise ab der dritten Workshopsitzung wenig Möglichkeit bietet, bspw. Kreativität beobachten zu können, wohingegen in der ersten Workshopsitzung die Studierenden eine Mehrzahl von verschiedenen Konstruktionslösungen präsentieren müssen, die sich zum einen in der Quantität aber auch Einzigartigkeit unterscheiden lassen und damit einen Anhaltspunkt zur Bewertung der Kreativität bieten.

Den AutorInnen ist bewusst, dass sich Kompetenzen niemals ausschließlich und als Kausalzusammenhang mit der sichtbaren Performanz beobachten und bewerten lassen [8]. Aufgrund der zeitlichen und studiumsspezifischen Herausforderungen erfolgt allerdings eine Reduktion der Herangehensweise die den strukturellen Bedingungen Rechnung trägt. Das heißt Tutoren/innen stehen vor der Herausforderung Kompetenzen einzuschätzen, die nicht unmittelbar sichtbar sind.

METHODENTOOLBOX

Die Methodentoolbox dient als Werkzeug, das es den TutorenInnen ermöglicht innerhalb der intensiven aber kurzen Workshopzeit didaktische Interventionen einzubauen, die zum einen als Hilfsmittel der besseren Sichtbarmachung und Bewertbarkeit der überfachlichen Kompetenzen Kreativität, Teamfähigkeit und Durchsetzungs- und Umsetzungsstärke dienen und zum anderen bei den Studierenden mittels reflexiver Auseinandersetzung die Entwicklung ebendieser Kompetenzen unterstützen sollen: Reflexion ist der Königsweg des Lernens. Die Anwendung der Methodentoolbox ist jedoch vor allem dann vorgesehen, wenn die TutorenInnen das Gefühl haben, eine bestimmte überfachliche Kompetenz nicht hinreichend bewerten zu können. Des Weiteren sensibilisiert die Methodentoolbox bei der Punktvergabe, sodass Kompetenzen differenzierter wahrgenommen und reflektiert werden und nicht nur eine intuitive, sondern eine bewusste Einschätzung erfolgt.

Bei der Entwicklung der Methodentoolbox wurde zum Teil auf bekannte Methoden, wie beispielsweise die Kreativitätsmethode 6-3-5 zurückgegriffen. Der Hauptteil der Methoden besteht aus Neuentwicklungen, die zum einen auf die Vorerfahrungen der Studierenden aufbauen (bspw. Kreativ-Kartoffel Kollaborativ), zum anderen bewusst in abstrakte Situationen einführt, die keinen unmittelbaren fachinhaltlichen Bezug haben (bspw. Aufgabenverteilung im Team). Im Folgenden sollen zwei Methoden exemplarisch vorgestellt werden (Abbildung 1).

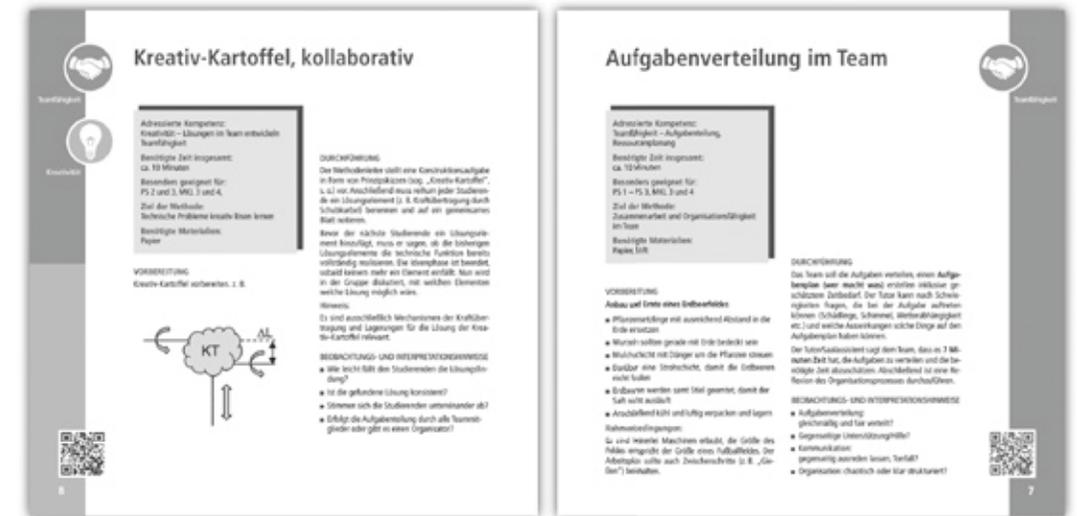


Abbildung 1 Methodenbeschreibungen der Kreativ-Kartoffel Kollaborativ und der Aufgabenverteilung im Team (Volltext: <http://www.ipek.kit.edu/downloads/MTdownload.pdf>)

Die Kreativ-Kartoffel Kollaborativ ist eine Adaption einer bestehenden Methode in der Maschinenkonstruktionslehre, um grundlegende Getriebetypen und deren mechanische Wirkketten schnell skizzieren zu lernen (vgl. Abbildung 1, links). Alle Kreativ-Kartoffeln beinhalten einen Energieeintrag und einen entsprechenden Ausgang sowie einen Kreativteil um die geforderte Umwandlung zu erarbeiten. Die kompetenzdiagnostische Wirksamkeit und Auswertungsökonomie wurde bereits erfolgreich nachgewiesen [9]. Für die Anwendung im Rahmen der Methodentoolbox wurden Komponenten der Teamarbeit hinzugefügt: So werden einzelne Lösungsmerkmale durch unterschiedliche Teammitglieder hinzugefügt (Person 1 zeichnet das erste Zahnrad, Person 2 das zweite usw.). Hierdurch entstehen dynamische Lösungsprozesse, da unter Umständen die eigene, vorgedachte Lösung durch eine vorgelegte Person ausgeschlossen wird (Person 2 möchte Kegelräder verwenden, aber Person 1 beginnt mit Stirnrädern). Somit wird es für die beobachtende Lehrperson möglich, sowohl dynamische Teamvorgänge der Kommunikation als auch kreative Lösungsprozesse fachlicher Probleme zu beobachten und entsprechende Hinweise zur Verbesserung zu geben.

Die Methode „Aufgabenverteilung im Team“ ist besonders positiv in der Durchführung durch die TutorInnen bewertet worden. Die Aufgabenstellung ist so konzipiert, dass ein Erdbeerfeld bestellt werden muss. Es werden die einzelnen Teilschritte zur Bepflanzung genannt und entsprechende Rahmenbedingungen vorgegeben, sodass die Teilschritte alle von den studentischen Teammitgliedern und nicht von Maschinen erledigt werden müssen. Das studentische Team muss anschließenden einen Aufgabenplan erstellen, wer was macht und den geschätzten Zeitbedarf eintragen (vergleiche Abbildung 1, rechts). Während die Gruppe die Erdbeerfeldaufgabe bearbeitet bekommt der Tutor nun einen Einblick in die Teamprozesse. Werden die Aufgaben gleichmäßig verteilt? Gibt es Gegenseitige

Unterstützung? Lassen die Studierenden einander ausreden? Ist das organisatorische Vorgehen chaotisch oder klar strukturiert. Die TutorInnen können die Methode noch weiter ergänzen, indem weitere Randbedingungen, wie bspw. ein plötzlicher Schädlingsbefall, eingeführt werden. Gerade die Einsicht in teaminterne Prozesse, hilft den TutorInnen ungemein, die Kompetenz Teamfähigkeit realer zu bewerten.

AUSWERTUNG DER FEEDBACKBÖGEN UND TEILNEHMENDE BEOBACHTUNGEN

Die Methodentoolbox wurde in zwei Pilotstudien mittels schriftlicher Fragebögen evaluiert. Die erste Erprobung fand im Sommersemester 2014 statt und es wurden die gleichen sechs Methoden zwei Mal mit unterschiedlichen studentischen Gruppen durchgeführt. Bei einer Gruppenstärke von je fünf Studierenden und einem Tutor oder einer Tutorin ergibt sich ein Stichprobenumfang von NS = 60 Studierenden und NT = 12 Tutoren und Tutorinnen. Die zweite Pilotierung fand im Wintersemester 2014/15 statt. Hier wurden 17 Methoden zum Teil zwei- bis dreimal in unterschiedlichen Studierendengruppen erprobt. Insgesamt wurde mit 40 Gruppen von jeweils vier bis fünf Studierenden und einem Tutor oder Tutorin pilotiert. Daraus ergibt sich ein Stichprobenumfang von NS = 190 Studierenden und NT = 40 Tutoren und Tutorinnen.

Nach jeder Durchführung einer Methode wurden die Probanden mittels schriftlichem Fragebogen nach ihren Erfahrungen befragt. Die Feedbackbögen umfassten vier gebundene Fragen (4-poligen Likert-Skala) in der ersten Studie bzw. fünf gebundene Fragen in der zweiten Studie sowie offene Textfelder in beiden Studien. In der zweiten Pilotierung wurde als fünfte Frage nach der Sinnhaftigkeit der Methoden für die spezifische Lehrveranstaltung gefragt.

Freitextfragen

Fragen: Was ich gelernt habe/gerne lernen würde, Kommentare/Verbesserungsvorschläge

Insgesamt konnten durch die zwei Pilotstudien 302 Feedbackbögen und ca. 280 offene Antworten und Kommentare für die Qualitätsoptimierung der Methodentoolbox gewonnen werden. In den Freitextantworten machten die Probanden (Studierende sowie Tutoren und Tutorinnen) unter anderem Angaben zu Verbesserungshinweisen einzelner Methoden der Toolbox sowie zur Verbesserung der Methodentoolbox für den bestehenden Workshopbetrieb (vgl. Abbildung 2).

„Gute Methode, um auf Lösungen zu kommen. Man kommt so auf Ideen, auf die man sonst nicht gekommen wäre.“

„Sehr gut, um Ideen anderer zu verstehen und weiter zu entwickeln“

„ich habe gelernt, in einer kurzen Zeit kreative Ideen zu entwickeln“

„Vorschläge bezüglich der Einbindung in die Projektsitzung hinzufügen“

„ein bisschen ausführlicher beschreiben, aber sonst eine gute Idee, [...] kreative Aufgabe“

„mehrere Durchläufe durchführen, um sich verbessern zu können“

Abbildung 2 Aussagen von Studierenden und TutorInnen

Fragen mit gebundenem Antwortformat

Fragen: Beschreibung der Methode war verständlich (Variable: Verständlichkeit), Beschreibung der Methode war vollständig (Variable: Vollständigkeit), Zweck der Methode ist mir klar (Variable: Zweck), Durchführung der Methode fiel mir leicht (Variable: Durchführung), Anwendung der Methode in MKL ist sinnvoll (Variable: Sinn); Trifft zu = 4; Trifft eher zu = 3; Trifft eher nicht zu = 2; Trifft nicht zu = 1

Mittels Korrelationsanalyse (Spearman's Rho für ordinalskalierte Variablen) konnten mittlere Zusammenhänge zwischen den Variablen Verständlichkeit und Vollständigkeit sowie zwischen den Variablen Verständlichkeit des Zwecks (Zweck) und Sinnhaftigkeit für die spezifische Lehrveranstaltung (Sinn) festgestellt werden. Trotz eingeschränkter Eignung des Datensatzes (KMO = 0,59, MSA = 0,57) wurde die Faktorenstruktur bestimmt (Hauptkomponentenanalyse mit Oblimin, direkt-Rotation (delta=0) mit Kaiser-Normalisierung) und bestätigte die Ergebnisse der Korrelationsanalyse, sodass eine zweidimensionale Faktorenstruktur aufgedeckt wurde. Die Variable „Einfachheit der Durchführung“ ist folglich abhängig von den anderen Variablen. Das entsprechende Komponentendiagramm ist in dargestellt.

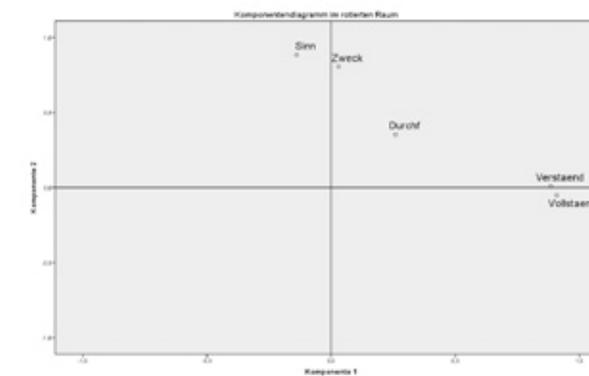


Abbildung 3 Komponentendiagramm

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Basis der Ergebnisse der Pilotierung konnte die Wirksamkeit der Methoden hinsichtlich der angestrebten Lernziele positiv evaluiert werden sowie Schwerpunkte für die Überarbeitung der Methodentoolbox identifiziert werden. Zum einen sind Verständlichkeit und Vollständigkeit der Methodenbeschreibungen als inhaltlicher Faktor entscheidend für die Qualitätswahrnehmung der Studierenden und, Tutoren und Tutorinnen. Zum anderen wurde das Erkennen des Kontextes der Methode als Qualitätskriterium identifiziert. Daher wurden die Zielbeschreibungen und Beobachtungshinweise der Methoden überarbeitet und im allgemeinen Teil der Toolbox der Hinweis gegeben, dass die Anwendung der Methoden stets im Kontext beruflicher Relevanz bzw. Relevanz für das weitere Studium erfolgen muss und die Arbeitsprozesse entsprechend zu diskutieren sind. Sowohl die Freitextantworten der Studierenden und als auch die teilnehmende Beobachtungen während der Pilotierung ergaben des Weiteren Hinweise darauf, dass ein bereits bestehender guter Gruppenzusammenhalt sowie die didaktische Anleitung durch den Tutor besonders wichtig für den Erfolg der Methodendurchführung sind. Darüber hinaus sind die Aktivierung der Studierenden durch den Tutor/ die Tutorin und die anschließende Methodenreflexion im Sinne der Übertragbarkeit auf Studium und Beruf weitere Erfolgsfaktoren, die zum Gelingen der Methodendurchführung beitragen.

Referenzen

- [1] Pahl, Gerhard (1992), Psychologische und pädagogische Fragen beim methodischen Konstruieren, Ladenburger Diskurs. Deutschland: ISBN 3-8249-0221-4.
- [2] Breitschuh, Jan; Helmich, Annica; Albers, Albert (2014). Evaluating Learning Outcomes of Soft Skills in Mechanical Engineering Education. In: International Conference on Engineering and Product Design Education. Enschede, 2014.
- [3] VDMA (Hrsg.). Ingenieure im Maschinen- und Anlagenbau - Ergebnisse der VDMA-Ingenieurerhebung 2013, Volkswirtschaft und Statistik. Frankfurt: VDMA, 2013.
- [4] Brall, Stefan (2009). Überfachliche Kompetenzanforderungen in den Ingenieurwissenschaften. In: Schriftenreihe des Zentrums für Lern- und Wissensmanagement.
- [5] Albers, Albert; Birkhofer, Herbert; Matthiesen, Sven (1999). Neue Ansätze in der Maschinenkonstruktionslehre. In: Festschrift Beitz Kolloquium 1999. Universität Berlin.
- [6] Breitschuh, Jan; Albers, Albert (2014). Teaching and Testing in Mechanical Engineering. In: Musekamp, F.; Spöttl, G. (Hg.): Kompetenz im Studium und in der Arbeitswelt. Nationale und internationale Ansätze zur Erfassung von Ingenieurkompetenzen. Berufliche Bildung in Forschung, Schule und Arbeitswelt. Bd. 12. S. 107–129. Peter Lang, Frankfurt am Main, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Warszawa, Wien.
- [7] Helmich, Annica; Breitschuh, Jan; Albers, Albert; Gidion, gerd (2013). Technikdidaktik - Systematische Kompetenzentwicklung im Maschinenbau. In: TeachING-LearnING.EU Tagungsband. Dortmund, 2013, S. 139–144.
- [8] Klieme, Eckhard (2004). Was sind Kompetenzen und wie lassen sie sich messen. In: Pädagogik Bd. 56, Nr. 6, S. 10–13.
- [9] Breitschuh, Jan; Mattes, Philipp; Albers, Albert (2015). Effiziente Kompetenzdiagnostik in der Maschinenkonstruktionslehre - Das Zeichnerische Problemlösungs-Inventar. In: Tagungsband der Jahrestagung der Ingenieurpädagogischen Wissensgesellschaft 2014, Siegen.

FRAMEWORK FÜR DEN EINSATZ VON 3D-TECHNOLOGIEN FÜR DAS ERREICHEN VON INGENIEURWISSENSCHAFTLICHEN LERNZIELEN

Nadja Huntemann und Heidi Krömker
Zugehörigkeit Technische Universität Ilmenau
nadja.huntemann@tu-ilmenau.de, heidi.kroemker@tu-ilmenau.de

Abstract 1 *3D-Visualisierungen finden in der Lehre der Ingenieurwissenschaften vermehrt Anwendung. Sie dienen der Informationsvermittlung und der Erklärung komplexer technischer Sachverhalte. Weiterhin ermöglichen 3D-Visualisierungen die Präsentation von Objekten, die in der Realität noch nicht existieren, für eine Vielzahl von Lernenden.*

3D-Visualisierungen können mit unterschiedlichem technologischen Aufwand in Hinblick auf Ihre Darstellung und Interaktivität aufbereitet werden. Der vorliegende Beitrag hat das Ziel, für die typischen Lernziele in den Ingenieurwissenschaften die angemessene Form der interaktiven Visualisierung zu finden. Dazu werden zunächst die möglichen Ausprägungen von 3D Visualisierungen klassifiziert und mit den sechs Interaktionsstufen von Rolf Schulmeister in Zusammenhang gesetzt.

Es wird gezeigt, mit welchen 3D-Visualisierungen und Interaktionsstufen, welche Lernziele erreicht werden können.

Keywords: *3D, Klassifikation, Definition, Systematisierung, Visualisierungen*

Abstract 2 *3D-visualizations are increasingly used within the degrees of engineering sciences. They are intended to serve the information transfer and the explanation of complex technical issues. Furthermore, 3D-visualizations allow for the presentation of objects - which do not yet exist in reality for large numbers of learners.*

3D-visualizations can be processed with varying technological effort, depending on their level of presentation and interactivity. This paper at hand has the objective to detect an appropriate way of interactive visualization for typical learning goals of engineering sciences. Therefore, the possible characteristics of 3D-visualizations are classified initially. As a next step these characteristics are put into context with the six interaction levels, which Rolf Schulmeister defined for learning scenarios.

This research paper at hand shows which 3D-visualizations and interaction levels it takes to achieve specific learning objectives.

Keywords: *3D, classification, definition, systematization, visualizations*

MOTIVATION

Für die ingenieurwissenschaftliche Lehre werden zunehmend 3D-Modelle zur Veranschaulichung von Objekten und Verbesserung des räumlichen Vorstellungsmögens genutzt. Sie dienen vorwiegend der Erklärung komplexer technischer Systeme und stellen Vorgänge anschaulich dar.

Die Analyse von über 20 interaktiven 3D-Lernanwendungen der letzten 15 Jahre in den Naturwissenschaften zeigte, dass der Detaillierungs- und Interaktionsgrad völlig unterschiedlich ist. Zudem sind Lernziele selten explizit angegeben bzw. nicht nachvollziehbar mit dem Inhalt der Lernanwendung verknüpft. Weiterhin zeigte die Analyse die unterschiedlichen Ausprägungen von 3D Visualisierungen.

Diese fehlende explizite Verknüpfung bestätigten auch die leitfadengestützten Interviews, die mit sechs Experten für interaktive 3D Lernanwendungen in der ingenieurwissenschaftlichen Lehre geführt wurden. Ziel der vorliegenden Studie ist es daher, 3D-Visualisierungen zu klassifizieren und in Zusammenhang mit Lernzielen zu setzen.

Dies soll die Basis für einen Leitfaden sein, der Hinweise gibt, welche Lernziele mit welcher 3D Visualisierung in Hinblick auf ein gutes Aufwand-/Nutzen-Verhältnis erreicht werden kann.

ERGEBNISSE ANALYTISCHER UND EMPIRISCHER STUDIEN: 3D-VISUALISIERUNGEN

Die Analyse von über 20 interaktiven, webbasierten Lernanwendungen zeigte die Darstellungsvariabilität von 3D Visualisierungen. Werden beispielsweise einzelne Bauteile in der Konstruktionstechnik oder Moleküle in der Chemie präsentiert, nutzen die meisten Autoren 3D Modelle. Damit sind modellierte Objekte gemeint, die von allen Seiten betrachtet werden können. Ist das Ziel einer Lernanwendung eher das Verständnis eines Prozesses, wie z. B. der Aufbau einer elektrischen Schaltung, werden 3D-Grafiken verwendet. Das sind zweidimensionale, aber perspektivisch gestaltete Visualisierungen, die hauptsächlich als Interaktionspunkt dienen. Die Interaktivität reicht bei allen untersuchten Lernanwendungen vom einfachen Anwählen bestimmter Bedienelemente über Rotation und Ausblendungen bis zum Ausgeben von Datensätzen und Diagrammen. In der Analyse konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen dem Interaktions- und Detaillierungsgrad der Visualisierungen erkannt werden.

Bei den Experteninterviews war eine oft genannte Aussage bezüglich der Visualisierung: es komme nicht auf den Grad der Detaillierung an, sondern auf den Grad der Interaktivität. Dies ist entscheidend für den Lerneffekt der Lernenden. Denn sobald die Lernenden selbst tätig werden, ist die Behaltensleistung höher als bei der reinen Betrachtung.

KLASSIFIKATION VON 3D-VISUALISIERUNGEN

Um die Vielfalt der 3D-Visualisierungen in Hinblick auf ihren Entwicklungsaufwand zu ordnen, sollen diese klassifiziert werden in 3D-Grafiken, 3D-Stereoskopie, interaktive 3D-Modelle und 3D/VR-Modelle. Allen 3D-Visualisierungen ist gemeinsam, dass sie computergeneriert sind und auf zweidimensionalem Untergrund, wie z. B. Papier, Monitor oder Leinwand, projiziert werden.

Der Entwicklungsaufwand ist in Hinblick auf die Abfolge der Klassen steigend. Während eine 3D-Grafik schnell realisiert werden kann, ist der Programmieraufwand für die Animationen und Interaktionen bei interaktiven Modellen entsprechend hoch.

3D-GRAFIK

Es handelt sich bei der 3D-Grafik um eine statische Bilddatei, wie z. B. eine JPEG oder PNG, mit perspektivischem Inhalt. Dabei werden Objekte oder Szenen räumlich dargestellt. Die häufigste Verwendung findet hier ein Screenshot eines modellierten 3D Modells (Abbildung 1). Grafiken, die durch ein Bildbearbeitungsprogramm (z. B. Photoshop) erstellt wurden, zählen weiterhin dazu. Die 3D-



Abbildung 1 3D-Grafik

Grafik bietet keine Nutzerinteraktion.

3D-STEREOSKOPIE

Stereoskopie bedeutet Fusion zweier Bilder eines identischen Objekts oder einer Szene. Dabei wird der räumliche Eindruck von Tiefe erzeugt, der physikalisch nicht vorhanden ist. Technische Hilfsmittel, wie z. B. 3D-Brillen oder Head Mounted Displays, unterstützen den erzeugten 3D-Effekt. Typische Beispiele sind Anaglyphenbilder (Abbildung 2) oder Stereo-3D-Filme. Der Betrachtende kann interaktiv keinen Einfluss auf die 3D-Visualisierung nehmen.



Abbildung 2 3D-Stereoskopie

INTERAKTIVES 3D MODELL

3D-Modelle sind Objekte, die mit einer CAD- oder Modellierungssoftware erstellt werden. Es werden dabei die Koordinaten der Ausdehnung des Modells in Länge, Breite und Tiefe berechnet. Typischerweise werden die Modelle als OBJ- oder CAD-Datei verarbeitet. Bei dieser Visualisierung steht die Interaktion durch den Nutzer im Fokus. Dieser hat vielfältige Möglichkeiten das Modell zu betrachten und zu bedienen. Dabei stehen dem Nutzer Funktionen wie Rotation, Zoom, Translation, Ein- und Ausblendungen sowie der interaktive Zusammenbau zur Verfügung (Abbildung 3). Diese Form der 3D Visualisierung kommt weiterhin in der Augmented Reality (AR) zum Einsatz.



Abbildung 3 Interaktives 3D-Modell

3D/VR-MODELL

Interaktive 3D-Modelle, wie bereits zuvor beschrieben, werden in der Virtual Reality (VR) immersiv und damit „erlebbar“. Dabei dienen große Projektionsflächen der Präsentation. Das bedeutet, der Nutzer wird in eine virtuelle Welt integriert und kann interaktiv durch verschiedene Eingabegeräte das Modell oder eine Szene begehen und steuern (Abbildung 4).



Abbildung 4 3D/VR-Modell
(© Michael Reichel)

Abbildung 5 zeigt, dass 3D-Visualisierungen neben dem Entwicklungsaufwand auch klassifiziert werden können in Hinblick auf zwei wesentliche Unterscheidungsmerkmale: die technische Realisierung und der Betrachtungswinkel.

Die technische Realisierung der 3D-Visualisierung beinhaltet folgende zwei Arten:

- Perspektivische Visualisierungen werden durch Tiefenindikatoren wie z. B. Verdeckung, Perspektive, Größenverhältnisse, Licht und Schatten hervorgerufen [Tau10]. Das bedeutet, sie treten vom Untergrund nicht hervor.

- Stereoskopische Visualisierungen bestehen aus zwei Teilbildern mit kleiner Perspektivenverschiebung. Durch das Zusammenfügen der Bilder zu einem fusionierten Mittelbild, werden die Tiefeninformationen generiert und das Objekt tritt optisch vom Untergrund heraus [But08].

Ein weiteres Merkmal zur Unterscheidung der Klassen ist der Betrachtungswinkel, der abhängig von der Interaktionsoption, hier speziell die Rotation, ist.

- Eine 180°-Visualisierung steht für die Betrachtung des Inhalts in einer zweidimensionalen Ansicht. Der Betrachtende kann durch fehlende Interaktion nicht hinter das Objekt sehen.
- Die 360° Visualisierung bedeutet, dass durch Rotation ein Objekt vollständig und von allen Seiten betrachtet werden kann.

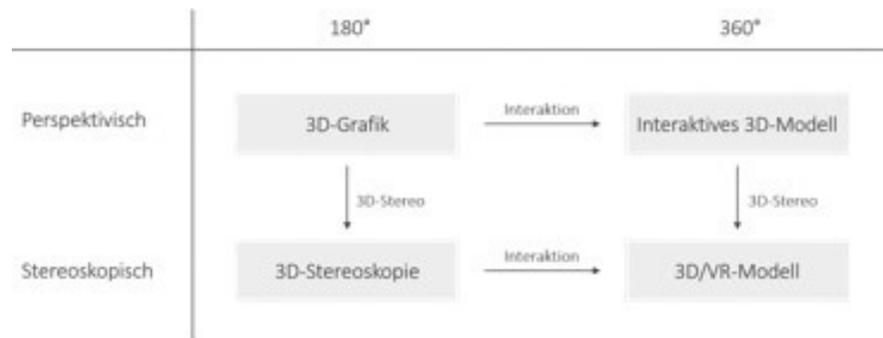


Abbildung 5 Klassifikation von 3D-Visualisierungen

Die Abbildung zeigt, dass stereoskopische Visualisierungen lediglich eine Erweiterung der perspektivischen Visualisierung darstellen. Der Stereoeffekt lässt die Visualisierung optisch aus dem Bild herausragen. Die Interaktion grenzt die 180°-Visualisierung von der 360°-Visualisierung ab.

KLASSIFIKATION DES CONTENTS BEI 3D-VISUALISIERUNGEN

Die Analyse der Lernanwendungen erfolgte weiterhin hinsichtlich des Contents. Dabei gingen drei Arten von Content hervor, der sich folgendermaßen klassifizieren lässt:

- das technische Objekt, das einen einzelnen Gegenstand abbildet,
- das technische System, das ein Konstrukt von Objekten abbildet,
- der technische Prozess, der ein Konstrukt aus Systemen in zeitliche Abhängigkeit setzt.

ERGEBNISSE ANALYTISCHER UND EMPIRISCHER STUDIEN: LERNZIELE UND INTERAKTIONSTUFEN

Die Analyse der Lernanwendungen bezüglich der Lernziele wurde auf Basis der Lernzieltaxonomie nach Bloom [Blo56] durchgeführt. Weiterhin wurde sie für das entwickelte Framework ausgewählt, da sie für die vorliegende Untersuchung eine geeignete Taxonomie für eine Systematisierung der Lernziele bildet. Weitere Modifikationen, wie z. B. die von Krathwohl & Anderson [Kra02], bauen auf der ursprünglichen Taxonomie nach Bloom auf.

Die Analyse zeigte, dass in 4 von 20 Lernanwendungen klar definierte Lernziele angegeben sind. Weitere 3 Lernanwendungen haben die Lernziele in der Beschreibung der Anwendung integriert. Das be-

deutet, dass in über der Hälfte der analysierten Lernanwendungen Lernziele nicht explizit angegeben wurden. Diese sind für die Analyse der Lernanwendungen selbstständig festgelegt worden. Dadurch ließen sich bei 12 von 20 Lernanwendungen die Lernziele mit den Interaktionsstufen nach Schulmeister [Sch05] in Zusammenhang bringen. Die sechs Interaktionsstufen können daher auf die sechs Lernzielstufen nach Bloom abgebildet werden (Tabelle 1).

Bei den Experten waren Taxonomien von Lernzielen unbekannt. Für ihre eigenen Lernanwendungen wurden Ziele festgelegt, die sich jedoch nicht konkret an einer Taxonomie orientierten, aber sich durch die Diskussion eingliedern ließen. Das Ergebnis brachte hervor, dass für die Ingenieurwissenschaften grundsätzlich die höheren Lernzielstufen angestrebt werden, was konkret die Anwendung, die Analyse, die Synthese und die Evaluation bedeutet. Des Weiteren war es für die Experten schwer, die oberen drei Lernzielstufen Analyse, Synthese und Evaluation zu separieren, da diese beim Ingenieur stark voneinander abhängen und weitgehend in einem Prozess ablaufen.

FRAMEWORK

Die zuvor erstellten Klassifikationen werden in Tabelle 1 zusammengetragen und in Korrelation gebracht. Es erfolgt die Abbildung der Lernzielstufen nach Bloom [Blo56] und der Interaktionsstufen nach Schulmeister [Sch05] auf die 3D-Visualisierungen mit entsprechendem Content.

Tabelle 1: Framework

Stufen	Lernzielstufen nach Bloom [Blo56]	Interaktionsstufen nach Schulmeister [Sch05]	3D Visualisierung	Content
Stufe I	Wissen	Objekte betrachten und rezipieren	3D-Grafik 3D-Stereoskopie	Objekt System
Stufe II	Verständnis	Multiple Darstellungen betrachten und rezipieren	3D-Grafik 3D-Stereoskopie	Objekt System
Stufe III	Anwendung	Die Repräsentationsform variieren, Inhalt bleibt	Interaktives 3D Modell 3D/VR-Modell	Objekt System Prozess
Stufe IV	Analyse	Den Inhalt der Komponente beeinflussen: Variation durch Parameter- oder Datenvariation	Interaktives 3D Modell 3D/VR-Modell	System Prozess
Stufe V	Synthese	Den Inhalt der Repräsentation konstruieren und Prozesse generieren	Interaktives 3D Modell 3D/VR-Modell	System Prozess
Stufe VI	Evaluation	Konstruktion und manipulierende Handlungen mit situationsabhängigen Rückmeldungen	Interaktives 3D Modell 3D/VR-Modell	System Prozess

ERGEBNIS

Das Framework (Tabelle 1) teilt sich in zwei wesentliche Bereiche. Es zeigt, dass die ersten beiden Lernzielstufen mit einer 3D-Grafik bzw. 3D-Stereoskopie erreicht werden können, Lernzielstufen III-VI mit einem interaktiven 3D- bzw. 3D/VR-Modell. Für die ersten zwei Lernzielstufen eignet sich die 3D-Grafik, da nach Schulmeister [Sch05] in den ersten zwei Stufen keine Interaktion am Modell erfolgt. Typische Inhalte sind hierbei das technische Objekt und System. Für einen Prozess lohnt sich die dreidimensionale Aufbereitung nicht. Hier genügen zweidimensionale Prozesscharts, um Abläufe deutlich zu machen.

Ab Lernzielstufe III bietet sich ein interaktives 3D Modell an, da hier der Nutzer laut Schulmeister [Sch05] Interaktionen am Objekt, System oder Prozess durchführen kann. Ab der Analyse (Lernzielstufe IV) steht für ein einzelnes Objekt der Aufwand nicht mit dem Nutzen in einem guten Verhältnis.

Es wird empfohlen für die drei oberen Lernzielstufen und die Darstellung von Systemen und Prozessen das interaktive 3D-Modell einzusetzen. Durch die vielfältigen Interaktionsmöglichkeiten, wie z. B. Daten- und Parametereingabe, Generierung von Systemen und Prozessen sowie das Ausgeben von spezifischen Rückmeldungen, steht der Aufwand der Modellierung und Programmierung der Modelle in einem guten Nutzenverhältnis zum Lernziel.

Es hat sich gezeigt, dass durch die interaktiven 3D-Modelle wesentliche Lernziele in den Ingenieurwissenschaften erreicht werden können, die eine statische 3D-Grafik nicht leisten könnte. Zu betonen ist, dass der Mehrwert eines interaktiven 3D-Modells in den oberen Lernzielstufen liegt, die für die ingenieurwissenschaftliche Lehre entscheidend sind.

Dieses Framework ist lediglich eine Empfehlung und wird stets weiterentwickelt. Für spezielle Einzelfälle muss das Lernziel mit dem Entwicklungsaufwand erneut abgeschätzt werden.

Referenzen

- [1] Bloom, Benjamin et al. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. Longmans, Green, New York, Toronto.
- [2] Butz, Andreas (2008). Stereoskopie. S. 3.
URL: <https://www.medien.ifi.lmu.de/lehre/ws0809/akf/Stereoskopie.pdf> (zuletzt aufgerufen am 12.10.2016).
- [3] Krathwohl, David (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy. In: Theory into Practice. V 41. #4, p. 216.
URL: http://www.unco.edu/cetl/sir/stating_outcome/documents/Krathwohl.pdf (zuletzt aufgerufen am 12.10.2016).
- [4] Schulmeister, Rolf (2005). Interaktivität in Multimedia-Anwendungen URL: <https://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/interaktiv/InteraktivitaetSchulmeister.pdf> (zuletzt aufgerufen am 12.10.2016).
- [5] Tauer, Holger (2010). Stereo 3D. Grundlagen, Technik und Bildgestaltung. Fachverlag Schiele und Schön, Berlin. S. 46.

LEHRERBILDUNG 4.0: IM SPANNUNGSFELD ZWISCHEN „DIGITALEN VERLIERERIN“ UND VORSCHNELLEM UPDATE

Steffen Jaschke und Nadja Markof
Universität Siegen. Technical Vocational Didactics (TVD)
jaschke.tvd@uni-siegen.de, markof.tvd@uni-siegen.de

Abstract 1 Die fortschreitende Digitalisierung und Vernetzung der Produktion auf Basis cyber-physischer Systeme sowie dem Internet der Dinge und Dienste wird in Deutschland als Industrie 4.0 bezeichnet [1]. Die Auswirkungen der sich verändernden industriellen Prozesse für den Arbeitsmarkt und damit auch dem Berufsbildungssystem in Deutschland sind nur schwer absehbar [2]. In quantitativer Hinsicht sollen tausende Arbeitsplätze neu geschaffen werden. Gleichzeitig gelten abertausende Arbeitsplätze mittelfristig als obsolet [3]. In qualitativer Hinsicht, konkret im Hinblick auf die Qualifikationsanforderungen, bewegen sich die Vorhersagen zwischen Polarisierung und Upgrading [4; 5]. Die Diskussion (auch innerhalb einzelner Interessensgruppen) verdeutlicht, dass die Randbedingungen für eine mögliche Restrukturierung der Lehramtsausbildung aufgrund der industriellen Veränderungen noch zu diffus sind, um in belastbaren didaktischen oder bildungspolitischen Konzepten zu münden. In diesem Beitrag wird aufgezeigt, dass die sich in diesem Spannungsfeld bewegende Lehrerbildung zwar der neuen Herausforderungen und notwendig werdenden Veränderungen bewusst sein muss, man jedoch bewährte Strukturen nicht vorschnell und ohne wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse aufbrechen sollte.

Keywords: Industrie 4.0, Hybride berufliche Bildung, Ingenieurausbildung

Abstract 2 In Germany the ongoing process of digitization, the deployment of Cyber-Physical Systems in manufacturing as well as Internet of Things and Services is referred to as „Industrie 4.0“. How employment and the German Vocational Training System are affected by the changing patterns of industry processes cannot yet be predicted accurately. From a quantitative point of view, thousands of new jobs are expected to be created. At the same time thousands jobs are expected to be destroyed. From a qualitative point of view, predictions regarding qualification requirements range from polarisation to upgrading.

The discussion shows that the conditions for a potential restructuring of teacher education is still too fragmented. Neither the development of resilient didactic nor education policy concepts is possible yet. Teacher education, in particular vocational teacher education, is caught in a field of unresolved tension. In this paper is shown that new challenges and necessary changes shouldn't be ignored by teacher education. However, hasty modifications of established structures without sound scientific evidence shouldn't be made.

Keywords: „Industrie 4.0“, hybrid vocational training, training for engineers

FORDERUNGEN BILDUNGSPOLITISCHER AKTEURE

Ausgehend von einer fortschreitenden Digitalisierung und der durch die Bundesregierung forcierten digitalen Agenda werden seit 2014 immense Fördermittel zur Forschung und Entwicklung im Bereich vernetzter Produktionssysteme unter dem Sammelbegriff Industrie 4.0 bereitgestellt. Parallel dazu werden die Auswirkungen durchgängig digitalisierter Lebenswelten auf unsere Gesellschaft

untersucht. Konsens besteht dahingehend, dass eine Vielzahl beruflicher und privater Bereiche vermehrt digitalisiert werden. Aus der Sicht der Industrie stehen ökonomische Vorteile im Fokus, sprich eine Effizienzsteigerung durch Technologie. Technisch betrachtet sind viele skizzierte Industrie-4.0-Szenarien auch mit heutiger Technologie umsetzbar, sofern nicht das Geschäftsmodell als Ganzes, sondern eine weitere Evolutionsstufe der Automatisierung betrachtet wird. Als Schwachpunkt in der Industrie-4.0-Diskussion wird also weniger die technologische denn die menschliche Komponente verstanden und zwar die zur Steuerung und Überwachung hochgradig automatisierter Prozesse notwendigen Arbeitnehmer*innen. Hier besteht Konsens zu einem erweiterten Kompetenzprofil der Mitarbeiter*innen, welche exemplarisch aufgeführt werden [6, 18 f.; 7, 54, 88; 8, 16]:

- Nutzen digitaler Medien,
- Wissen über Spielregeln in der digitalen Welt,
- systemübergreifend denken und handeln Können,
- IT-Kompetenzen,
- soziale Fähigkeiten und Kommunikation,
- systemisches Denken.

Zentral sind demnach Medien und IT-Kompetenz sowie systemübergreifendes Wissen, was nahezu durchgängig in den Positionspapieren gefordert wird. Um dies zu erreichen, sei in allen Stufen des Bildungssystems in allgemeiner und beruflicher Bildung an einer Förderung der IT- und Medienkompetenz zu arbeiten und als Kulturtechnik zu etablieren.

„Verändert sich das Bildungssystem nicht, droht Stillstand. Die Lehrpläne in den Schulen und die Inhalte der Studiengänge hinken ihrer Zeit hinterher. Aktuelle Themen wie Digitalisierung und Globalisierung werden nur zögerlich oder gar nicht integriert. Teile der Gesellschaft bleiben digitale Analphabeten“ [9, 5].

Der Münchener Kreis et al. attestiert den dazu vorhandenen Bildungssystemen weitere Defizite:

„Die notwendigen Fähigkeiten zu IT-Kompetenz, interdisziplinäres Denken und Kreativität bilden jedoch weder die Aus- noch Weiterbildungssysteme ausreichend ab“ [6, 18].

Gar von digitalen Verlierern ist die Rede, da die Schüler*innen nicht ausreichend für die digitalen Anforderungen ausgebildet werden. Gefordert wird eine schnelle Anpassung der Bildungssysteme:

„Aus-, Fort- und Weiterbildungssysteme äußerst schnell auf die Erfordernisse der digitalen Welt anpassen und immensen Rückstand aufholen: Zeithorizont < 2 Jahre“ [6, 19].

So drastisch die Aussagen zu einem defizitären Ausbildungssystem sind, so unrealistisch sind die Forderungen nach einem schnellen Wandel innerhalb von weniger als 2 Jahren. Insbesondere das deutsche duale berufliche Bildungssystem hat sich als äußerst robust gegen die technologisch-gesellschaftlichen Evolutionen und Revolutionen gezeigt, was dennoch nicht als Freibrief für Tatenlosigkeit gelten soll. Ähnlich den Prognosen zum Wandel der Erwerbsarbeit wurden die Erfindung der Roboter in den 1960er Jahren, der speicherprogrammierbaren Steuerung in den 1970er Jahren, den Personal Computern in den 1980er Jahren, dem World Wide Web in den 1990er Jahren, den Smart Devices in den 2010er Jahren als arbeitsplatzvernichtende Schritte befürchtet.

Tabelle 1: Ausgewählte Beispiele für Forderungen nach Änderungen des Bildungssystems

Institution/Quelle	Kompetenz
Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI) [9, 16]	Inhalte und Lehrpläne auf allen Stufen der Aus- und Weiterbildung müssen stärker auf die Erfordernisse des technologischen Wandels ausgerichtet werden und stärker fächerübergreifend gestaltet sein. Darüber hinaus sollten Schulen und Hochschulen stärker als bisher technische und naturwissenschaftliche Themen, die aktuelle Forschung sowie berufliche Anforderungen im Unterricht berücksichtigen.
Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen (MWEIHM) [10, 14]	Die Fachlehrerausbildung/-gewinnung für Berufsschulen im Mangelbereich MINT, aber auch für Fachlehrer im Fach Technik, an allen Schulformen verbessern.
Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI) [7, 53]	In Hochschulen müssen Effektivität und Effizienz des Medieneinsatzes deutlich gesteigert werden.
Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (BDA) [11, 7]	Es müssen informationstechnische Grundlagen sowie Medienbildung verbindlich in den Lehrplänen und stärker in der Lehreraus- und -weiterbildung verankert werden. Bei dem Erwerb informationstechnischer Grundlagen stehen der Umgang mit Textverarbeitungs-, Tabellenkalkulations-, Präsentations-, Dateiverwaltungs- und Bildbearbeitungsprogrammen, Modellbildung, Simulationen sowie das Zusammenspiel von Hard- und Software im Mittelpunkt.

IMPLIKATIONEN FÜR DEN ARBEITSMARKT

Tatsächlich wird aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung von Effekten auf die Beschäftigung in Deutschland ausgegangen. Das Ausmaß der Auswirkungen der sich verändernden industriellen Prozesse für den Arbeitsmarkt ist allerdings nur schwer absehbar und wird kontrovers diskutiert [4, 5 ff.]. Insbesondere leicht automatisierbare Tätigkeiten, die in der Regel von gering qualifizierten Arbeitnehmern ausgeführt werden, scheinen in der Zukunft durch die technologischen Entwicklungen gefährdet. Im Gegenzug wird von der Entstehung von neuen Arbeitsplätzen mit höheren Kompetenzanforderungen ausgegangen [12, 17 f.; 3]. Bonin et al. [12, 19 f.] weisen darauf hin, dass Arbeitsplätze aber nicht automatisch verdrängt werden, sondern sich Arbeitsplatzbeschreibungen teilweise verändern, weil die freiwerdende Arbeitszeit für andere, schwer zu automatisierende Tätigkeiten genutzt werden kann. Bezogen auf die Einführung von Computerized Numerical Control (CNC) finden sich bei Janssen & Mohrenweiser [13, 6, 16] Hinweise darauf, dass die Verbreitung der Technologie in deutschen Unternehmen nach der Aufnahme von CNC in den Rahmenlehrplan und dem hierdurch steigenden Angebot von Fachkräften mit dualer Berufsausbildung mit CNC-Kenntnissen zunahm. Allerdings unterscheidet sich die fortschreitende Digitalisierung von der Einführung neuer Technologien in der Vergangenheit, z. B. der Einführung von CNC. Der Unterschied liegt unter anderem darin begründet, dass die Digitalisierung längst bei den Arbeitnehmer*innen Zuhause und am Arbeitsplatz Einzug gehalten hat:

„Schon heute haben zwei Drittel der Mitarbeiter einen durch digitale Technologien unterstützten Arbeitsplatz. Und kein Arbeitnehmer kann heute noch davon ausgehen, dass die Inhalte seiner Ausbildung ein (Arbeits-) Leben lang aktuell bleiben“ [9, 16].

Ferner tangierte die Einführung der CNC-Maschinen lediglich wenige Berufsgruppen des produzierenden Gewerbes. Die Digitalisierung dagegen diffundiert in nahezu alle Berufe, sodass lebenslanges

Lernen und die Weiterbildung der Beschäftigten erneut eine zentrale Bedeutung erlangen. In einem ersten Schritt sind die Arbeitnehmer*innen auf die neuen Anforderungen hin weiterzubilden, bevor in einem weiteren Schritt digital natives ausgebildet und für den Arbeitsmarkt gewonnen werden können.

Für Arbeitnehmer ohne digitale Kompetenzen bedeutet dieser Wandel, dass die Konkurrenz auf dem Arbeitsmarkt drastisch verstärkt wird. Gleichzeitig ist eine natürliche Ausbremsung von Digitalisierungsprozessen zu erwarten, welche sich beispielsweise auf folgende Faktoren zurückführen lässt:

1. Innerbetrieblicher Widerstand. Veränderungen in Unternehmen, wie der Automatisierung des eigenen Tätigkeitsbereichs, können bei den betroffenen Arbeitnehmer*innen Widerstand hervorrufen. Piderit [14, 785] unterscheidet hierbei zwischen kognitivem, emotionalem und verhaltensbezogenem Widerstand.
2. Technisch mögliches Automatisierungspotential ist nicht gleichzusetzen mit der dann auch tatsächlich realisierten Automatisierung. Bei der Implementierung der neuen Technologien sind ebenfalls wirtschaftliche, gesellschaftliche und rechtliche Faktoren entscheidend [12, 20 ff.; 4, 23 f.]. Aus diesen Gründen kann es sinnvoll sein, das technisch mögliche Automatisierungspotential nicht oder nicht vollständig auszuschöpfen, da für die Unternehmen das Risiko von Fehlinvestitionen besteht.

IMPLIKATIONEN FÜR DEN LEHRERBERUF UND DIE LEHRAMTSAUSBILDUNG IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Dem Leitbild „Lernen im Digitalen Wandel“ der Landesregierung Nordrhein-Westfalens (NRW) folgend sind folgende Fähigkeiten entlang der gesamten Bildungskette (frühkindliche Bildung bis berufliche und allgemeine Weiterbildung) zu vermitteln:

„Medienkompetenz, die eine kritische Urteilsfähigkeit sowie die Analyse und Einordnung von vermittelten Inhalten in soziale Zusammenhänge ermöglicht und damit dazu beiträgt, alle Chancen einer digitalisierten Welt nutzen und gleichzeitig mögliche Risiken erkennen und abwenden zu können.

Anwendungs-Know-how, das für einen selbständigen und sicheren Umgang mit digitalen Medien und Werkzeugen notwendig ist. Hierzu gehört auch die Kenntnis über Gefahren und Risiken, über wirksame Schutzmaßnahmen sowie über Grundlagen der Verschlüsselung.

Informatische Grundkenntnisse, die für ein basales Verständnis von Algorithmen und deren digitaler Form sowie die Erstellung digitaler Angebote erforderlich sind.“ [15, 5]

Das Land NRW setzt dafür auf einen integrativen Ansatz, welcher digitale Aspekte in den Fachkompetenzen verankert sieht. Eine Verortung von Informatik als Pflichtfach an allgemeinbildenden Schulen wird nicht verfolgt. Das impliziert, dass künftige Generationen von Lehrer*innen während ihrer universitären Ausbildung nicht nur informatische Grundkenntnisse erwerben, sondern auch lernen müssen, wie sie diese zielgruppengerecht vermitteln. Dem Fach Informatik, der Mediendidaktik sowie der Didaktik der Informatik würden damit Schlüsselrollen zuteil und die entsprechenden Lehrveranstaltungen müssten in allen Lehramtsstudiengängen NRW – unabhängig vom angestrebten Lehramt und der gewählten Fächerkombination – curricular verankert werden. Es ist nicht davon auszugehen, dass die Kapazitäten der Informatik, der Mediendidaktik sowie der Didaktik der Informatik an den

Universitäten aktuell dafür ausgelegt sind und, darüber hinaus, ist angesichts des Mangels an Nachwuchswissenschaftlern in diesen Bereichen nicht damit zu rechnen, dass die notwendigen Strukturen kurzfristig aufgebaut werden können.

Eine Implementierung von Modulen, in denen die informatischen Grundkenntnisse als Bestandteil der Unterrichtsfächer vermittelt werden sollen, würde zudem bedeuten, dass die Umfänge der originär zu unterrichtenden Fächer reduziert werden müssten, um im Curriculum Raum zu schaffen.

Neben den curricularen strukturellen Hürden besteht das Problem der fehlenden Affinität zu informatischen Konzepten auf Seiten der Fächer. Informatische Grundkenntnisse, wie „ein Verständnis von Algorithmen und deren digitaler Form“ meinen das Verwenden einer Sprache zur Implementierung eben dieser Algorithmen. Das Erlernen von Programmiersprachen und deren zugrundeliegenden Konzepten sowie die Anwendung von Schutzmaßnahmen wie Verschlüsselung erfolgen keinesfalls en passant, sondern fußen auf Lehr-Lernkonzepten informatikdidaktischer Forschung.

FAZIT

Die Veränderungen der Arbeitswelt infolge einer zunehmenden Digitalisierung der Industrie wird konsensuell nicht in Abrede gestellt, wenngleich das Tempo und die Durchdringung differenziert zu betrachten sind und vor allem die Implikationen für die Bildung weiter diskutiert werden müssen statt vorschnell zu handeln. Die hehren Ziele, digitale Verlierer durch eine vollumfängliche Ergänzung des Fachunterrichts um digitale Kompetenzen auf die Arbeits- und Lebenswelt von morgen vorzubereiten, sind mehr durch konkrete Schritte zu benennen, denn durch einen alleinigen integrativen Ansatz auf Zielebene zu erreichen. Die Autoren stimmen mit der Aussage überein, dass Medien Teil von Fachunterricht sein müssen. Informatische Kompetenzen hingegen sind in Informatikunterricht zu fördern, was eine verbreitete Ausbildung von Informatiklehr*innen und einen verpflichtenden Informatikunterricht einschließt. Ansonsten droht ein Scheitern die theoretischen Ziele an der Ausbildungspraxis der Universitäten.

Referenzen

- [1] Acatech & Forschungsunion (2013). Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0.
- [2] Hirsch-Kreinsen, H. (2014). Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. Arbeitspapier Nr. 38 (Januar 2014). Technische Universität Dortmund.
- [3] Weber, E. (2015). Industrie 4.0 – Wirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt. In: Wirtschaftsdienst, Vol. 95, p. 722–723. Downloadbar unter: <http://www.wirtschaftsdienst.eu/archiv/jahr/2015/11/industrie-40-wirkungen-auf-wirtschaft-und-arbeitsmarkt/> (13.10.2016).
- [4] Hirsch-Kreinsen, H. (2015). Digitalisierung von Arbeit: Folgen, Grenzen und Perspektiven. Arbeitspapier Nr. 43 (Oktober 2015). Technische Universität Dortmund.
- [5] Windelband, L. (2014). Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. In: Journal of Technical Education, Vol. 2, p. 138–160.
- [6] Münchner Kreis e.V., deep innovation GmbH, Deutsche Telekom AG, European Center for Information and Communication Technologies (EICT) GmbH, FUJITSU, Robert Bosch GmbH, Siemens AG, TNS Infratest, Zweites Deutsches Fernsehen (Hg., 2015). Digitalisierung. Achillesferse der deutschen Wirtschaft? Wege in die digitale Zukunft. Zukunftsstudie Münchner Kreis Band VI.
- [7] BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.) (2015a). Chancen nutzen. Vertrauen stärken. Gemeinsam handeln. Digitale Agenda der deutschen Industrie. Berlin.
- [8] Heimann, K. (2016). Interview mit Thorben Albrecht: „Sozialstaat ist kein Hemmschuh“. In: Erziehung & Wissenschaft. Allgemeine Deutsche Lehrerzeitung, Vol. 68, p. 16–18.

- [9] BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.) (2015b). Zukunft durch Industrie. Den Wandel als Chance begreifen – Herausforderungen und Implikationen. Berlin.
- [10] MWEIMH (Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen) (2016). Industriepolitische Leitlinien. Zukunftsfähigkeit der Industrie in Nordrhein-Westfalen dauerhaft sichern. Düsseldorf.
- [11] BDA (DIE ARBEITGEBER. Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände) (2015). Chancen der Digitalisierung nutzen. Positionspapier der BDA zur Digitalisierung von Wirtschaft und Arbeitswelt. Berlin. Abrufbar unter: <http://arbeitsgeber.de/www/arbeitsgeber.nsf/id/4FF7E9B1E93B9C37C1257FA200562C69> (07.10.2016).
- [12] Bonin, H.; Gregory, T.; Zierahn, U. (2015). Endbericht. Kurzexpose Nr. 57. Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim.
- [13] Janssen, S. & Mohrenweiser, J. (2015). The long-lasting effect of technological change on the careers of young workers: Evidence from changes of mandatory training regulations. In: Verein für Socialpolitik / German Economic Association in its series Annual Conference 2015 (Muenster): Economic Development - Theory and Policy. Abrufbar unter: https://econstor.eu/bitstream/10419/112851/1/Vfs_2015_pid_517.pdf (13.10.2016).
- [14] Piderit, S. K. (2000). Rethinking resistance and recognizing ambivalence: a multidimensional view of attitudes toward an organizational change. In: Academy of Management Review, Vol. 25, p. 783–794.
- [15] Landesregierung NRW (2016). Lernen im Digitalen Wandel. Unser Leitbild 2020 für Bildung in Zeiten der Digitalisierung Düsseldorf.

ERNÄHRUNGSSOUVERÄNITÄT ALS CURRICULARES ZIEL: EIN BEISPIEL FÜR DIE UMSETZUNG DER SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS IN ZENTRALASIEN

Gudrun Kammasch

Beuth Hochschule für Technik Berlin, kammasch@beuth-hochschule.de

Abstract 1 Die 2030 Agenda mit ihren 17 SDG's, ein beispielloses Programm der UN, soll Menschen rund um die Welt ein Leben in Würde ermöglichen, Frieden und eine intakte Umwelt schaffen – Ziel 2 strebt Ernährungssicherheit und eine nachhaltige Landwirtschaft an. Dieser Beitrag zeigt auf, wie Hochschulen hierzu ausbilden können und welchen Beitrag die Lebensmitteltechnologie leisten kann, Ernährungssouveränität durch Initiieren von „appropriated technologies“, verbunden mit nachhaltigen Wirtschaftsformen, zu fördern, insbesondere in kleinbäuerlichen Strukturen.

Im Rahmen des Programms „Professional Education & Training in Central Asia“ (Prof. Dr. Michael Zöbisch) der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GIZ, wurden mit Kollegen aus zentralasiatischen Universitäten Curricula mit entsprechenden Modulen entwickelt, die beispielhaft sind.

Keywords: Nachhaltige Lebensmitteltechnologie, Ernährungssouveränität, nachhaltige Wirtschaftsformen, ethisches Handeln, didaktische Modelle zu Nachhaltigkeit

Abstract 2 The 2030 Agenda – an unprecedented programme of the United Nations wishes to enable people around the world to live in dignity, peace and create a healthy environment – the second priority in the SDGs is formulated to achieve food security and promote sustainable agriculture. This paper demonstrates how universities and education in food technology may contribute to improve food sovereignty by development of „appropriated technologies“ associated with sustainable economic structures particularly in small scale farming structures.

In the framework of the program “Professional Education and Training in Central Asia” (Prof. Dr. Michael Zöbisch) of the German Society for International Cooperation, GIZ, and in cooperation with colleagues from Central Asian universities, curricula were worked out which contain modules given here as an example.

Keywords: Sustainable food technology, food sovereignty, sustainable economy, ethical acting, sustainability in didactics

CURRICULUM-ENTWICKLUNG LEBENSMITTELTECHNOLOGIE IN ZENTRALASIEN

Im Rahmen des Programms „Professional Education & Training in Central Asia“ wurden gemeinsam mit Kollegen aus ausgewählten zentralasiatischen Universitäten der Länder Kasachstan, Kirgisistan, Tadschikistan und Usbekistan Curricula für Bachelor- und Masterstudiengänge Lebensmitteltechnologie (englisch/russisch) entwickelt, international akkreditiert und inzwischen eingeführt sowie ein Masterstudiengang Berufspädagogik (deutsch/russisch) entwickelt, der sich derzeit im Akkreditierungsverfahren befindet.

Dem derzeitigen Stand der Landwirtschaft und Lebensmittelverarbeitung entsprechend – der noch stark durch die Probleme der Umbruchsituation und auch politischer Unruhen nach Unabhängigkeit der Länder gezeichnet ist – lag der fachliche Schwerpunkt bei Erarbeitung der Curricula für die Bachelor- und Masterstudiengänge in der Verbesserung genutzter und Einführung neuer Technologien, der Qualitätssicherung (insbesondere der Hygiene) und des Einbezugs von Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten. In Überwindung der – für postsowjetische Länder typischen – starken Spezialisierung bisheriger Studiengänge wurde eine eher breite fachliche Ausbildung angestrebt, die Absolventen ein vielfältiges Spektrum an Arbeitsmöglichkeiten eröffnet und auch der Produktvielfalt heutiger Unternehmen entspricht. In didaktischer Hinsicht wurden stärker als bisher offene Lehr- und Lernformen einbezogen. Parallel wurde die Ausbildung durch eine adäquate Ausstattung der Laboratorien verbessert.

Neben größeren landwirtschaftlichen und lebensmittelverarbeitenden Betrieben, auf die diese Ausbildung hinführt, findet sich in diesen Ländern jedoch eine charakteristische Vielzahl kleinbäuerlicher Betriebe mit Elementen von Subsistenzwirtschaft und eingeschränkten logistischen Strukturen, meist nur mit Zugang zu lokalen Märkten. Ein eklatanter Mangel an lokalen Kleintechnologien, „appropriated technologies“, zu Haltbarmachung und Verarbeitung führt zu hohen Nachernte-Verlusten und/oder qualitativ minderwertigen Produkten – bei ursprünglich guter Qualität der Rohwaren. Insbesondere bei tierischen Lebensmitteln, Fleisch und Milch, bedingt der Mangel an Kenntnissen und Standards im Hygiene-Bereich hohe mikrobielle Belastungen, so dass z. B. größere Milch-verarbeitende Betriebe diese Milch nicht mehr abnehmen und eigene Farmen mit Milchviehhaltung aufbauen. Infolge der nach der Unabhängigkeit vorgenommenen Landreformen gibt es eine Vielzahl von Kleinbauern, was die Stärkung kooperativen Wirtschaftens erlaubt und sinnvoll macht.

Mit Fokus speziell auf die Situation dieser kleinbäuerlichen Betriebe wurden bei der Curriculumentwicklung der Masterstudiengänge Module erarbeitet, die diese Problematik aufgreifen und zu innovativen Lösungsansätzen anleiten.

LEITIDEEN

Der Konzeption dieser Module liegen weltweit beachtete Leitideen zugrunde. Der besseren Nachvollziehbarkeit wegen sollen sie hier kurz skizziert werden.

Ernährungssouveränität und die 2030 Agenda der UN

In Erweiterung des Begriffs Ernährungssicherheit versteht sich Ernährungssouveränität, food sovereignty, als Recht und damit als Möglichkeit – was letztlich aber auch die Fähigkeit voraussetzt – Landwirtschafts- und Ernährungspolitik zur Sicherung der Ernährung selbst, in eigener Verantwortung, zu bestimmen. Auch im Hinblick auf das Recht künftiger Generationen auf Ernährungssouveränität muss deren Verwirklichung zwingend nachhaltig gestaltet werden. Die detaillierten Umsetzungsstrategien für die 17 sustainable development goals der 2015 verabschiedeten „2030 Agenda“ der Vereinten Nationen geben dazu Hinweise: insbesondere das Ziel 2 Keine Hungersnot in Verbindung mit den Zielen Verantwortungsvoller Konsum, Leben unter dem Wasser und Leben an Land (Ziele 11, 14 und 15). Unter Ziel 2 sind aufgeführt: die Förderung der kleinen Nahrungsmittelproduzenten, insbesondere von Frauen durch z. B. sicheren und gleichberechtigten Zugang zu Grund und Boden, und generell die Förderung der Nachhaltigkeit der Systeme der Nahrungsmittelproduktion unter Anwendung von resilienten landwirtschaftlichen Methoden und unter Beachtung der Erhaltung der Ökosysteme. Auch die Bewahrung der genetischen Vielfalt von Saatgut, von Kulturpflanzen sowie Nutz- und Haustieren und ihren wildlebenden Artverwandten wird genannt.

Auf die Bedeutung der kleinbäuerlichen Familienbetriebe in diesem Zusammenhang hatten die Vereinten Nationen schon früher aufmerksam gemacht. Die Generalversammlung der UN hatte das Jahr 2014 zum Internationalen Jahr der familienbetriebenen Landwirtschaft (International Year of Family Farming) ernannt.

International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development

Der 2007 veröffentlichte IAASTD, Weltagrarrbericht, hatte zu diesen Themen bereits umfangreiche Antworten erarbeitet. Zahlreiche Organisationen der Vereinten Nationen und die Weltbank hatten diesen 4-jährigen, bisher einmaligen internationalen wissenschaftlichen Prozess initiiert. Über 400 internationale Expertinnen und Experten gaben auf die Frage, wie viele Menschen die Erde ernähren könne, einen umfassenden, alle Regionen der Welt einbeziehenden 7-bändigen Bericht heraus. Dieser legt Schwerpunkte auf die Förderung der Kleinbauern, der Bodenfruchtbarkeit und der Biodiversität (gerade unter Kulturpflanzen und -tieren) und generell auf die Mehrfunktionalität der Landwirtschaft – und fordert entsprechende umfangreiche Bildungsmaßnahmen. Eine regionale Lebensmittelverarbeitung mit innovativen Ansätzen müsste hier ansetzen.

Ernst Friedrich Schumacher war ein Vordenker in der Formulierung und Umsetzung dieser feingliedrigen Ansätze. Er gilt mit seinen unzähligen Projekten in Landwirtschaft und Technik als Klassiker des „small is beautiful“. Seine 1973 veröffentlichten Aufsätze, 2013 erneut aufgelegt, sind bereits wieder vergriffen. 2013 machte der frühere Generalsekretär der UN, Ban Ki-Moon, auf die Bedeutung von „science, technology and innovation, STI“ aufmerksam, verankert in der jeweiligen Kultur und durch diese gefördert. 2011 verabschiedete die UNESCO die Engineering Initiative.

Die drei Dimensionen von Nachhaltigkeit

Neben den ökologischen Aspekten greift das Nachhaltigkeitskonzept auch die soziale und wirtschaftliche Seite auf, davon ausgehend, dass wirtschaftliche Konzepte und Entscheidungen maßgeblich sind für die Zukunftsfähigkeit von Projekten, sie müssen verantwortbar sein und auf Langfristigkeit hin entwickelt werden.

Auch hier kann auf unzählige, in unterschiedlichen Kulturen entwickelte und heute aktualisierte Traditionen zurückgegriffen werden:

Die gemeinsame, nachhaltige Nutzung von common goods, von Allmenden. Elinor Ostrom hat dies in ihrem Lebenswerk erfasst und beschrieben. (Alfred-Nobel-Gedächtnispreis für Wirtschaftswissenschaften 2009)

Die Entwicklung des weltweit anzutreffenden und heute eine neue Aktualisierung erlebenden Genossenschaftsmodells mit den drei ‚Selbst‘ – Selbsthilfe, Selbstverantwortung, Selbstverwaltung – realisiert ein sozial verantwortbares Wirtschaften. (2013 wurde in der GV der UN das Internationale Jahrzehnt der Genossenschaften ausgerufen.)

Ein sinnstiftendes Mikrokredit-System, wie es Muhammad Yunus initiiert hat. (Friedensnobelpreis 2006)

Mit grundsätzlichen und umfassenden Überlegungen hat Peter Ulrich mit seiner Integrativen Wirtschaftsethik die Grundlagen einer lebensdienlichen Ökonomie ausgearbeitet.

MASTER OF SCIENCE FOOD TECHNOLOGY

Auf das 8-semesterige Bachelorstudium aufbauend, das eine breite Grundausbildung (mit Basiselementen der für die Masterstudiengänge entwickelten Module aufweist) sowie die Wahl unter fünf Sparten der Lebensmittelverarbeitung bietet, wurden für den vier-semesterigen Master of Science drei Spezialisierungen erarbeitet:

- I Food Safety and Food Quality
- II Product Development
- III Technology and Enterprise Management.

Für die Spezialisierungen II und III wurde jeweils ein Modul (5 Credits) erarbeitet, das sich auf regionale, lokale Situationen bezieht, die zur Entwicklung neuer Technologien unter Integration der vorgestellten Leitideen herausfordern. Die Inhalte werden hier vorgestellt:

Module title	Local Small-Scale Food Processing Specialisation II Product Development
Contents of the module	<p>Overview of regional and local agriculture and production: Food sovereignty</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Agricultural products, post-harvest situation ▪ Regional and local problems ▪ Regional and local biodiversity <p>Analysis of opportunities to organise regional and local food processing Low-cost and resource efficient (mini) technologies</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Regional and local examples <p>Development of locally adapted hygienic standards</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Development of training courses for primary producers and food processors in hygienic post-harvest and appropriate technologies (knowledge transfer) <p>Distribution and Marketing strategies for local products Development of a case study (P)</p>

Module title	Local Small-Scale Food Processing Enterprises Specialisation III Technology and Enterprise Management
Contents of the module	<p>Overview of regional and local agriculture and production with focus on: Food sovereignty</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Agricultural products, post-harvest situation ▪ Regional and local challenges ▪ Regional and local biodiversity ▪ Sustainability in food production <p>Analysis of opportunities to organise and finance regional and local production for</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Small-/medium-sized enterprises and Entrepreneurship ▪ Cooperatives <p>Organisation and financing of low-cost and resource efficient (mini) technologies</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Worldwide, regional and local examples ▪ Marketing strategies for local products <p>Development of a case study</p>

Die vollständigen Modulbeschreibungen liegen in englischer und russischer Sprache vor. Sie enthalten ein umfangreiches Verzeichnis einschlägiger Literatur in russischer, englischer und deutscher Sprache.

MASTER OF EDUCATION/BERUFSPÄDAGOGIK LEBENSMITTELTECHNOLOGIE

Dieser Studiengang mit 4 Semestern eröffnet Absolventen des Bachelorstudiengangs Lebensmitteltechnologie eine fachbezogene berufspädagogische Qualifizierung mit dem Zugang zur Lehrtätigkeit im College – einer Art rein schulischer Berufsfachschule, die in den Ländern Zentralasiens unterschiedlich ausgeprägt ist.

Hier wurden drei Module (jeweils 5 Credits) erarbeitet: Zuerst erfolgt die fachliche Planung eines Projekts regionalen Ursprungs. In der 1. Hälfte des darauffolgenden Semesters wird die fachdidaktische Durchführung dieses „Projekts“ erarbeitet, um es in der 2. Hälfte des Semesters mit College-Schülern als Berufspraktikum durchzuführen. Im Folgenden werden die Inhalte der Modulbeschreibungen vorgestellt:

Titel	Projektentwicklung eines Produkts regionalen Ursprungs M. Ed. Berufspädagogik Lebensmitteltechnologie
Inhalte	<p>Übersicht über Landwirtschaft und Lebensmittelverarbeitung in Zentralasien mit Fokus auf regionalen und lokalen Gegebenheiten unter den Aspekten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ernährungssouveränität ▪ Probleme der Nachernte-Verarbeitung ▪ Regionale und lokale Probleme ▪ Regionale und lokale Biodiversität <p>Analyse von Möglichkeiten, Projekte regionaler / lokaler Lebensmittelverarbeitung (vom Rohstoff zum Produkt) zu entwickeln, die mit College-Schülern im Modul Projektumsetzung umgesetzt werden. Kostengünstige und Ressourcen-effiziente Kleintechnologien in der Lebensmittelverarbeitung – “appropriate technologies“ (lokale Techno-logien vom Rohstoff zum Produkt, die selbst finanziert werden können). Entwicklung von</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ lokal angepassten hygienischen Regeln ▪ “appropriate technologies“ ▪ Trainingskonzepten ▪ Marketingstrategien <p>Entwicklung einer Fallstudie im Hinblick auf Umsetzbarkeit im Modul Projektumsetzung</p>

Titel	Arbeiten mit Projekten M. Ed. Berufspädagogik Lebensmitteltechnologie
Inhalte	<p>Theoretische Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Offene Lehr- / Lernformen ▪ Forschendes Lernen ▪ Historische Entwicklung und Hintergrund ▪ Problematik der Einbettung von Themen offener Lehr- und Lernformen in den fachsystematischen Zusammenhang <p>Vorbereitung auf die Umsetzung der im Modul Projektentwicklung eines Produkts regionalen Ursprungs erarbeiteten Fallstudie im Modul Projektumsetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Phasen der Projektdurchführung: <p>Projektinitiative, Projektskizze, Projektplan, Projektdurchführung, Projektabschluss</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anleiten von Gruppenarbeit

Titel	Projektumsetzung M. Ed. Berufspädagogik Lebensmitteltechnologie
	<p>Unter didaktischer und fachlicher Anleitung erfolgt mit Schülern des Colleges die Umsetzung der im:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modul Projektentwicklung eines Produkts regionalen Ursprungs erarbeiteten Fallstudie ▪ in Verbindung mit dem in Modul Arbeiten mit Projekten erarbeiteten didaktischen Konzept. <p>Der Fortschritt des Projektes wird in Zwischenberichten festgehalten, diskutiert und die weitere Durchführung des Projektes entsprechend angepasst. Der Endbericht der Schüler wird gemeinsam ausgewertet.</p> <p>Im begleitenden Seminar geben die Master-Studierenden Zwischen-berichte aufgrund derer die Projektdurchführung gegebenenfalls korrigiert werden kann. Der Endbericht des Master-Studierenden wird in diesem Rahmen ausgewertet.</p>

Die vollständigen Modulbeschreibungen liegen hier in deutscher und russischer Sprache vor. Sie enthalten ein umfangreiches Verzeichnis einschlägiger Literatur in russischer und deutscher Sprache.

ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Die vollständigen Curricula der genannten Studiengänge liegen vor und können bei der Autorin angefragt werden.

Dank

Ein Dank geht an alle Kolleginnen und Kollegen aus Zentralasien und Deutschland für die kollegiale und freundschaftliche Zusammenarbeit. In wunderbarer Weise wurden wir unterstützt durch die Mitarbeiter der giz aus Zentralasien, die bei der Curriculumentwicklung verantwortlich waren. Insbesondere

Dr. Arsen Babaev und Navbahor Sharipova, M. Sc.

sei hier gedankt für ihre Sachkenntnis, ihre engagierte Beratung und die Geduld, auf die immer neuen Fragestellungen einzugehen.

Dies gilt auch für unsere Dolmetscherin, allen voran Karina Davidova, der es in beeindruckender Weise gelang, die begriffliche Präzision der deutschen und der russischen Wissenschaftssprache über die „englische Sprachbrücke“ komplementär zu transferieren und damit unsere Zusammenarbeit zu ermöglichen.

Referenzen

Analoge Medien

- [1] Eichwald, B., Lutz, K.J. (2011). Erfolgsmodell Genossenschaften. Möglichkeiten für eine wertorientierte Marktwirtschaft. Deutscher Genossenschafts-Verlag, Wiesbaden, DE.
- [2] Faltin, G. (2008). Kopf schlägt Kapital. Die ganz andere Art ein Unternehmen zu gründen. Von der Lust ein Entrepreneur zu sein. Carl Hanser Verlag, München.
- [3] Fellows, P. (2013). The Complete Manual of Small-Scale Food Processing. Practical Action: Warwickshire, UK.
- [4] Ostrom, E. (1990). Nobel Prize. Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- [5] Ostrom, Elinor (2011). Was mehr wird, wenn wir teilen. Vom gesellschaftlichen Wert der Gemeingüter. Oekom Verlag, München.
- [6] Schumacher, E. F. (2013). Small is beautiful. Die Rückkehr zum menschlichen Maß. Neuauflage. Oekom Verlag, München.
- [7] Ulrich, Peter (2008). Integrative Wirtschaftsethik. Grundlagen einer lebensdienlichen Ökonomie. 4. Aufl. Haupt, Bern.
- [8] Umfangreiche Ingenieurpädagogische Literatur:
IPW-Arbeitsgruppe: Das IPW-Ingenieurpädagogische Curriculum. In: Kammasch, Gudrun; Dehing, Alphon; van Dorp, Cornelis A. (Hg., 2016). Anwendungsorientierung und Wissenschaftsorientierung in der Ingenieurbildung. Wege zu Technischer Bildung. Referate der 10. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2015, S. 249–283.

Internetquellen in der Reihenfolge der Erwähnung (Stand 30. 11. 2016):

- [1] Die 2030 Agenda der UN.
(http://www.bmz.de/de/ministerium/ziele/ziele/2030_agenda/index.html)
- [2] Martens, Jens; Obenland, Wolfgang (2016): Die 2030-Agenda. Globale Zukunftsziele für nachhaltige Entwicklung. Hg: Global Policy Forum und terre des hommes. Kostenloser Download:
(<https://www.globalpolicy.org/home/271-general/52840-new-report-die-2030-agenda.html>)
- [3] Deutsche Gesellschaft für die Vereinten Nationen, DGVN (<http://www.dgvn.de/themenschwerpunkte/internationales-jahr-der-familienbetriebenen-landwirtschaft-2014/>)
- [4] IAASTD, International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development, Weltagrabericht: Laufend mit neuen Ergebnissen und Meldungen aktualisiert.
(<http://www.weltagrabericht.de/>)
- [5] IAASTD Synthesebericht in deutscher Sprache sowie alle 7 Bände des Weltagraberichts in englischer Sprache (2008). Kostenloser Download:
(<http://www.weltagrabericht.de/report.html>)
- [6] UN/ECOSOC 2013, Report of the Secretary-General on “Science, technology and innovation, and the potential of culture, for promoting sustainable development and achieving the Millennium Development Goals” for the 2013 Annual Ministerial Review. (<http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=45309#.WHIJTFPhBaQ>)
- [7] UNESCO 38th General Conference 2011, Engineering Initiative.
(<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/science-technology/engineering/unesco-engineering-initiative/>)
- [8] International Cooperative Alliance. (<http://ica.coop/>).
- [9] United Nations: International Year of Cooperatives 2012.
(<http://social.un.org/coopsyear/>).
- [10] Hampe, M., TU Darmstadt: Studienprojekte in der Studieneingangsphase.
(http://www.kiva.tu-darmstadt.de/kiva_v/index.de.jsp)

SELBSTKOMPETENZ IM BERUF – EINE ANNÄHERUNG AN DAS KONSTRUKT IM BERUFLICHEN HANDELN

Barbara Knauf

TU Hamburg, Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik, b.knauf@tuhh.de

Abstract 1 Dieser Beitrag bezieht sich auf ein Forschungsvorhaben, das sich mit dem Thema der Selbstkompetenz im Kontext beruflicher Bildung auseinandersetzt. Im Rahmen des Vorhabens wird der Frage nachgegangen, welche Dimensionen von Selbstkompetenz der berufliche Facharbeiter zur Bewältigung und Gestaltung beruflicher Aufgabenstellungen benötigt und welche Handlungssituationen charakteristisch für ihren Einsatz sind. Damit verbunden ist auch die Frage nach geeigneten Zugängen und Methoden, um diese Kompetenzausprägungen im beruflichen Handeln zu erfassen.

Im Folgenden wird die Bedeutung des Kompetenzkonstruktes für die berufliche Facharbeit im Kontext von Beruflichkeit und beruflicher Entwicklung sowie in Bezug auf die kompetenzorientierte Förderung im Rahmen lernortübergreifender Lernprozesse herausgearbeitet. Diese Überlegungen führen dann zu einem ersten Vorverständnis von Selbstkompetenz im beruflichen Handeln.

Keywords: Berufliche Handlungskompetenz, Selbstkompetenz, Beruflichkeit, Identitäts- und Persönlichkeitsentwicklung

Abstract 2 The research presented in this contribution focuses on self-competence (Selbstkompetenz) in the field of vocational occupation. Specifically, which dimensions of self-competence (Selbstkompetenz) professionals need to complete their tasks and which work situations commonly require these dimensions. Both aspects – dimensions of self-competence (Selbstkompetenz) and work situations requiring them – are directly connected to questions of approaches and methods to assess them.

In this paper, the meaning of self-competence is explored in the context of occupational concept (Beruflichkeit), professional development and the facilitation of competence development in learning processes. These ideas lead to an initial comprehension of self-competence in occupational situations.

Keywords: self-competence (Selbstkompetenz), occupational concept (Beruflichkeit), professional development

1 AUSGANGSLAGE

In der Ausrichtung der beruflichen Bildung am Leitziel beruflicher Handlungskompetenz äußert sich ihr Auftrag zur beruflichen Qualifizierung und zur Persönlichkeitsbildung. So sollen die Lernenden zur mündigen Teilhabe und verantwortungsvollen Mitgestaltung der Gesellschaft, des Berufs und der individuellen Entwicklung befähigt werden. Im Konstrukt der Selbstkompetenz als Dimension von Handlungskompetenz bündeln sich in Anlehnung an Roths pädagogisch-anthropologischen Ansatz [1] zentrale Konzepte der Persönlichkeitsbildung, wie Kritikfähigkeit, Verantwortungsbewusstsein oder die selbstbestimmte Bindung an Werte [2]. Obwohl die Bedeutung des Konstrukts für die berufliche und persönliche Entwicklung des Subjekts im Zusammenspiel mit Fach- und Sozialkompetenzen in berufs- und wirtschaftspädagogischen Diskursen hervorgehoben wird [3], verbleibt die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema zumeist auf theoretischer Ebene oder fokussiert auf den Lernort Berufsschule [2]. Je nach Verständnis des Bildungsbereiches und der Zielsetzung äußern sich

die Bestrebungen einer inhaltlichen Konkretisierung von Selbstkompetenz dann in einer Fülle an nominalen Zuschreibungen, wie beispielsweise im Kompetenzmodell der Kultusministerkonferenz [4] oder des Deutschen Qualifikationsrahmens für Lebenslanges Lernen [5]. Empirische Untersuchungen oder Förderkonzepte, die eine situations- und handlungsbezogene Konkretisierung des Konstrukts im beruflichen Handeln voraussetzen, sind nur wenige zu finden [6].

Das diesem Beitrag zugrunde liegende Dissertationsvorhaben betrachtet Selbstkompetenz aus einer handlungstheoretischen Perspektive und fragt im Sinne der berufswissenschaftlichen Qualifikationsforschung, welche Dimensionen von Selbstkompetenz der berufliche Facharbeiter und die berufliche Facharbeiterin zur Bewältigung und Gestaltung beruflicher Aufgabenstellungen benötigt und welche Handlungssituationen charakteristisch für ihren Einsatz sind. Damit verbunden ist auch die Frage nach geeigneten Zugängen und Methoden, um diese Kompetenzausprägungen im beruflichen Handeln zu erfassen. Zugrunde liegt das weite berufspädagogische Kompetenzverständnis, wonach Kompetenz subjektbezogen und nur im konkreten Handeln erfass- bzw. beobachtbar ist [7]. Das Erschließen überfachlicher Kompetenzen erfordert somit die Miteinbeziehung dieser Kontext- und Situationsgebundenheit sowie der Ebene der sozialen Entstehung und Gebundenheit von Kompetenz im beruflichen Handeln.

2 ENTFALTUNG DES KONTEXTES DES FORSCHUNGSVORHABENS

Im Folgenden wird die zugrunde liegende Problemstellung und somit der Kontext der Untersuchung weiter entfaltet. Damit nähert sich dieser Beitrag dem Ziel der Konkretisierung von Selbstkompetenz an, indem die Bedeutung des Kompetenzkonstrukts aus einer lernortübergreifenden Perspektive für den beruflichen Facharbeiter und die berufliche Facharbeiterin, die berufliche Entwicklung und die kompetenzorientierte Förderung in beruflichen Lehr-Lernprozessen herausgearbeitet wird.

2.1 Selbstkompetenz im Kontext von Beruflichkeit im Wandel

Den Rahmen der thematischen Auseinandersetzung bildet der Beruf und somit Beruflichkeit in der gewerblich-technischen Berufsausbildung im dualen System. Beruflichkeit wird hier als ein Konstrukt verstanden, das in einen gesellschaftlichen und sozio-kulturellen Zusammenhang eingebunden ist, aber gleichzeitig auch durch die Ausübenden, also die Auszubildenden und beruflichen Facharbeiter und Facharbeiterinnen, getragen wird. Dies bedeutet, dass sich Beruflichkeit nicht nur als ein Organisationsprinzip der beruflichen Bildung äußert und entwickelt, das formale Anforderungen und Verantwortlichkeiten auf institutioneller und curricular-didaktischer Ebene regelt [8]. Vielmehr ist der Beruf auch in den beruflichen Facharbeitern und Facharbeiterinnen verankert, welche Beruflichkeit im Sinne eines Entwicklungszieles [9] in und durch ihre berufliche Praxis verkörpern.

Jedoch führen der technologische Wandel, welcher prägend für gewerblich-technische Berufe der Medienbranche ist, und daraus resultierende Veränderungen der Arbeitsorganisation dazu, dass sich berufliche Aufgabenbereiche und Berufe stetig verändern, oder sogar obsolet werden [10]. Hieraus ergeben sich veränderte Anforderungen, welche die berufliche Bildung und im Besonderen den beruflichen Facharbeiter und die berufliche Facharbeiterin vor Herausforderungen stellen: Ihre Bewältigung erfordert den Erwerb zusätzlicher Qualifikationen und die Herausbildung geforderter Kompetenzen. Ebenfalls vollziehen sich Tendenzen hin zur Nachfrage individueller Spezialisierungen. Zusätzlich wird die flexible Reaktion auf neue Arbeitskontexte und -bedingungen gefordert.

Es stellt sich also die Frage, was den beruflichen Facharbeiter und die berufliche Facharbeiterin dazu befähigt, trotz der Veränderungsprozesse eine berufliche Identität auszubilden, um erfolgreich in seinem Beruf bestehen zu bleiben bzw. seine Berufsbiografie selbstbestimmt zu gestalten.

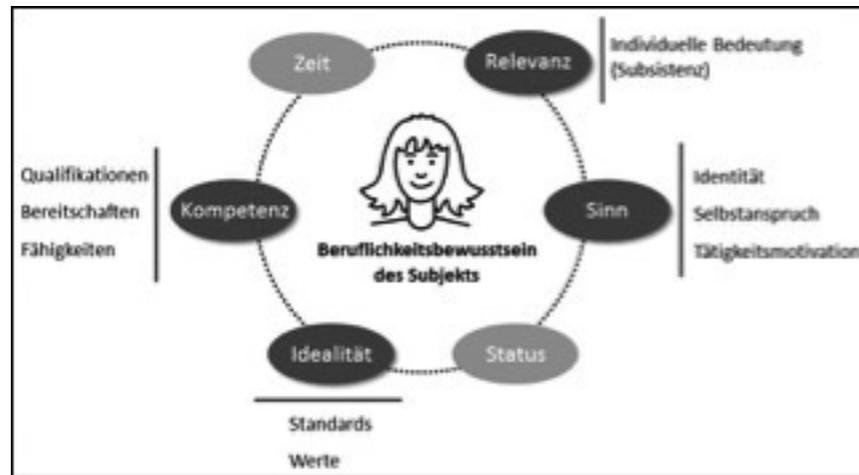


Abbildung 1 Darstellung der sechs Komponenten des Beruflichkeitsbewusstseins nach Beck [11].

Hierzu ist es hilfreich, einen subjektbezogenen Blick auf das Konzept von Beruflichkeit zu werfen. Den institutionellen und curricularen Rahmenbedingungen übergeordnet, kann Beruflichkeit als Metakognition im Sinne eines Beruflichkeitsbewusstseins verstanden werden. Beck (1997) unterscheidet sechs Komponenten, die einen erfolgreichen Facharbeiter bzw. Facharbeiterin auszeichnen (siehe Abb. 1): Im Spiegel sich wandelnder Anforderungen verfügt der berufliche Facharbeiter und die berufliche Facharbeiterin über das Bewusstsein und die Bereitschaft, das individuelle Kompetenzvermögen realistisch einzuschätzen und durch stetige Weiterbildung im Beruf bestehen zu bleiben (Kompetenz). Zudem ist die berufliche Rolle mit einem Anspruch an die eigene Tätigkeit verknüpft, was sich u. a. in der Herausbildung beruflicher Identität und der Motivation zur Mitgestaltung der Arbeitswelt äußert (Sinn). Das Ausrichten des beruflichen Handelns an gültigen Normen, Werten und Standards spiegelt sich dann in einem Qualitätsbewusstsein für die eigene Arbeit wieder (Idealität). Durch die Ausführung berufsförmig organisierter Arbeit sichert das Subjekt seine materielle Existenz (Relevanz) und ist gewillt, einen im Vergleich zur gesamten Biografie großen Zeitraum im Beruf zu verbleiben (Zeit). Zugleich ist die Rolle des beruflichen Facharbeiters und der beruflichen Facharbeiterin mit gesellschaftlicher Anerkennung im Sinne der Zuschreibung von Expertise und Autonomie verknüpft (Status) [11].

Eine in das Subjekt verlagerte Beruflichkeit zeigt, dass der Beruf weiterhin als Orientierungsrahmen zur Identitäts- und Persönlichkeitsentwicklung sowie Integration in die Gesellschaft dienen kann. Dafür muss der Facharbeiter und die Facharbeiterin über das Bewusstsein verfügen, dass der Beruf sich stetig wandelt und bereit sowie fähig sein, diesen Wandel auf der individuellen Ebene mitzugestalten. Neben Fach- und Methodenkompetenzen treten insbesondere überfachliche Kompetenzen und Konzepte in den Vordergrund, die das Subjekt dabei unterstützen, Veränderungsprozesse bewusst wahrzunehmen und in Bezug auf die eigene Person zu reflektieren. Das Verfügen über Selbstkompetenz ist somit für den Verbleib in einem sich stetig wandelnden Beruf bedeutsam.

Gleichzeitig stellt sich die Frage nach der Bedeutung von Selbstkompetenz im Prozess der beruflichen Entwicklung mit dem Ziel der Herausbildung „entwickelter Beruflichkeit“ [9].

2.2 Selbstkompetenz im Kontext beruflicher Entwicklung

Zur Erreichung des gesellschaftlich anerkannten Status des beruflichen Facharbeiters bzw. der beruflichen Facharbeiterin durchlaufen die Lernenden eine staatlich geordnete Berufsausbildung im dualen

System an den Lernorten Berufsschule und Betrieb. In diesem Prozess vom „beruflichen Anfänger“ zum „beruflichen Köhner“ (Reinhold) müssen sich die Auszubildenden in formalen und informellen Lernprozessen mit den aus dem Beruf an sie gestellten Anforderungen auseinandersetzen und motiviert sein, diese Anforderungen auf einem professionellen Niveau zu bewältigen. Reinhold (2015) identifiziert drei Entwicklungsaufgaben, die im Rahmen von Prozessen der Sozialisation, Identitäts- und Persönlichkeitsentwicklung sowie Kompetenzentwicklung vom Subjekt zu bearbeiten sind:

So ist im Übergang von der allgemeinen zur beruflichen Bildung die Herausbildung eines beruflichen Lernkonzeptes bedeutsam, also die Fähigkeit formales und nichtformales Wissen in beruflichen Kontexten einzusetzen, weiterzuentwickeln und die Gestaltbarkeit von Arbeitszusammenhängen als Aufgabe zu verstehen. Ein berufliches Arbeitskonzept unterstützt das Subjekt darin, eine Vielzahl an beruflichen Aufgaben bewältigen zu können und in wandelnden beruflichen Kontexten handlungsfähig zu sein. Im Prozess der beruflichen Sozialisation entwickelt das Subjekt ein Konzept der Zusammenarbeit in der beruflichen Praxisgemeinschaft, indem es ein Verantwortungs- und Qualitätsbewusstsein gegenüber seinem Handeln und sich selbst entwickelt und lernt, wie in der Gemeinschaft kommuniziert wird. Dabei erfolgt die Beurteilung der Facharbeit hinsichtlich berufstypischer Standards, Regeln und Normen in und durch die berufliche Praxisgemeinschaft.

Die Bewältigung dieser drei Aufgaben stellt nach Reinhold (2015) die Bedingung zur Herausbildung beruflicher Identität, beruflicher Handlungskompetenz und somit auch Beruflichkeit dar. Es zeigt sich, dass die Auszubildenden im Prozess ihrer beruflichen Entwicklung besonders überfachliche Kompetenzen im Bereich der Sozial- und Selbstkompetenz benötigen bzw. herausbilden müssen, um ihre Ausbildung erfolgreich abschließen zu können. Dies bestätigt sich mit Blick auf die seit Jahren hohe Zahl an Ausbildungsabbrüchen in gewerblich-technischen Berufen des Handwerks. Aus Sicht von Auszubildenden und Betrieben werden hierfür hauptsächlich überfachliche Gründe wie Kommunikationsprobleme, geringe Leistungsbereitschaft, fehlende Motivation und mangelnde Identifikation genannt [12]. Auch für den erfolgreichen Übergang in den und Verbleib im Beruf stellt das Verfügen über Selbstkompetenz eine zentrale Voraussetzung dar, wie eine Studie des Bundesinstituts für Berufliche Bildung aufzeigt [13].

Dieser Begründungs- und Bedeutungszusammenhang führt zu der Frage, wie die berufliche Entwicklung mit dem Fokus auf Selbstkompetenz an den Lernorten gefördert werden kann.

2.3 Selbstkompetenz im Kontext der Förderung von beruflichen Kompetenzentwicklungsprozessen

Die Auseinandersetzung mit dem Konstrukt der Selbstkompetenz im Kontext der beruflichen Bildung knüpft an die zentrale berufs- und wirtschaftspädagogische Frage nach der Gestaltung und Umsetzung von Kompetenzorientierung an [7]. Aus curricularer Sicht ist festzuhalten, dass den Lernorten unterschiedliche Kompetenzmodelle zugrunde liegen. So bildet die Berufsschule mit Einführung der lernfeldorientierten Curricula Ende der 1990er Jahre nach dem Handlungskompetenzverständnis der KMK aus, welches Fach-, Sozial- und Selbstkompetenz als zentrale Dimensionen unterscheidet [4]. Die betriebliche Seite orientiert ihre Curricula an dem Kompetenzmodell des DQRs, welcher Handlungskompetenz durch Fachkompetenz (Wissen, Fertigkeiten) und Personale Kompetenz (Sozialkompetenz, Selbstständigkeit) strukturiert [5]. Im Sinne einer lernortübergreifenden Förderung von Beruflichkeit zeigt sich hier die Problematik unterschiedlicher Verständnisse von Selbstkompetenz. Zudem verbleibt die Konkretisierung des Konstrukts in den Curricula auf der Ebene komplexer Konzepte, sodass es an einem handlungs- und situationsbezogenen Transfer von Selbstkompetenz in die jeweilige berufliche Domäne mangelt. Hieraus resultiert eine Unsicherheit für das Bildungspersonal in der didaktisch-methodischen Gestaltung prozessorientierter und individualisierter Lernsituationen [14].

Zukünftig gilt es weiterhin zu klären, wie Selbstkompetenz in beruflichen Lehr-Lernprozessen gefördert werden kann, um dem Leitziel beruflicher Handlungskompetenz zu entsprechen.

3 ZUSAMMENFASSUNG DER ÜBERLEGUNGEN

Der zuvor dargestellte Rahmen der Auseinandersetzung mit dem Thema führt zu einem ersten Vorverständnis von Selbstkompetenz im Kontext von Beruf und Beruflichkeit.

Selbstkompetenz und ihre Dimensionen beeinflussen die Entwicklung beruflicher Identität und sind elementarer Bestandteil von Beruflichkeit. Dabei bildet sich Selbstkompetenz im Rahmen eines lebenslangen Prozesses heraus, in welchem das Subjekt in unterschiedlichen beruflichen, privaten und gesellschaftlichen Kontexten sowie Situationen handelt und lernt. In diesem Beitrag wird Selbstkompetenz, mit dem Fokus auf den beruflichen Kontext, als ein sich im Verlauf der dreijährigen Berufsausbildung und darüber hinaus entwickelndes Bündel an reflexiven Erfahrungen, Fertigkeiten und Einstellungen zur Person sowie zum eigenen beruflichen Handeln verstanden. Dieses befähigt das Subjekt zur Bewältigung auch zukünftiger beruflicher Aufgabenstellungen und zur Gestaltung der eigenen Erwerbs- und Berufsbiografie. Dabei bildet die berufliche Praxisgemeinschaft den Entwicklungskontext, in welchem das Subjekt in der Interaktion sowie Kommunikation mit ihren Teilnehmern berufliche Identität ausbildet. Zugleich übernimmt das Subjekt die in der Gemeinschaft vorherrschenden Regeln, Normen und Standards, integriert sie in sein berufliches Handeln und entwickelt diese als Mitglied der Praxisgemeinschaft gleichwohl weiter.

4 AUSBLICK

Es ist zu erwarten, dass die empirische Auseinandersetzung mit der zuvor aufgezeigten Problemstellung im Rahmen des Forschungsvorhabens zu Ergebnissen führen wird, die sich hinsichtlich ihres Beitrags für die Bezugsdisziplinen der Berufswissenschaftlichen Qualifikationsforschung und der Berufspädagogik inhaltlich und methodisch einordnen lassen. Insbesondere hinsichtlich der Frage der kompetenzorientierten Gestaltung von Lernprozessen an verschiedenen Lernorten soll der Ansatz Hinweise zur Förderung von Selbstkompetenz in den skizzierten Kontexten hervorbringen. Auf der Ebene der curricularen Kompetenzorientierung können darüber hinaus Anhaltspunkte zur inhaltlichen Konkretisierung von Lernfeldern und zur Weiterentwicklung von Curricula und gewonnen werden. Zudem erscheint eine Übertragung der Ergebnisse auf die Gestaltung der universitären Lehrerbildung naheliegend und gewinnbringend.

Referenzen

- [1] Roth, Heinrich (1971). Pädagogische Anthropologie. Entwicklung und Erziehung, Vol. 2. Schroedel Verlag, Braunschweig.
- [2] Prandini, Markus (2001). Persönlichkeitserziehung und Persönlichkeitsbildung von Jugendlichen. Ein Rahmenmodell zur Förderung von Selbst-, Sozial- und Fachkompetenz (Wirtschaftspädagogisches Forum, 18). Eusl Verlag, Paderborn.
- [3] Reetz, Lothar. Zur Bedeutung der Schlüsselqualifikationen in der Berufsausbildung (Materialien zur Berufsausbildung). Schlüsselqualifikationen. In: Reetz, Lothar; Reitmann, Thomas (Hg., 1990). Dokumentation des Symposiums in Hamburg „Schlüsselqualifikationen - Fachwissen in der Krise?“, Vol. 3. Feldhaus Verlag, Hamburg, p. 16–35.
- [4] Kultusministerkonferenz (Hrsg., 2011). Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, Berlin.

- [5] Bund-Länder-Koordinierungsstelle für den Deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (Hg., 2013). Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen: Struktur – Zuordnungen – Verfahren – Zuständigkeiten.
- [6] Lerch, Sebastian (2013). Selbstkompetenz – Eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT Zeitschrift für Weiterbildung, Vol. 1, p. 25–34.
- [7] Gillen, Julia (2013). Kompetenzorientierung als didaktische Leitkategorie in der beruflichen Bildung – Ansatzpunkte für eine Systematik zur Verknüpfung curricularer und methodischer Aspekte. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online, Vol. 24, p. 1–14.
- [8] Deißinger, Thomas (1998). Beruflichkeit als „organisierendes Prinzip“ der deutschen Berufsausbildung (Wirtschaftspädagogisches Forum, 4). Eusl Verlag, Markt Schwaben.
- [9] Reinhold, Michael (2015). Kompetenzerwerb und Identitätsbildung in der elektrotechnischen Facharbeit aus entwicklungstheoretischer Sicht (Berufsbildung Arbeit und Innovation - Dissertationen/ Habilitationen, 31). Bertelsmann Verlag, Bielefeld.
- [10] Knutzen, Sönke. Ziele und Inhalte arbeitsprozessorientierten Lernens - Instrumente zur Analyse und Beschreibung beruflicher Handlungskompetenzen. In: Howe, Falk; Jarosch, Jürgen; Zinke, Gert (Hg., 2008). Ausbildungskonzepte und neue Medien in der überbetrieblichen Ausbildung. W. Bertelsmann Verlag, Bonn, p. 29-37.
- [11] Beck, Klaus: Die Zukunft der Beruflichkeit - Systematische und pragmatische Aspekte zur Gegenwartsdiskussion um die prospektiven Voraussetzungen der Berufsbildung. In: Liedtke, Max (Hg., 1997). Berufliche Bildung - Geschichte, Gegenwart, Zukunft in Zusammenarbeit mit der Akademie für Lehrerfortbildung, Dillingen (Schriftenreihe zum Bayerischen Schulmuseum Ichenhausen, Zweigmuseum des Bayerischen Nationalmuseums, 15). Klinkhardt Verlag, Bad Heilbrunn, p. 351–369.
- [12] Uhly, Alexandra (2015). Vorzeitige Vertragslösungen und Ausbildungsverlauf in der dualen Berufsausbildung. Forschungsstand, Datenlage und Analysemöglichkeiten auf Basis der Berufsbildungsstatistik (Wissenschaftliche Diskussionspapiere des BIBB, 157). Bundesinstitut für Berufliche Bildung, Bonn.
- [13] Müller, Kristin (2008). Schlüsselkompetenzen und beruflicher Verbleib (Berichte zur beruflichen Bildung). Bundesinstitut für Berufliche Bildung, Bonn.
- [14] Hamburger Institut für Berufliche Bildung (2015). Entwicklungsperspektive Berufsbildung 2020 in Hamburg. Auswertungsergebnisse aus einer Online-Befragung in Hamburg von Dieter Euler und Eckart Severing. Bertelsmann Stiftung, Gütersloh.

CONCEPTION OF ONLINE E-ASSESSMENT EXERCISES FOR MATH COURSES WITH ELEMENTS FROM MECHANICAL ENGINEERING

Karsten Kruse¹, Leo Dostal², Mirjam S. Glessmer³, Natalia Konchakova⁴ and Christian Seifert¹

¹ Hamburg University of Technology, Institute of Mathematics
karsten.kruse@tuhh.de, christian.seifert@tuhh.de

²Hamburg University of Technology, Institute of Mechanics and Ocean Engineering, dostal@tuhh.de

³ Kiel University, Leibniz Institute for Science and Mathematics Education, glessmer@ipn.uni-kiel.de

⁴ Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Department of Corrosion and Surface Technology, Natalia.Konchakova@hzg.de

Abstract 1 Anhand ingenieurwissenschaftlicher Aufgaben wird die Verknüpfung der Mathematik und der Ingenieurwissenschaften aufgezeigt, um die Motivation der StudienanfängerInnen in der Lehrveranstaltung Mathematik zu steigern und sie schon während des Semesters zu aktivem Lernen anzuhalten. Der erste Schritt bei der Konzeption einer solchen Verknüpfungsaufgabe ist die Identifizierung der mathematischen Elemente in einer ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellung aus der Technischen Mechanik. Im nächsten Schritt folgt ein Abgleich mit den Inhalten, die parallel in der Mathematikvorlesung behandelt werden. Bedingt durch die Heterogenität der teilnehmenden Studiengänge, insbesondere durch Studierendengruppen, die nicht an den betroffenen ingenieurwissenschaftlichen Fächern teilnehmen, muss die Modellierung der ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellung im Wesentlichen vorgegeben werden. Der Entstehungsprozess solcher Verknüpfungsaufgaben wird detailliert vorgestellt und es wird auf die Realisierung in Form von online e-Assessment eingegangen.

Keywords: Ingenieurausbildung, Ingenieurpädagogik, konzeptuelles Wissen, e-Assessment

Abstract 2 In order to increase the motivation and active learning of first-year students in the mathematics class throughout the course of the semester, links between mathematics and engineering science are demonstrated by means of mechanical engineering problems. These are designed such that they purposefully require knowledge and skills from mathematics and engineering classes, demonstrating the intrinsic link between the two. Due to the heterogeneity of the participants, specifically groups of students that are not required to participate in engineering teaching, modeling of engineering tasks must be essentially provided. The development process of such linking exercises is presented in detail and the subsequent programming steps for the e-assessment implementation are illustrated.

Keywords: engineering education, conceptual knowledge, e-assessment

INTRODUCTION

Engineering students, especially in the introductory phase of their studies, often find it challenging that mathematics is taught for many different courses together and therefore inevitably with little practical relevance. The linking exercises reflect the interaction of mathematics and engineering courses. The integration of the linking exercises into the mathematics course helps first semester students to find and develop their professional identity [1–2]. Pointing out – and letting students experience – connections between mathematics and the topics students came to university for (e. g. mechanics

for mechanical engineers, electrical engineering for electrical engineers, etc.) seems to be the most important part to address [3–4]. The problems of teaching large classes, the connection of different study courses, as well as the individual learning strategy for each student can be solved by using an e-assessment system [5–6].

A typical problem in creating linking exercises is the following: the order of topics needed for mechanical engineering exercises is significantly different from the order of corresponding topics in mathematics classes. This is depicted in Figure 1 (1. semester: Analysis, Engineering Mechanics, Linear Algebra I; 2. semester: Analysis, Linear Algebra II; 3. semester: Analysis III):

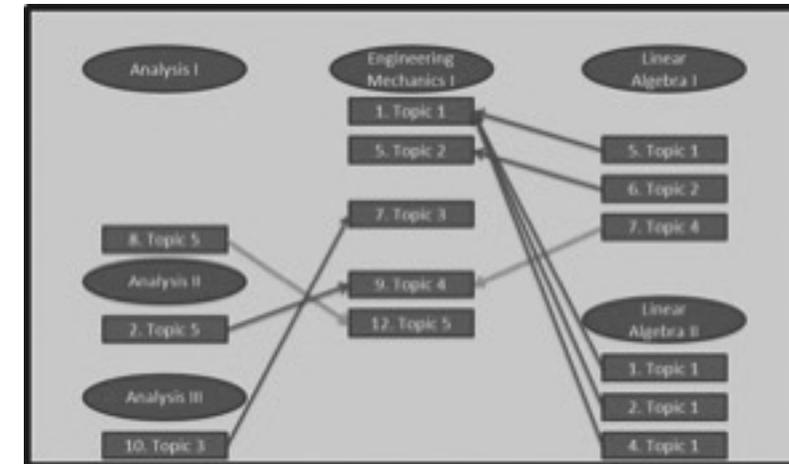


Figure 1 Order of appearance of topics in mathematics and mechanics teaching.

The first step in the design of such a linking exercise is to identify the mathematical elements in the engineering task. In this contribution we focus on engineering tasks in mechanical engineering. The next step is to compare the mathematical elements in the engineering task with the content that is discussed in parallel in the mathematics lecture.

CONCEPTION

By weaving problems from mechanical engineering into mathematical exercises, we try to demonstrate the relevance of mathematics to mechanical engineering students and to enhance the motivation for learning mathematics. Further, we hope to facilitate the transfer of acquired skills to new problems.

In coordination between the lectures in mechanics and mathematics we designed exercises which connect the contents of first year mathematics and mechanics. They were included in the exercise courses in mechanics and online e-assessment exercises in mathematics. Examples of such exercises for the first and the second semester are given in the tables below.

Table 1: Semester 1

Topic in mechanics class	Needs this topic from mathematics class	Example for an exercise combining those two
equilibrium conditions	system of linear equations	determination of a system of linear equations from equilibrium conditions of a mechanical system
truss	sparse system of linear equations	determination of a sparse system of linear equations by the method of joints, which has to be solved afterwards
centre of gravity	integration in 1D, 2D and 3D	determination of the center of gravity of a thin cone shell

Table 2: Semester 2

Topic in mechanics class	Needs this topic from mathematics class	Example for an exercise combining those two
stresses	scalar products; norm, orthogonality, angles; eigenvalues and computation thereof, diagonalization of a matrix	calculation of the stress vector components on the given cutting surface in the loaded elastic continuum; construction of the normal vector on the given cutting surface in the loaded elastic continuum; computation of principal stresses and the principal stress directions
plane stress state (Mohr's circle)	matrix representation, change of basis	analysis of equivalent stress state in elastic continuum
strain and compression	integration of rational functions	calculation of the displacement field and strains in cylindrical bar
torsion of thin walled profiles	line integrals	prediction of the stress stages in thin-walled crosssection
bending	integration of rational functions	estimation of the bending in elastic beam

EXERCISE DESIGN AND REALIZATION OF ONLINE E-ASSESSMENT

Beginning with an exercise, for example a loaded truss, from the mechanics, we first have to identify the mathematical matter involved, like algorithms for solving systems of linear equations. Due to the heterogeneity of the engineering students, we then reduce the aspects of modeling and adapt the notation since there are students who do not take part in the mechanics courses.

The exercise for the online e-assessment is then often build up by reverse engineering and the parameters involved are randomized such that every student is most likely to be assigned the problem with different parameters. Furthermore, the randomization makes exercises of his kind reusable for subsequent courses.

Example linking exercise: truss

Given is a loaded truss shown in Figure 2, which consists of ideal rods. The bearings are located at the points A and B. The aim of this exercise is to determine a sparse system of linear equations by the method of joints, which has to be solved afterwards. The resulting system consists of 11 equations with 11 unknowns.

The necessary equations established with the knowledge from the mechanics lecture are given in the modeling step. Using the possibilities of the e-assessment platform, they are randomly drawn from a suitable range of numbers. Students are expected to formulate and solve the resulting system of equations in matrix notation by means of the acquired knowledge from the parallel mathematics lecture. By doing this, the students are introduced to the practical relevance of the content and methods from the math course. In addition, structurally different problems in comparison with standard problems emerge, e. g. solving a system of equations consisting of three equations with three unknowns. For the truss, a system consisting of 11 equations with 11 unknowns has to be solved. However, this system of equations contains only two or three unknowns per equation and is therefore «sparse». Thus, this system is nevertheless solvable with little effort. But conceptually students have difficulties, since problems arising from practical examples do in general not lead to equations used in standard mathematical examples.

As a consequence, the usage of mathematical exercises which emerge from real world problems results in a better training of students. Moreover, mathematics is no longer perceived as abstract, but as practical relevant. This increases the motivation of students.

RESULTS AND DISCUSSION

We want to discuss the correctness of the solutions of the linking exercises. As a typical case, we choose three exercises, where a linear system of equations has to be solved by the students. The p-value indicates the percentage of students who gave a completely correct answer to the various exercises depicted in Figure 3. Although a straight forward solution of a linear system of equation is desired in these exercises, the students had problems to solve mechanical engineering problems, especially the truss exercise. This is due to the fact, that no 'nice' results can be expected, since the resulting system of equations stems from a practical problem.

Moreover, in the truss exercise the resulting system of equations is a so called sparse system with 11 linear equations, which considerably differs from typical math exercises, where full linear systems with three or four linear equations have to be solved. As a result, the truss exercise is much more difficult to solve for the students, although the mathematical solution method is straight forward.

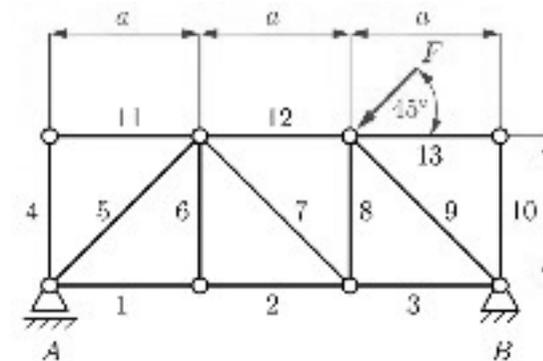


Figure 2 Depiction of the truss.

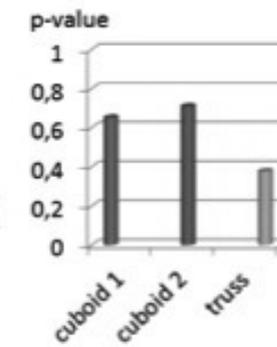


Figure 3 The p-value of answers to typical linking exercises.

We have evaluated the feedback from students for the linking exercises. As can be seen in Figure 4, the motivation for math exercises has increased, since the necessity of the topic from mathematics

classes became clear. Moreover, the students have learned how math topics connect to engineering exercises and the linking between these two was recognized by the students in our linking exercises. As a consequence, the students wish to solve more linking exercises. We have therefore created more exercises of such kind. Up to now we offer 9 linking exercises in total.

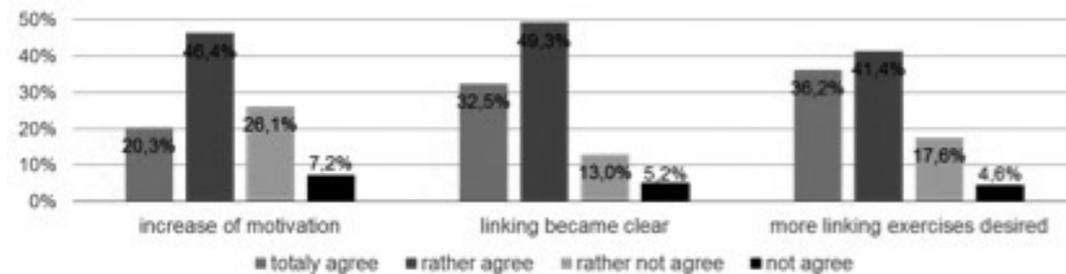


Figure 4 Student feedback on linking exercises.

CONCLUSIONS

The design and realization of linking exercises are the process with the subsequent programming steps for the e-assessment implementation. We described this process in detail and illustrated our approach of the mathematics and mechanical engineering interaction. The linking exercises are designed such that they purposefully require knowledge and skills from mathematics and engineering classes, demonstrating the intrinsic link between the two. The switching of the focus of mathematical tasks to the application aspects, for example to mechanical engineering problems, of the subject increases the motivation and active learning during the semester of first-year students in the mathematics lecture.

ACKNOWLEDGEMENT

M.G. and C.S. gratefully acknowledge partial financial support by the Stifterverband für die deutsche Wissenschaft under the programme «Tandem-Fellowship».

Reference

- [1] Sivan, A. (2000). The Implementation of Peer assessment: An action research approach. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice* N. 7(2), p.193-213.
- [2] Pierrakos, O.; Beam, T.K.; Constantz, J.; Johri, A.; Anderson, R. (2009). On the Development of a Professional Identity: Engineering Persisters Vs Engineering Switchers. *Proceedings of 39th ASEE/IEEE Frontier in Education Conference*.
- [3] Glessmer M.S., Seifert C., Dostal L., Konchakova N. and Kruse K. (2016). Providing Opportunities for Individual Practice and Assessment in a Large Undergraduate Mathematics Course. *Proceedings of 6th International Symposium of Engineering Education, The University of Sheffield, UK*, p. 13-20.
- [4] Glessmer M.S., Seifert C., Dostal L., Konchakova N. and Kruse K. (2016). Individualisierung von Großveranstaltungen. Oder: Wie man Ingenieurstudierenden die Mathematik schmackhaft macht, *Proceedings of the Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik, Lübeck, Germany*
- [5] Schulmeister, R. Studierende. (2009). Internet, E-Learning und Web 2.0. In: Apostolopoulos, N.; Hoffmann, H.; Mansmann, V.; Schwill, A. (Hg.): *E-Learning 2009: Lernen im digitalen Zeitalter (Medien in der Wissenschaft, 51)*, Waxmann: Münster, p. 129-140.
- [6] Krüger, M.; Schmees, M. (2013). E-Assessments in der Hochschullehre Einführung, Positionen & Einsatzbeispiele. *Series: Psychologie und Gesellschaft, V. 13*.

INTERDISZIPLINÄRE TEAM- UND PROJEKTARBEIT

Isabella Liedtke, Anne Grökel, Sabine Fincke und Andreas Vogel

Technische Universität Ilmenau

isabella.liedtke@tu-ilmenau.de, anne.groekel@tu-ilmenau.de, sabine.fincke@tu-ilmenau.de,

andreas.vogel@tu-ilmenau.de

Abstract 1 Im Modell-Projekt der Basic Engineering School ist ein zentraler Bestandteil neben dem Einsatz neuer Lehr- und Lernformen die interdisziplinäre Projektarbeit im ersten Studienjahr. Die Studierenden bauen in Projektteams einen Autonomen Miniaturtransporter (AMT). Dies vereint konstruktive Aufgaben, mechanische Fertigung, elektrotechnische Grundlagen in der Sensor-Signalverarbeitung sowie den Entwurf einer programmierbaren Steuerung. Der funktionstüchtige AMT erfordert sowohl interdisziplinäres Arbeiten der Studierenden verschiedener Ingenieurstudiengänge als auch eine auf die Projektarbeit abgestimmte Verzahnung der Lehre im ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenbereich. Die fachliche Betreuung der Projektarbeit wird durch Lehrenden der jeweiligen Fachgebiete übernommen. Zur Unterstützung der Teamprozesse wurden Lehrinhalte zur Team- und Projektarbeit als integrierter Bestandteil aufgenommen.

Keywords: Arbeit in Teams, Interdisziplinäre Projektarbeit, Ingenieurwissenschaften, Kompetenztraining, Basic Engineering School

Abstract 2 One essential part of the innovative approach of the pilot project “Basic Engineering School” is an interdisciplinary project work in a team during the first year of studies. The project teams build an autonomous miniature transporter (AMT) in joint work. For this, the students apply skills in constructive design, mechanical assembly, electrotechnical basics in processing of sensor signals and the design of a programmable control system. The construction of the AMT requires the students from different courses of study to work interdisciplinary as well as an elaborate interlocking of the teaching of the basic knowledge in engineering. The project work is professionally assisted by the lecturers of the respective departments. To support the process in teams, we integrated the presented project work as an essential part of the course of studies. In this way, students also have the opportunity to deal with project management and indicators of a successful work in teams.

Keywords: team work, interdisciplinary project work, engineering studies, competence training, basic engineering school

ÜBERBLICK

Die interdisziplinäre Team- und Projektarbeit besteht aus vier Lerneinheiten im ersten Studienjahr, die als Impulsveranstaltungen konzipiert sind. Während dieser Veranstaltungen setzen sich die Studierenden mit Themen des Projektmanagements auseinander und erhalten Unterstützung für ihre Arbeit in den Teams. Der Bau des AMT wird in den Teams eigenverantwortlich gestaltet. Die Abstimmung mit den fachlichen Betreuern findet nach Bedarf statt, die Studierenden können sich jederzeit Feedback holen. Durch die interdisziplinäre Team- und Projektarbeit soll die Grundlage für eine erfolgreiche Arbeit in Teams geschaffen werden.

Sollte es Schwierigkeiten im Verlauf der Projektarbeit geben, besteht das Angebot von moderierten Teamgesprächen. Diese sollen der Verbesserung der Kommunikation dienen, in dem Verantwortlichkeiten nochmals besprochen, Abläufe geklärt und ggf. entstandene Konflikte thematisiert werden.

Die Lerneinheiten bestehen aus den Themenschwerpunkten Teambildung, Prozessplanung, Projektdokumentation und Präsentation, die im Folgenden näher erläutert werden.

TEAMBILDUNG

In dieser Lerneinheit beschäftigen sich die Studierenden mit den Merkmalen, die ein Team kennzeichnen. Denn nicht jede Gruppe, die zusammenarbeitet, wird zu einem funktionierenden Team. Die Studierenden erfahren, dass Teamentwicklung ein Prozess ist, der verschiedene Phasen durchläuft. Die vier Phasen forming, storming, norming, performing nach dem Modell von Bruce Tuckman¹ werden vorgestellt und auf die Projektarbeit zum Bau des AMT übertragen. Mögliche Problemfelder in der Teamarbeit werden identifiziert.

Anschließend setzen sich die Studierenden mit dem Begriff der Teamrolle auseinander und bearbeiten eigenständig den Belbin Teamrollentest² dazu. Das Ergebnis soll die Studierenden dazu anregen, ihre Rolle in Teamarbeiten zu reflektieren und sie in ihrer Einschätzung unterstützen, welche Aufgaben und Funktionen sie im Projektteam übernehmen können. Durch sich bestätigende oder z. T. auch unerwartete Ergebnisse setzen sich die Studierenden intensiver mit dem Rollenbegriff auseinander. In Partnerarbeit tauschen sie sich darüber aus, welche Teamtypen die eigene Rolle gut ergänzen würden.

Auf Grundlage dieser Informationen werden die Studierenden in der selbstständigen Bildung ihrer Teams unterstützt. Dazu sind folgende Vorgaben definiert: eine interdisziplinäre Zusammensetzung der Teams aus Sicht der gewählten Zielstudiengänge und eine gute Mischung verschiedener Teamtypen (Kommunikationsorientiert, Wissensorientiert, Handlungsorientiert). Die Studierenden der Basic Engineering School können sich in den Zielstudiengängen Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Mechatronik, Elektro- und Informationstechnik und Biomedizinische Technik einschreiben.

In einem moderierten Prozess finden sich die Teams bestehend aus drei Personen anhand der entsprechenden Rahmenvorgaben zusammen. Sie füllen einen Teampass aus, in dem übersichtlich dargestellt wird, aus welchen Teamrollen sich ihr Team zusammensetzt, um im Blick zu behalten, auf welche Merkmale man bei den jeweiligen Teammitgliedern besonderes Augenmerk legen kann.

Zum Abschluss dieser Lerneinheit erhalten die Teams ihre erste gemeinsame Aufgabe; das Finden eines geeigneten Teamnamens. Dies bringt die einzelnen Mitglieder in einen Dialog, in dem sie bereits erste Gemeinsamkeiten erkennen können und somit einen guten Grundstein für die zukünftige Zusammenarbeit legen können.

PROZESSPLANUNG

Während der Lerneinheit zur Prozessplanung erhalten die Studierenden eine Einführung in das Projektmanagement. Folgende Fragen stehen im Fokus: Was zeichnet ein Projekt aus? Welche Ressourcen stehen dafür zur Verfügung? Sind die Ziele klar definiert?

¹ Tuckman, Bruce W. (1965): Developmental sequence in small groups, Psychological Bulletin

² Belbin, R. Meredith (1993) Team Roles At Work. Oxford. Butterworth Heinemann

Die Studierenden beschäftigen sich mit der Auftragsklärung und den verschiedenen Projektphasen. Sind die wesentlichen Parameter des Projektes zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer geklärt? Welches sind Meilensteine in der Projektarbeit? Verschiedene Phasenmodelle (sequentiell, parallel, iterativ) werden besprochen.

In der Umsetzung der eigenen AMT-Projektarbeit lernen die Studierenden die Methode des Projektstrukturplans kennen, bei der ein Projekt in Teilprojekte und Arbeitspakete untergliedert wird. Weiterhin werden Abhängigkeiten, Verantwortlichkeiten und Termine festgelegt. Die Projektteams erhalten die Aufgabe, einen Projektstrukturplan für den Bau ihres AMT zu erstellen.

Während der Projektarbeit im ersten Studienjahr soll der Projektstrukturplan als wichtiges Hilfsmittel dienen und immer wieder überarbeitet und an die aktuellen Gegebenheiten angepasst werden.

Um den Dokumentenaustausch zu erleichtern und den Lehrenden eine Möglichkeit zu geben, moderierend die Prozessplanung zu unterstützen, bekommen die Teams einen eigenen Moodle-Kursraum mit Dozent-Rechten eingerichtet. Hier können die Teammitglieder ihre Prozessplanung ablegen und bekommen zu zwei fest vereinbarten Terminen während der Projektarbeit ein Feedback durch die Lehrenden. Auf Anfrage durch die Studierenden kann es auch Zwischenfeedbacks geben. Neben der Prozessplanung können die Teams alle für die Projektarbeit angelegten Dokumente und Dateien ablegen und sich damit gegenseitig den Zugriff aller Teammitglieder auf die relevanten Dokumente gewährleisten.

PRODUKTDOKUMENTATION

Jedes AMT-Team hat die Aufgabe, eine Projektdokumentation zu erstellen. Um die Studierenden darauf vorzubereiten, erhalten sie in dieser Lerneinheit Input zum Thema Dokumentation.

Zunächst werden die Begrifflichkeiten geklärt und die Unterschiede zwischen Prozess-/ Projektdokumentationen und internen/ externen Dokumentationen besprochen. Anschließend beschäftigen sich die Studierenden mit der Notwendigkeit und Funktion von Dokumentationen. Die Anforderungen an die AMT-Projektdokumentation aus Sicht der einzelnen Fachbereiche werden definiert. Ziel dieser Lerneinheit ist es, dass jedes AMT-Team dazu befähigt wird, eine eigene Dokumentation, ausgerichtet an den inhaltlichen und formalen Anforderungen der Lehrenden, in hoher Qualität zu erstellen.

Um den Studierenden auch hier frühzeitig ein erstes Feedback zu geben, laden sie bis zu einem vereinbarten Termin eine erste Gliederung in ihren Kursraum. Auch hierfür dient den AMT-Projektgruppen der eigene Kursraum der Lernplattform Moodle.

Nach Abschluss der Projektarbeit wird die Dokumentation durch die Lehrenden fachlich-inhaltlich sowie formal überprüft und mit dem entstandenen Produkt verglichen.

PRÄSENTATION

Den Abschluss der AMT-Projektarbeit bildet eine Präsentationsveranstaltung, bei der die Teams vor einem größeren Plenum ihren AMT verteidigen und die Funktionsweise und Besonderheiten vorstellen. Hier sind Präsentationsfähigkeiten und ein sicheres Auftreten gefordert. In der Lerneinheit Präsentation können die Studierenden sich darauf vorbereiten und dies trainieren.

In der Lerneinheit zur Präsentation einer Projektarbeit erfahren die Studierenden, wie eine prägnante und aussagekräftige Präsentation gehalten wird.

Zum Einstieg in das Thema bekommen die Studierenden den Auftrag in Kleingruppen zu reflektieren, was sie in ihrer Vergangenheit bereits für Präsentationen erlebt haben, was ihnen dabei in besonderer Erinnerung geblieben ist, und was sie auf gar keinen Fall genauso machen würden. Dieser Einstieg hilft ihnen, sich in das Thema hineinzudenken und sich konstruktiv damit auseinanderzusetzen.

In einem Wechselspiel von theoretischem Input durch die Dozentin und Aktivierung von Erfahrungswissen der Studierenden werden Aufbau, inhaltliche Bestandteile und Sprache einer guten Präsentation erarbeitet. Hier wird am Beispiel der für die Studierenden relevanten Projektarbeit des Autonomen Miniaturtransporters erörtert, wie die Präsentation inhaltlich aufgebaut sein sollte, welcher Zielgruppe das Ergebnis der Projektarbeit vorgestellt wird und welche Rahmenbedingungen abzuklären sind.

Zum Abschluss der Lerneinheit präsentiert jede Kleingruppe die Resultate ihrer Reflexion über ihre Erfahrungen mit Präsentationen.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Konzept der Team- und Projektarbeit hat sich in der Umsetzung bewährt. Durch den Praxisbezug bei den Lerneinheiten kann das Erlernete in der eigenen Projektarbeit direkt umgesetzt werden. Der Bezug zu späteren Ingenieur Tätigkeiten wird deutlich und unterschiedlichste Kompetenzen werden trainiert. Die Handlungsfähigkeit der Studierenden wird insgesamt erhöht.

Dies zeigt sich auch in den Feedbacks der Studierenden:

„Ich finde das Projekt des Miniaturroboters besonders interessant. [...] So funktioniert die Symbiose aus Theorie und Praxis gut und das Lernen macht Spaß“ (Student, 21 Jahre).

„...erhielten wir durch den Bau des AMT eine Vorstellung der Anwendung von Theorie und davon, wie man ein Projekt eigenständig umsetzt.“ (Student, 19 Jahre)

In den diesjährigen Abschlusspräsentationen wurde deutlich, dass die Qualität der Ergebnisse wiederholt gesteigert wurde. Alle Gruppen haben das Projektziel erreicht und eine gelungene Abschlusspräsentation geliefert.

Das Projekt „Basic Engineering School- Neue Lehr- und Lernformen in der Ingenieurausbildung – insbesondere in der Studieneingangsphase“ ist ein Projekt an der TU Ilmenau im BMBF Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre (www.tu-ilmenau.de/basic).

Referenzen

- [1] Tuckman, Bruce W. (1965): Developmental sequence in small groups, Psychological Bulletin.
- [2] Belbin, R. Meredith (1993) Team Roles At Work. Oxford. Butterworth Heinemann.
- [3] Mehrabian, A. (1981). Silent messages: Implicit communication of emotions and attitudes.

VOM INGENIEUR ZUM LEHRER – EIN PRAKTISCHES BEISPIEL ÜBER LEHRAMTSASPEKTE IN DER INGENIEURSAUSBILDUNG

Carolin Mas Mas, geb. Sentz¹, Eckehard Müller¹ und Maren Petersen²

¹ Hochschule Bochum, Zentrum für Lehrerbildung

carolin.sentz@hs-bochum.de, eckehard.mueller@hs-bochum.de

² Universität Bremen, Institut Technik und Bildung, maren.petersen@uni-bremen.de

Abstract 1 Seit 2014 gibt es in NRW vermehrt Kooperationen zwischen (Fach-)Hochschulen und Universitäten im Zuge der Lehramtsausbildung für Berufskollegs. Einschlägige fachwissenschaftliche Ingenieurstudiengänge der Fachhochschule werden beim Zugang zu den lehramtsspezifischen Masterstudiengängen an der Universität anerkannt, sofern bildungswissenschaftliche Studienleistungen nachgewiesen werden können. Die Hochschule Bochum ist einer von drei Kooperationspartnern der Bergischen Universität Wuppertal und ermöglicht es Studierenden der Ingenieurstudiengänge, parallel zum regulären Studium, bildungswissenschaftliche Lehrangebote wahrzunehmen. Der Beitrag geht auf die Kontextbedingungen der teilnehmenden Studierenden ein, erste Erfahrungen aus dem bildungswissenschaftlichen Seminarangebot werden zwischenbilanziert und es wird von einer Vorstudie berichtet, welche die relevante Zielgruppe im Kontext einer möglichen Umorientierung vom Berufsziel Ingenieur zum Lehrer bzw. Ingenieurin zur Lehrerin näher untersucht.

Keywords: gewerblich-technische Berufskollegs, Lehramtsausbildung, berufliche Umorientierung

Abstract 2 In North Rhine-Westphalia, since 2014 more and more cooperations have been launched between Universities of Applied Sciences and Universities with the aim of increasing the number of educated teachers for technical vocational schools. When students with a Bachelors degree in Engineering, obtained from a University of Applied Sciences, can prove some educational courses during their Bachelor studies, then they can directly access the Master courses for teacher education at the University. The Bochum University of Applied Sciences is one of these Universities of Applied Sciences, partnering with the University of Wuppertal, which offers such specific educational courses to enable their Engineers to benefit from this option. In this article, information and experiences from these specific target group of students will be presented, which have been gained at one of the educational courses and during a pilot study, both with focus on the vocational (re-)orientation from an engineering career to a teacher's one.

Keywords: technical vocational schools, teachers education, vocational reorientation.

AUSGANGSSITUATION – WIE LEHRAMTSASPEKTE IN DIE INGENIEURSAUSBILDUNG KAMEN

Die Lehrerausbildung für den Lehramtstyp 5 [1] erfolgt traditionell über ein universitäres Hochschulstudium sowie den Vorbereitungsdienst. Um dem vorherrschenden Mangel an Lehrkräften im gewerblich-technischen Bereich zu begegnen, wurden in Nordrhein-Westfalen als Konsequenz der „Tenorth-Studie“ über die „Sicherung der Lehrkräfteversorgung an den Berufskollegs in Nordrhein-Westfalen“ [2] weitere Zugangswege zum Lehrerberuf an Berufskollegs initiiert. In diesem Kontext wurden u. a. Kooperationen zwischen Universitäten und Fachhochschulen begründet, welche einen nahezu auflagenfreien Zugang zum universitären lehramtsspezifischen Masterstudiengang für Fachhochschulabsolventen ermöglichen.

Die Hochschule Bochum ist eine von drei Kooperationspartnern der Bergischen Universität Wuppertal, welche die Lehramtsausbildung für Berufskollegs anbietet. Seit 2014 können an der Hochschule Bochum Studierende der Elektrotechnik, der Mechatronik und des Maschinenbaus, parallel zum regulären Studium, ein zusätzliches bildungswissenschaftliches Lehrangebot wahrnehmen. Nach Abschluss des Bachelor of Engineering (B.Eng.) haben die teilnehmenden Studierenden die Möglichkeit, auflagenfrei in den Masterstudiengang für das Lehramt an Berufskollegs (M.Ed.BK) an die Bergische Universität Wuppertal zu wechseln, ein ingenieurwissenschaftliches Masterstudium fortzuführen oder aber als Ingenieur bzw. Ingenieurin mit dem Bachelorabschluss in der Industrie zu arbeiten.

Die Möglichkeit, dass die Studierenden im Zuge dieser „Doppelqualifikation Ingenieur plus Lehrer“ ihre bereits getroffene Studien- und damit Berufswahl als Ingenieur bzw. Ingenieurin mit einer universitären Lehramtsausbildung fortsetzen und sich damit beruflich umorientieren können, erfordert gezielte Aufmerksamkeit. Sowohl Lehrveranstaltungskonzepte, welche an die spezifischen Anforderungen angepasst sind, als auch entsprechende Beratungsangebote sind in diesem Kontext unabdingbar, um bspw. die Wahrscheinlichkeit eines erfolgreichen Übergangs an die Universität zu erhöhen, Studierende bei ihrer Berufswahl zu unterstützen, ihre Selbstwirksamkeitserwartung zu stärken sowie die Ausbildungsqualität zu verbessern. Forschungstheoretisch scheint diese Zielgruppe jedoch bisher keine oder nur sehr wenig Beachtung gefunden zu haben, weshalb in diesem Zusammenhang eine Untersuchung an der Hochschule Bochum mit dieser Zielgruppe durchgeführt wird, welche im Folgenden vorgestellt wird.

DESKRIPTION EINER BILDUNGSWISSENSCHAFTLICHEN LEHRVERANSTALTUNG UND FOKUSIERUNG AUSGEWÄHLTER ASPEKTE

Als relevante Zielgruppe werden, im Rahmen einer Vorstudie, Teilnehmer einer bildungswissenschaftlichen Lehrveranstaltung an der Hochschule Bochum fokussiert. Es handelt sich dabei um ein Seminar, welches sich mit dem Beruf der Lehrkraft an Berufskollegs auseinandersetzt. Ziele der Lehrveranstaltung sind sowohl die Reflektion des Berufswunsches Lehrkraft als auch der Umgang mit bildungswissenschaftlicher Literatur. Im SoSe2016 nahmen an diesem Seminar insgesamt sieben Studierende teil. Die Teilnehmenden stammen aus ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, sind alle männlich und haben bereits einige Semester erfolgreich an der Hochschule Bochum studiert. Im Vorfeld wurde durch eine Befragung sichergestellt, dass für die Teilnehmenden die Möglichkeit der „Doppelqualifikation Ingenieur plus Lehrer“ grundsätzlich interessant ist, wobei offengelassen wurde, wie ernsthaft ein Wechsel in ein weiterführendes Lehramtsstudium angestrebt wird.

VORSTELLUNG DER VORSTUDIE

Im Zuge einer Vorstudie, welche im SoSe2016 mit den sieben Teilnehmern des oben beschriebenen Seminars durchgeführt worden ist, wurde zunächst der Aspekt der beruflichen (Um-)Orientierung untersucht. Aufgrund des relativ neu geschaffenen Zugangswegs zum Lehramt an Berufskollegs ist davon auszugehen, dass die Studierenden aufgrund ihrer bereits vorangeschrittenen Studienerfahrung zum überwiegenden Teil das Ingenieurstudium aufgenommen haben, um Ingenieur zu werden. Mit der Teilnahme an der „Doppelqualifikation Ingenieur plus Lehrer“ verpflichten sich die Studierenden in keiner Weise, den Weg in das Lehramt einzuschlagen. Im ersten Schritt wurde daher sachlogisch zunächst geklärt, ob, wann und aus welchen Gründen die Studierenden vom ursprünglichen Berufswunsch Ingenieur abweichen und sich für den Lehrberuf (um)entscheiden. Darüber hinaus wurden die dafür zugrundeliegenden Motive erhoben. Eine hohe Ausprägung intrinsischer Berufswahlmotive

wird im Kontext der Lehrerbildung und unter motivationspsychologischen Aspekten als günstige Eingangsvoraussetzungen eingestuft. Diese gewinnen vor allem dann an Bedeutung, wenn man den beanspruchenden und herausfordernden Lehrerberuf betrachtet, welcher sowohl von nur wenig Prestige als auch von mangelnden Karrieremöglichkeiten geprägt ist[3]. Um diesen Beruf zu ergreifen und langfristig auszuüben, scheint eine derartige Motivlage i. S. eines inneren Antriebs unabdingbar [4].

Im Seminar wurde zunächst eine flankierende Einstiegs- und eine Endbefragung durchgeführt, mit Hilfe derer, wie in Tabelle 1 dargestellt, eine deutliche Tendenz zur beruflichen Umorientierung festgestellt werden konnte. Die Erhebung der Motive, welche der Wahl des Lehrberufs zugrunde liegen, bildete lediglich Bestandteil der Endbefragung, um den Effekt der sozialen Erwünschtheit [5] auszuschließen. Die für die Erfassung verwendeten Items des standardisierten Fragebogens, orientieren sich an international [6] und national [7] erprobten Instrumentarien zur Erhebung von Berufswahlmotive von Lehramtsstudierenden. Die im Fragebogen verwendeten 15 Items zu Berufswahlmotive konnten von den Probanden auf einer vierstufigen Likertskala beantwortet werden, welche von „trifft vollkommen zu“ bis zu „trifft gar nicht zu“ reichte. Diese Skalierung wurde gewählt, um neutrale Bewertungen von Seiten der Probanden im Sinne einer „Tendenz zur Mitte“ [8] zu vermeiden. Betrachtet man nur die Antworten mit der Extremausprägung, so fällt auf, dass ausnahmslos alle Probanden den Berufswunsch Lehrkraft wählen, weil sie gerne mit Jugendlichen bzw. jungen Erwachsenen zusammenarbeiten. Dieser Befund entspricht dem Hauptmotiv für die Wahl des Lehrerberufes, welches Rothland [9] durch die Analyse vieler unterschiedlich angelegter Studien feststellt. Darüber hinaus bemerkt er, dass im allgemeinen intrinsische Motive, vor allem beziehungs- und personenorientierte, stets dominieren [10], sodass auch das zweite in der Vorstudie von allen Probanden genannte Motiv sich in dieses Bild der Forschungsergebnisse einfügt: Die Probanden möchten einen Beruf ausüben, in dem sie die Entwicklung von Persönlichkeiten mitgestalten können.

Die Berufswahl selbst hängt von vielerlei Faktoren ab wie bspw. Interessen, Lernerfahrungen, Selbstwirksamkeitserwartungen und Umweltfaktoren [10]. Nicht alle dieser Kategorien lassen sich ohne Weiteres in standardisierten Fragebögen erheben, weswegen die Teilnehmer gebeten wurden, einige Wochen nach Abschluss des Seminars, zusätzlich an leitfadengestützten Interviews teilzunehmen. Ziel ist es durch die Ergänzung der qualitativen Erhebung, weitere informative Details über Beweggründe und die zeitliche Dimension bezüglich der Berufswahlentscheidung zu durchleuchten sowie subjektiv wahrgenommene Anforderungen und Schwierigkeiten, denen die potentiellen Lehramtsanwärter gegenüber stehen, zu extrahieren. Darüber hinaus besteht dadurch die Möglichkeit, die gewonnenen Befragungsergebnisse beider Erhebungsmethoden auf Konvergenz zu überprüfen.

Die Auswertung der Interviews ist zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht vollständig abgeschlossen. Im Zuge der Interviewdurchführung und einer ersten, groben inhaltsanalytischen Auswertung der vorliegenden Interviewprotokolle zeigt sich bei ein paar Probanden, wie ebenfalls in Tabelle 1 dargestellt, eine erneute Verschiebung der Berufswahl. Hierbei erwies sich als ein großer Vorteil des Interviews als Methode der Datenerhebung, dass Kontextinformationen und Erklärungsmuster erhoben werden können. Es zeigt sich, dass zwei Studierende, Pn1 und Pn6, aufgrund einer nun anstehenden Studienplatzbewerbung für ein weiterführendes Masterstudium eine definitive Entscheidung treffen möchten, andere wiederum noch ein Semester Zeit haben und die Entscheidung hinauszögern können (und zum Teil auch wollen). Aufgrund der noch kleinen Stichprobe können jedoch keine Aussagen dazu getroffen werden, ob der Zeitfaktor i. S. v. Entscheidungsdruck aufgrund des nahenden Studienabschlusses mit einer Entscheidung für oder gegen den Lehrerberuf in Zusammenhang gebracht werden kann.

Tabelle 1: Erhebung zur beruflichen Umorientierung

Pn	Studium	Semester	Entschlossenheit zur berufl. Umorientierung zur Lehrkraft Einstiegsbefragung	Entschlossenheit zur berufl. Umorientierung zur Lehrkraft Endbefragung	Entschlossenheit zur berufl. Umorientierung zur Lehrkraft Leitfadeninterview
1	Master	1	Vielleicht	Vielleicht	Ja
2	Bachelor	12	Vielleicht	Ja	Vielleicht
3	Bachelor	4	Ja	Ja	Ja
4	Bachelor	10	Vielleicht	Ja	Nein
5	Bachelor	7	Ja	Ja	Ja
6	Bachelor	12	Vielleicht	Ja	Ja
7	Bachelor	10	Vielleicht	- *	

*Pn7 fehlte

Hinsichtlich der Berufswahlmotivation für den Lehrerberuf berichten alle Studierenden, bis auf Pn6, dass sie sich bereits vor Aufnahme des Ingenieurstudiums als Schüler mit dem Lehrerberuf auseinandergesetzt haben. Bis auf Pn6 und Pn5 wurde der Lehrerberuf sogar als Studienoption geprüft. Als Gründe weswegen das Lehramtsstudium nicht aufgenommen wurde, wurden u. a. ein zu hoher Numerus Clausus oder ein nicht vorhandenes allgemeinbildendes Abitur genannt.

Von der noch ausstehenden vollständigen inhaltsanalytischen Auswertung werden Erklärungsmuster erhofft, welche Aufschluss darüber geben, weshalb nun der Lehrerberuf und nicht mehr der Ingenieurberuf angestrebt wird oder überlegt wird anzustreben.

WEITERFÜHRENDE ÜBERLEGUNGEN

Die erneute Überprüfung des Berufsziels beinhaltet nicht nur den Wechsel in ein anderes Berufsfeld, sondern ebenso den Wechsel von einer ingenieurwissenschaftlichen in eine bildungswissenschaftliche Studienkultur. Diese ist geprägt von Reflexion, Diskussion und kritischer Meinungsbildung [11], welche bspw. das Ziel verfolgen, handlungsleitende Funktionen im professionellen pädagogischen Umfeld ableiten und umsetzen oder Lehr- und Lernprozesse individuell bewerten zu können [12]. Hierbei ergibt sich die Frage, inwiefern der Umgang mit den unterschiedlichen Sprach- und Fachkulturen erlernt und unterstützt werden muss und kann, um den an der (Fach)Hochschule ausgebildeten Ingenieuren den Übergang in die zunehmend stärker bildungswissenschaftlich und (technik-)didaktisch orientierte Ausbildung im M.Ed.BK [11] [13] und im Vorbereitungsdienst [12] zu erleichtern.

Ein weiterer Aspekt, welcher nicht im bildungswissenschaftlichen Bereich, sondern innerhalb der Technikdidaktik in Betracht gezogen werden muss, ist der Paradigmenwechsel von der Fachsystematik hin zur Arbeitsprozessorientierung. So sind die Ingenieure bzw. Ingenieurinnen als Lehrkraft gefordert, fachwissenschaftliche Inhalte auf die Sicht von Facharbeitern zu übertragen und die berufliche Handlungsfähigkeit in den Mittelpunkt des Lehrgeschehens zu stellen [13]. Dieser kognitiv zu leistende Prozess benötigt (Lern-)Zeit und darf im Zuge der Ausbildung nicht außer Acht gelassen werden. Hierzu sind im weiteren Forschungsverlauf des Projektes geeignete Strategien und Lernszenarien zu entwickeln und zu evaluieren.

FAZIT

Die Erweiterung der Zugangswege zum Lehramtstyp 5 im gewerblich-technischen Bereich über (Fach-)Hochschulen bringt eine neue Studierendengruppe in die universitäre Ausbildung. Diese Studierendengruppe steht nicht nur vor der Herausforderung in ein anderes Hochschulumfeld - der Universität - zu wechseln. Sie muss lernen eine neue Perspektive und Studienkultur anzunehmen, um professionsorientiert die Anforderungen zu bewältigen, welche sich sowohl in der Lehramtsausbildung als auch im zukünftigen Lehrberuf stellen. Aus diesem Grund ist es wichtig, diese Studierendengruppe näher zu betrachten und Kenntnisse über sie zu erlangen, um Beratungsangebote spezifischer auf diese Zielgruppe zuzuschneiden, Lehrveranstaltungen hinsichtlich der spezifischen Anforderungen zu verbessern und ggf. weitere erforderliche Lernarrangements und Unterstützungsangebote an den Hochschulen zu implementieren.

Dank

Die Autoren danken dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des „Programm(s) zur Förderung der kooperativen Ausbildung für das Lehramt an Berufskollegs in gewerblich-technischen Fächern 2013–2017“.

Referenzen

- [1] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2016). Rahmenvereinbarung über die Ausbildung und Prüfung für ein Lehramt der Sekundarstufe II (berufliche Fächer) oder für die beruflichen Schulen (Lehramtstyp 5). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.05.1995 i. d. F. vom 17.03.2016. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1995/1995_05_12-RV-Lehramtstyp-5.pdf [18.04.2016].
- [2] Expertenkommission Berufskolleglehrerkräftesicherung (2013). Sicherung der Lehrkräfteversorgung an den Berufskollegs in Nordrhein-Westfalen. Bericht und Empfehlungen der Expertenkommission. Verfügbar unter <https://www.schulministerium.nrw.de/docs/LehrkraftNRW/Arbeitsmarkt/index.html> [18.04.2016].
- [3] Rothland, Martin: Beruf: Lehrer/Lehrerin – Arbeitsplatz: Schule: Charakteristika der Arbeitstätigkeit und Bedingungen der Berufssituation. In: Rothland, Martin (2013). Belastung und Beanspruchung im Lehrerberuf. Modelle, Befunde und Interventionen. 2. vollst. überarbeitete Auflage. Springer VS, Wiesbaden.
- [4] Klusmann, Uta: Allgemeine berufliche Motivation und Selbstregulation. In: Kunter, Mareike, Baumert, Jürgen, Blum, Werner, Klusmann, Uta, Krauss, Stefan und Neubrand, Michael (Hrsg., 2011). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse der Forschungsprogramms COACTIVE. Waxmann, Münster.
- [5] Mummendey, Hans. D. (1981). Methoden und Probleme der Kontrolle sozialer Erwünschtheit (Social Desirability). Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie, 2, S. 199–218. Verfügbar unter <https://portal.hogrefe.com/dorsch/soziale-erwuenschtheit/>
- [6] Watt, Helen M G and Richardson, Paul W (2007). Motivational Factors Influencing Teaching as a Career Choice: Development and Validation of the FIT-Choice Scale. In: The Journal of Experimental Education, 75(3), S. 167–202.
- [7] Polmann, Britta und Möller, Jens (2010). Fragebogen zur Erfassung der Motivation für die Wahl des Lehramtsstudiums (FEMOLA). In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 24(1), S. 73-84.
- [8] Rost, Jürgen, Carstensen, Claus und Davier, Matthias von (1999). Sind die Big Five Rasch-skalierbar?: Eine Reanalyse der NEO-FFI-Normierungsdaten. Diagnostica, 45, Heft 3, S. 119–126. Verfügbar unter <https://portal.hogrefe.com/dorsch/tendenz-zur-mitte/> [11.10.2016].
- [9] Rothland, Martin: Warum entscheiden sich Studierende für den Lehrerberuf? Berufswahlmotive und berufsbezogene Überzeugungen von Lehramtsstudierenden. In: Terhart, Ewald, Bennewitz, Hedda und Rothland, Martin (Hrsg., 2014). Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Waxmann Verlag, Münster, New York.
- [10] Hirschi, Andreas (2008): Kognitive Laufbahntheorien und ihre Anwendung in der beruflichen Beratung. In: Läge, Damian und Hirschi, Andreas (Hg., 2008). Berufliche Übergänge. Psychologische Grundlagen der Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung.

- [11] Bergische Universität Wuppertal (2014). Prüfungsordnung (Fachspezifische Bestimmungen) für den Studiengang Bildungswissenschaften des Studienganges Master of Education – Lehramt an Berufskollegs an der Bergischen Universität Wuppertal. Verfügbar unter <https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d9483976/am14019.pdf> [20.05.2016].
- [12] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2004). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004. Verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung.pdf [18.04.2016].
- [13] Bergische Universität Wuppertal (2013). Änderung und Neufassung der Prüfungsordnung (Allgemeine Bestimmungen) für den Studiengang Master of Education Lehramt an Berufskollegs an der Bergischen Universität Wuppertal. Verfügbar unter <https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/d8822707/am13024.pdf>

SUBJEKTIVE THEORIEN VON LEHRENDEN DER SEKUNDARSTUFE II ÜBER STUDIENANFÄNGER DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN

Valentin Nagengast¹, Uwe Faßhauer² und Marcus Liebschner³

¹ Hochschule Aalen/Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Valentin.Nagengast@hs-aalen.de

² Schwäbisch Gmünd, Uwe.Fasshauer@ph-gmuend.de

³ Hochschule Aalen, Marcus.Liebschner@hs-aalen.de

Abstract 1 *Was denken Lehrende über Studienanfänger/innen? Die Heterogenität der Studienanfänger/innen ist in aller Munde und Gegenstand zahlreicher Forschungen. Der Beitrag zeigt einen Ausschnitt einer Forschungsarbeit, indem unter anderem die subjektiven Theorien von Lehrenden der Sekundarstufe II über Studienanfänger/innen der Ingenieurwissenschaften erhoben und ausgewertet wurden. Mit Hilfe der Grid-Methodik wurden diese erhoben und Teilergebnisse exemplarisch dargestellt. Trotz aller Subjektivität innerhalb der Interviews sind Ähnlichkeiten hinsichtlich der beschreibenden Konstrukte der Studienanfänger/innen ersichtlich.*

Keywords: *Subjektive Theorien, Übergang Schule-Hochschule, Kompetenzen Studienanfänger*

Abstract 2 *What do teachers think about new students? Heterogeneity of new students has been discussed often in recent times and has also been subject of numerous studies. The article shows an extract of research work, in which amongst others subjective theories of secondary level II teachers regarding new students of the field of engineering science have been obtained and analyzed. By means of the grid-methods these have been obtained and partial results have been illustrated exemplarily. Despite all subjectivity within the interviews similarities regarding the descriptive construct of new students become obvious.*

Keywords: *subjective theorie, transition between school and university, competences of study beginners*

DER ÜBERGANG SCHULE-HOCHSCHULE

Die vielfältige Ausprägung der Heterogenität der neuen Studierenden, gerade zu Studienbeginn, stellt alle Beteiligten – Lehrende & Studierende gleichermaßen – vor Herausforderungen. Viele Förderprogramme und Einrichtungen nehmen sich dieser Thematik an [1] [2] [3]. Eine Vielzahl dieser Projekte befasst sich jedoch ausschließlich mit den fachlichen Eingangsvoraussetzungen der Studierenden und sind primär dafür ausgerichtet den fachlichen Studieneinstieg zu erleichtern. Es werden mittlerweile jedoch nicht ausschließlich fachliche Defizite sondern oftmals fehlende personale oder methodische Kompetenzen angeführt, die die Studierfähigkeit erschweren [4].

Da unter anderem das Lehrpersonal der Sekundarstufe II die Kompetenzausprägung (fachlich und überfachlich gleichermaßen) maßgeblich prägt und den Großteil der Studierenden hervorbringt, gilt es ihre Erfahrungen ebenso wie die Erwartungen der Lehrenden der Hochschule zu erfassen, um das Spannungsfeld zu analysieren und gegebenenfalls geeignete Lösungsansätze zu finden.

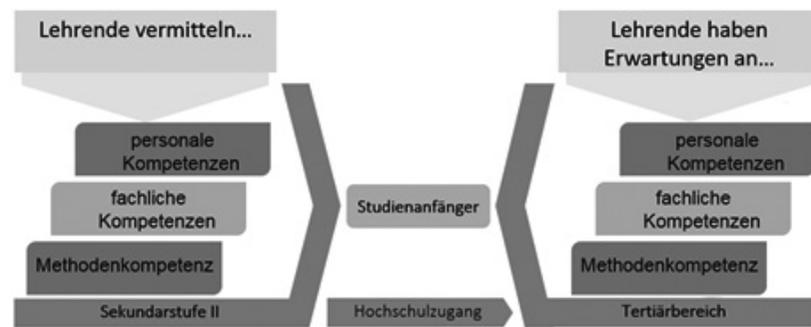


Abbildung 1 Zusammenwirken von Erwartungen und vermittelten Kompetenzen im Übergang Schule-Hochschule aus Sicht des Lehrpersonals

Abbildung 1 verdeutlicht die unterschiedliche Betrachtungsweise des Lehrpersonals auf die Studienanfänger/innen innerhalb des Übergangs Schule-Hochschule. Um Erkenntnisse über eine mögliche Diskrepanz der vermittelten und erwartenden Kompetenzvorstellung zu erlangen und eventuell mehr über etwaige Idealvorstellungen zu erfahren, wird es als notwendig angesehen, sowohl die Meinungen der Lehrenden der Sekundarstufe II, als auch des Tertiärbereichs im Rahmen der Forschungsarbeit zu untersuchen. Im Rahmen dieser Veröffentlichung und zum gegenwärtigen Zeitpunkt werden lediglich exemplarische Ergebnisse bezüglich der Lehrenden der Sekundarstufe II (LS) aufgezeigt (n=3). Dies ist unter anderem damit begründet, da die Forschungsarbeit primär einen qualitativen Ansatz verfolgt und derzeit weitere Datensätze erhoben werden.

ERFASSUNG SUBJEKTIVER THEORIEN DER LEHRENDEN

Die Erfassung der subjektiven Einschätzung der Lehrenden bildet einen zentralen Aspekt innerhalb der Wahl des Forschungsdesigns. Um ein möglichst antwortoffenes Meinungsbild der Lehrenden zu erfassen, indem diese ihre Meinungen und Erfahrungen weitestgehend frei darlegen können, wird das Konzept der subjektiven Theorien angewandt. Die subjektiven Theorien werden mit der Repertory Grid Methode erhoben. Dazu wurden den Lehrenden vordefinierte Elemente vorgelegt und mit Triadenvergleiche die zugrunde liegenden subjektiven Konstrukte erhoben, die anschließend mittels einer Hauptkomponentenanalyse visualisiert werden.

Die zugehörigen Interviews – der Repertory Grid Methode – wurden im Zeitraum von April bis Juni 2016 geführt. Die durchschnittliche Interviewdauer betrug hierbei 59 Minuten. Die interviewten Lehrenden der Sekundarstufe II sind zudem ausschließlich an Schulen in Baden- Württemberg tätig.

Tabelle 1: Übersicht der Elemente innerhalb der Forschungsarbeit

Abkürzung	Elementname
E1	Studienanfänger mit aHR erlangt über das allgemeinbildende Gymnasium
E2	Studienanfänger mit aHR erlangt über das Fachgymnasium
E3	Studienanfänger mit beruflicher Qualifikation
E4	Studienanfänger mit FHR erlangt über die Berufsfachschule (BK2)
E5	Studienanfänger mit FHR erlangt über das Kolleg (BK1)
E6	Idealer Studienanfänger

E7	gewöhnlicher Studienanfänger
E8	Studienanfänger mit ausgeprägten methodischen Kompetenzen
E9	Studienanfänger mit ausgeprägten sozialen Kompetenzen
E10	Hochschulabsolvent mit Bachelorabschluss

Die Auswahl der Elemente in Tabelle 1 stellen zum einen die Vielfalt der Hochschulzugangsberechtigungen ausreichend dar und beinhalten zudem Elemente, die übergeordnete Korrelationen ermöglichen.

HAUPTKOMPONENTENANALYSE SUBJEKTIVER THEORIEN DER LEHRENDEN SEKUNDARSTUFE II

Mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse ist es möglich Elemente und Konstruktpole auf Hauptachsen zu übertragen. Werden beide dargestellt „kann deren wechselseitige Bezogenheit sowohl geografisch (Distanzen) als auch idiografisch (semantische Richtungen durch die Konstrukte) betrachtet werden“ [5].

Nachfolgend wird exemplarisch ein Auszug (n=3) der Ergebnisse dargestellt in dem primär der Vergleich der Elemente E6 und E1 betrachtet wird^{1, 2}.

E1 repräsentiert den Studienanfänger/in mit allgemeiner Hochschulreife, die über das Gymnasium erlangt wurde. Über diesen Bildungsweg erlangt noch immer der Großteil der Studierenden ihre Hochschulzugangsberechtigung. E6 repräsentiert dahingegen den idealen Studienanfänger, so dass die Lehrenden die Möglichkeit haben, unabhängig von der Hochschulzugangsberechtigung einen Studienanfänger/in zu beschreiben, der aus ihrer Sichtweise ideal ist und über die zugrundeliegenden Kompetenzen beschrieben wird.

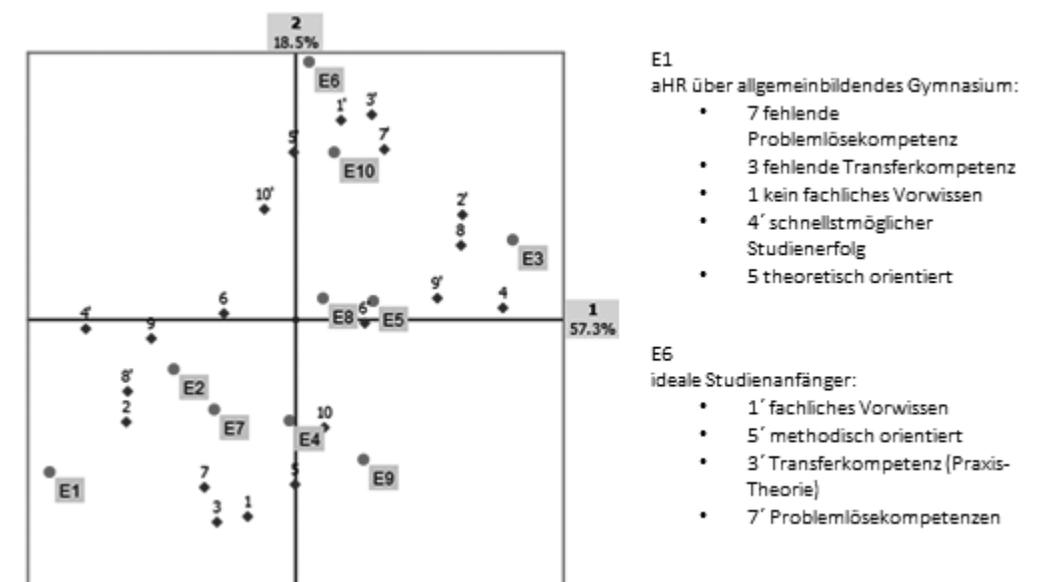


Abbildung 2 Hauptkomponentenanalyse Lehrender LS1

1 Es werden jeweils die ersten beiden Hauptkomponenten dargestellt.

2 Es werden zudem nur die wesentlichen Konstrukte für die Gegenüberstellung der beiden Elemente beschrieben.

Die Hauptkomponentenanalyse in Abbildung 2 zeigt, dass der Lehrende LS1 die Elemente E1 und E6 als durchaus konträr wahrnimmt. E1 beschreibt er primär über Konstrukte wie „7 fehlende Problemlösekompetenz“, „3 fehlende Transferkompetenz“, „1 kein fachliches Vorwissen“, und „5 theoretisch orientiert“. E6 ordnet er hingegen die konträren Konstrukte zu.

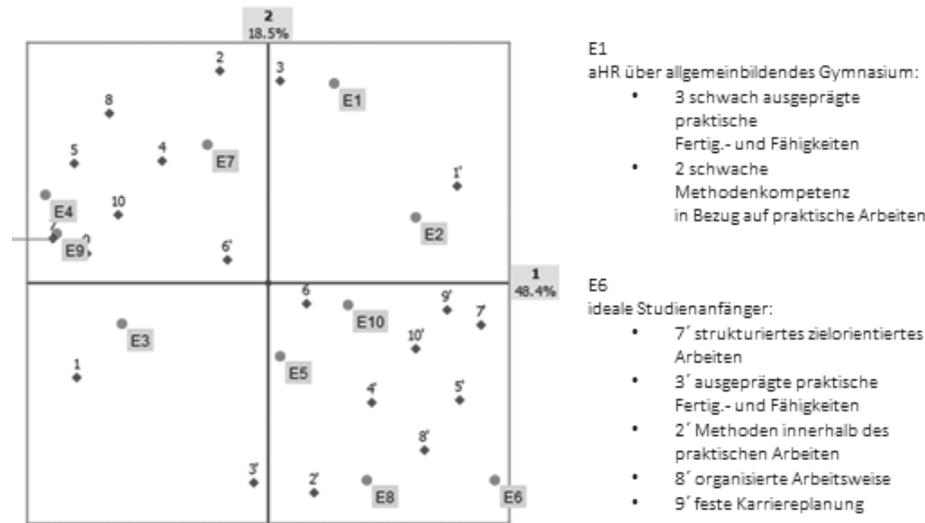


Abbildung 3 Hauptkomponentenanalyse Lehrender LS2

Abbildung 3 zeigt die Hauptkomponentenanalyse des Lehrenden LS2, der ebenfalls die Elemente E1 und E6 different ansieht. Bei Element E1 sieht er primär Defizite innerhalb praktischer Fertigkeiten und Fähigkeiten sowie deren Methodik (Konstrukte 3 und 2). Dahingegen verbindet der Lehrende gerade mit Element E6 diese praktischen Fertigkeiten und Fähigkeiten sowie deren Methodik (Konstrukt 3' und 2') und sieht diese als gegeben an. Die Interviews der Lehrenden LS1 und LS2 haben durchaus gemeinsame Ansichten bezüglich der Elemente und beziehen diese vor allem auf praktische Kompetenzen, die bei E6 (Idealbild) als erwünscht angesehen werden.

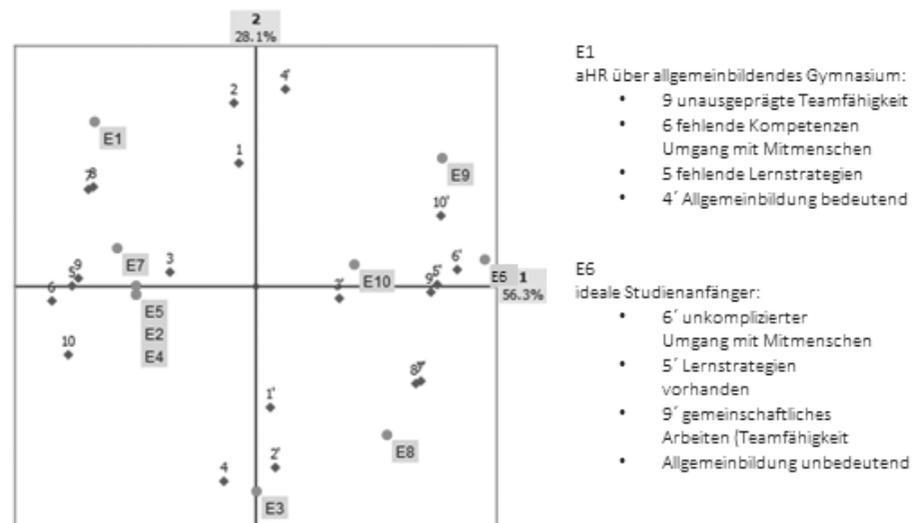


Abbildung 4 Hauptkomponentenanalyse Lehrender LS3

Abbildung 4 zeigt das Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse des dritten Lehrenden LS3. Aus seiner Sicht unterscheiden sich die beiden Elemente vor allem in ihrem Sozialverhalten. Bei Element E1 sieht er vor allem Defizite im Umgang mit Mitmenschen und bei der Zusammenarbeit im Team, sodass aus seiner Sicht nicht primär Diskrepanzen hinsichtlich fachlicher Kompetenzen bestehen, sondern vielmehr im Bereich der überfachlichen Kompetenzen. Dahingegen verbindet er mit E6 Attribute wie Teamfähigkeit und eine unkomplizierte Umgangsart mit Mitmenschen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Hauptkomponentenanalysen der Interviews geben einen ersten Einblick in die Vielschichtigkeit, Subjektivität und Komplexität bezüglich der Erwartungen der Lehrenden der Sekundarstufe II. Parallelen in der subjektiven Sichtweise sind trotz der offenen Meinungsäußerung innerhalb der Interviews gegeben, so dass bei der Analyse weiterer Interviews signifikante Zusammenhänge durchaus zu erwarten sind. Des Weiteren wurde lediglich eine Elementkombination betrachtet und miteinander verglichen, weitere Kombinationen sind im Rahmen der Forschungsarbeit ebenso angedacht. Zudem sollen die subjektiven Theorien der Lehrenden der Sekundarstufe II mit den subjektiven Theorien der Lehrenden des Tertiärbereichs der Ingenieurwissenschaften gegenübergestellt werden, um so das Spannungsfeld Schule-Hochschule weiter zu beleuchten.

Referenzen

- [1] Nagengast, V.; Hommel, M.; Löffler, A.: Studieneingangsphase an der Hochschule Aalen - fachlich fördern und Defizite analysieren: HD MINT. MINTTENDRIN Lehre erleben. Tagungsband zum 1. HDMINT Symposium 2013.
- [2] Bausch, I.; Biehler, R.; Bruder, R.; Fischer, P. R.; Hochmuth, R.; Koepf, W.; Schreiber, S.; Wassong, T. (Hg.): athematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven. Wiesbaden 2013.
- [3] Wolter, A.; Banscherus, U.: Der Bund-Länder-Wettbewerb „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ im Kontext der (inter-)nationalen Diskussion um lebenslanges Lernen. In: Bohmeyer, A.; Bonillo, M.; Klages, B.; Reinders, S. (Hrsg.): Gestaltungsraum Hochschullehre. Potenziale nicht-traditionell Studierender nutzen. Leverkusen 2015.
- [4] Thurner, V.; Böttcher, A.: Expectations and deficiencies in soft skills: 2012 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) 2012.
- [5] Rosenberger, M.; Freitag, M.: Repertory Grid. In: Kühl, S.; Strodtz, P.; Taffertshofer, A. (Hrsg.): Handbuch Methoden der Organisationsforschung: Quantitative und Qualitative Methoden 2009.

AKTIVIERUNG STUDIERENDER WÄHREND DER STUDIENEINGANGSPHASE IM MODUL BAUSTOFFE UND BAUCHEMIE

Lennart Osterhus, Nicole Podleschny, Klaus Vosgerau und Frank Schmidt-Döhl
Technische Universität Hamburg-Harburg, lennart.osterhus@tuhh.de

Abstract 1 Das Modul „Baustoffe und Bauchemie“ im zweiten Bachelorsemester des Studiengangs „Bau- und Umweltingenieurwesen“ der TU Hamburg-Harburg ist eines der ersten Fachmodule im Studienverlauf. In der Studieneingangsphase kommt ihm so eine zentrale Rolle für den frühen Aufbau von Fachverständnis, für frühe Praxisbezüge und das Einüben fachtypischer Didaktik und Lernformen zu. Um einen größeren Anreiz zu bieten, die Lehrveranstaltung interessiert und regelmäßig zu verfolgen, wurde das Modul mithilfe verschiedener Elemente Aktiven Lernens weiterentwickelt. Neben der Einführung studentischer Präsentationen und entsprechender Reviews führte ein verbesserter Medieneinsatz sowie der Einsatz einer vorlesungsbegleitenden Baustoffsammlung im Zusammenhang mit prüfungsnahen Testfragen zu einer Aufwertung der Lehrveranstaltung.

Keywords: Aktives Lernen, Peer Instruction/Peer Learning, Medieneinsatz, Exponate, Bonuspunkte

Abstract 2 The unit „Building Materials and Building Chemistry“ in the second semester of the bachelor program „Civil and Environmental Engineering“ at the Hamburg University of Technology is one of the first subject modules in the study program. Therefore, it plays a significant role in the introductory level in regard to the early development of expertness, early practical relevance, as well as familiarization with didactics and learning methods in this discipline. In order to raise regular attendance, the unit has been redesigned by introducing different elements of active learning. In addition to the implementation of student presentations and peer reviews thereof, a blend of digital media, a building material collection accompanying the lectures, as well as formative online tests led to an enhancement of the lecture.

Keywords: active learning, peer instruction/peer learning, media use, exhibits, bonus points

AUSGANGSSITUATION

Das Modul „Baustoffe und Bauchemie“ (2. Semester) ist neben „Grundlagen der Baustoffe und Bauphysik“ (1. Semester) sowie „Baukonstruktion“ (2. Semester) eines von drei Modulen, die in der Studieneingangsphase inhaltlich und teilweise didaktisch stark miteinander abgestimmt sind. Die Anmeldezahlen der Studierenden für das Modul „Baustoffe und Bauchemie“ mit 4 SWS liegen bei 150–180 Personen von denen am Ende des Semesters etwa 80 % an der schriftlichen Klausur teilnehmen. Während die frontal gehaltene Vorlesung von wenigen Studierenden regelmäßig besucht wird (ca. 20 % der angemeldeten Teilnehmer), werden zusätzliche Modulbestandteile, wie eine Exkursion mit Übung in einem Betonwerk sowie eine Laborübung in den Räumen des Institutes stark angenommen. Ergänzend zu den Vorlesungseinheiten werden vereinzelte Termine als Hörsaalübungen durchgeführt, bei denen beispielweise die Erstellung von Betonmischungsentwürfen detailliert behandelt wird.

Als Grundlage für die Klausur wird den Teilnehmern ein Skript zur Verfügung gestellt. Bereits im vorherigen Semester wurden vorlesungsbegleitend vereinzelte Testfragen eingesetzt, um den Studieren-

den einen Anreiz für die Partizipation an der Lehrveranstaltung zu bieten. In dem vorangegangenen Semester wurden außerdem Testfragen über das e-learning Portal der Hochschule eingeführt, die den Studierenden ein Feedback über das eigene Verständnis geben sollen.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass viele Studierende den umfangreichen Lerninhalt des Moduls „Baustoffe und Bauchemie“ unterschätzen. Klausurteilnehmer, die den Stoff erst am Ende des Semesters komprimiert und zeitnah zur Klausur anlernen, zeigen teilweise große Wissensdefizite.

ZIELE UND MOTIVATION

Um den Studierenden ein besseres und vor allem motiviertes Lernerlebnis zu ermöglichen, sollen Anreize geschaffen werden, sich stetig semesterbegleitend mit den Themen des Moduls „Baustoffe und Bauchemie“ auseinander zu setzen sowie aktiv an der Lehrveranstaltung teilzunehmen. Da sich die Lehrinhalte der Vorlesung und der Inhalt des Skriptes zu großen Teilen ähneln, verlässt sich eine nicht unerhebliche Anzahl der angemeldeten Teilnehmer auf ein zeitlich sehr eingeschränktes Lernen kurz vor der Klausur. Gerade bei dem umfangreichen Baustoffwissen, das in der Lehrveranstaltung vermittelt werden soll, kann stark komprimiertes Lernen zu späteren (erneut auftretenden) Wissenslücken führen. Für eine persönliche, über die Semester reichende, Entwicklung im Bereich der Fachkompetenz sind somit von vornherein Beschränkungen zu erwarten [1].

Während die Vorlesung einen lebendigeren, anschaulicheren, abwechslungsreicheren und praxisgerechteren Charakter erhalten soll, wird auch die Förderung von freiwilligem Engagement und somit eine höhere Motivation angestrebt. Visuelle oder haptische Erfahrungen, die im Zusammenhang mit einer bestimmten Thematik gemacht werden, beispielsweise das Zeigen eines Videos oder mit einem bestimmten Baustoff verbundene Peer-Instruction-Phasen, können dazu führen Sachverhalte vernetzt und nachhaltig zu lernen.

Eine besondere Herausforderung ist es, für eine verhältnismäßig große Anzahl Studierender, mit unterschiedlichem Stand des Vorwissens, die gleichen Rahmenbedingungen für bestmögliches individuelles Lernen zu bieten. Die Vermittlung der grundlegenden Inhalte in kürzerer Zeit, infolge der Umsetzung der Lehrinnovation, ist eine weitere Herausforderung.

KONZEPT

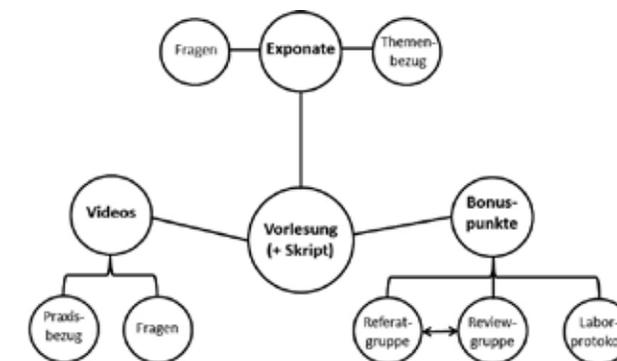


Abbildung 1 Schema zur Lehrveranstaltung mit angewandten Innovationen

Das in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Lehre und Lernen (ZLL) der Technischen Universität Hamburg-Harburg erarbeitete Lehrinnovationskonzept basiert auf verschiedenen Ansätzen (Abbildung 1). Neben der Aufwertung der Vorlesung durch die Implementierung studentischer Präsentationen sowie

von Reviewgruppen („Peer Feedback“), soll der Medieneinsatz verbessert und eine vorlesungsbegleitende Baustoffsammlung angewandt werden, um den Studierenden eine haptische Erfahrung und einen besseren Bezug zu typischen zeitgemäßen Baustoffen zu ermöglichen. Um die Studierenden für mehr Engagement zu motivieren und die Entstehung eigener Kompetenzen zu stärken, werden Leistungen wie Präsentationen, Reviews, Protokolle zum Laborpraktikum und Berichte zu einer Exkursion in ein Betonwerk in einem Bonuspunktesystem berücksichtigt. Hierbei wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben die Note der jeweiligen Modulprüfung nach Bestehen um eine Größenordnung von 0,3 zu verbessern. Mit der Einführung der Bonuspunkterege lung folgen die Lehrenden der Annahme, dass extrinsische, also von außen herbeigeführte, Motivation das Engagement eines Studierenden verstärken und gegebenenfalls zusätzlich eine intrinsische Motivation fördern kann [2]. Es wurden im Vorweg 35 Themenvorschläge formuliert, die durch die Studierenden erarbeitet werden können. Daneben ist auch das Abhandeln eigener (thematisch passender) Vorschläge möglich. Dabei sind die Präsentationen als Kurzreferate mit maximal fünf Minuten Dauer ausgelegt und werden zu passenden Terminen in die Vorlesung integriert. Die ebenfalls aus Studierenden gebildete Reviewgruppe hat die Möglichkeit direkt im Anschluss an die Präsentation auf Inhalt, Gestaltung und Vortragsstil der Vortragenden einzugehen. Hierbei steht am Ende noch eine kurze Gesamtbeurteilung durch den Dozenten. Abbildung 2 zeigt modellhafte Abläufe von Vorlesungseinheiten in der Studieneingangsphase mit Elementen des Aktiven Lernens.

Um darüber hinaus die Aktivierung der Studierenden zu fördern, werden inhaltliche Sequenzen bzw. fachtypische Probleme mit Exponaten einer Baustoffsammlung kombiniert, die während der Vorlesung durch die Reihen wandern. Es werden dann in Abständen Fragen gestellt, in Peer Instruction diskutiert und schließlich exemplarisch im Plenum beantwortet. Hierzu werden gezielt prüfungsnah Testfragen gestellt, die den Studierenden als Ausgangspunkt und zur Selbsteinschätzung dienen. Die Fragentypen variieren hierbei von Wissensfragen bis Schätzfragen und beruhen oft auf den Inhalten des Skriptes bzw. der Vorlesung. Fragen zu den Exponaten sollen ein besseres Verständnis für die Baustoffmaterie liefern. Je nach Kontext wird die Problematisierung der zirkulierenden Exponate mit Videos kombiniert, die beispielsweise Prüfverfahren, Materialeigenschaften oder auch die Baustoffpraxis erläutern. Die Fragen, Exponate und Videos tragen gezielt dazu bei, die Didaktik der Veranstaltung zu gliedern und die Studierenden wiederholt zu aktivieren.

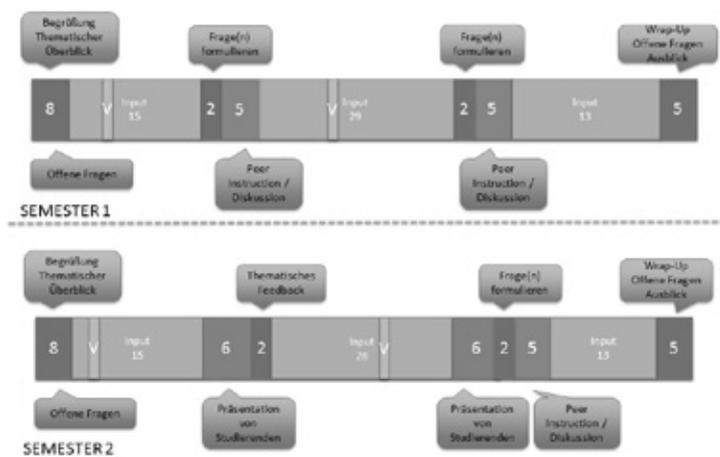


Abbildung 2 Schematischer Ablauf der Vorlesungen in der Studieneingangsphase mit Berücksichtigung der Elemente des Aktiven Lernens (V = Video)

ERGEBNISSE UND BEOBACHTUNGEN

Das vorgestellte Lehrinnovationskonzept wurde im Sommersemester 2016 erprobt. Dabei hat sich gezeigt, dass die allgemeine Anwesenheit in der Lehrveranstaltung bis zum Ende des Semesters nicht dauerhaft erhöht werden konnte. Von den 180 angemeldeten Studierenden haben ca. 30 bis 40 Personen regelmäßig teilgenommen. Gleichzeitig konnten die anwesenden Studierenden durch die Verbesserung der Lehrveranstaltung profitieren.

Testfragen haben zu einer Auflockerung der Vorlesung geführt. Während einer etwa dreistündigen Vorlesungseinheit wurden insgesamt sechs Testfragen in zwei Zeitfenstern gestellt. Dabei wurde das Auditorium in drei Bereiche aufgeteilt und jede Studentengruppe hatte drei Minuten Zeit über die Lösung einer der gestellten Fragen zu diskutieren. Es wurden demnach jeweils drei Testfragen parallel behandelt. Die Studierenden haben sich anschließend zu möglichen Lösungsansätzen geäußert bevor der Dozent seine Antwort gab. Zudem kam es teilweise zu kurzen Diskussionen.

Der Einsatz von Videos wurde ebenfalls gut von den Studierenden angenommen. Besonders Herstellungs- sowie Prüfverfahren konnten sehr viel deutlicher vermittelt werden. Allerdings existierten nicht zu jedem Thema gute bzw. sinnvolle Videos. Die Aufnahmefähigkeit der Studierenden schien durch den Videgebrauch gesteigert worden sein. Unruhe durch die herumgereichten Exponate während der Vorlesung konnte ebenfalls eher nicht beobachtet werden. Die Proben wurden vielmehr konzentriert und neugierig begutachtet. Studierende stellten häufiger direkt Fragen zu herumgereichten Proben, bevor der Dozent seine auf die Exponate bezogenen Fragen an das Auditorium richtete.

Die Übungseinheiten (Laborübung und Exkursion/Übung in einem Betonwerk) waren mit Anwesenheitsquoten von 60 bis 70 % (Laborübung) bzw. 70 bis 80 % (Exkursion) der angemeldeten Studierenden besser besucht. Diese Teilnehmerzahlen waren allerdings mit den Vorjahren vergleichbar. Die Beteiligung der Studierenden hinsichtlich der Beantwortung von Fragen sowie praktischer Mitwirkung war ebenfalls vergleichbar mit dem Vorjahresniveau. Insofern ist es als Erfolg zu werten, dass gute didaktische Ansätze trotz gesteigerter Gruppengröße erfolgreich beibehalten werden konnten. Aufgrund stetig steigender Studentenzahlen wurden die Übungseinheiten in Gruppengrößen von 15 bis 20 Personen durchgeführt. Der jeweilige Übungsleiter konnte durch Fragen und Anregungen einzelne Studierende individuell erreichen.

Die Bonuspunktmöglichkeit wurde von etwa 12 % der für die Klausur angemeldeten Teilnehmer genutzt. Hierbei lag das größte Interesse der Studierenden bei der Ausarbeitung eines Referates bzw. der Beteiligung an einer Reviewgruppe. Es erfolgte in der Regel keine neue Zusammensetzung der Gruppen, sondern eine Übernahme der Aufteilung der Studierenden aus dem Nachbarmodul „Baukonstruktion“, in dem mit Project Based Learning gelernt wurde. So konnte dieser organisatorische Aufwand gering gehalten werden. Die Leistungen für Vorträge bzw. Reviews wurden meist in Gruppen mit jeweils vier Personen erbracht. Nach dem Referat haben zuerst die jeweiligen Reviewgruppen ein Feedback gegeben. Hier gab es eine Rückmeldung hinsichtlich Wissen und Verständnis, der Aufbereitung des Inhalts, der graphischen Darstellung, der Anschaulichkeit sowie des Vortragsstils. Nach diesem Feedback gab es eine kurze übergreifende Rückmeldung des Dozenten, so dass die Studierenden die Qualität ihrer Leistung besser einschätzen konnten. Im Durchschnitt konnte aufgrund der Interessentenzahlen in jeder zweiten Vorlesung ein Referat gehalten werden. Dabei hat sich nicht zu jedem Referat eine Reviewgruppe gefunden. Die Laborübungs- und Exkursionsberichte waren von Einzelpersonen zu erstellen. Hier wurden teilweise verhältnismäßig umfangreiche Berichte ausgearbeitet. Dies unterstützte die Studierenden voraussichtlich bei der Entwicklung ihrer Fachkompetenz (die Berichterstellung für Exkursion und Laborübung war ursprünglich als zusätzliche Option zur Erlangung von Bonuspunkten für den Fall gedacht, dass Studierende bei der aktiven Beteiligung in der Vorlesung nicht berücksichtigt werden können).

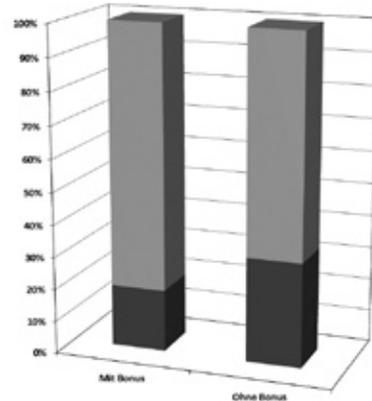


Abbildung 3 Durchfallquote (dunkler Balkenanteil) der Studierenden mit Bonuspunktleistung gegenüber Studierenden ohne Bonuspunktleistung.

Die Gruppe der Studierenden, die eine Bonuspunktleistung erbracht hat, unterschied sich hinsichtlich des sichtbaren Erfolgs von der Studierendengruppe ohne eine solche Leistung. So lag die Durchfallquote der Studierenden, die eine Bonuspunktleistung erbracht haben, ca. 40 % unterhalb der Durchfallquote der übrigen Studierenden (19 % gegenüber 32 % der Studierendenzahlen, Abbildung 3). Auch der Notendurchschnitt beider Gruppen unterschied sich deutlich. So lag der Notendurchschnitt der Bonuspunkt-Studierendengruppe ca. 14 % über dem der Vergleichsgruppe. Es lag die Vermutung nahe, dass die Bonuspunktmöglichkeit zu einer besseren Motivation und somit zu einer Leistungssteigerung der Studierenden führen konnte. Allerdings wäre auch eine Auswirkung der Selbstselektion denkbar [3], indem die ohnehin leistungsstarken Studierenden in dem Fall freiwillig noch mehr Leistungen erbrachten. Dieser Effekt konnte nicht ausgeschlossen werden. Sollte dies der Fall sein, könnte jedoch auch mit positiven Folgeeffekten dergestalt zu rechnen sein, dass die leistungsschwächeren Lernenden bei den Gruppenaufgaben von der Zusammenarbeit mit den nochmals stärker involvierten leistungsstarken Studierenden profitierten [4].

Die Evaluation der Lehrinnovation ergab, dass 77 % der befragten Studierenden die Innovation als gut umgesetzt empfand. Dieses positive Feedback unterlag der Einschränkung, dass es notwendigerweise ohne eine Vergleichsmöglichkeit zur Modulbewertung ohne Innovationen entstanden ist, da die beurteilenden Studierenden jedes Modul nur einmal durchlaufen. Darüber hinaus haben zwei Drittel der Befragten den Besuch der Lehrveranstaltung empfohlen. Besonders der Einsatz von Exponaten wurde von 92 % der befragten Studierenden als hilfreich empfunden. Die Evaluation ergab des Weiteren, dass der Medieneinsatz einen annehmbaren Umfang hatte und die Vorlesung nicht zu sehr dominierte. So gaben ca. 95 % der Befragten an, dass Videos in der Vorlesung und der Hörsaalübung dazu beigetragen haben praktische Probleme der Baustoffkunde besser zu verstehen. Ca. 45 % der Befragten empfand die Bonuspunktmöglichkeit als attraktiv.

FAZIT UND AUSBLICK

Die Evaluation hat gezeigt, dass die Anpassungen im Modul „Baustoffe und Bauchemie“ von den anwesenden Studierenden gut angenommen wurden. Die allgemeine Anwesenheit von Studierenden bei der Vorlesung konnte hingegen (noch) nicht gesteigert werden. Möglicherweise könnte der Einsatz des Skriptes, das für die Klausurvorbereitung zum Einsatz kommt, grundsätzlich einer höheren Teilnehmerzahl an der Vorlesung entgegenstehen. Die Evaluation ergab dabei, dass die Studierenden

das Skript in seiner Form zur Klausurvorbereitung sehr geschätzt haben. Die Diskussionen zu den Testfragen bauten einen besseren Bezug zur Vorlesung auf. Auch der Einsatz von Videos führte zu einem besseren Verständnis zu praktischen Problemen in der Baustoffthematik. Besonders die eingesetzten Exponate wurden sehr gut von den Studierenden angenommen. Hier wurde die Vorlesung für Studierende etwas praxisnaher und weniger abstrakt.

Die Bonuspunktmöglichkeiten wurden bisher von verhältnismäßig wenig Studierenden genutzt (12 % der zur Klausur angemeldeten Teilnehmer). Allerdings wurde deutlich, dass die Studierenden, die Bonuspunkte erbrachten, auch diejenigen waren, die im Notenspiegel besser abgeschlossen haben und eine geringere Durchfallquote aufwiesen. Ob hier die Bonuspunkte eine Verbesserung des Lernergebnisses bzw. der Lernmotivation bewirkten, konnte nicht belegt werden, da dieser Effekt von jenem der Selbstselektion überlagert sein könnte. Eine mögliche Erklärung für die eher zögerliche Annahme der Bonuspunktmöglichkeit könnte der erstmalige Kontakt im Studium mit Bonuspunkten sein. Es könnte im zweiten Semester noch die studentische Routine und die Selbsteinschätzung fehlen, um den Arbeitsaufwand und das eigene Leistungsvermögen hinreichend beurteilen zu können.

Die Lehrinnovation konnte spürbar zu einer Auflockerung der frontalen Vorlesung führen. Das Feedback durch die Studierenden war größtenteils positiv. Daher wurde angedacht, das Lehrinnovationskonzept auch in künftigen Semestern anzuwenden. Dabei muss beachtet werden, eingesetzte Medien sowie Exponate der Baustoffsammlung stets zu aktualisieren.

Dank

Die vorgestellte Lehrinnovation wurde im Rahmen von Call 9 des BMBF-geförderten Projekts „LearnING“ der TUHH finanziell unterstützt. Dank gilt außerdem den Firmen, die Exponate zur Verfügung gestellt und so zum Entstehen der Baustoffsammlung beigetragen haben.

Referenzen

- [1] Erpenbeck, John; Sauter, Werner (2016). Stoppt die Kompetenzkatastrophe! Wege in eine neue Bildungswelt. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [2] Reitzer, Christine (2014). Erfolgreich lehren: Ermutigen, motivieren, begeistern. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [3] Stribeck, Agnes: Wer wählt Teamarbeit? Eine theoretische und empirische Analyse der Effekte der Forderung nach Teamfähigkeit. In: Backes-Geller, Uschi u. a. (Hg., 2010). Beiträge zur Personal- und Organisationsökonomik. Rainer Hampp Verlag, München u. Mering, Band 23, S. 277.
- [4] Konrad, Klaus; Traub, Silke (2012). Kooperatives Lernen. Theorie und Praxis in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung. Schneider Verlag, Baltmannsweiler. S. 46, 56.

KOMPETENZORIENTIERTE LEHRE DIGITAL UNTERSTÜTZEN

Nicole Podleschny¹, Klaus Vosgerau¹, Ruth Schaldach² und Ralph Otterpohl²

Technische Universität Hamburg

¹ Zentrum für Lehre und Lernen

² Institut für Abwasserwirtschaft und Gewässerschutz

nicole.podleschny@tuhh.de, klaus.vosgerau@tuhh.de, ruth.schaldach@tuhh.de, ro@tuhh.de

Abstract 1 Die Digitalisierung der Hochschulen bietet Chancen, die Qualität und Effizienz in der Lehre zu fördern. Mit der Durchführung von Pilotprojekten können neue didaktische Konzepte entlang der kompetenzorientierten Lehre erprobt werden, aus denen wiederum die technischen Anforderungen der Lehrenden und Studierenden an die Hochschule definiert werden können. Dieser Beitrag stellt ein Lehr-Lernkonzept vor, in denen ein Social Network (Weblog) für die Arbeit an Projekten eingesetzt wird. Damit vollzieht sich ein Wandel von der dozentenzentrierten Vorlesung zur studierendenzentrierten Lehrveranstaltung, und der Rollenwechsel der Lehrenden wird sichtbar.

Keywords: Soziale Netzwerke, Kompetenzorientierung, Digitalisierung, Projektarbeit

Abstract 2 The Digitalization of Institutes of Higher Education offers possibilities to enhance the quality and efficiency of teaching. Conducting pilot projects in regard to competency-based education allows to implement and test new didactical concepts. These can then define the technical requirements and needs of teachers and students towards their institution. This article introduces a didactical teaching and learning concept, which uses social networks (weblog) for working in student projects. Here, the change from a teacher-centred lecture to a learner-centred approach and the transformation of teacher roles becomes apparent.

Keywords: Social Networks, Competencies oder Competency-driven/orientated Learning Design, Digitalization, Group Projects oder Project work?

HINTERGRUND

Hochschulen diskutieren derzeit intensiv über geeignete Digitalisierungsstrategien, um die Lehre räumlich und zeitlich zu flexibilisieren, die Internationalisierung zu fördern, neue Zielgruppen anzusprechen und damit insgesamt die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Nicht zuletzt kann die Digitalisierung die Entwicklung innovativer Konzepte für Betreuung und Prüfung unterstützen [1] und somit die Effizienz und Qualität gleichermaßen fördern. Allerdings kann der Einsatz von Medien nur gelingen und Akzeptanz finden, wenn digitale Medien in didaktisch sinnvolle Lehr- und Lernformate eingebettet werden, welche die beabsichtigte Kompetenzentwicklung fördern [2]. Entsprechende Pilotprojekte können helfen, innovative Kurskonzepte entlang der spezifischen Anforderungen der jeweiligen Disziplin und ihrer Studierenden zu entwickeln, zu implementieren und zu evaluieren. Die Multiplikatorwirkung kann außerdem bewirken, nachhaltige Strukturen zu etablieren und somit digitale Medien und entsprechende Lehrkonzepte in andere Lehrveranstaltungen und Fachbereiche zu tragen und zu etablieren [1].

Durch eine sinnvolle und kontinuierliche Aufgabenstellung können, neben Fachkompetenzen, personale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Selbstständigkeit explizit eingeübt, gefördert und geprüft werden. Hierbei können digitale Medien, wie beispielsweise Kollaborationswerkzeuge und Social Media, einen Raum bieten, zeit- und ortsunabhängig in Gruppen zu diskutieren, Probleme zu lösen, Ergebnisse zu präsentieren und Peer Feedback einzuholen.

Damit einhergehend wird der Wandel von der dozentenzentrierten Vorlesung zur studierendenzentrierten Lehrveranstaltung und damit ein Rollenwechsel vom Vortragenden zum Lerncoach unterstützt [1, 33 ff]. Dieses zeichnet sich aus durch Gruppenberatung mit den Studierenden (online oder in Präsenz), Feedback der Arbeitsergebnisse und Vertiefung von Lehrinhalten anhand der Bedürfnisse der Studierenden. Für die Lehrenden bedeutet dies einerseits, dass die Lehrveranstaltung weit weniger planbar ist als eine klassische Vorlesung und Übung. Andererseits bietet das regelmäßige Feedback die Gelegenheit, dass die Studierenden ihren Lernstand einschätzen, ihr Leistungsniveau erhöhen können und die Lernziele erreicht werden.

DIE VERANSTALTUNGEN

Die beiden englischsprachigen Module für Masterstudierende des Instituts für Abwasserwirtschaft und Gewässerschutz „Water & Wastewater Systems“ sowie „Resources Oriented Sanitation Systems“ bewegen sich inhaltlich mit unterschiedlichen Akzentuierungen im Themenfeld globaler Armut, Landflucht, Bodendegradation und dem Mangel an bedürfnisorientierten, effizienten und ökologisch verträglichen Wasser- und Abwassersystemen. Die Lernziele beinhalten u. a., dass Studierende reale und konkrete Probleme in diesen Bereichen definieren und daran anknüpfend synergistische Maßnahmen für Wasser, Boden, Nahrung und Energie beschreiben und beurteilen. Daran anschließend können sie Planungen z. B. von ökologischen Dörfern für unterschiedliche geografische Bedingungen und Klimazonen anfertigen und die diskutierten Maßnahmen darin einfügen. Zur Durchführung werden die Studierenden befähigt, in dem sie lernen, in internationalen Teams zusammenzuarbeiten und selbstständig F&E-Aufgaben zu Umweltproblemen zu erarbeiten. Die Lernendengruppe ist sehr heterogen hinsichtlich Kultur, Sprache und Studiengängen. Ungefähr 60 Studierende nehmen jeweils an den Modulen teil.

Bei der Gestaltung und Abstimmung der Lehrveranstaltungen wurden Vorlesungen (Präsenz und Vorlesungsaufzeichnungen), Konzeptwerkstätten (mit Gruppendiskussionen, Gruppenarbeiten, Präsentationen von Studierendengruppen) und Online-Kollaboration eng miteinander verzahnt (siehe Abbildung 1); Fragestellungen zu aktueller Forschung dienen hier als didaktische Rahmung. Eine ausführliche Kursbeschreibung, die zu Beginn des Semesters vorgestellt wird, sorgt für die nötige Transparenz der Inhalte und Meilensteine sowie der Erwartungen und Anforderungen an die Studierenden.



Abbildung 1 Elemente der Lehrveranstaltung

Der Einsatz sozialer Medien kann das selbstständige, kontinuierliche Lernen sowie die Kommunikation und Kollaboration zwischen den internationalen Studierenden maßgeblich unterstützen. Im Modul "Water & Wastewater Systems" wurde dafür ein Wordpress-Blog¹ eingesetzt. Strukturiert durch vorgegebene Meilensteine dokumentieren die Gruppen dort ihren Projektfortschritt mit Texten, Videos und Fotos. Außerdem formulieren sowie erhalten sie über die Kommentarfunktion ein differenziertes Peer Feedback. Die digitalen Lernaktivitäten korrespondieren entsprechend mit dem Lehr-/Lerngeschehen in der Präsenz: Hier spiegelt sich der didaktisch geplante, wiederkehrende Rollenwechsel zwischen selbstständig agierenden Lernenden und primär beratenden Lehrenden deutlich. Die aktivierende Vorlesung, die eingeführte Ideenwerkstatt, welche eine lehrerzentrierte Übung ersetzt sowie das ergänzende Feedback der Lehrenden im Blog zeigen, dass die vernetzte Wissensproduktion für die Kompetenzentwicklung durch Kollaboration als übergreifende Idee im Vordergrund steht.

Dementsprechend sind die Prüfungsleistungen so gestaltet, dass sich die Note aus individueller Leistung sowie Gruppenleistung aus den einzelnen Meilensteinen zusammensetzt. Die finale Prüfungsleistung ist die Erstellung eines Medienpaketes: Hier stellen die Arbeitsgruppen ihre Ergebnisse anschaulich in kurzen Videos, Animationen oder Screencasts dar. Diese werden dann mit einer begleitenden Präsentation auf einer Abschluss-Konferenz vorgestellt. Aufgrund des dort erhaltenen Feedbacks werden die Präsentationen überarbeitet, im Weblog verschriftlicht sowie das Medienpaket eingebettet. Der hier ausgestaltete Lehr-/Lernmodus der Mediennutzung adressiert so direkt die übergreifenden Modullernziele auf Niveau eines forschungsorientierten Masterprogramms.

ERGEBNISSE AUS DER EVALUATION

Bei den durchgeführten Pilotprojekten zeigt sich, dass das implementierte Lehr- und Lernkonzept zu verbesserten Lernergebnissen geführt hat, was von den Lehrenden insbesondere auf das dergestalt unterstützte Projektgeschehen und Peer Feedback zurückgeführt wurde. In der Evaluation stimmten 93,8 % der Studierenden der Aussage zu, dass sie die Lehrinhalte und ihre Gruppenprojekte miteinander verknüpfen konnten und die Vorlesung gut auf die Projektarbeit vorbereitet hat (68,8 %). Gemischter wird das Bild bei der Frage, ob die Dokumentation der Meilensteine im Blog geholfen hat, den individuellen Lernprozess zu reflektieren. Dies bestätigen nur 53,4 %, was daran liegen könnte, dass der Arbeitsaufwand der gemeinsamen Verschriftlichung hoch war. Andererseits wird das mündliche und schriftliche Peer Feedback wiederum sehr geschätzt (81,3 %), und 93,8 % der Studierenden sind überzeugt, durch Kollaboration bessere Arbeitsergebnisse erzielt zu haben.

ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Trotz dieser positiven Rückmeldung muss berücksichtigt werden, dass gerade die Pilotprojekte mit erheblichen technischen Hürden sowohl für Lehrende als auch Studierende verbunden sind. Insbesondere für Lehrende bedeutet es, sich mit der Veranstaltungsplanung tief in die Funktionalitäten der verwendeten digitalen Werkzeuge einzuarbeiten, um die Möglichkeiten und Einschränkungen vorab-schätzen zu können. Erst dann können sie Studierende in ihrem Lernprozess und im Umgang mit den Werkzeugen unterstützen. Denn trotz der allgemeinen Omnipräsenz digitaler Geräte bei Studierenden ist der Einsatz von digitalen Werkzeugen in einem Lehr-Lernkontext eher gering verbreitet.

¹ Der Wordpress-Blog ist nur eine Variante von Sozialen Netzwerken, die in einer Veranstaltung eingesetzt werden. In einer Folgeveranstaltung wird das Open Source Social Network HumHub eingesetzt, welches in seinen Funktionalitäten an Facebook erinnert, allerdings auf die teilnehmenden Kursteilnehmer beschränkt ist. Die Software wird jeweils anhand der gewünschten Lernaktivitäten der Veranstaltung ausgewählt – nicht umgekehrt. Zu erwähnen ist noch, dass beide Kollaborationswerkzeuge auf universitätseigenen Servern installiert wurden und „von außen“ nicht zu erreichen sind, wodurch der Datenschutz gewährleistet ist.

Der Ressoureinsatz zur Planung solch einer Lehrinnovation ist am Anfang daher erheblich. Es wurde durch großes Engagement der Lehrenden und der ergänzenden Unterstützung durch das Rechenzentrum sowie das Zentrum für Lehre und Lernen der Technischen Universität Hamburg ermöglicht. Eine detaillierte Evaluation und Dokumentation ist daher notwendig, um die Digitalisierungsstrategie der an Hochschulen anhand der konkreten Anforderungen von Lehrenden und Studierenden zu gestalten.

Referenzen

- [1] Hochschulforum Digitalisierung (2016). Zur nachhaltigen Implementierung von Lehrinnovationen mit digitalen Medien. Hochschulforum Digitalisierung, Berlin.
- [2] Handke, Jürgen (2015). Handbuch Hochschullehre digital. Leitfaden für eine moderne und mediengerechte Lehre. Tectum-Verlag, Marburg.
- [3] Fink, Corinna, et al.: Lern-Service-Engineering. Eine ökonomische Perspektive auf technologieunterstütztes Lernen. In: Schön, Sandra und Ebner, Martin (Hg. 2013, E-Book) L3T Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien. URL: <http://l3t.eu/>

SHOULD I STAY OR SHOULD I GO? ZUM WIRKZUSAMMENHANG ZWISCHEN KARRIEREFÖRDERLICHKEIT VON AUSLANDSAUFENTHALTEN UND AUSLANDSMOBILITÄT VON STUDIERENDEN

Anja Richert, Kathrin Hohlbaum, Valerie Stehling und Sabina Jeschke
IMA/ZLW der RWTH Aachen University

anja.richert@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de, kathrin.hohlbaum@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de,
valerie.stehling@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de, sabina.jeschke@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de

Abstract 1 Gemäß einer Studierendenbefragung zur Auslandsmobilität der RWTH Aachen ist die Karriereförderlichkeit für Studierende der Ingenieurwissenschaften ein zentrales Kriterium bei der Entscheidung für oder gegen einen Auslandsaufenthalt [1]. Um die Relevanz studienbezogener Auslandsaufenthalte zu messen, wurden rund 50.000 Online-Stellenanzeigen aus den Ingenieurwissenschaften und den laut aktuellen Studienergebnissen auslandsmobileren Wirtschaftswissenschaften [2] hinsichtlich internationaler Job-Anforderungen ausgewertet und verglichen. Dabei wurde festgestellt, dass in Stellenanzeigen beider untersuchter Fachrichtungen nur wenige explizite Referenzen auf internationale Job-Anforderungen zu finden sind [2]. Es liegt nahe, diesen Tatbestand als eine mögliche Begründung der geringeren Auslandsmobilität unter Ingenieurstudierenden anzunehmen. Vertreter der Industrie und insbesondere ihrer Human-Ressources-Abteilungen betonen zwar auf Messen, in Journalen oder in persönlichen Gesprächen die Rolle internationaler Erfahrungen als gewünschte Qualifikation. Dies schlägt sich jedoch nur unzureichend in aktuellen Stellenausschreibungen nieder.

Keywords: Mobilität, Ingenieurwissenschaften, Karriere, Studierende, Outgoings

Abstract 2 A survey of student mobility conducted at RWTH Aachen University shows that career enhancement is one of the crucial elements in the process of deciding on whether or not going abroad among students in engineering sciences [1]. In order to measure how important study-related stays abroad are towards establishing a career in the engineering field, a study has been set up to analyze job advertisements with regard to requirements of any sort of international expertise. Therefore, 50,000 online job advertisements from the engineering branch and from the field of economic sciences were analyzed and compared. One of the main results was that in job advertisements of both sectors the demand for international expertise was very low [2]. While industry representatives keep emphasizing the importance of international expertise, this demand is not reflected in current job advertisements.

Keywords: Mobility, Engineering Education, Career, Outgoings

EINLEITUNG

Neben fachlichen Qualifikationen gewinnen im Hinblick auf die anstehende Berufstätigkeit von Studierenden vor allem interkulturelle Erfahrungen und Kompetenzen in einer zunehmend globalisierten Arbeitswelt immer mehr an Bedeutung. Um in der globalisierten Arbeitswelt erfolgreich agieren zu können, sind Kompetenzen, die im Rahmen (studienbezogener) Auslandsaufenthalte erworben werden, von großer Bedeutung [3]. Für den Wirtschaftsstandort Deutschland stellt die internationale Bildung,

nicht zuletzt vor dem Hintergrund des demografischen Wandels, eine wichtige Ressource dar [4]. Die Steigerung der internationalen Mobilität gehört daher zu einer der zentralen Zielsetzungen der Bologna-Reform. Mittels zukunftsorientierten und interkulturellen Ausbildungskonzepten sollen an deutschen Hochschulen solchen internationalen Anforderungen des Arbeitsmarktes begegnet und die Studierenden zu internationalem Denken und Handeln befähigt werden [3]. Letzteres setzt voraus, fremde Lebenswelten zu kennen, fremdsprachliche Fähigkeiten sowie emotionale Kompetenz und interkulturelle Sensibilität zu erwerben [3].

AUSGANGSSITUATION

Aktuelle Studien weisen darauf hin, dass MINT-Studierende trotz der Bologna-Zielsetzung und vielfältiger Förderinitiativen deutlich weniger auslandsaktiv sind als Studierende anderer Fachdisziplinen [5, 6]. Im Vergleich zu den letzten Jahren ist zwar in den Ingenieurwissenschaften ein Anstieg der Mobilitätsquote zu erkennen, mit aktuell 24 % aller Studierenden dieser Fächergruppe ist der Anteil der auslandsmobilen Studierenden der Ingenieurwissenschaften jedoch nur etwa halb so groß wie der der auslandsmobileren Studierenden der Wirtschaftswissenschaften. Diese weisen beispielsweise mit 46 % aller Studierenden eine hohe studienbezogene Mobilitätsquote auf [5]. An der RWTH Aachen University wurde im Wintersemester 2012/2013 eine Online-Befragung von über 3.000 Studierenden aller Fakultäten und Fachgruppen, die so genannte „Going abroad Studie“ [3], durchgeführt. Hierbei wurde unter anderem untersucht, welches Bedingungsgefüge dazu führt, dass Studierende sich für oder gegen einen Auslandsaufenthalt entscheiden.

Unter MINT-Studierenden, die an der RWTH einen Anteil von mehr als 50 % ausmachen, konnten im Bedingungsgefüge der wahrgenommenen motivationalen und hemmenden Faktoren für einen Auslandsaufenthalt viele Ähnlichkeiten zu Studierenden anderer Fachrichtungen festgestellt werden. So waren die wahrgenommenen Hindernisse fakultätsübergreifend fast identisch. Hier wurden unter anderem Zeitdruck im Studium, finanzielle Gründe, verfügbare Plätze, unklare Struktur und Zuständigkeiten sowie Anerkennungsprobleme genannt. Auch im Bereich der begünstigenden Faktoren bestanden viele Ähnlichkeiten zwischen den MINT-Studierenden und Studierenden anderer Disziplinen. So galten die Erhöhung der Selbstständigkeit sowie der Aufbau neuer Freundschaften fachbereichsübergreifend zu prägenden, positiven Erfahrungen. Hierbei handelt es sich primär um Soft Skills, die als soziale, personale und interkulturelle Kompetenzen nicht nur für die Arbeit in international geprägten Unternehmen notwendig sind, sondern auch persönlichkeitsbildenden Charakter haben [3].

Zu den zentralen Motivatoren für einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt gehört für MINT-Studierende sowie für Studierende anderer Fachrichtungen primär der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen, beispielsweise das Kennenlernen einer anderen Kultur und die Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen (Tabelle 1). Im Unterschied zu Studierenden anderer Fachrichtungen stellt für MINT-Studierende eine Verbesserung der Karrierechancen einen der größten Motivatoren für einen studienrelevanten Auslandsaufenthalt dar. Demgegenüber erwarten Studierende anderer Fachrichtungen von Auslandserfahrungen eher eine Erhöhung ihrer Selbstständigkeit.

Tabelle 1: Top 5 Motivatoren für Auslandsaufenthalte
– Ergebnisse der Going abroad Studie zur Auslandsmobilität an der RWTH Aachen University [3]

MINT-Studierende	Nicht MINT-Studierende
1. Kennenlernen einer anderen Kultur	1. Kennenlernen einer anderen Kultur
2. Verbesserung der Fremdsprachenkenntnisse	2. Verbesserung der Fremdsprachenkenntnisse
3. Verbesserung der Karrierechancen	3. Erhöhung der Selbstständigkeit
4. Aufbau neuer Freundschaften	4. Aufbau neuer Freundschaften
5. Erhöhung der Selbstständigkeit	5. Sinnvolle Nutzung der Zeit

Auch in anderen Studien wurden die Motive für die Durchführung studienbezogener Auslandsaufenthalte untersucht. In der fünften Befragung deutscher Studierender zur studienbezogenen Auslandsmobilität von Woisch und Willige (2015) befand sich der Punkt «Karriereförderlichkeit» ebenfalls unter den 10 häufigsten Motiven für die Durchführung eines studienbezogenen Auslandsaufenthaltes [5]. Aber nicht nur die Studierenden schätzen die Karriereförderlichkeit eines Auslandsaufenthaltes als vergleichsweise hoch ein. Auch eine repräsentative Umfrage von 303 Unternehmen zu den bedeutsamsten Fähigkeiten zukünftiger Bewerber zeigte, dass die drei Kompetenzen Praxiserfahrung, Fremdsprachen und digitale Fähigkeiten akademischen Berufseinsteigern Vorteile bei der Bewerbung bringen, da sie in der Arbeitswelt 4.0 stark an Bedeutung gewinnen und somit nach Einschätzung der befragten Unternehmen bei der Bewerberauswahl eine wesentliche Rolle spielen werden [4].

ZIELSETZUNG UND METHODE DER STUDIE

Vor dem Hintergrund der präsentierten Forschungsergebnisse wurde eine weitere Studie aufgesetzt. Diese diente der Untersuchung, wie groß die Nachfrage nach auslandserfahrenen Absolventen in der Ingenieurbranche tatsächlich ist. Weiterhin ging sie der Frage nach, ob es Unterschiede hinsichtlich der Anforderungen an die als deutlich auslandsmobiler geltenden Absolventen der Wirtschaftswissenschaften gibt. Hierzu wurden rund 50.000 Online-Stellenanzeigen mittels Data-Mining Verfahren nach internationalen Jobanforderungen an Bewerber aus den Branchen Wirtschaftswissenschaften und Ingenieurwesen durchsucht. Ziel war es dabei, mögliche Hinweise auf die Relevanz studienbezogener Auslandsaufenthalte, besonders im Bereich der Ingenieurwissenschaften, zu identifizieren. Der methodische Ansatz sowie erste Ergebnisse der Studie werden im Folgenden dargelegt.

Um die Online-Stellenanzeigen mittels Data Mining zu analysieren, wurde eine Adaption verschiedener Web Mining Prozesse genutzt [7, 8]. In Hinsicht auf internationale Job-Anforderungen für Absolventen der Ingenieurbranche und den Wirtschaftswissenschaften wurden 49.996 Online-Stellenausschreibungen über einen Zeitraum von ca. einer Woche (3.–6. Juni 2013) aus sechs deutschen Job-Portalen (Tabelle 2) extrahiert. Anschließend wurden sämtliche englischsprachigen Stellenanzeigen entfernt, sodass insgesamt 47.481 deutsche Stellenausschreibungen, 36,8 % davon aus der Ingenieurbranche und 63,2 % davon aus dem Bereich der Wirtschaftswissenschaften, für die Analyse herangezogen werden konnten.

Da die Job-Portale unterschiedliche Kategorien zur Sortierung der Stellenanzeigen verwendeten, wurden zunächst alle verfügbaren Kategorien der durchsuchten Portale manuell nach denjenigen Kategorien durchsucht, die entweder für den Bereich der Wirtschaftswissenschaften oder den Bereich der Ingenieurwissenschaften relevant erschienen. In einem weiteren Schritt wurden alle Stellenausschreibungen, die den jeweils als relevant identifizierten Kategorien zugeordnet waren, durchsucht. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die durchsuchten Kategorien.

Tabelle 2: Überblick über die durchsuchten Kategorien pro Branche und pro Job-Portal

Job-Portal	Ingenieurwissenschaften	Wirtschaftswissenschaften
Monster.de	Ingenieure	Marketing, Logistik, Vertrieb
Ingenieurweb.de	Ingenieure, technische Fachkräfte	keine Daten vorhanden
Jobscout24.de	Ingenieurwesen, Bauwesen, Automobilindustrie, Fertigung, Anlagenbau	Vertrieb, Management, Verwaltung, Personalwesen, Rechnungswesen, Consulting/Beratung, Marketing/Werbung, Wirtschaft allgemein, Finanzwesen, Einkauf, Logistik, Transport
Stellenmarkt.de	Automotive, Elektrotechnik, Engineering, Entwicklung, Fertigungsplanung, Hochbau, Tiefbau, Produktion, Qualitätsmanagement, Qualitätssicherung,	Buchhaltung, Business, Development, Controlling, Consultants/Ingenieure, Einkauf, Finance, Personal/-wesen, Public Relations PR, Rechnungswesen, Sales, SAP, Spedition, Verkauf, Versicherung, Vertrieb, Verwaltung
XING job portal	Fertigung, Bau, Handwerk; Ingenieurwesen und technische Berufe; Produktion; Qualitätswesen	Banken, Versicherungen und Finanzdienstleistung; Einkauf, Transport und Logistik; Finanz- und Rechnungswesen; Marketing und Werbung; Personalwesen; Vertrieb und Handel
Ingenieurjobs.de	Hoch- und Tiefbau, Installation, Produktion und Wartung, Technische Arbeiten	Transport und Logistik; Vertrieb

Anstelle von Keyword-Suchen wurden die Informationen in der vorliegenden Studie mittels Data Mining extrahiert, unter anderem mit Hilfe von n-gram und Ko-Okkurrenz Analysen aufgearbeitet und anschließend analysiert. Alle Anzeigen wurden zum einen hinsichtlich beruflicher Anforderungen wie den erforderlichen Berufsabschluss, die erforderliche Berufserfahrung und erforderliche Sprachkenntnisse sowie hinsichtlich methodischer, sozialer und persönlicher Anforderungen analysiert. Darüber hinaus wurden auch die Beschreibungen der ausgeschriebenen Position und der Arbeitsaufgaben untersucht. Zusätzlich wurden Angaben zur ausschreibenden Firma wie bspw. Standort, angegebene Geschäftsfelder sowie Hinweise auf eine Internationalisierung der ausschreibenden Unternehmen analysiert.

Um internationale Job-Anforderungen zu identifizieren, wurden aus dem Bereich der beruflichen Anforderungen die Hinweise auf erforderliche Sprachkenntnisse zur Analyse herangezogen. Darüber hinaus wurden die gesammelten Stellenanzeigen hinsichtlich persönlicher Anforderungen wie zum Beispiel Selbstständigkeit und Eigenständigkeit untersucht. Als dritter Anhaltspunkt für internationale Job-Anforderungen wurden die Ergebnisse, die auf eine Internationalisierung des ausschreibenden Unternehmens hindeuten, analysiert.

ERGEBNISSE

In beiden Disziplinen werden deutsche Sprachkenntnisse gemeinsam mit englischen Sprachkenntnissen in ca. 4,3 % bis 5,3 % aller Anzeigen als Voraussetzung genannt. Insgesamt wird eine größere Zahl verschiedener Begriffe genutzt, um englische Sprachkenntnisse zu beschreiben als Begriffe für deutsche Sprachkenntnisse genutzt werden. Um deutsche Sprachkenntnisse zu beschreiben, wird zumeist der Begriff 'deutsch' genutzt, welcher in ca. einem Viertel aller Stellenanzeigen zu finden ist. Alle weiteren Begriffe, die auf Sprachkenntnisse hindeuten, sind in nur 3–6 % aller Stellenanzeigen vorhanden.

Begriffe, die englische Sprachkenntnisse beschreiben, treten signifikant häufiger in Anzeigen der Ingenieurwissenschaften als in Anzeigen der Wirtschaftswissenschaften auf ($\chi^2_{\text{engl}} = 251,43 > \chi^2_{\text{crit}}(0,995; 1) = 7,88$). Deutsche Sprachkenntnisse werden dagegen signifikant häufiger in den Anzeigen aus der Wirtschaftswissenschaften genannt ($\chi^2_{\text{deutsch}} = 55,82 > \chi^2_{\text{crit}}(0,995; 1) = 7,88$). Die Unterschiede sind hier jedoch nur klein, sie liegen deutlich unter dem kritischen ω -Wert von 0,30. Aus diesem Grund kann nicht davon ausgegangen werden, dass in einer der beiden Disziplinen deutsche oder englische Sprachkenntnisse häufiger verlangt werden als in der jeweils anderen Disziplin. Offensichtlich unterliegen beide Disziplinen im Bereich der sprachlichen Anforderungen den gleichen Einflüssen aus ihrem «business environment». Dennoch ist anzumerken, dass englische Sprachkenntnisse über alle Stellenanzeigen hinweg häufiger genannt werden als deutsche Sprachkenntnisse. Es ist anzunehmen, dass deutsche Sprachkenntnisse im Gegensatz zu englischen Sprachkenntnissen vorausgesetzt und daher nicht explizit in den Stellenanzeigen aufgeführt werden. Insgesamt kann in den Anzeigen eine große Anzahl an Begriffen gefunden werden, die in den Bereich der persönlichen Eigenschaften fallen. Um diese komplexen Ergebnisse übersichtlicher zu gestalten, wurden Wortwolken zur Visualisierung der Ergebnisse genutzt [2]. Der Begriff «selbstständig» stellte in beiden Disziplinen die Eigenschaft aus dem Bereich der persönlichen Anforderungen dar, die am häufigsten genannt wird (12–15 % der Stellenanzeigen). Der Satzteil «selbstständige_arbeitsweise» wird in 3,67 % der Anzeigen aus der Ingenieurbranche und in 4,63 % der Anzeigen aus den Wirtschaftswissenschaften genannt.

Zu weiteren häufigen Begriffen aus dem Bereich der Ingenieurbranche gehören zusätzlich auch die Begriffe «bereitschaft», «eigenverantwortlich» und «einsatz». Im Bereich der Wirtschaftswissenschaften werden neben dem Begriff «selbstständigkeit» auch die Begriffe «engagiert», «bereitschaft» und «eigenverantwortlich» genannt. Der Begriff «reisebereitschaft» kommt außerdem in 8,37 % der Stellenanzeigen aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften und in 6,53 % der Stellenanzeigen aus dem Bereich der Wirtschaftswissenschaften vor. Insgesamt zeigt sich, dass die Stellenanzeigen aus dem Bereich der Wirtschaftswissenschaften eine größere Vielfalt an verschiedenen Begriffen enthalten, die dem Bereich der persönlichen Eigenschaften zugeordnet werden können. Dieser Unterschied in der Variation ist mit $\chi^2_{\text{variation}} = 268,53$ weit größer als der kritische Wert ($\chi^2_{\text{crit}}(0,995; 1) = 7,88$) und somit signifikant, mit $\omega = 0,08$ lässt sich jedoch nur ein kleiner Effekt zeigen.

In Bezug auf Begriffe, die auf das Ausmaß an Internationalisierung des ausschreibenden Unternehmens hinweisen, werden in beiden Disziplinen die Begriffe «weltweit», «international» und «weltweit_fuhr» (weltweit führend) mit Abstand am häufigsten genannt. Insgesamt beinhalteten Stellenanzeigen aus den Ingenieurwissenschaften mehr Hinweise auf die Internationalität des ausschreibenden Unternehmens als die Stellenanzeigen aus den Wirtschaftswissenschaften. Während «weltweit» in 32,62% der Anzeigen aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften vorkommt, trifft dies lediglich für 27,26% der Anzeigen aus den Wirtschaftswissenschaften zu. Andere Begriffe, wie zum Beispiel «global» oder «ausland» wurden nur in ca. 3–5 % aller Anzeigen gefunden. Insgesamt beinhalteten Stellenanzeigen aus der Ingenieurbranche signifikant mehr Begriffe aus dem Bereich Internationalisierung als die Anzeigen aus den Wirtschaftswissenschaften ($\chi^2_{\text{internat.}} = 32,58 > \chi^2_{\text{crit}}(0,995; 1) = 7,88$), dieses Ergebnis weist mit $\omega = 0,03$ jedoch nur einen sehr kleinen Effekt auf.

FAZIT UND AUSBLICK

Die Karriereförderlichkeit eines Auslandsaufenthaltes stellt für Studierende einen wichtigen Motivationsfaktor zur Durchführung eines Auslandsaufenthaltes dar. Gemäß aktueller Studien ist die Auslandsmobilität im Bereich der Ingenieurwissenschaften jedoch vergleichsweise gering – Studierende aus dem Bereich der Wirtschaftswissenschaften gelten als weitaus auslandsmobiler.

Mit Hilfe der vorliegenden Studie wurden insgesamt 47.481 Online-Stellenanzeigen nach internationalen Job-Anforderungen untersucht. In der Analyse der Stellenanzeigen wurde der Fokus auf erforderliche Sprachkenntnisse, persönliche Anforderungen wie zum Beispiel Selbstständigkeit und Eigenständigkeit und nicht zuletzt auf Hinweise einer internationalen Ausrichtung des ausschreibenden Unternehmens gelegt. Bei der Betrachtung von internationalen Anforderungen in Stellenanzeigen aus den Ingenieurwissenschaften und aus den Wirtschaftswissenschaften konnten mit Hilfe des Web Content Minings signifikante Unterschiede zwischen den beiden Disziplinen gezeigt werden.

Aus den Ergebnissen der datengestützten Analyse der Stellenanzeigen ließen sich jedoch lediglich kleine Effekte nachweisen, sodass an dieser Stelle nicht von einem nennenswerten Unterschied hinsichtlich internationaler Jobanforderungen zwischen den Stellenanzeigen in den Ingenieur- und den Wirtschaftswissenschaften ausgegangen werden kann. Auch lässt sich auf diese Weise (noch) keine besonderen Karriereförderlichkeit von Auslandsaufenthalten feststellen, die laut Studienergebnissen bei Ingenieurstudierenden einen hohen Stellenwert im Zuge der Entscheidung für oder gegen einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt einnimmt.

Da die Ergebnisse jedoch in gewisser Weise den Ergebnissen der Unternehmensbefragung widersprechen, nach der unter anderem Fremdsprachenkenntnisse zu den bedeutsamsten Fähigkeiten zukünftiger Berufseinsteiger zählen, sind weitere Forschungsarbeiten notwendig. In einem nächsten Schritt gilt es daher zu untersuchen, ob Wirkzusammenhänge zwischen absolvierten Auslandsaufenthalten und Karrierestufen in Lebensläufen von Führungspersonen feststellbar sind. Aus diesem Grund werden in einer aktuellen Studie ca. 50.000 Lebensläufe von Managern, entnommen von der Karriereplattform „Xing.de“ unter anderem nach diesem Gesichtspunkt analysiert. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie und der Analyse der Manager-Lebensläufe ermöglichen ein umfassendes Bild der Anforderungen von Unternehmen an Studierende hinsichtlich Internationalisierung.

Referenzen

- [1] Heinze, U.; Bach, U.; Vossen, R.; Jeschke, S. (2013). International Exchange in Higher Engineering Education: a Representative Survey on International Mobility of Engineering Students. Proceedings of the 120th ASEE Annual Conference. Atlanta USA, 23-26 June 2013.
- [2] Heinze, U. (2015). Using Web Content Mining for Analyzing Job Requirements in Online Job Advertisements. Apprimus Verlag.
- [3] Heinze, U.; Bach, U.; Vossen, R.; Jeschke, S. (2014). Motivationen und Hindernisse für die Auslandsmobilität von Studierenden in MINT-Fächern – eine vergleichende Studie an der RWTH Aachen University. In Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2013/2014 (pp. 345-355). Springer International Publishing.
- [4] Hochschul-Bildung-Report 2020 Hochschulbildung für die Arbeitswelt 4.0. Jahresbersicht 2016. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.
- [5] Woisch, A.; Willige, J. (2015). Internationale Mobilität im Studium 2015 - Ergebnisse der fünften Befragung deutscher Studierender zur studienbezogenen Auslandsmobilität.
- [6] Heublein, U.; Schreiber, J.; Hutzsch, C. (2011). Entwicklung der Auslandsmobilität deutscher Studierender. HIS-Projektbericht, Hannover.
- [7] Fayyad, U.; Piatetsky-Shapiro, G.; Smyth, P. (1996). Knowledge Discovery and Data Mining: Towards a Unifying Framework, in: KDD-96 Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. pp. 82–88
- [8] Anami, B.S.; Wadawadagi, R.S.; Pagi, V.B. (2014). Machine Learning Techniques in Web Content Mining: A Comparative Analysis. Journal of Information & Knowledge Management, Vol. 13, p. 12.

ENTWICKLUNG EINES FREIWILLIGEN UND, DARAUFGEBAUEND, EINES VERPFLICHTENDEN PROJEKTS IN DER STUDIENEINGANGSPHASE – LESSONS LEARNED

Uta Riedel¹, Mirjam S. Gleßmer², Hauke Meeuw¹, Gregor Beckmann¹, Siska Simon¹, Bodo Fiedler¹, Dieter Krause¹

¹ Technische Universität Hamburg, uta.riedel@tuhh.de

² Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Abstract 1 Seit dem Wintersemester 2012/13 wird an der Technischen Universität Hamburg (TUHH) in jedem Wintersemester das freiwillige Interdisziplinäre Bachelor-Projekt für Erstsemester (IDP) angeboten. Die von Beginn an erfolgreiche Aufgabenstellung „Konstruktion und Fertigung eines Luftschiffantriebs“ bleibt mit jährlich wechselnden Zusatzaufgaben seither bestehen. Im Wintersemester 2014/15 wurde diese Aufgabenstellung für das neue „Teamprojekt MB“ (TPMB), ein verpflichtendes Erstsemesterprojekt des Studiengangs Maschinenbau, adaptiert.

Wir präsentieren hier die Entwicklung dieses verpflichtenden Projekts aufbauend auf den Erfahrungen aus dem freiwilligen Projekt. Trotz vieler Gemeinsamkeiten gibt es durch den unterschiedlichen Charakter von freiwilligen und verpflichtenden Projekten wesentliche Unterschiede in der Planung und Durchführung, die aus der Änderung der Projektziele und verschiedener Projektparameter resultieren.

Keywords: Studierendenprojekt, Studieneingangsphase, Maschinenbau, Praxiserfahrung, Luftschiffantrieb, Studiengangsentwicklung

Abstract 2 Ever since 2012, first-year students at Hamburg University of Technology (TUHH) have been offered the opportunity to participate in the Interdisciplinary Bachelor Project (IDP). The assignment "Design and Construction of an Airship Propulsion System" has since been offered in combination with varying additional tasks. Building on these experiences, the assignment was adapted for the new course "Team Project Mechanical Engineering" (TPMB), a compulsory first-year project for mechanical engineering students.

We present the development from the voluntary pilot, via test implementations, to the establishment of a compulsory project at TUHH. Due to their common origin and similar assignment, there are many similarities. Still, caused by the different characters of voluntary and compulsory projects, substantial differences in boundary conditions are to be taken into consideration when planning and conducting those kind of projects. Those differences, resulting from changed goals and other parameters of the projects, are described and discussed.

Keywords: student project, first year orientation, mechanical engineering, practical experience, airship propulsion system, curriculum development

1 EINFÜHRUNG

Die Studieneingangsphase legt den Grundstein für ein erfolgreiches Studium. An der TUHH sollen deshalb vielfältige Maßnahmen die Studierenden bei ihrem Einstieg ins Studium begleiten und unterstützen (siehe z. B. [1], [2]). Insbesondere werden Projekte angeboten, die die Studierenden für ihr

Studium motivieren und sie in der Hochschule vernetzen sollen [3]. Durch Unterstützung durch den „Qualitätspakt Lehre“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung können Ideen erprobt und realisiert werden, die in den Rahmenbedingungen des normalen Studienbetriebs nicht durchführbar sind. Langfristig sollen diese Projekte durch Einbindung in die regulären Curricula verstetigt werden. Um für die Änderungen der Studienpläne die Einbeziehung aller Beteiligten und die Unterstützung der entscheidungstragenden Personen und Institutionen zu gewährleisten, ist es unerlässlich, dass im Rahmen von Pilotstudien „Kinderkrankheiten“ frühzeitig erkannt und beseitigt sowie Erfahrungen gesammelt werden.

Der Transfer von getesteten Projekten in das Curriculum der Studiengänge erfordert eine genaue Analyse der curricularen Ziele und eine Anpassung der Projekte an die Rahmenbedingungen, wie z. B. Betreuungsaufwand und -intensität, zeitliche Vorgaben oder Materialkosten.

2 DAS INTERDISZIPLINÄRE BACHELOR-PROJEKT

Ziele des Projekts

Das Interdisziplinäre Bachelor-Projekt (IDP) wurde im Jahr 2012 am Zentrum für Lehre und Lernen (ZLL) der TUHH entwickelt. Es soll Studienanfänger¹ durch die Bearbeitung einer praxisnahen Aufgabenstellung ermöglichen, sich zu Beginn des Studiums als Ingenieur zu erproben, Erfahrungen in Team- und praxisnaher Projektarbeit zu sammeln, sich fachübergreifend zu vernetzen und Orientierung an der TUHH zu gewinnen. Studierende, die einen eher anwendungsbezogenen Zugang zu den Studieninhalten bevorzugen, soll dieses Projekt zusätzlich für die theoretischen Grundlagenfächer motivieren.

Aufgabenstellung

Eine herausfordernde Projektaufgabe soll von einem Entwicklungsteam einer fiktiven Firma gelöst werden: Im Team wird ein theoretisches Konzept entwickelt und als einsatzfähiger Prototyp in die Praxis umgesetzt. Die fachübergreifende Aufgabenstellung vernetzt Teilnehmer studiengangübergreifend und lässt sie die Komplexität typischer Ingenieursaufgaben erfahren. Dabei ist von den Studierenden Arbeitsteilung, Kooperation und fachübergreifende Kommunikation gefordert.

Betreuung

Übergeordnete und organisatorische Fragen, z. B. Gesamtplanung des Projekts, Auswahl der Teilprojekte, Betreuung der Teamprozesse, Organisation bzw. Bereitstellung von Labor- und Gruppenarbeitsräumen, werden durch das Projektleitungsteam am ZLL betreut. Zwei wissenschaftliche Mitarbeiter aus Maschinenbau und Elektrotechnik/Informatik, die für den Entwurf der fachlichen Aufgabenstellung und deren Machbarkeit verantwortlich sind, betreuen die Studierenden im gesamten Projekt. Sie stehen den Studierenden auf Anfrage zur Verfügung und ziehen ggf. noch weitere Kollegen oder externe Experten hinzu. Die Studierenden haben weitestgehend Freiheit in der Wahl ihres Lösungswegs und der verwendeten Materialien und Methoden. Somit müssen die betreuenden Mitarbeiter auf die sehr unterschiedlichen Ideen der Studierenden flexibel reagieren. Studentische Tutoren begleiten die Teamtreffen und halten kontinuierlichen Kontakt zur Projektleitung, so dass auf eventuelle kritische Phasen in der Teamarbeit angemessen reagiert werden kann. In der Studierendenwerkstatt bauen die Studierenden funktionsfähige Prototypen, unterstützt durch Einweisung in die Maschinennutzung und wertvolle handwerkliche Tipps des Werkstattleiters [4].

¹ Obwohl im Folgenden immer die männliche Sprachform verwendet wird, ist das nur eine Sprachregelung zum Vereinfachen des Leseflusses. Es werden selbstverständlich immer alle Personen unter der männlichen Bezeichnung mit eingfasst.

Projekttablauf

Das IDP läuft Wintersemester(WS)-begleitend über fünf Monate und wird durch vorgegebene Meilensteintermine zeitlich strukturiert (siehe Abb. 1). In der Auftaktveranstaltung werden die Aufgabenstellung erläutert und das Betreuerteam vorgestellt. In einem moderierten Input zur Teambildung vernetzen sich die Teams intern und einigen sich auf Regeln für die Teamarbeit.

Darauf folgen drei intensive Wochen: ein weiterer Input zu Grundlagen des Projektmanagements und der Konstruktionsmethodik, parallel dazu die selbstständige Arbeit an einem ersten Konzept zur Umsetzung der Aufgabe und schließlich die Vorstellung des erstellten Konzepts vor dem gesamten Betreuerteam in einer Präsentation, verbunden mit dem Erhalt von Feedback.

Nach der Begutachtung des Konzepts und eventuellen Änderungen beginnt die praktische Umsetzung in der Studierendenwerkstatt bei weitgehend selbstständiger Auswahl der Materialien und Fertigungsmethoden. Das Betreuerteam hat im gesamten Projektverlauf die Möglichkeit, flexibel auf den aktuellen Stand zu reagieren um eine erfolgreiche Durchführung zu ermöglichen, z. B. durch das Angebot zusätzlicher Hilfe oder durch eine Anpassung von Aufgabenstellung oder Gesamtdauer des Projekts.

Zum Ende der Vorlesungszeit erfolgt in Woche 8 die Zwischenpräsentation. Den Betreuern und dem anderen Team werden der aktuelle Arbeitsstand und der Arbeitsplan für die verbleibende (Prüfungs-) Zeit vorgestellt. Wegen der verschiedenen Studien- und Prüfungspläne der Studierenden ist die Planung der Arbeiten außerhalb der Vorlesungszeit eine besondere Herausforderung.

Zum Abschluss des Projekts (Woche 17) wird neben einer Darstellung der Konzepte auch der funktionsstüchtige Prototyp der Öffentlichkeit vorgeführt. Später werden die Herausforderungen des Projekts in einem Reflexionstreffen thematisiert und daraus die persönlichen „lessons learned“ der Studierenden abgeleitet und in den Kontext ihres weiteren Studiums und späteren Berufslebens gesetzt. Die Teilnehmer erhalten ein vom Präsidium der TUHH unterzeichnetes Zertifikat.

3 DIE ENTWICKLUNG VOM FREIWILLIGEN ZUM PFLICHTPROJEKT

Seit Beginn des IDP wurde die oben beschriebene Aufgabe vorgegeben, jeweils durch Zusatzanforderungen variiert und von jeweils zwei Teams zu ca. 12 Studierenden bearbeitet. Aufbauend auf den Erfahrungen im IDP bezüglich Projektstruktur und Aufgabenstellung ist seit dem WS 14/15 das „Teamprojekt MB: Luftschiffgondel“ (TPMB) als verpflichtendes Modul im Umfang von 6 Leistungspunkten (ECTS) in das erste Semester des Bachelor Maschinenbau in den Studienplan aufgenommen worden, wo es parallel zu Mechanik I, Mathematik I, Fertigungstechnik, Werkstoffwissenschaften und Informatik läuft. Dabei kommen die Vorteile des IDP allen Maschinenbau-Studierenden zugute. Wesentliche Unterschiede in den Rahmenbedingungen zwischen IDP und TPMB führen zur Anpassung des Projektkonzepts. Das betrifft insbesondere die curriculare Einbindung, die angepasste Aufgabenstellung aufgrund der homogeneren Teilnehmer und die viel größere Teilnehmerzahl (Studienanfänger im Maschinenbau im WS 14/15: 340, im WS 15/16: 390).

Ziele des Projekts

Im Rahmen einer grundlegenden Neustrukturierung des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau der TUHH wurden die Lernziele für das TPMB formuliert und festgehalten (s. Anhang). Ein weiteres, nicht explizit dort aufgeführtes Ziel ist es, die Studierenden frühzeitig mit den Instituten zu vernetzen und ihnen Einblicke in die Forschungs-Arbeit der Institute, z. B. im Bereich moderner Fertigungsmethoden und Hochleistungsmaterialien zu ermöglichen.

Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung beinhaltet den Entwurf und die Fertigung der maschinenbautypischen Komponenten eines Luftschiffantriebs, folglich die Konstruktion der Gondel und die Konfiguration von Anzahl und Anordnung der Motoren und Propeller. Während das IDP explizit auf Interdisziplinarität zielt, richtet sich das TPMB an Studierende des Maschinenbaus. Nichtmaschinenbauliche Inhalte wie Elektronik und Software werden bei größtmöglicher Flexibilität vorgefertigt angeboten, so dass eine flexible Anzahl verschiedener Motoren ferngesteuert bedient werden kann. Die wenigen notwendigen Elektronikanschlüsse und Softwareschnittstellen werden in einem Handbuch erläutert, und Fachtutoren unterstützen die Studierenden zusätzlich bei Fragen.

Aufgrund begrenzter Ressourcen ist bei 390 Teilnehmern die freie Wahl aller Komponenten nicht mehr möglich. Im Projekt wird daher eine Auswahl an Motoren, Rotoren, Zahnrädern und Kohlenstofffaserstäben etc. zur Verfügung gestellt. Für die restlichen zu verwendenden Materialien steht den Studierendenteams jeweils ein Budget von 20 € zur Verfügung.

Betreuung

Während im IDP durch die Finanzierung durch den Q-Pakt Lehre neben einer administrativen Mitarbeiterin Mittel vorhanden sind, die teilnehmenden Institute für ihren Arbeitsaufwand durch eine Zwischenfinanzierung der Mitarbeiter zu entlasten, ist das so für das TPMB nicht in gleicher Größenordnung, und vor allem nicht langfristig verlässlich, möglich. Der notwendige Koordinator des TPMB wird aktuell durch Hochschulpakt-Mittel der TUHH finanziert.

Im TPMB arbeiten Gruppen von 10 Studierenden zusammen. Die fachliche Betreuung erfolgt in erster Linie durch studentische Tutoren (oftmals Alumni des IDP oder des TPMB), die auf die Betreuung von jeweils drei Studierendenteams in einer ganztägigen Tutorenschulung vorbereitet werden. Zusätzlich unterstützen Mitarbeiter der Institute des Studiendekanats Maschinenbau die Teams bei der Lösung von technischen Problemstellungen und in ihrem Fachgebiet.

Die Teambetreuung liegt ebenfalls bei den studentischen Tutoren, die in einer zweiten, ganztägigen Tutorenschulung auf die Unterstützung von Teamprozessen und das Lösen von Konflikten vorbereitet worden sind.

Praktische Arbeiten erfolgen in der Studierendenwerkstatt und an den Instituten.

Durchführung

Die Durchführung des TPMB ist eine große Herausforderung: Zum einen ist eine individuelle Betreuung der 390 Studierenden, die in 39 Gruppen aufgeteilt sind, erforderlich. Zum anderen muss eine einheitliche, zentrale Bewertung der Gruppen gewährleistet sein.

Um die Betreuung der Studierenden einheitlich zu gestalten und die Vergleichbarkeit der erbrachten Leistungen zu gewährleisten, wurde eine klare inhaltliche und zeitliche Strukturierung des Projekts vorgenommen (siehe Abb. 1). Meilensteine mit ganz bestimmten Arbeitspaketen sind von den Studierenden abuarbeiten. M1 ist die Auftaktveranstaltung, in der Projektaufgabe und Ablauf dargestellt werden. Bis zu M2 in Woche 2 treffen die Teams Absprachen zu ihrer Projektorganisation, insbesondere zur zeitlichen Organisation zwischen den Meilensteinen sowie zur selbstständigen Aufteilung des Teams in Untergruppen, die für die Konstruktion, Organisation, Fertigung oder das Budget verant-

wortlich sind. Zu M3 und M4 in den Wochen 3 und 6 präsentieren die Studierenden dem Projektkoordinator ihre Fortschritte im Bereich Konzeption und Fertigungsplanung in einer zehnmütigen Präsentation mit anschließender zehnmütiger Diskussion. Vier Wochen vor der Abschlussveranstaltung in Woche 13 findet eine Prototypendemonstration insbesondere bezüglich der Flugtauglichkeit der Luftschiffe statt. Das Projekt schließt mit einem Wettbewerb in Woche 17, in dem die Luftschiffe einen Parcours möglichst schnell absolvieren müssen. Parallel zu den Arbeiten sind verschiedene Dokumentationsaufgaben zu erledigen.

Da das TPMB eine verpflichtende Studienleistung ist, ergeben sich Fragen, die beim freiwilligen IDP nicht auftreten, wie zum Beispiel zum Umgang mit „Trittbrettfahrern“ oder Studierenden, die durch einen Studienabbruch ihrer Kommilitonen ihr Team verlieren und dadurch eine Mehrbelastung erfahren. Der Abschluss des Projekts ist zudem durch den Prüfungszeitraum festgelegt und kann nicht flexibel auf die Bedürfnisse der Studierenden angepasst werden.

4 GEGENÜBERSTELLUNG VON IPD UND TPMB

Im diesem Abschnitt werden die beiden beschriebenen Projekte IDP und TPMB gegenübergestellt. Abb. 1 zeigt den Vergleich der Zeitplanung der beiden Projekte. Die Meilensteine im TPMB sind enger getaktet und es gibt umfangreiche Dokumentationsaufgaben.

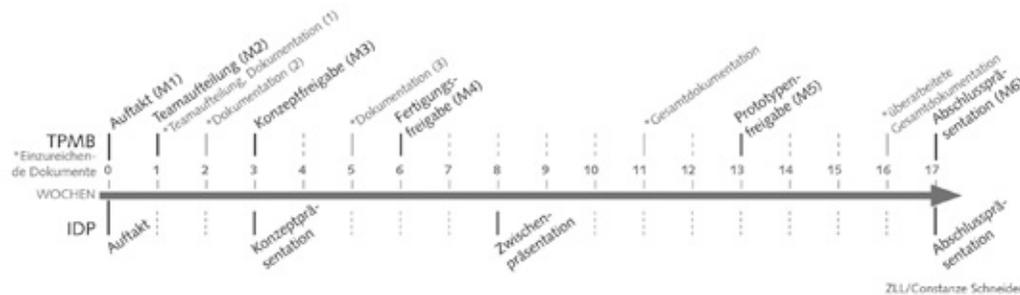


Abbildung 1 Vergleich der Wochenplanung und Meilensteine der beiden Projekte IDP und TPMB (Nicht aufgeführt im zeitlichen Ablauf sind vier Wochen Weihnachtsferien und Werkstattferien)

Die folgende Tabelle (Tabelle 1) fasst die Projektmerkmale der beiden Projekte zusammen. Die Unterschiede in diesen Merkmalen zwingen zu Anpassungen in der Projektplanung.

Tabelle 1: Gegenüberstellung von IDP und TPMB

Projektmerkmal	IDP	Teamprojekt MB
Aufgabe	Komplex, fachübergreifend Ziel vorgegeben, Weg frei wählbar	Komplex, maschinenbaubezogen Ziel und Weg sind vorgegeben
Materialauswahl	Frei bis auf wenige vorgegebene Standardsysteme	Stark durch Vorgaben eingeschränkt
Zeitplanung	Vier Meilensteine, selbstbestimmte Teamtreffen	Sechs Meilensteine mit Arbeitspaketen, selbstbestimmte Teamtreffen

Zeit	Semesterbegleitend (WS)	Semesterbegleitend (WS)
Gesamt-Zeitaufwand	Individuell verschieden, entspricht ca. 6 ECTS	6 ECTS
Teamgröße	12 Studierende	10 Studierende
Gesamtgröße	24 Studierende (zwei Teams)	390 Studierende (39 Teams)
Forderungen		Umfangreiche Dokumentationsaufgaben
Betreuung	Auf Anfrage (2 WiMis für 2 Teams, 1 Tutor je Team)	1 Tutor je Team 1 Institut (1–2 Ansprechpartner) je 2 Teams
Tutoren Aufgaben	Teambegleitung	Teambegleitung und fachliche Unterstützung
Aufgaben der WiMis	Fachliches Feedback auf Wunsch und zu den Meilensteinen, Organisation der Meilensteine, Kontakte zu weiteren Experten	Fachliche Unterstützung auf Anfrage, Treffen mit den Studierenden und Feedback zu den Meilensteinen, ggf. Bereitstellen von Institutsressourcen
Abschluss	Posterpräsentation und Prototypvorstellung	Gesamtdokumentation und Prototypvorstellung
Anerkennung	Freiwillig, Zertifikat	Verpflichtend (6 ECTS), unbenotet

5 LESSONS LEARNED

An einem praxisnahen studentischen Projekt sind viele Personen und Hochschulabteilungen beteiligt, die möglichst frühzeitig in einen gemeinsamen Planungsprozess einzubeziehen sind. Sowohl in der Vorbereitung als auch bei der Durchführung des Projekts ist ein koordinierter, aktiver Austausch zwischen allen Beteiligten zu gewährleisten.

Ausgehend von den Lernzielen des Projekts sind die Aufgabenstellung, die wissenschaftliche Fachbetreuung und die didaktische Begleitung festzulegen. Betreuende Mitarbeiter und studentische Tutoren müssen früh gefunden und für ihre Aufgaben geschult werden. Zusätzlich sind viele organisatorische Fragen zu klären. Das betrifft z. B. die Planung von Räumen für gemeinsame Veranstaltungen und für studentische Gruppentreffen, die Klärung von Finanzierungsfragen, die Bestellung von Bauteilen für die praktische Arbeit und die Planung von betreuten Werkstattzeiten. Im Falle eines curricular eingebundenen Projekts sind außerdem die notwendigen administrativen Abteilungen der Hochschule einzubeziehen. Studiengangübergreifende Projekte stellen eine zusätzliche Herausforderung dar, da die Studien- und Prüfungspläne gemeinsame Zeitfenster für die Bearbeitung des Projekts vorsehen müssen.

Die Besonderheit bei Erstsemesterprojekten (Studierende am Übergang zwischen Schule und Studium, sehr heterogene Studierendengruppen, fehlende Orientierung an der Hochschule) erfordert eine besondere Sorgfalt in der Festlegung der Lernziele, der Formulierung der Aufgabenstellungen und der Planung der Betreuung.

Wie aus der Darstellung in den Kapiteln 2 bis 4 hervorgeht, ist ein freiwilliges Projekt eine sehr gute „Testumgebung“ für weitere Projekte. So kann beispielsweise getestet werden, ob die Aufgabe mit dem verfügbaren Vorwissen der Studierenden absolviert werden kann oder ob bzw. welche Fachkenntnisse im Rahmen der Projektarbeit erarbeitet oder vermittelt werden müssen. Auch die Erreichbarkeit geplanter Lernziele kann durch eine Evaluation im Testprojekt ermittelt werden. Weiterhin werden Hochrechnungen hinsichtlich der finanziellen, räumlichen und zeitlichen Ressourcen mög-

lich. Unterschiedliche Arten der Betreuung können getestet werden, der Betreuungsaufwand wird abschätzbar, und durch die Nutzung verschiedener materieller Komponenten und die Zusammenarbeit mit verschiedenen Lieferanten können wertvolle Erfahrungen zur Projektausstattung gesammelt werden. Projekte wie das Interdisziplinäre Bachelor-Projekt weiterzuführen ist also dringend erforderlich, um neue Aufgabenstellungen zu testen, die anschließend für mehrere verschiedene Studiengänge - auch in fachübergreifender Zusammenarbeit - in verpflichtenden Projekten angepasst werden können. So wird seit dem Wintersemester 2015/16 im IDP im Teilprojekt „Open Topic“ eine neue Art von Aufgabenstellung getestet, nämlich eine offene Fragestellung, die nur den inhaltlichen Rahmen vorgibt (z. B. die Entwicklung eines technischen Hilfsmittels für Blinde und Sehbehinderte) und die von den Studierendenteams individuell bearbeitet wird. Diese Art der Aufgabenstellung ist in den nächsten Jahren auch für das TPMB angestrebt und für andere Projekte von großer Relevanz, bislang gibt es an der TUHH aber noch keine Erfahrungen bezüglich Bestimmung von Schwierigkeitsgrad, Betreuungsaufwand, Zeitaufwand und möglichen Anforderungen an die Aufgabenstellung. Eine Erprobung dieses Projektkonzepts im freiwilligen IDP mit wenigen Studierenden ermöglicht wichtige Erfahrungen für die Durchführung eines solchen „Service-Learning“-Projekts im größeren Maßstab.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Ein freiwilliges Testprojekt ermöglicht wichtige Erfahrungen mit neuen Aufgabenstellungen und neuen Projektformaten, auch wenn diese nicht direkt auf andere (Pflicht-)Projekte übertragbar sind, da hier u.U. andere Rahmenbedingungen vorliegen. Die Durchführung eines fachübergreifenden Testprojekts liegt dabei am besten in den Händen einer fachübergreifenden Institution, wie zum Beispiel des Zentrums für Lehre und Lernens an der TUHH. Die erreichten Erfahrungen und Ergebnisse müssen differenziert bekanntgemacht und erläutert werden und fließen in die Beratung der Lehrenden bei der Konzeption von Projekten ein.

Danksagung

Wir danken Hartmut Gieseler, Klaus Baumgart, Dr. Maciej Mühleisen und allen wissenschaftlichen und studentischen Mitarbeitern für ihre fortlaufenden Beiträge zum Gelingen von IDP und TPMB. Insbesondere danken wir den IDP-Alumni Volker Rudat, Hendrik Stockhoff, Julian Engelskirchen und Till Staude für das Erstellen von Software, Elektronik und dazugehörigem Handbuch für das TPMB.

Referenzen

- [1] Simon, Riedel: Das Interdisziplinäre Bachelor-Projekt der Technischen Universität Hamburg, 4. Qualitätsdialog - Ingenieurausbildung, 2013
- [2] Glessmer, Pick & Göttisch, Enabling backchannel communication between a lecturer and a large group. Proceedings of the 42nd SEFI Conference. Birmingham, UK, 2014
- [3] Glessmer, Seifert, Dostal, Konchakova & Kruse, Providing opportunities for individual practice and assessment in a large undergraduate mathematics course, Sixth International Symposium of Engineering Education, 13–20, 2016
- [4] Riedel, Simon, Kallies: Die Studierendenwerkstatt an der Technischen Universität Hamburg-Harburg – ein Raum für kompetenzorientiertes Lehren und Lernen. Tagungsband zum 2. HDMINT Symposium 2015, Technische Hochschule Nürnberg, S. 280–285
- [5] Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen: Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. 2011, http://www.dqr.de/media/content/Der_Deutsche_Qualifikationsrahmen_fue_lebenslanges_Lernen.pdf, abgerufen am 29.10.2016

ANHANG

Lehrveranstaltungsspezifische Lernziele nach Deutschem Qualifikationsrahmen (DQR, [5])

- **Fachkompetenz Wissen:** Die Studierenden können einen Überblick über die fachlichen Details von maschinenbaulichen Projekten geben und können ihre Zusammenhänge erklären. Sie können relevante Problemstellungen in fachlicher Sprache beschreiben und kommunizieren. Sie können den typischen Ablauf bei der Lösung praxisnaher Probleme schildern und Ergebnisse präsentieren.
- **Fachkompetenz Fertigkeiten:** Die Studierenden können ihr Grundlagenwissen aus dem Maschinenbau in die Lösung praktischer Aufgabenstellung transferieren. Sie erkennen und überwinden typische Probleme bei der Umsetzung maschinenbaulicher Projekte. Sie können für nicht-standardisierte Fragestellungen Lösungskonzepte erarbeiten, vergleichen und auswählen.
- **Sozialkompetenz:** Die Studierenden können in kleinen, fachlich gemischten Gruppen gemeinsam Lösungen für maschinenbauliche Probleme entwickeln und diese einzeln oder in Gruppen vor Fachpersonen präsentieren und erläutern. Sie können alternative Lösungswege einer maschinenbaulichen Aufgabenstellung eigenständig oder in Gruppen entwickeln sowie Vor- bzw. Nachteile diskutieren.
- **Selbstständigkeit:** Die Studierenden sind in der Lage anhand von zur Verfügung gestellten Unterlagen maschinenbauliche Fragestellungen selbstständig zu lösen. Sie sind fähig, eigene Wissenslücken anhand vorgegebener Quellen zu schließen sowie Fachthemen eigenständig zu erarbeiten. Sie sind ferner in der Lage vorgegebene Aufgabenstellungen sinnvoll zu erweitern und diese sodann mit selbst zu definierenden Konzepten/Ansätzen pragmatisch zu lösen.

ENTWICKLUNG UND EVALUIERUNG EINES MODELLS FÜR KOMPETENZ-ORIENTIERTE LEHRVERANSTALTUNGEN UND PRÜFUNGEN

Heinz-Gerhard Schöck und Martin Pitzer
Technische Hochschule Mittelhessen, Gießen
Heinz.Schoeck@me.thm.de, Martin.Pitzer@me.thm.de

Abstract 1 Studiengänge und die darin verankerten Module können nicht als statischen Objekte betrachtet werden. Sie sind von Zeit zu Zeit auf wissenschaftliche sowie methodische Aktualität, hinsichtlich rechtlicher und organisatorischer Rahmenbedingungen zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Der Artikel beschreibt die Umstrukturierung einer Lehrveranstaltung mit hohem Praxisbezug, die Evaluation dieses Prozesses sowie die Schlussfolgerungen und die daraus entwickelten ergänzenden Gestaltungsmerkmale.

Keywords: Modulentwicklung, Anwendungsorientierung, Lernziele, Evaluation, Rechnereinsatz

Abstract 2 How to cope with changing demands in curriculum design and growing numbers of students starting their professional career at a classical study course. The article describes the further development of a course and points out the results of an evaluation. Based on a successive analysis, additional tasks were initiated to support the students in getting positive exams.

Keywords: curriculum design, evaluation, learning assets

PROBLEMBESCHREIBUNG

Die Entwicklung von Studiengängen folgt Anforderungen, die von Wirtschaft und Gesellschaft an die Hochschulen herangetragen werden – in Abstimmung mit den technologischen und personellen Ressourcen der Bildungseinrichtungen. Sich verändernde Randbedingungen, auf politischer, sozialer und technischer Ebene, erfordern periodische Überprüfungen der Curricula von Studiengängen und ggf. eine zeitnahe Anpassung des Studiengangs oder einzelner Module.

Im dargestellten Beispiel wurde eine Lehrveranstaltung zunächst infolge eines starken Zuwachses an Studierenden und anschließend aufgrund der Einführung von Bachelor- und Master-Studiengängen weiterentwickelt. Die Evaluationsergebnisse dieser Neugestaltung bildeten die Grundlage für weitere Anpassungen im Zuge einer Reakkreditierung.

DAS FACHGEBIET IM DIPLOMSTUDIENGANG

Der fachliche Hintergrund der beschriebenen Modulentwicklung ist eine Grundausbildung in der Anwendung der Methode der Finiten Elemente (FEM). Dieses Verfahren ist heute eine wesentliche Komponente in der modernen Produktentwicklung. Die FEM untersucht die Auswirkungen von äußeren und inneren Einflüssen auf eine Struktur. Es gilt rechtzeitig kritische Bereiche zu erkennen und schon im digitalen Modell anforderungsgerechte Lösungen zu erarbeiten. Die zu untersuchende Struktur

wird auf wesentliche Gestaltungsmerkmale reduziert, in ein Simulationsmodell übertragen und berechnet. Abschließend sind die gewonnenen Daten zu analysieren und zu bewerten.

Das Modul war als Prüfungsleistung im fünften Semester für den Schwerpunkt „Entwicklungs- und Fertigungsmethodik“ im Curriculum des Diplom-Studiengangs Maschinenbau verankert. Die Kontaktzeit betrug sechs Semesterwochenstunden (SWS), der Workload sechs Credit Points (CrP). Die Zeit an der Hochschule setzte sich aus zwei SWS seminaristischer Unterricht für den theoretischen Hintergrund und vier SWS für praktische Anwendungen im Labor zusammen [1].

Das Prüfungsformat – Projektarbeit mit Kolloquium – konfrontierte die Studierenden mit Aufgaben, die ihrem späteren Arbeitsgebiet entliehen wurden. Die Fragestellungen erforderten eine ingenieurmäßige Herangehensweise an Szenarien wie z. B. die Bestimmung geeigneter Wanddicken von Druckbehältern, die Gestaltung von Rohrleitungen unter Innendruck sowie Temperatureinfluss und Eigengewicht oder die Dimensionierung von Querschnitten in Fachwerken. In Anlehnung an das Prinzip des Constructive Alignments nach Biggs [2] wurden – mit Blick auf die Gestaltung des Prüfungsszenarios – Lerneinheiten für die theoretischen Grundlagen und die praktische Anwendung entwickelt, in denen Teilaspekte der Qualifizierungsziele erlernt und geübt wurden. Der Einsatz einer Lernplattform unterstützt die Organisation des Lehrbetriebs.

Der praxisorientierte Teil des Moduls wurde in Lerneinheiten mit typischen Anwendungsfällen des Lehrgebiets strukturiert. Jede Einheit besteht aus drei aufeinander aufbauenden Abschnitten: Vorbereitung im Selbststudium, einer geführten Übung im Labor und einer Wiederholung bzw. Vertiefung im Selbststudium anhand einer ähnlichen Aufgabenstellung.

Das didaktische Konzept der Übungen orientiert sich an dem Prinzip des Cognitive Apprenticeship [3] – auf der Grundlage der konstruktivistischen Lerntheorie [4]. Den Fachbezug der Übungen kennen die Studierenden aus vorgeschalteten Modulen. Sie wenden nun ein neues Werkzeug und neue Methoden für die Bearbeitung bekannter Fragestellungen an. In den geführten Laborübungen werden praxisnahe Aufgabenstellungen in der Gruppe analysiert, mögliche Arbeitsschritte diskutiert und vorgeführt. Anschließend setzen die Studierenden diese in Partnerarbeit um. Fehlersuche und Korrekturen erfolgen im Team mit Unterstützung durch Lehrende. Für Aufzeichnungen steht ein „Leitfaden“ mit den dargestellten Arbeitsschritten als Lückenskript zur Verfügung. Im Anschluss an die Laborübung bearbeiten die Studierenden eine ähnliche Aufgabenstellung zur Wiederholung und Vertiefung. Sie wenden ihre neu erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten nun selbstständig an. In dieser Phase sollen sie ihre Aufzeichnungen abgleichen und ggf. ergänzen. Dieser Schritt kann individuell oder im Lern-team erfolgen. Die Arbeitsergebnisse sind über die Lernplattform abzugeben.

Infolge stark steigender Studierendenzahlen konnte das Prüfungsformat nicht beibehalten werden. Mit einer Klausur über die theoretischen Lernziele und einer anwendungsorientierten Prüfung an einer adäquaten praxisorientierten Aufgabenstellung wurden die Lernziele ab dem SS 2011 testiert.

ANPASSUNGEN FÜR DEN BACHELOR-STUDIENGANG

Mit der Einführung von gestuften Studiengängen zum WS 2010/11 war die Lehrveranstaltung für den nachfolgenden Bachelor-Studiengang Maschinenbau anzupassen. Die Kontaktzeit der praktischen Anwendung betrug nun zwei SWS; die Arbeitsbelastung des Moduls fünf CrP. Die Einordnung in das Curriculum und das Konzept der Übungen wurde beibehalten, die Vorleistungen zur Prüfungsteilnahme jedoch nicht fortgeschrieben.

Maßnahmen zur Kompensierung der reduzierten Kontaktzeit wurden im Rahmen eines Studienprojekts eingeführt. Die Entwicklung startete in den letzten Semestern des Diplom-Studiengangs und wurde durch eine Evaluation begleitet. Im Kontext einzelner Lerneinheiten standen die Gestaltung der Übungen sowie der Zeitaufwand für das Selbststudium als auch der Lernerfolg aus Sicht der Studierenden im Fokus des Interesses. Die Aufnahme der Daten erfolgte mit Feedback-Bögen als „Protokolle“ über die Lernplattform.

In einer Übergangsphase wurden sowohl Studierende aus dem Diplom- als auch aus dem Bachelor-Studiengang in den Lehrveranstaltungen erwartet. Vorleistungen mussten in diesem Zeitraum nur von den Studierenden des Diplom-Studiengangs einmalig nachgewiesen werden.

ERGEBNISSE DER EVALUATION

Die Erhebung der Daten erfolgte über vier Semester, davon zwei mit ausschließlich Studierenden des Diplom-Studiengangs. An den Lehrveranstaltungen der beiden anderen Semester nahmen auch Studierende aus dem Bachelor- und dem Master-Studiengang teil. Die Tabelle 1 zeigt die Zusammensetzung der Prüfungsteilnehmer je Studiengang und die Anzahl der Prüfungsteilnahmen (PT) über dem Erfassungszeitraum.

Mit dem Auslaufen des Diplom-Studiengangs, und des damit verbundenen Rückgangs an Protokollen, standen ab dem WS 13/14 wenig verwendbare Daten zur Verfügung. Die Erhebung wurde daraufhin ausgesetzt. Die Auswertung der erfassten Daten erfolgte im Rahmen einer Masterthesis im Studiengang Methoden und Didaktik in angewandten Wissenschaften an der TH Mittelhessen [5].

Tabelle 1: Struktur der Prüfungsteilnehmer im Beobachtungszeitraum

Semester	Diplom			Bachelor		Master		Summe
	PT 1	PT 2	PT 3	PT 1	PT 2	PT 1	PT 2	
WS 11/12	49	7	2					58
SS 12	60	6	0					66
WS 12/13	44	10	0	18				72
SS 13	13	5	4	37	6	2	1	68

Nach dem Befinden der Studierenden konnten die Übungen gut in das zur Verfügung stehende Zeitraster eingepasst werden. Für 32 Prozent der Studierenden war der Aufbau der Übungen und die Gestaltung der Arbeitsunterlagen wesentlich für eine erfolgreiche Teilnahme. Vorkenntnisse und Vorbereitung spielten eine für sie untergeordnete Rolle [Abbildung 1].

Die Angaben zur Arbeitsbelastung waren widersprüchlich. Der empfohlene Zeitaufwand von vier Stunden für das Selbststudium der Praxisanteile deckte sich nicht mit der über die Protokolle dokumentierten zeitlichen Beanspruchung. Die Abbildung 2 zeigt die Mittelwerte über vier Semester. Mit Angaben von bis zu 1,6 Stunden wurde nicht einmal die Hälfte der Vorgabe erreicht. Im Verhältnis zu anderen Modulen, mit einem nominal gleichen Workload, wurde die Belastung von 70 Prozent der Studierenden jedoch als „höher“ bewertet.



Abbildung 1

Gründe für erfolgreichen Übungsabschluss [5]

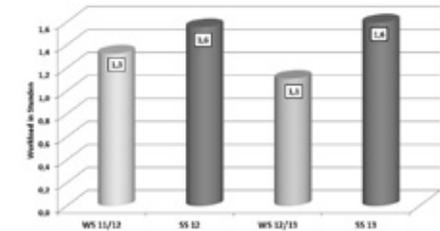


Abbildung 2

Dokumentierter Workload [5]

Die Frage, ähnliche Aufgaben bearbeiten zu können, wurde im Schnitt von 78 Prozent positiv beantwortet. Die Bewertungen der Wiederholungsübungen fielen mit einem Mittelwert von 87 Prozent relativ gut aus. Die Zusammenfassung der Angaben über vier Semester in Abbildung 3 zeigt, dass im Gegensatz zu den guten Übungserfolgen und einem soliden Vertrauen in eigene Fähigkeiten, deutlich weniger Studierende den praktischen Prüfungsteil bestand. Ein kleiner Prozentsatz der Übungen wies identische Fehler auf. Die Diskrepanz zwischen den Leistungen in den Übungen und den negativen Prüfungsergebnissen zeigt auf duplizierte Datensätze.

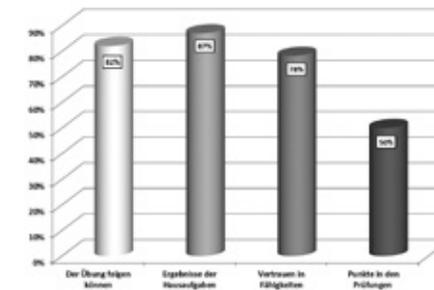


Abbildung 3

Kernaussagen der Evaluierungsdaten [5]

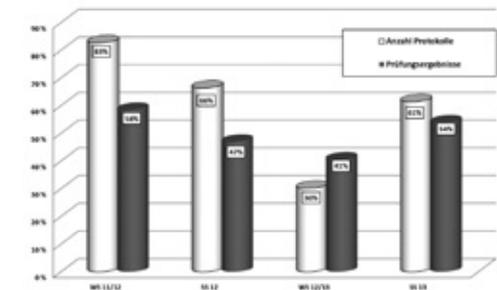


Abbildung 4

Vergleich von Protokollen und Prüfungserfolgen [5]

Weitere Aspekte der Abfragen bezogen sich auf die Beschreibung neu erworbener Kenntnisse und Themen einer Wiederholung. Die Antworten über Freitextfelder wurden in ein Raster übertragen und ausgewertet. Nur die Hälfte der Antworten dokumentierten detaillierte Lernabsichten. Dieser Anteil deckt sich mit den in Abbildung 3 dargestellten Prüfungsergebnissen. Eine konkrete Beschreibung der Übungsinhalte konnte nur bei 59 Prozent der Antworten erfasst werden.

Die Zusammenfassung der Übungsergebnisse, die Aussagen zum Lernerfolg und die Vertiefung von Übungsinhalten sowie die Bewertungen des praktischen Prüfungsteils führten zu der Schlussfolgerung, dass eine intensivere Auseinandersetzung mit den Inhalten der Übungen durch Fragen in der Lernplattform offensichtlich zu besseren Prüfungsergebnissen führt. Abbildung 4 zeigt die eingereichten Protokolle und Prüfungsergebnisse, bezogen auf die Anzahl der Prüfungsteilnehmer.

Der Rückgang der positiven Prüfungen im WS 2012/2013 kann auf die erste Prüfungsteilnahme von Studierenden aus dem Bachelor-Studiengang – ohne verbindliche Vorleistungen – zurückgeführt werden. Ergänzend ist anzumerken, dass, in diesem Semester auch ein deutlich geringerer Workload für die Übungen dokumentiert wurde (Abbildung 2).

RÜCKSCHLÜSSE DER EVALUIERUNG

Zusammenfassend stellt sich die Frage, warum ein Teil der Studierenden ihren Leistungsstand offensichtlich falsch einschätzt. Welchen Einfluss hat der empfundene hohe Workload auf die Lernaktivitäten der Studierenden? Wird die Belastung durch das Notieren der Arbeitszeiten als hoch empfunden oder ist die Beanspruchung durch andere Module weniger zeitaufwendig?

Der Vergleich von den Leistungen in den Wiederholungsübungen und dem Erfolg in der Prüfung, lässt den Schluss zu, dass eine Wiederholung der Übungsinhalte mit ähnlichen Fragestellungen nur bedingt als Gradmesser für das Verstehen und Anwenden von Lehrinhalten geeignet ist. Können die Studierenden die Phase der Analyse und die Entwicklung eines Modells in der Prüfung nur teilweise nachvollziehen? Lernen sie die in den Übungen dargestellten Arbeitsschritte auswendig und vertrauen auf diese bekannten Lösungsszenarien? Es zeigt sich eine Abhängigkeit von Prüfungserfolgen und der Anzahl der Protokolle bzw. deren Qualität hinsichtlich Aussagen über Lernabsichten und Darstellung der Inhalte einzelner Lerneinheiten.

Den Lehrenden stellten sich zum Abschluss der Analyse die Fragen, welche Hilfsmittel die Studierenden im Laufe des Semesters unterstützen, ihre Kenntnisse und Fertigkeiten rechtzeitig zu erfassen und welchen Einfluss die in den Übungen und den Prüfungen festgestellten Einschränkungen bei dem Zugriff auf Lerninhalte aus Grundlagenfächern haben?

UMSETZUNG DER ERKENNTNISSE

Die Auswertung der über Übungen, Protokolle der Studierenden und Prüfungen erfassten Daten ergab, dass die Bearbeitung von Übungsaufgaben nicht zwangsläufig zu besseren Prüfungsergebnissen führt. Viele Studierende konnten die guten Resultate der Übungen nicht in die Prüfung übertragen. Im Gegenteil, durch ergänzende Aufgaben wird der Workload des Moduls als deutlich erhöht empfunden. Von einer individuellen Auseinandersetzung mit den Lernzielen und dem Anwendungsbezug der einzelnen Übungen wird – mit Blick auf die Relation von eingereichten Protokollen zu positiven Testaten und die Dokumentation von Übungsinhalten und Lernabsichten – eher eine Verbesserung der Prüfungsergebnisse erwartet.

Bereits seit dem WS 2013/2014 wird mit der Einführung von Vortestaten im letzten Viertel des Semesters den Studierenden ein Werkzeug zur Einschätzung ihrer Kenntnisse und Fertigkeiten angeboten. Auf freiwilliger Basis bearbeiten sie eine ehemalige Prüfungsaufgabe unter vergleichbaren Rahmenbedingungen. Das Zeitbudget ist, in Bezug zu einer offiziellen Prüfung erweitert; darüber hinaus können sie in ihrem Lernteam arbeiten. Die Studierenden sollen das Prüfungsformat und den Prüfungsablauf kennen lernen. Die Veranstaltung schließt mit der Vorstellung und Diskussion einer Musterlösung im Plenum.

Im Zuge der Reakkreditierung wurde im SS 2015 die Prüfungsordnung angepasst [6]. Das Modul ist nun im sechsten Semester verankert und mit Zulassungsvoraussetzungen verknüpft: drei Grundlagenmodule aus den ersten beiden Semestern müssen bestanden sein. Die Prüfungsteilnahme ist – wie ehemals im Diplom-Studiengang – an Vorleistungen gebunden. Für die Zulassung zur Prüfung sind die Ergebnisse der Wiederholungsübungen, die Bearbeitung der Feedbackbögen in der Lernplattform und positiv testierte Berichte zu den Übungen vorzulegen.

Mit den Berichten zur jeweiligen Lerneinheit wurde ein Werkzeug zur Anleitung einer Reflexion der individuellen Wiederholungsübungen eingeführt. Anhand von Fragen zu fachlichen und nichtfachlichen Di-

mensionen sollen die Studierenden eine kurze Dokumentation über wesentliche Arbeitsergebnisse und ihren persönlichen Erkenntnisgewinn verfassen. Darüber hinaus ist die Frage zu beantworten, inwieweit die Inhalte der Lerneinheit auf die Verwendung in anderen Modulen übertragen werden können.

Über Feedbackformulare auf der Lernplattform sollen die Studierenden reflektieren, inwieweit sie die in der Einführung genannten Lernziele erreicht haben und damit Schwerpunkte für die Vorbereitung der Prüfung feststellen. Die zusätzliche Erfassung des Workloads und Fragen zur Gestaltung der Lerneinheiten helfen den Lehrenden, das Setting der Lerneinheiten zu analysieren und Anhaltspunkte für eine Weiterentwicklung des Moduls zu erfassen.

AUSBLICK AUF DIE NÄCHSTEN SCHRITTE

Eine Analyse des Verlaufs von Lehrveranstaltungen und Prüfungen kann Lehrende darin unterstützen, die Qualifizierungsziele des Moduls, die die Umsetzung der Lerneinheiten und die Gestaltung der Prüfung sowie die Eignung der Lehrunterlagen zu analysieren. Für Studierende zeigt eine solche Aufbereitung, wie z. B. die Fehleranalysen der Prüfungsaufgaben, schwierige und zeitintensive Teilgebiete eines Moduls auf. Sie können sich – den persönlichen Lernerfolg reflektierend – besser auf das Testat vorbereiten.

Der Prozess zur Entwicklung einer Lehrveranstaltung nach Biggs bedarf einer Erweiterung. Abbildung 5 zeigt, in Anlehnung an einen Regelkreis, die Weiterentwicklung einer Lehrveranstaltung anhand einer Evaluierung zum Semesterende. Auch für Studierende bietet diese Analyse Anhaltspunkte für ergänzende Lernaktivitäten zur Prüfungsvorbereitung.

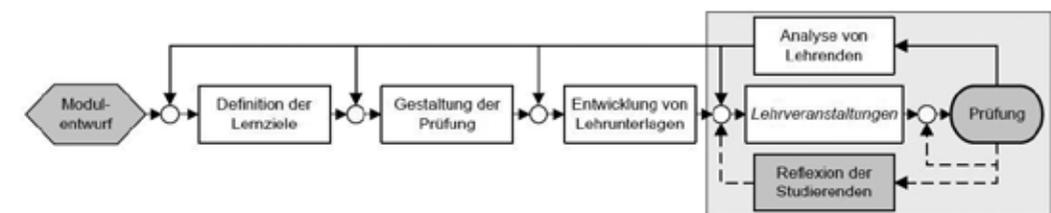


Abbildung 5 Modulentwicklung als Regelkreis

Abschließend ist festzuhalten, dass im Lern- und Prüfungsverhalten der Studierenden noch einige Fragen offen sind. Nach geltenden Prüfungsordnungen können die Studierenden an mehreren Wiederholungsprüfungen teilnehmen. Welchen Einfluss hat die Anzahl der Prüfungsteilnahmen auf das Ergebnis im Testat? Wie bereiten sie sich auf Wiederholungsprüfungen vor?

Referenzen

- [1] TH Mittelhessen (2007). Prüfungsordnung des Diplom-Studiengangs Maschinenbau.
- [2] Biggs, J., & Tang, C. (2007). Teaching for Quality Learning at University: What the student does. Maidenhead, U.K: Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- [3] University of Georgia (2016). Cognitive Apprenticeship as an Instructional Model.
- [4] Reich, Kersten (2008). Konstruktivistische Didaktik. Weinheim.
- [5] Schöck, Heinz-Gerhard (2014). „Entwicklung eines didaktischen Modells für rechnergestützte Übungen“, Masterthesis im Studiengang Methoden und Didaktik in angewandten Wissenschaften, TH Mittelhessen.
- [6] TH Mittelhessen (2015). Prüfungsordnung des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau.

SYSTEMISCHES DENKEN IN TECHNISCHEN BERUFEN.

DAS BEISPIEL BAUTECHNIK

Matthias A. Schönbeck
Hochschule Koblenz, schoenbeck@hs-koblenz.de

Abstract 1 *Durch die Vielzahl am Bau beteiligter Akteure, die Anforderungen an nachhaltiges Bauen und die zunehmende Vielfalt an Baustoffen werden Bauaufgaben zunehmend komplexer. Entscheidungen zur Lösung von Aufgaben setzen häufig Kenntnisse übergreifender Zusammenhänge voraus. Systemisches Denken ist eine Möglichkeit, diese Zusammenhänge zu erschließen. Der Beitrag beschreibt allgemeine Grundlagen und Besonderheiten systemischen Denkens.*

Keywords: *Systemisches Denken, Bauarbeit, Baustelle*

Abstract 2 *Owing to the large number of actors, the requirements for sustainable building and the increasing variety of construction materials building works are becoming more complex. Decision making in problem solving often requires knowledge of comprehensive interrelations. Systematic thinking opens the way to reveal these interrelations. The article describes general principles and specific characteristics of systematic thinking.*

Keywords: *systematic thinking, construction work, construction site*

EINLEITUNG

Bauverzögerungen verdeutlichen allenthalben auf demonstrative Weise, dass Bauschaffende in beruflichen Arbeitssituationen auf schwierige Probleme stoßen. Exemplarisch hierfür stehen z. B. der Flughafen Berlin-Brandenburg, Stuttgart 21 oder auch die unlängst eröffnete Hamburger Elbphilharmonie. Diese Bauwerke stehen als Synonym einer Komplexität, deren erfolgreiche Durchdringung entscheidend vom Problemlösungsniveau der Handelnden abhängig ist. Sie resultiert aufgrund zunehmend technisch anspruchsvollen Lösungen im Fokus nachhaltigen Bauens. Aus dem Wunsch nach leichten und transparenten Gebäuden mit flexiblen, dem Alter und der Nutzung anpassbaren Strukturen folgt die Suche nach entsprechenden Baustoffen und Gebäudetechnologien. Daneben sind Bauschaffende auch immer wieder aufgefordert, sich mit dem kulturellen Erbe – dem zweiten oder dritten „Lebensabschnitt“ unserer Bauwerke – auseinanderzusetzen, um in einem nächsten Schritt wie selbstverständlich die Perspektive des Kunden einzunehmen. Wachsende Komplexität hat zur Folge, dass auch die beruflich gefassten Wissensbestände zunehmen und Arbeitsaufgaben vielschichtiger werden. Betriebe sehen sich wachsender Aufgabenanforderungen gegenüber, auf deren Bewältigung ihre Mitarbeiter jedoch häufig nicht ausreichend vorbereitet sind. Nur durch eine entsprechende Widerspiegelung der Komplexität bei den Qualifikationsprozessen ihrer Mitarbeiter schätzen Betriebe die Aufgaben als gestaltbar ein (vgl. Franke 2001 und Arnold 2001: 20 f.). Eine wichtige Fragestellung in der technikdidaktischen Forschung in den vergangenen Jahren zielt daher auf das Markieren erforderlicher Qualifikationen, die Handelnde für die erfolgreiche Lösung komplexer Arbeitsaufgaben benötigen (z. B. Nickolaus u. a. 2008). Die Fachdidaktik Bautechnik stützt die Forderung, dass eine wachsende Komplexität von Bauarbeit sich auch in den Lehr- und Lernarrangements schulischer und betrieblicher Bildungsarbeit widerspiegeln muss. Der Entwicklung von systemischen Ansätzen wird dabei eine zentrale Rolle zugesprochen (vgl. Hahne/Kuhlmeier 2008, Hahne 2009, Schönbeck/Neudecker 2016).

WAS IST EIN SYSTEM?

Die Idee des systemischen Blickwinkels reicht weit zurück. Sie wurde bereits in der griechischen Philosophie durch das Prinzip der Übersummativität („Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“) von Aristoteles beschrieben und gegen Ende des 19. Jahrhunderts durch die Entdeckung von Prinzipien der Wahrnehmungsorganisation bei der Begründung der Gestaltpsychologie wieder aufgenommen. Damit wurde in gewisser Weise modernen, systemtheoretischen Konzepten wie „Emergenz“ oder „Synergie“ bereits vorgegriffen. Erst seit einigen Jahrzehnten hat sich die Vorstellung etabliert, dass die Welt aus Systemen besteht. Die generalisierte Charakterisierung „System“ abstrahiert von Besonderheiten der Funktionen oder Elementen. Damit können strukturelle Gemeinsamkeiten zwischen Phänomenen unterschiedlicher Disziplinen analysiert werden.

Im Allgemeinen bestehen Systeme aus Systemelementen, die eine wechselseitige Beziehung und damit eine Systemordnung bzw. Systemstruktur aufweisen und nach außen hin begrenzt sind. Verdeutlicht werden kann ein System, wenn man ihm ein Nichtsystem, beispielsweise dem Ameisenhaufen einen Sandhaufen gegenüberstellt. Der Sandhaufen ist eine lose Ansammlung von einzelnen Körnern, die keine Ordnung und keine Beziehung zueinander haben. Wenn einige Sandkörner entnommen oder hinzugefügt werden, ändert das etwas an der Menge der Sandkörner, jedoch nicht an den grundlegenden Eigenschaften des Haufens. Dagegen kümmern sich in dem System die Ameisen arbeitsteilig um die Versorgung der Königin mit dem Ziel der Reproduktion des gesamten Ameisenvolkes. Die Aufgabenteilung der Ameisen ist dabei entscheidend für die Systemerhaltung. Das Verhalten des Volkes hängt von seiner gesamten Struktur ab. Wenn sich die Struktur verändert, hat dies wiederum Auswirkungen auf das Verhalten der anderen Ameisen. Der Ameisenhaufen bleibt gegenüber seiner Umwelt in seinen Funktionen robust, indem es seine inneren Zusammenhänge neu ausformt (vgl. Stephan 1999, insbes. 15 ff.).

Weiterhin ist jedes System mit anderen unter- oder übergeordneten Systemen über rekursive Wirkungsschleifen verbunden. Es existieren somit nirgendwo isolierte Fakten oder Ereignisse. Erst der Kontext macht ein System aus. Hier spielen auch Fern-, Rück- und Nebenwirkungen von zufälligen Ereignissen oder Eingriffen eine Rolle. Häufig werden systemische Veränderungen erst an räumlich und zeitlich entfernten Orten bemerkbar. Geschieht dies mit Zeitverzögerung, gelingt es oft nicht die neue Veränderung mit der alten überhaupt in Verbindung zu bringen. Mit Hilfe von Systemen lassen sich derartige, komplexe Wirkungszusammenhänge annähernd beschreiben. Im Ergebnis sind dynamische Systeme mit einem meist nur vage formulierbaren, systemgerechten Handeln verbunden, wenn beispielsweise Einschätzungen und Prognosen abgegeben werden.

WAS MACHT DAS SYSTEM BAUWERK AUS?

Syben (1999: 11) stellt fest: „Zum Bauen gehört [...] mehr, als das, was auf den ersten oder zweiten Blick das Bild vom Bauen bestimmt. Das dürften Bauarbeiter und Baustellen sein oder die Architektur, die den Gebäuden ihre Gestalt gibt. Zu diesem Bild gehören aber auch Baumaschinen und Baustoffe oder Bauunternehmen und Wohnungsbaugesellschaften. Es gehören Bauingenieure und Bauingenieurinnen als wichtigste technische Fach- und Führungskräfte dazu oder aber Fliesenleger und Maler, die Bauten erst ansehnlich und bezugsfertig machen. [...] Ein Bauwerk aber entsteht aus wesentlich mehr, als dem Rohbau und kein Bauwerk entsteht nur auf der Baustelle.“

Eine wesentliche und natürlich bedingte Voraussetzung allen Bauens ist die Standortbindung des Bauobjektes. Sämtliche Arbeiten auf der Baustelle sind daher immer an wechselnde Bedingungen vor Ort geknüpft. Sie unterliegen beispielsweise natürlichen Klima- und Witterungseinflüssen, unterschiedli-

chen Bodenbeschaffenheiten und ungleichen Erreichbarkeiten. Auch können die errichteten Gebäude nicht wie in anderen Produktionszweigen erzeugte Produkte einfach an einen anderen Standort transportiert werden, sondern bilden langfristige Investitionsgüter.¹

Bauen ist weiterhin eine insgesamt komplexe Tätigkeit mit langfristigen Auswirkungen. Einmal gefällte Entscheidungen binden erhebliche Ressourcen. So werden ca. 50 % aller weltweit verarbeiteten Rohstoffe durch Bauprozesse verbraucht. In Deutschland erzeugt der Bausektor über 52 % des in anfallenden Abfalls und auch die Bewirtschaftung von Gebäuden in Deutschland erfordert ca. 50 % des gesamten Energieeinsatzes (Statistisches Bundesamt 2016). Die eingangs angerissenen Entwicklungen in der Bauwirtschaft haben langfristige ökologische, soziale aber auch ökonomische Effekte, wie z. B. die Zunahme von Baufehlern. Diese haben wiederum unterschiedliche komplexe Ursachen. Einerseits unterliegen sie einer gewissen Charakteristik (z. B. Feuchteschäden, Risse, Materialfehler), andererseits liegen aber auch sehr differenzierte und weniger kausale Bedingungen vor, da sich Tragwerkseigenschaften, Konstruktionen oder Gestaltungen von Bauwerk zu Bauwerk voneinander unterscheiden (vgl. Dannecker 2000).

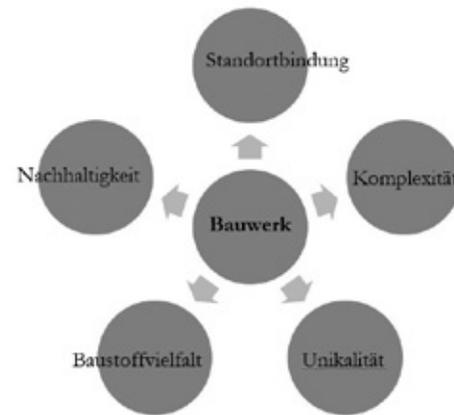


Abbildung 1 Besonderheiten des Systems Bauwerk

Denn im Unterschied zur industriellen Arbeit ist das Handeln am Bau immer auf ein einmaliges Produkt gerichtet. Die Beteiligten sind mit unterschiedlichen Konstruktionen und sich verändernden energetischen Anforderungen an das Bauwerk (ENEV), auch mit einer stets wachsenden Produkt- und Baustoffpalette konfrontiert. Die damit einhergehende Gefahr der Zunahme von Baufehlern wirken sich wiederum auf die Komplexität des Bauwerkes und somit auch auf die Bedingungen der Bauarbeit aus. Kaum standardisierbare Planungs- und Ausführungsprozesse im Kontext nachhaltigen Bauens führen schließlich zu situativen Entscheidungsprozessen in der gesamten Wertschöpfungskette und auf allen Entscheidungsebenen der Bauwirtschaft (vgl. Abb. 1).

Nachhaltigkeit erhebt den Anspruch dezentral, integriert und sparsam zu sein. Die Lösungen sehen so aus: Photovoltaik, Passivhausstandard, Wärmerückgewinnung oder eben das Primat der Gestaltung. Die Denkweise der am Bau Beteiligten ist vorwiegend technisch-rational oder durch Gestaltungslehren geprägt und zu wenig auf die Komplexität des Bauwerkes und des menschlichen Verhaltens ausgerichtet. Ingenieuren, Architekten und Facharbeitern fehlen häufig gesellschaftliche und fachübergreifende Denkansätze und auch entsprechende Strategien zu ihrer Umsetzung. Die Tätigkeiten werden

¹ In Einzelfällen kommt so etwas durchaus vor. Im Jahr 2007 wurde bspw. die romanisch-gotische Emmauskirche aus dem sächsischen Heuersdorf (das der Erweiterung eines Braunkohletagebaus weichen musste) in das wenige Kilometer entfernte Borna transportiert.

entweder vom Primat des eigenen Fachgebietes oder von einer gewissen Unterkomplexität, indem reine Teilaspekte im Vordergrund stehen, dominiert. Das wird besonderes durch die arbeitsteilig organisierte Form der Bauarbeit durch die einzelnen Gewerke manifestiert. Aufeinander bezogene Schnittstellen (z. B. Zimmerer- und Dachdeckertätigkeiten) erfordern allerdings auch planungs- und fachübergreifende Fähigkeiten. Gesellen sollten daher auch Gewerke angrenzende Tätigkeiten überblicken können und unter einen erheblichen Termindruck aufrechterhalten.

ANSÄTZE FÜR SYSTEMISCHES DENKEN

In der Literatur finden sich zahlreiche Ansätze für systemisches Denken. Beispielhaft dafür stehen Begriffe wie „vernetztes Denken“ (Vester 1988), „komplexes Problemlösen“ (Dörner 1989) oder „Schlüsselqualifikationen“ (Reetz 1991 oder Laur-Ernst 1991). Ihr gemeinsamer Tenor ist, dass sie die Welt nicht als eine Anordnung unterschiedlicher Teile, sondern als ein System begreifen, welches aus diesen Teilen zusammengesetzt ist. Wie beim oben beschriebenen Vergleich zwischen Sand- und Ameisenhaufen aufgeführt, bestehen Systemelemente nicht beliebig nebeneinander, sondern haben untereinander Wechselwirkungen, die nur durch ein vernetztes oder eben systemisches Denken analysiert werden können.

Dietrich Dörner untersuchte wie Personen in komplex entworfenen Zusammenhängen systemgerecht handeln. Auf Basis computergestützter Untersuchungen hat er gezeigt, dass Menschen im Allgemeinen Schwierigkeiten haben, komplexe, dynamische Systeme zu erkennen, zu verstehen und sie zu steuern. Dazu erfand er drei künstliche Länder, die hochgradig miteinander vernetzt sind und keine offenkundigen Wechselbeziehungen aufweisen. Dieses komplexe, dynamische System sollten die Probanden realitätstreu am Computer durchspielen. Sie agierten in den „Ländern“ als eine Art Bürgermeister oder Entwicklungshelfer und sollten die Geschicke des Landes führen und „für das Wohlergehen der Bewohner und der gesamten Region“ sorgen (Dörner 1989: 22). Alle durchgeführten Studien wiesen ähnliche Ergebnisse auf: „Die Parallelen zu realen Ergebnissen waren offenkundig:

- Handeln ohne vorherige Situationsanalyse,
- Nichtberücksichtigung von Fern- und Nebenwirkungen,
- Nichtberücksichtigung der Ablaufgestalt von Prozessen,
- Methodismus: man glaubt, über die richtigen Maßnahmen zu verfügen, weil sich keine negativen Effekte zeigen,
- Flucht in die Projektmacherei und
- Entwicklung von zynischen Reaktionen.“ (Dörner 1989: 32).

Zentrale Ursache für die Ergebnisse war laut Dörner, dass die Probanden die fundamentalen Funktionsprinzipien von Systemen missachtet und folglich nicht systemisch gedacht haben.

Aus berufspädagogischer Sicht ist das systemische oder auch vernetzte Denken besonders mit dem Begriff „Schlüsselqualifikationen“ verbunden. Lothar Reetz versteht darunter die Förderung beruflicher Handlungsfähigkeit und hier besonders den Transfer fachlicher und methodischer Kompetenzen. Mit der Forderung nach handlungsorientierten Lehr- und Lernkonzepten sieht Reetz auch das Ziel verbunden, dass Lernende eine Handlungsfähigkeit erlangen, die im Zusammenhang mit Arbeits- und Aufgabenstellungen erworben werden sollte, die auch einen gewissen Grad an Komplexität beinhalten (vgl. Reetz 1991: S. 41ff.). Auch Laur-Ernst (S. 43 f.) sieht die Ausrichtung der Lernfeldsystematik und einer Handlungsorientierung in einem Zusammenhang mit systemischen Denken. Nach ihrer Auffassung kommt es vor allem auf ein Verständnis von Arbeitsprozessen, ihren Strukturen, den Arbeitssystemen, deren innenwohnenden Zusammenhängen und vor allem auf die Wechselwirkungen zur beruflichen Facharbeit an.

SYSTEMISCHES DENKEN IN BAUTECHNISCHEN ARBEITSZUSAMMENHÄNGEN

Aufgrund der Expansion von zu berücksichtigenden Gesichtspunkten in den Arbeitsaufgaben und deren wechselseitigen Zusammenhängen (energetische und ästhetische Belange, konstruktive Besonderheiten, ökologische Wechselwirkungen, Gebäudetechnologie etc.), erhöhen sich die möglichen Entscheidungsoptionen der Bauschaffenden. Dies ist bis zu einem gewissen Ausmaß für die Gewährleistung von Ermessens- und Handlungsspielräumen der Ausführenden durchaus sinnvoll. Um Denk- und Handlungsoptionen aber tatsächlich nutzbar machen zu können, muss die Komplexität der Arbeitsaufgaben jedoch auf ein Höchstmaß begrenzt werden. Denn Arbeitsaufgaben müssen immer noch von den Handelnden bewertet, interpretiert und auf Basis der antizipierten Ziele (self-set goals) ausgeführt werden können. Hierfür ist das tatsächliche Verstehen des Auftrags sowie das Verstehen wollen seiner Einzelforderungen ebenso notwendig, wie die Bewertung in Bezug auf das Anspruchsniveau der Handelnden (d. h. das Bewerten als den eigenen Leistungsmöglichkeiten angemessen oder als unter- bzw. überfordernd) sowie ihrer Wertvorstellungen. Wenn es ein Grundprinzip des Bauens ist, in vernetzten Zusammenhängen zu denken, dann reichen diese Zusammenhänge über die Grenzen des eigenen Arbeitsplatzes hinaus und umfassen nahezu alle Muster der sozialen, ökonomischen und technischen Wertbestimmung. So wird über kurz oder lang auch systemisches Denken eine verbindliche Aufgabe für die berufliche Bildung.

Erste Ergebnisse einer noch auszuwertenden Befragung von Gesellen in Bauberufen² deuten an, dass systemisches Denken und systemische Betrachtungsweisen in Bezug auf die eigenen beruflichen Arbeitsprozesse und ihre Auswirkungen nur gering ausgeprägt sind. Systemisches Denken zeichnet sich in erster Linie durch ein reflektiertes und domänenübergreifendes Handeln aus. Gewerke übergreifende Arbeitsprozesse spielen dabei eine ebenso wichtige Rolle wie Ebenen übergreifende Zusammenarbeit mit Architekten, Planern oder Kunden. Grundlage ist neben dem eingenommenen Perspektivwechsel besonders die Kommunikation der Beteiligten untereinander. Dies wird vorwiegend in jenen Betrieben offenkundig, in denen die Arbeitsteilung aufgrund der gegebenen Größe und Struktur gering ausgeprägt ist. Weiterhin kann bereits auch jetzt festgehalten werden, dass Wissen über Sachverhalte wie Bauschäden oder nachhaltiges Bauen eine notwendige, allerdings nicht hinreichende Bedingung für systemisches Denken ist. Dies wird bspw. bei der individuellen Einschätzung der Ursachen von Baufehlern deutlich. Aufgrund des fehlenden bereichsübergreifenden Blickwinkels und Zusammenhangswissens werden beispielsweise die Auswirkungen der eigenen beruflichen Arbeit auf mögliche Bauschäden oft unterschätzt.

Zusammenfassend kann daher festgehalten werden, dass systemisches Denken nicht allein mit der Wahrnehmung domänenspezifischer Problemlagen und entsprechenden Handlungsmöglichkeiten identisch ist, sondern auch übergeordnete Fähigkeiten wie Denken in abstrakten Zusammenhängen beinhaltet. Die selbständige Verknüpfung von Bauwerk und Bauarbeit mit einerseits fachbezogenen, andererseits auch fachübergreifenden Problemsituationen scheint für die Ausbildung systemischer Denkprozesse gut geeignet. Dies schließt beispielsweise klare Handlungsleitbilder, interdisziplinäre Handlungsausrichtung sowie fachübergreifender Unterricht mit möglichst allen am Bau beteiligten Gewerken ein. Lehr- und Lernprozesse sollten über einem rein kognitiv vermittelten systemischen Ansatz hinausgehen und durch ein zeitweises Planen und Umsetzen fachübergreifender Projekte oder zumindest durch best-practice-Beispiele sowie mit Hilfe von entsprechend ausgerichteten Exkursionen ergänzt werden.

² In einer im Oktober 2016 durchgeführten Erhebung wurde der Frage nachgegangen, wie sich systemisches Denken in der täglichen Baupraxis widerspiegelt. Zur Auswahl standen acht Betriebe mit unterschiedlichen Betriebsgrößen, Aufgabenspektren und Kundenklientel. Mit insgesamt 34 Gesellen aus den Gewerken Mauerwerksbau, Betonbau, Zimmer und Bautechnikerarbeiten wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt.

Referenzen

- [1] Arnold, Rolf (2001): Berufliche Bildung im Wandel. In: *Wirtschaft und Berufserziehung. Zeitschrift für Berufsbildung und Bildungspolitik* H. 12, S. 15–23
- [2] Dannecker, Lutz (2000): Bauschäden im Wohn- und Gewerbebau. Eine Thüringer Bestandsaufnahme und Ansätze zur Problemlösung. Bauhaus-Universität Weimar. online: <https://e-pub.uni-weimar.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docid/705/file/SR2-10.pdf> (20.10.2016)
- [3] Dörner, Dietrich (1989): Die Logik des Misslingens. *Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbeck
- [4] Franke, Guido (2001): Richtungen und Perspektiven der Kompetenzforschung. In: Franke, G. (Hrsg.): *Komplexität und Kompetenz. Ausgewählte Fragen der Kompetenzforschung*. Bielefeld, S. 9–51
- [5] Hahne, Klaus (2009): Entwicklung von System- und Gestaltungskompetenz. In C. Frenzl, G. Spöttl, F. Howe, & [6] M. Becker, *Berufsarbeit von morgen in gewerblich-technischen Domänen*. Bielefeld: Bertelsmann. S. 197–201
- [7] Hahne, Klaus/Kuhlmeier, Werner (2008): Kompetenzentwicklung für nachhaltiges Bauen. In: *bwpat*. Online unter: www.bwpat.de/ht2008/ft01/hahne_kuhlmeier_ft01-ht2008_spezial4.pdf (20.10.2016)
- [8] Laur-Ernst, Ute (1991): „Schlüsselqualifikationen“ Perspektive oder Sackgasse. Einige Überlegungen zu Qualität beruflicher Bildung. In: Degen, U./Seyfried, B./Wordelmann, P. (Hrsg.): *Qualitätsverbesserung in der betrieblichen Ausbildungsgestaltung. Fragen und Antworten*. Bonn, S. 121–136
- [9] Nickolaus, Reinhold/Gschwendtner, Tobias/Geissel, Bernd (2008). Entwicklung und Modellierung beruflicher Fachkompetenz in der gewerblich-technischen Grundbildung. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, H. 1, S. 48–73.
- [10] Schönbeck, Matthias A./Neudecker, Philipp (2016): Mögliche curriculare Ansätze der Berufsbildung für nachhaltiges Bauen am Beispiel des Zimmerers. In: *BAG-Report Bau, Holz, Farbe*. Hamburg, 18. Jg., Heft 01/2016, S. 16–20
- [11] Reetz, Lothar. (1991): Schlüsselqualifikationen in der Berufsbildung. In Twardy, M. (Hrsg.): *Duales System zwischen Tradition und Innovation*. Köln. S 27–46
- [12] Statistisches Bundesamt (2016): <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Abfallwirtschaft/Tabellen/TabellenAbfallbilanzKurzuebersicht.html> (29.10.2016)
- [13] Stephan, Achim (1999): *Emergenz. Von der Unvorhersagbarkeit zur Selbstorganisation*. Dresden u. a.
- [14] Syben, Gerd (1999): *Die Baustelle der Bauwirtschaft. Unternehmensentwicklung und Arbeitskräftepolitik auf dem Weg ins 21. Jahrhundert*, Berlin
- [15] Vester, Frederik (1988): *Leitmotiv vernetztes Denken. Für einen besseren Umgang mit der Welt*. München

DIDAKTISCHE PROFILENTWICKLUNG IN DER STUDIENEINGANGSPHASE AM BEISPIEL DES B. SC. BAU- UND UMWELTINGENIEURWESEN DER TU HAMBURG-HARBURG

Klaus Vosgerau, Nicole Podleschny, Lennart Osterhus und Frank Schmidt-Döhl
Technische Universität Hamburg-Harburg
klaus.vosgerau@tuhh.de, nicole.podleschny@tuhh.de, lennart.osterhus@tuhh.de,
schmidt-doehl@tuhh.de

Abstract 1 Mit einer modernen didaktischen Gestaltung der Studieneingangsphase können die Studierenden frühzeitig an das Aktive Lernen herangeführt werden. Zudem können sie sich so bereits in den ersten Semestern mit praxisrelevanten Fragen und Problemstellungen des Fachs auseinandersetzen, was in der Regel als motivierend und sinnstiftend erlebt wird und die Ausbildung der studentischen Fachidentität unterstützt. Als Beispiel wird die didaktische Überarbeitung und Abstimmung von drei Modulen des Bachelor-Studiengangs Bau- und Umweltingenieurwesen der TU Hamburg-Harburg dargestellt. Mit modulübergreifend abgestimmten Lernzielen, Methoden und Prüfungsformen ist es möglich, Fachinhalte, Fertigkeiten, Praxis- und Forschungsnähe frühzeitig zu verbinden und die Studierenden bereits am Anfang mit aktueller Didaktik vertraut zu machen.

Keywords: Studieneingangsphase, Didaktische Studiengangsentwicklung, Fachintegration

Abstract 2 Using modern didactics within the introductory level, students can benefit from active learning right from the start. In addition, active learning offers the possibility to approach relevant and practical disciplinary questions and problems during the first two semesters, which also leads to more motivation, meaningfulness and disciplinary identification. The didactical innovation and coordination of three modules of the civil engineering study program of the Technical University Hamburg serves as an example to initiate these processes. Here, learning outcomes, learning activities, and assessment are aligned to enable beginning students to independently draw connections between subject related content, skills, competencies, application, and research. The overarching design also allows students to become familiar with modern learning methods.

Keywords: introductory level, didactical development of study programs, disciplinary integration

DIE STUDIENEINGANGSPHASE AUS DER SICHT DER STUDIERENDEN

Mit der didaktischen Ausgestaltung der Studieneingangsphase entscheidet sich maßgeblich, ob Studienanfänger und -anfängerinnen ihre mitgebrachten Ressourcen und Interessen in einem Fachstudium umsetzen und so in den kritischen, besonders durch Studienabbruch gekennzeichneten ersten beiden Semestern an einer Technischen Universität bestehen können. Mit aufeinander abgestimmten Lernzielen, Methoden und Prüfungsformen der Eingangsphase ist es möglich, frühzeitig und motivierend Bezüge zwischen Fachinhalten, Fertigkeiten, Praxis- und Forschungsnähe herzustellen und die Chancen auf das Erreichen des Lern- und Studienerfolgs zu erhöhen.

Eine didaktische Antwort auf die Probleme der Eingangsphase hat die wesentlichen Anforderungen und Probleme zu berücksichtigen, denen die unerfahrenen Studierenden in der neuen Lebenssituation von Studium und Hochschulunterricht gegenüberstehen (Abbildung 1).

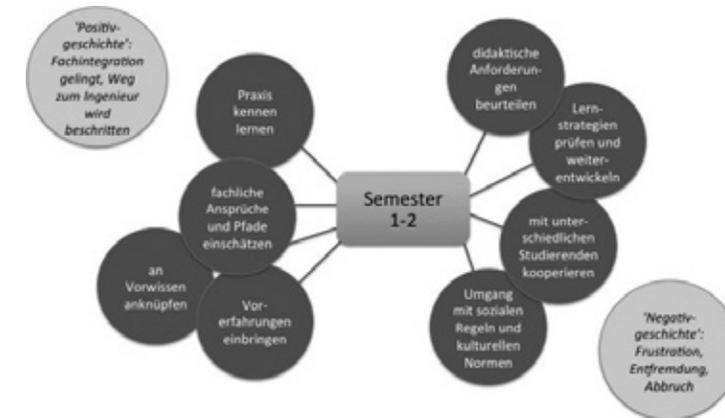


Abbildung 1 Anforderungen in der Studieneingangsphase [1], [5]

Je nachdem, ob und wie diese Anforderungen bewältigt werden können, ergibt sich entweder ein eher erfolgreicher Studieneinstieg, der am Bestehen der maßgeblichen Prüfungen abgelesen werden kann und daran, dass erste Schritte der Fachsozialisation gelingen; oder aber der Studieneinstieg misslingt, da die erforderlichen Leistungen nicht erbracht werden bzw. nicht mit der notwendigen Motivation oder subjektiver Sinngebung verknüpft werden können.

Die Elemente der frühen Hochschul- und Fachintegration lassen sich mit Talcott Parsons und Gerald Platt nach vier Dimensionen gliedern. Dabei geht es um

- "(1) die Aneignung der Umgangsformen, seien es Stile und Sprache, Meinungsbildung und Diskussionsweisen – ein Prozess der Orientierung und Anpassung;
- (2) die Bewältigung der Anforderungen wissenschaftlicher und fachlicher Art sowie die Erfüllung der gestellten Aufgaben – die Mitwirkung an der Erfüllung der Bildungsziele;
- (3) [den] Gewinn an Zugehörigkeit im Alltag des Hochschullebens, unter den Kommilitonen wie in den Beziehungen zu den Lehrenden – der Aspekt von Kommunikation und Integration;
- (4) das Erlernen der Regularien im neuen Lebensfeld, die zuständigen Instanzen (Beratung), die wichtigen Bezugspersonen oder Termine – die Strukturierung und Organisation" [1, 4].

Auf den ersten Blick scheint nur die an zweiter Stelle genannte Dimension unmittelbar auf die Rolle und Einflussmöglichkeiten der Hochschuldidaktik zu verweisen. Wird jedoch – zum Beispiel über die Projektförderung im Bund-Länder-Programm "Qualitätspakt Lehre" – die zentrale Anforderung an die Hochschulen gestellt, effektiv zur "Sicherung und Weiterentwicklung einer qualitativ hochwertigen Hochschullehre" beizutragen [2, 1], müssen die anderen Ebenen mitbetrachtet werden, um die Wirksamkeit der Lehre in einem weiteren Sinne zu gewährleisten.

BEFUNDE ZUR STUDIENEINGANGSPHASE IN DEN INGENIEURWISSENSCHAFTEN

Eine Reihe empirischer Studien gibt Auskunft darüber, ob die subjektiven Wünsche und Anforderungen an die Studieneingangsphase in den gegebenen Strukturen der ingenieurwissenschaftlichen Stu-

diengänge eingelöst werden können. Als größte Probleme, auf die die Lernenden dabei treffen, werden z. B. von Ihnen die Stofffülle und die theoretische Ausrichtung der zu lernenden Inhalte genannt [3, 45]. Daneben zeigt sich, dass die didaktische und studienstrukturelle Organisation des Lehrens und Lernens die Aneignung neuer Inhalte oftmals behindert. Die Studierenden sehen "in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen in den ersten Semestern vielfach keine direkte Verbindung zu den fachlichen und praxisrelevanten Aspekten ihres jeweiligen Faches" [4, 23].

Dabei wären gerade Wirksamkeits- und Relevanzverfahren im Lernprozess wünschenswert, da sie vielen Studierenden mehr und besseren Erfolg an der Hochschule ermöglichen würden, wie Winker, Schmiederer und Derboven für die Technikwissenschaften ermittelt haben: "Am stärksten bindet an das Studium, wenn die Studierenden etwas wirklich verstehen, sie Selbstwirksamkeit erfahren und sie Vertrauen in ihre eigenen Fähigkeiten und Fertigkeiten entwickeln können" [5, 66].

Damit werden fachübergreifende Befunde für das Hochschulstudium in Deutschland bestätigt: Fragt man Studienanfängerinnen und -anfänger nach ihren Wünschen zur Verbesserung der Studienbedingungen, so ergeben sich als die drei wichtigsten Punkte nach Bargel der "stärkere Praxisbezug des Studienganges (64 %)", die "häufigeren Lehrveranstaltungen in kleinerem Kreis (63 %)" und die Einrichtung von "festen studentischen Arbeitsgruppen (57 %)" [1, IV f.]. Dies wiederum sind didaktische Aspekte, die gerade die Erfahrung eigener Wirksamkeit und Relevanz besonders unterstützen können.

ASPEKTE DER DIDAKTISCHEN STUDIENGANGSENTWICKLUNG

Um die Anforderungen an die Eingangsphase aufzunehmen und beispielsweise frühe Praxis- und Forschungserfahrungen oder Phasen studentischer Gruppenarbeit zu ermöglichen, kann ein entsprechendes Studiengangsprofil entwickelt werden. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass ein "spezifischer methodisch-didaktischer Zugang betont und gepflegt wird" [6, 66]. Das zentrale Mittel der didaktischen Studiengangsentwicklung liegt dabei darin, bei einer Präferenzbildung zugunsten bestimmter Methoden und damit verbundener Lernszenarien zugleich die Lehr- und Lernmethoden, die Inhalte und die Lernziele besser aufeinander abzustimmen.

Ein Vorteil der Verankerung eines bestimmten methodischen Zugangs liegt auch darin, dass sich so eine überschaubare Anzahl an Lernformen von Modul zu Modul und von Semester zu Semester ähnelt oder wiederholt. Wenn sich die Studierenden in einem vorgelagerten Modul mit einer Methode – zum Beispiel der Peer Instruction oder dem Lernen mithilfe von Blogs – vertraut gemacht haben, können Lehrende und Lernende in einem späteren Modul davon profitieren, dass sie die Lernform nicht nochmal neu einführen und erklären müssen.

Ein weiterer förderlicher Faktor für den gelingenden Studieneinstieg liegt in der fachlichen Identifikation [vgl. 7, 122f.]. Sie kann durch Anwendung didaktischer Methoden gefördert werden, die das frühzeitige Verständnis disziplintypischer Probleme, Gegenstände und Methoden sowie typischer fachlicher Denkweisen und Lösungsansätze ermöglichen. Zusammen mit dem Praxisbezug trägt die frühzeitige Fachidentifikation dazu bei, dass Studierende das Studium und das Lernen im gewählten Studiengang eher als sinnvoll erleben können.

Eine an der Didaktik orientierte Studiengangsentwicklung ermöglicht zugleich, für ein Studienprogramm ein individuelles Profil zu entwickeln, das nicht nur fachinhaltlich, sondern auch didaktisch geprägt ist [8, 139 ff.]. Mit der Schärfung des Profils könnte auch im Sinne des Studiengangsmarketings auf Veränderungen des universitären Bildungsmarkts reagiert werden, der zunehmend durch Konkur-

renz geprägt ist [9, 44]. Eine didaktische Profilbildung kann den Hochschulen und ihren Studienprogrammen so erleichtern, studentische Nachfrage anzuregen.

FALLBEISPIEL EINES LEHRENTWICKLUNGSPROJEKTS IN DER EINGANGSPHASE EINES BACHELOR-STUDIENGANGS BAU- UND UMWELTINGENIEURWESEN

In der Eingangsphase des Studienprogramms B. Sc. Bau- und Umweltingenieurwesen der TU Hamburg-Harburg liegen im ersten Semester das Modul "Baustoffgrundlagen und Bauphysik" und im zweiten Semester die Module "Baustoffe und Bauchemie" sowie "Baukonstruktion" (Abbildung 2). Beide zählen zum Lehrangebot des Instituts für Baustoffe, Bauphysik und Bauchemie (B-3).

Die drei Pflichtmodule werden zurzeit von jeweils ca. 160 bis 200 Studierenden durchlaufen und mit einer Klausur bzw. zusätzlich mit einem Projektbericht (Modul "Baukonstruktion") abgeschlossen. Für das erfolgreiche Absolvieren werden jeweils 6 ECTS-Punkte vergeben.

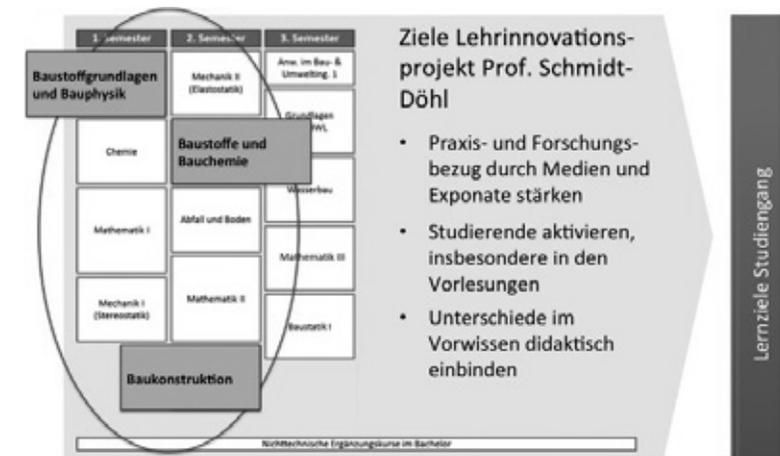


Abbildung 2 Lage der Module des Instituts für Baustoffe, Bauphysik und Bauchemie in der Studieneingangsphase und Ziele des Lehrinnovationsprojekts

Für diese drei Module wurde 2015 das Lehrinnovationsprojekt "3 Module B-3" entworfen, um die Lehreinheiten abgestimmt didaktisch weiterzuentwickeln (Antragstellung und Leitung: Prof. Dr. Frank Schmidt-Döhl, wissenschaftlicher Mitarbeiter: Dipl.-Min. Lennart Osterhus). Im Wintersemester 2015/16 und dem darauffolgenden Sommersemester wurden die konkreten Ziele verfolgt, den Praxis- und Forschungsbezug durch Einsatz von Medien und Exponaten zu stärken, die Studierenden – insbesondere in den Vorlesungen – durch damit verknüpfte Peer-Instruction-Einheiten zu aktivieren und Unterschiede im Vorwissen didaktisch aufzunehmen. Zum Teil wurden die neuen Methoden mit einer Bonuspunktregelung verbunden. Die Projektziele wurden mit den Lernzielen der Module und diese wiederum im größeren Rahmen mit den Lernzielen des Studiengangs abgestimmt. Abbildung 3 zeigt die konkret durchgeführten Maßnahmen je Modul im Lehrentwicklungsprojekt. Darin sind umfangreiche Vorarbeiten in "Baustoffgrundlagen & Bauphysik" sowie "Baukonstruktion" eingegangen. Als modulübergreifende Leitmotive wurden für das Projekt der "frühe Praxisbezug" und die "Peer Instruction/Gruppenarbeit" definiert, die sich in den Lehrveranstaltungen in verschiedenen Varianten wiederfindet.

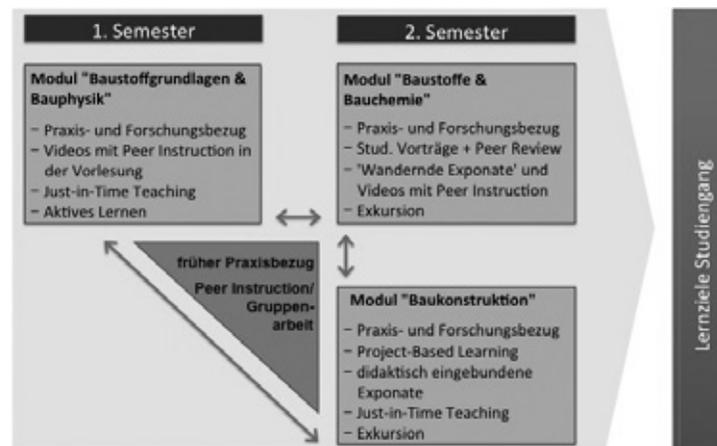


Abbildung 3 Module und Maßnahmen des Projektes "3 Module B-3"

Durch die modul- und semesterweise Verwendung wiederkehrender didaktischer Methoden (v. a. Gruppenarbeit mit Präsentation, Projekte) und die Herstellung von Praxisbezügen (in den Veranstaltungsablauf eingebundene Exponate und Videos mit Peer Instruction) werden die drei Module des Instituts B-3 in der Eingangsphase des B. Sc. Bau- und Umweltingenieurwesen aufeinander abgestimmt. Die Lernenden setzen sich von Beginn an durch Aktives Lernen [vgl. 10] mit fachwissenschaftlichen und berufspraktischen Problemen auseinander. Zudem werden sie frühzeitig mit didaktischen Formaten vertraut, deren Anforderungsniveau kontinuierlich steigt.

DIDAKTISCHE PERSPEKTIVEN – DURCHGESPIELT AM MODELL DER STUDIENEINGANGSPHASE DES B. SC. BAU- UND UMWELTINGENIEURWESEN

Die Entwicklung einer abgestimmten, modernisierten didaktischen Gestalt der drei beschriebenen Module kann entwicklungstheoretisch als Zwischenstadium einer schrittweisen, umfassenderen Profilentwicklung eines Ingenieurstudiengangs interpretiert werden. Ein auf die Studieneingangsphase konzentrierter Ansatz der didaktischen Studiengangsentwicklung lässt sich konzeptionell durch verschiedene weitere Ansätze ausdehnen. Hierzu zählen die bessere fachinhaltliche Verzahnung von Grundlagen- und Fachmodulen oder die weitergehende methodische und fachinhaltliche Abstimmung von Fachmodulen in ingenieurwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen (Abbildung 4).

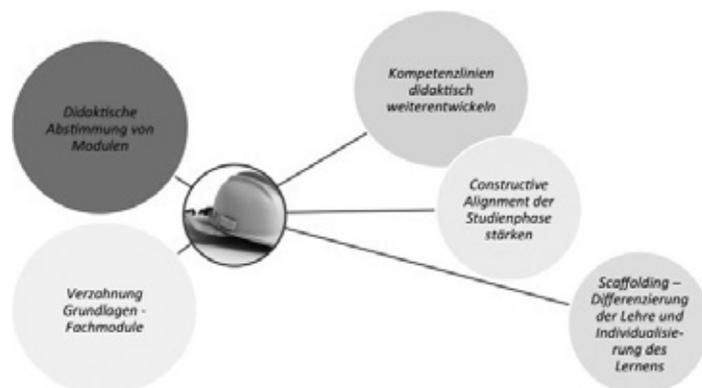


Abbildung 4 Perspektiven der didaktischen Studiengangsentwicklung

Andere Entwicklungsoptionen sind noch weitreichender und versprechen, die Lernqualität in der Eingangsphase weiter deutlich zu erhöhen. Zu diesen Ansätzen zählt bspw. das "Scaffolding" [11], [12]. Dieses Gestaltungsprinzip des Hochschulunterrichts bezeichnet die dynamische Verwendung von ‚Lerngerüsten‘ als vorübergehende Hilfestellungen. Das Scaffolding fußt auf drei Elementen: Als Basis dient die fortlaufende, individuelle Kompetenzfeststellung durch Analyse von Lernstand und Bedarf. Damit wird dann eine am Stand des Einzelnen ausgerichtete Unterstützung verbunden. Als drittes Element folgt schließlich das schrittweise Zurückbauen der Lernunterstützung [12, 86]. Scaffolding zielt so auf den Abbau von Kompetenzunterschieden zwischen den Studierenden, indem sie zeitlich begrenzt durch gestufte Lern- und Strukturierungshilfen individuell unterstützt werden.

Dies kann z. B. als Anpassung von Lerntätigkeiten und Rollen in projektartiger Gruppenarbeit im Semesterverlauf geschehen. Ausgangspunkt wäre eine individuelle Kompetenzermittlung. Die Einzelnen erledigen anfangs konkrete und eher kleinschrittige Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad. Nach einigen Wochen würde die direkte Rückmeldung zu Arbeitsleistungen durch den Lehrenden durch Peer Feedback abgelöst. Wieder später könnte sich die Erfolgskontrolle auf die Beurteilung der Qualität der Lernprodukte – z. B. von Berichten oder Entwurfsschritten – beschränken und müsste nicht mehr die dafür notwendigen Tätigkeiten mit in den Blick nehmen.

Referenzen

- [1] Bargel, Tino (2015). Studieneingangsphase und heterogene Studentenschaft - neue Angebote und ihr Nutzen. Befunde des 12. Studierendensurveys an Universitäten und Fachhochschulen. Konstanz: AG Hochschulforschung, Universität Konstanz.
- [2] Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010). Richtlinien zur Umsetzung des gemeinsamen Programms des Bundes und der Länder für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre. Zugriff unter www.qualitaetspakt-lehre.de/_media/Programm-Lehrqualitaet-BMBF-Richtlinien.pdf am 20.06.2016.
- [3] Ihsen, Susanne Hg. (2010). Spurensuche! Genderspezifische Entscheidungswege in Natur- und Ingenieurwissenschaften und mögliche Ursachen für das Verlassen dieser Fächer an den TU9-Universitäten. Zugriff unter www.gender.edu.tum.de/tl_files/TUM_GSI/bilder/Spurensuche/Spurensuche!%20Abschlussbericht.pdf am 20.06.2016.
- [4] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V./Projekträger im DLR Hg. (2014). Reader zur Fachtagung „Studieneingangsphase“. Köln/Bonn.
- [5] Winker, Gabriele; Schmiederer, Simon; Derboven, Wibke (2012). Studienkonflikte und Studierfolgsk Faktoren von Studierenden der TU Hamburg-Harburg. Hamburg: TU Hamburg-Harburg.
- [6] Tremp, Peter. Einleitung. In: Brinker, Tobina; Tremp, Peter Hg. (2012). Einführung in die Studiengangsentwicklung. W. Bertelsmann, Bielefeld, S. 65–67.
- [7] Ramm, Michael; Multrus, Frank; Bargel, Tino; Schmidt, Monika (2013). Studiensituation und studentische Orientierungen. 12. Studierendensurvey an Universitäten und Fachhochschulen. BMBF, Berlin/Bonn.
- [8] Salden, Peter; Fischer, Kathrin; Barnat, Miriam. Didaktische Studiengangsentwicklung: Rahmenkonzepte und Praxisbeispiel. In: Brahm, Taiga; Jenert, Tobias; Euler, Dieter Hg. (2016). Pädagogische Hochschulentwicklung. Von der Programmatik zur Implementierung. S. 133–150.
- [9] Jorzik, Bettina Hg. (2013). Charta guter Lehre. Grundsätze und Leitlinien für eine bessere Lehrkultur. Edition Stifterverband, Essen.
- [10] Bean, John C. 2001. Engaging Ideas. The Professor's Guide to Integrating Writing, Critical Thinking, and Active Learning in the Classroom. Jossey-Bass, San Francisco.
- [11] Puntambekar, Sadhana; Hübscher, Roland (2005). Tools for Scaffolding Students in a Complex Learning Environment: What Have We Gained and What Have We Missed? In: EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST, 40(1), S. 1–12.
- [12] Wild, Elke; Esdar, Wiebke (2014). Eine heterogenitätsorientierte Lehr-/Lernkultur für eine Hochschule der Zukunft. Fachgutachten im Auftrag des Projekts nexus der Hochschulrektorenkonferenz. Bonn, S. 86f.

TUTORIALS IN DER GRUNDLAGENPHYSIK

ERFAHRUNGEN MIT DER IMPLEMENTIERUNG

EINES NEUEN LEHR- UND LERNMATERIALS

Manuela Zimmermann, Markus Wittkowski, Ulrike Keller
Hochschule Rosenheim, manuela.zimmermann@fh-rosenheim.de

Abstract 1 Der folgende Artikel beschreibt Erfahrungen und Beobachtungen im Zusammenhang mit der Implementierung des Lehr- und Lernmaterials „Tutorials in Introductory Physics“ (Tutorials). Die Tutorials wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanzierten Projektes „Hochschuldidaktikdepartment für Mathematik, Informatik, naturwissenschaftliche und technische Fächer“ (HD MINT) an der Fakultät für angewandte Natur- und Geisteswissenschaften an der HaW Rosenheim im Ingenieursstudiengang Energie- und Gebäudetechnologie (EGT) ein Semester lang eingesetzt. Ausgangspunkt ist dabei einerseits die Frage, inwieweit dieses Material Studierende in der Entwicklung eines kritischen und wissenschaftlich-ingenieursadäquaten Denkens und Vorgehens unterstützt und andererseits inwiefern das Lernmaterial die Aufdeckung und Auseinandersetzung mit Fehlkonzepten bewirkt.

Keywords: Physik, Tutorials, Fehlkonzepte

Abstract 2 The following article describes experiences and observations relating to the implementation of the teaching and learning material "Tutorials in Introductory Physics" (tutorials). The tutorials have been supported by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) project "Hochschuldidaktik Department of mathematics, computer science, natural science and technical subjects" (HD MINT) at the Faculty of Applied Stem Sciences at the university of applied Sciences Rosenheim in an engineering course energy and building technology (EGT) used for one semester. The question is how this material support students in the development of a critical, scientific and engineering adequate thought and action, and how this learning material can detect misconceptions.

Keywords: Physics, Tutorials, Misconceptions

1 EINLEITUNG

„Keine Frage, ein Ingenieur muss analytisch und systematisch denken können. (...). Fähigkeiten wie Wesentliches und Unwesentliches unterscheiden zu können, Sinn für Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Kausalitäten, zielgerichtetes Experimentieren, Erkennen von allgemeinen Mustern und Übertragen der Erkenntnisse in mathematische Modelle sind gleichfalls Fähigkeiten, die den analytisch geprägten Ingenieur auszeichnen.“ [1].

Die kritische Auseinandersetzung mit Wissen bildet ihrem Wesen nach eine grundlegende Voraussetzung für wissenschaftliche Weiterentwicklung und Innovation [2, 7f]. Eine auf Fakten reduzierte Vermittlung von Wissen und (technischen) Fertigkeiten reicht demnach nicht aus, um den gesellschaftlichen Anforderungen gerecht zu werden. Dies gilt umso mehr für eine Zeit, in der Technik, Wissenschaft und Wirtschaft einem rapiden Wandel unterworfen sind und sich Gesellschaft zunehmend in Richtung Wissensgesellschaft entwickelt [3]. Viele Dozierende berichten aus ihrer Erfahrung, dass

Studierende am Ende einer Physik-Grundlagenvorlesung nicht über ausreichende Transferkompetenzen verfügen, um so einen „...“ gelernten physikalischen Formalismus auf Situationen anzuwenden, die ihnen nicht bereits bekannt sind.“ [4, 11]. Wie bereits eingangs erwähnt, ist dies aber einer jener Kompetenzbereiche, die von ausgebildeten IngenieurInnen gefordert und bei ihnen vorausgesetzt wird. Transferkompetenz wird dabei als Subsumierung der Fähigkeiten verstanden, die eine Anpassung der Arbeitsweisen an kontextuell und inhaltspezifisch veränderte Arbeitsaufgaben erlauben [5, 52 ff].

Die heutigen Studierenden sind die Ingenieure der Zukunft. Daher stellt sich die Frage, wie insbesondere im Hochschulkontext Lernprozesse angeleitet werden können, welche sowohl kritisches als auch wissenschaftliches Denken fördern, umfangreiche Kompetenzen vermitteln und somit eine aktive, gestaltende Teilhabe des Individuums an der Gesellschaft ermöglichen und gewährleisten [6, 8 ff]. Das HD MINT Projekt versucht an dieser Stelle wirksam zu werden und mit Hilfe neuer Lehr- und Lernmaterialien sowie neuer Konzepte oben erwähnte Lernprozesse zu unterstützen und zu fördern. Ziel ist unter anderem auch, den Prozess der Entwicklung einer hochschuladäquaten Lernhaltung der Studierenden zu fördern und somit vor allem in den ingenieurs- und naturwissenschaftlichen Studiengängen einem vorzeitigen Scheitern entgegenzuwirken. Im Rahmen dieses Projektes wurden die Tutorials an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Rosenheim bei Studierenden der EGT im ersten Semester eingesetzt.

2 DAS LERNMATERIAL „TUTORIALS IN INTRODUCTORY PHYSICS“

Bei den von McDermott, Shaffer und der Physics Education Group an der University of Washington entwickelten Tutorials handelt es sich um eine umfangreiche Sammlung von Arbeitsmaterialien, welche im Rahmen eines dreißigjährigen Forschungsprogramms und der Lehr-Erfahrung der AutorInnen speziell für Studierende des Fachs Physik (Haupt- und Nebenfach) entwickelt wurde. Die Tutorials zielen dabei vor allem auf das konzeptionelle Verständnis des Fachgebietes ab und sind in diesem Zusammenhang auch als Ergänzung und Unterstützung zum laufenden Unterricht zu verstehen [4, 11].

Die Tutorials sind als Arbeitsmaterial in ein konstruktivistisches Verständnis von Lernen und Lehren eingebettet, welches sich am Lernsubjekt orientiert [7, 78]. So folgen sie in ihrer Intention einem didaktischen Anspruch, der einerseits auf die Förderung der Autonomie und der Eigenverantwortlichkeit der Studierenden und andererseits auf eine begleitend-zurückhaltende Unterstützung durch fachlich qualifizierte Tutoren abzielt. Das im Rahmen der Tutorials-Bearbeitung initiierte Lernen gestaltet sich demnach als aktiv-konstruktiver, situierter und interaktiver Prozess [8, 238 ff], den die Studierenden in einem hohen Maße als selbstgesteuertes Lernen erleben, was Kurzinterviews und Gespräche mit Studierenden an der HaW Rosenheim gezeigt haben. Die Tutorials sind aus pädagogischer Sicht insbesondere auch für die Studieneingangsphase relevant, da sie prozesshaft die Entwicklung eines eigenverantwortlichen Lernens [9, 47 ff] unterstützen und fördern können.

Im Hinblick auf Physik bedeutet dies sich auch reflektierend mit eigenen Fehlkonzepten auseinanderzusetzen. Bereits in der frühen Kindheit werden Vorstellungen entwickelt, die ein Zurechtfinden im unmittelbaren Lebensumfeld ermöglichen. Die Bewertung und Internalisierung derselben ist dabei in einem hohen Maße von ihrer „Alltagstauglichkeit“ determiniert. Im Fach Physik entsprechen diese innerlich tief verankerten Prä-Konzepte jedoch nur bedingt den wissenschaftlichen Konzepten bzw. physikalischen Phänomenen – eine Herausforderung für das Lehren und Lernen [10, 23 ff]. Den Studierenden die Fehlkonzepte bewusst zu machen und ihnen bei der Auflösung der selbigen zu helfen sowie ihnen Fähigkeiten (kritisches Denken) zu vermitteln, so dass sie dies später selbst können, sind zwei der Hauptintentionen der Autoren des Lernmaterials Tutorials.

3 STRUKTURELLER UND INHALTLICHER AUFBAU DER TUTORIALS

Der formale Aufbau der Tutorials strukturiert sich in eine vorgegebene Reihenfolge von Arbeitsaufträgen, die in Kleingruppen von Studierenden nacheinander bearbeitet werden. Die Fragen werden direkt auf den Arbeitsblättern beantwortet und Skizzen zum besseren und vertiefenden Verständnis in dafür vorgesehenen Zeichenfeldern angefertigt. Inhaltlich bauen die einzelnen Fragen aufeinander auf und führen Lernende Schritt für Schritt in eine vertiefende Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Themengebiet. Da mit einer relativ einfachen Fragestellung begonnen wird, können die Anfangsfragen trotz vorhandenem Fehlkonzentriert werden. Die Folgefragen beziehen sich zwar auf die Ausgangsfrage, jedoch in leicht veränderter und erweiterter Form. Weiterführende Antworten müssen mit vorherigen Antworten verglichen und Ergebnisse begründet werden. Das jeweilige physikalische Prinzip ist identisch mit der vorherigen Aufgabe – nicht jedoch für Studierende mit Fehlkonzentriert, die sich im Vergleichen ihrer Antworten plötzlich mit einem Widerspruch konfrontiert sehen und aufgefordert werden, diesen aufzulösen. Fachliche wie auch methodisch kompetente Tutoren unterstützen die Studierenden an dieser Stelle durch eine non-direktive, fragend-hinführende Auseinandersetzung. Dadurch werden die Studierenden angeleitet, selbständig physikalische Sachverhalte zu durchdenken und lernen, sich anhand von Fragen fachspezifische Themen zu erschließen.

Die Tutorials sollen dabei nicht nur die fachlichen und methodischen, sondern auch die sozialen Kompetenzen der Studierenden fördern. Durch das Erarbeiten der Aufgaben in der Kleingruppe und die intensive Auseinandersetzung in der „community of practice“ üben Studierende u. a. einen stringenten Argumentationsaufbau und Diskussionskompetenzen unter Verwendung der spezifischen Fachterminologie ein, was auch im Hinblick auf die spätere Berufstätigkeit von Bedeutung ist.

4 DURCHFÜHRUNG DER TUTORIALS

Ausgehend von der Frage, inwieweit Tutorials im physikalischen Verständnis unterstützend wirksam sind und Fehlkonzentrierte aufdecken, wurde vor Beginn der Tutorialsarbeit querschnittsmäßig erhoben, welche Grundkenntnisse im Fach Physik von den künftigen Studierenden in den ingenieurwissenschaftlichen Fächern mitgebracht werden.

Tabelle 1: Physikkenntnisse der Studierenden unterschiedlicher technischer Fachrichtungen an der HaW Rosenheim zu Beginn des ersten Semesters. Dass die Summe der Prozentzahlen in der rechten Spalte nicht 100 ergibt ist dem Umstand geschuldet, dass Mehrfachnennungen möglich waren (z. B. bei Schulwechsel innerhalb der letzten zwei Jahre).

Durchschnittliche wöchentliche Physikstunden der letzten zwei Schuljahre	Anzahl der Studierenden	Prozentualer Anteil
Physik 0 Stunden	207	47 %
Physik 1–2 Stunden	120	27 %
Physik 3–4 Stunden	119	27 %

Von 441 befragten Studierenden aus den unterschiedlichen technischen Fachrichtungen an der Hochschule Rosenheim hatten 207 in den letzten zwei Schuljahren keinen Physikunterricht, 120 Studierende konnten auf ein bis zwei Wochenstunden und 119 Studierende auf drei bis vier Wochenstunden Physik zurückgreifen. 47 % der Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften können demnach nicht auf schulische Physikgrundkenntnisse zurückgreifen.

Bei Studierenden der EGT wurden im ersten Semester insgesamt neun Tutorials begleitend zu der Physikvorlesung im Rahmen von Übungsstunden (90 min) bearbeitet. Dabei wurden die in Kleingruppen arbeitenden Studierenden von der Physikdozierenden und einem wissenschaftlichen Mitarbeiter des HD MINT Projektes betreut. Aufgrund der guten Erfahrungen wurde für Studierende der Kunststofftechnik im ersten Semester einmalig ein Tutorial in einem Themenbereich eingesetzt, der den Studierenden erfahrungsgemäß große Schwierigkeiten bereitet. Auch in diesem Fall erfolgte die Betreuung durch die Dozierende selbst und einen wissenschaftlichen Mitarbeiter des HD MINT Teams

5 KRITISCHE REFLEXION DER DURCHFÜHRUNG

Von den Dozierenden positiv bewertet wurde die aktivere und zahlenmäßig höhere Teilnahme der Studierenden im Vergleich zu den bisherigen studentischen Tutorien, die als Übungen zum laufenden EGT-Physikunterricht konzipiert waren. Die studentische Teilnahme an den Tutorials lag von Semesterbeginn 2013 bis Weihnachten 2013 bei durchschnittlich 80 %. Im Vergleich dazu lag die Teilnehmerzahl in den anderen Tutorien nach den ersten sieben Wochen bei durchschnittlich 15 %.

Dies wirkte sich laut der Dozierenden auch auf den laufenden Physikunterricht aus: Sie erlebte die Studierenden als wesentlich aktiver und interessierter an der fachspezifischen Thematik. Dies könnte darauf hindeuten, dass sich die intensive Kleingruppenarbeit im Rahmen der Tutorials auch positiv auf die Strukturierung des sozialen Gefüges der Studierendengruppe auswirkt. Interviews mit Studierenden weisen darauf hin, dass das Lernen bzw. auch das Setting der Tutorials einen Wechsel zu einer intrinsischeren Zielorientierung auslöst.

Die aufbauende Struktur, die primär auf ein Konzeptverständnis zugeschnittenen Fragen der einzelnen Tutorials und die Bearbeitung in Kleingruppen erlauben die Abbildung eines differenzierteren Kompetenzbildes der Studierenden bezogen auf fachliche, methodische und soziale Kompetenzen.

Durch die Tutorials kann das Verständnis des Grundlagenstoffes vertieft werden, was insbesondere für Studierende mit marginalen Physikvorkenntnissen relevant ist. Die Tutorials bieten einen Rahmen, den Studierende für sich sinnvoll und eigenverantwortlich ausgestalten können. Dies fördert eine freiwillige Übernahme von Verantwortung für den eigenen Lernprozess – was letztlich eine Grundvoraussetzung für kritische Reflexion des eigenen fachspezifischen Wissens, Denkens und Argumentierens ist. Die konzentrierten Gruppenarbeiten ermöglichen den Studierenden eigene Konzepte ins Visier zu nehmen, Fehler und Irrtümer aufzudecken und gleichzeitig Argumentationslinien bzw. Konzepte und Wissen der KommilitonInnen zu reflektieren, mit eigenem Wissen abzugleichen und/oder zu hinterfragen. Am Ende des Semesters wurde erhoben, ob sich ein verändertes Konzeptverständnis auch im Rahmen der vorgeschriebenen Physik-Prüfung abbildet. Dabei wurde den in Tabelle 2 angeführten Gruppen zwei und drei die gleiche, verständnisorientierte Frage gestellt wie Gruppe 1 zu Beginn des Semesters [11, 3]. Die gezeigte Tabelle bildet das Antwortergebnis der Prüfungsfrage ab, bei der die Gruppe eins kein Tutorial bearbeitete, Gruppe zwei ein Tutorial zum Thema der Prüfungsfrage absolvierte und Gruppe drei während des gesamten Semesters insgesamt neun unterschiedliche Tutorials zu verschiedenen Themen bearbeitete.

Tabelle 2: Antwortverhalten der Studierenden in einer Physikgrundlagenprüfung im Multiple-Choice-Verfahren nach Durchführung singulärer bzw. regelmäßiger Tutorials im Vergleich mit Studierenden zu Studienbeginn. Die unterschiedliche Summe der Spalten ist darin begründet, dass die Gruppe eins nur eine der fünf Antworten ankreuzen durfte, während die beiden anderen Gruppen beliebig viele Antworten markieren durften. Die Prüfungsfrage wurde als Multiple-Choice Frage konzipiert, wobei es insgesamt fünf Antwortmöglichkeiten gab. Antwort e) ist die einzig korrekte und Antwort d) repräsentiert das häufigste Fehlkonzept für diese Frage.

Antwortmöglichkeiten	Gruppe 1 Eingangsniveau (441 Studierende)	Gruppe 2 1 Tutorial im Semester (45 Studierende)	Gruppe 3 9 Tutorials im Semester (80 Studierende)
a)	8 %	17 %	11 %
b)	0 %	0 %	0 %
c)	17 %	14 %	10 %
d) (häufiges Fehlkonzept)	58 %	83 %	43 %
e) (korrekte Antwort)	17 %	11 %	43 %

Der Anteil der Antworten, die auf einem Fehlkonzept basieren, ist in Gruppe drei am geringsten, der Anteil der richtigen Antworten hingegen am höchsten. Im Vergleich dazu war in Gruppe zwei die mit einem Fehlkonzept verbundene Antwort am häufigsten zu finden. Bemerkenswert erscheint, dass die richtige Beantwortung der Frage in den Gruppen eins und zwei relativ gering ausfällt (17 % und 11 %). In Gruppe drei ist sie mit 43 % zwar wesentlich höher, sie zeigt aber neben der Verbesserung des Konzeptverständnisses auch die Hartnäckigkeit von Fehlkonzepten – und die Dringlichkeit, diese in Angriff zu nehmen. Im Rahmen des Versuches ist ersichtlich geworden, dass die Tutorials bezüglich des Abbaus von Fehlkonzepten einen wichtigen Beitrag leisten können. Es zeigt sich aber auch, dass ein einmaliger Einsatz der Tutorials nicht zielführend ist. Grund dafür dürfte unter anderem sein, dass sowohl die Auseinandersetzung mit Fehlkonzepten, die sehr früh erlernt und intrapersonell verankert wurden, als auch die Entwicklung einer adäquaten, eigenverantwortlichen und reflektierten Lernhaltung prozesshaft sind – und daher sowohl Kontinuität als auch Zeit beanspruchen.

6 AUSBLICK

Aufgrund der positiven Erfahrungen mit den „Tutorials in Introductory Physics“ plant die HaW Rosenheim im Rahmen des HD MINT Projektes zukünftig verstärkt Tutorials anzubieten. Damit wird Studierenden des ersten und zweiten Semesters mit wenig Physikkenntnissen eine zusätzliche Unterstützung zur laufenden Physik-Vorlesung geboten, gleichzeitig soll der Aufbau einer reflektierenden, eigenverantwortlichen Lernhaltung forciert werden. Die oben erwähnten Erfahrungen mit den Tutorials legen die Vermutung nahe, dass sich durch den Einsatz dieses Lehr- und Lernmaterials die Chancen für einen positiven Studienerfolg erhöhen können.

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des BMBF unter den Förderkennzeichen 01PL12023A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Referenzen

- [1] VDI Nachrichten (Hg., 2006): Schlüsselqualifikationen. Analytisches Denken, Systematisches Denken. Düsseldorf. Online verfügbar unter: <http://www.ingenieurkarriere.de/bewerberservice/beratung/schlüsselqualifikationen/detail1.asp?id=46> [19.07.2016].
- [2] Engelhardt, Anina; Kajetzke, Laura: Die Wissensgesellschaft beobachten. In: Engelhardt, Anina; Kajetzke, Laura. (Hg., 2010.): Handbuch Wissensgesellschaft. Theorien, Themen und Probleme. Bielefeld S. 7 f.
- [3] Europäisches Parlament (Hg., 2000): Europäischer Rat 23. und 24. März 2000 Lissabon. Schlussfolgerungen des Vorsitzes. Lissabon 2000. Online verfügbar unter: http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_de.htm [19.07.2016].
- [4] McDermott, Lillian C.; Shaffer Peter S. (2009): Tutorien zur Physik. München.
- [5] Seidel, Jana (2012): Transferkompetenz und Transfer. Theoretische und empirische Untersuchung zu der Wirksamkeitsbedingungen betrieblicher Weiterbildungen. Bildung, Arbeit, Beruf und Beratung Band 3. Landau S. 52 ff.
- [6] Mandl, Heinz; Krause, Ulrike-Marie (2001): Lernkompetenz für die Wissensgesellschaft. Forschungsbericht Nr. 145. München S 8ff.
- [7] Ludwig, Joachim (2005): Modelle subjektorientierter Didaktik. In: Report Literatur und Forschungsreport, 28 1, S. 75–80.
- [8] Kryjevskaja, Mila; Boudreaux, Andrew; Heins, Dustin (2014): Assessing the flexibility of research-based instructional strategies: Implementing tutorials in introductory physics in the lecture environment. Am. J. Phys. 82, S. 238.
- [9] Perry, William G. (1998): Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme. New York.
- [10] Ciesla, Ekkehard (2002): Vom Fehlkonzept zum Verstehen. In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 51, 7, S. 23–28.
- [11] Finkelstein, Noah D.; Pollock Steven J. (2005): Replicating and understanding successful innovations: Implementing tutorials in introductory physics. Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 1 010101

POSTER

USING AN INTERACTIVE SIMULATION TOOL IN FLUID MECHANICS INSTRUCTION

Christian F. Janßen¹ and Mirjam S. Glessmer²

¹ Hamburg University of Technology, Institute for Fluid Dynamics and Ship Theory,
christian.janssen@tuhh.de

² Leibniz Institute for Science and Mathematics Education at Kiel University,
glessmer@ipn.uni-kiel.de

Abstract 1 *Fluid mechanics is the branch of physics that studies the behaviour of fluids. Related design challenges in mechanical engineering, water management, energy management, or geophysical fluid dynamics comprise the design of components that fluids will flow through or around, the simulation of dissemination and violent wave impact. Fluid mechanics is based on thermodynamics and classical physics and heavily relies on mathematical tools. It is therefore a challenging topic in the context of higher education. In addition to classical lectures, experimental work in wind channels or wave tanks has long been established in fluid mechanics teaching. Over the last couple of years, an attractive alternative to conventional experiments has emerged: Since calculating power has exponentially increased, computer simulations of fluid mechanics have become feasible, also for teaching purposes. Current software prototypes have become so efficient that the simulations can even interactively react to students' inputs, in many cases in real time. We here present the interactive simulation tool ELBE that has successfully be used for various teaching scenarios. We give examples for its successful application in a lecture, in tutorials as well as for self-study.*

Keywords: *Fluid mechanics, engineering education, interactive simulation, inquiry-based learning*

Abstract 2 *Die Strömungsmechanik behandelt das physikalische Verhalten von Fluiden und dient der Lösung von Strömungsproblemen im Maschinen- und Schiffbau, der Wasser- und Energiewirtschaft, der Geophysischen Fluidodynamik und zahlreichen weiteren Fachrichtungen. Typische Anwendungen umfassen die Auslegung von durch- und umströmten Bauteilen sowie die Vorhersage von Ausbreitungsphänomenen und Wellenschlag. Das Fach basiert auf Grundlagen der Thermodynamik und der klassischen Physik und bedient sich zahlreicher mathematischer Hilfsmittel. Es ist somit überaus anspruchsvoll im Kontext hochschulischer Lehre. Ergänzend zu klassischen Vorlesungen hat sich in der strömungsmechanischen Lehre das experimentelle Arbeiten im Windkanal und im Wellentank etabliert. Experimente sind – richtig eingebunden – didaktisch sehr wertvoll, um Studierende auf ihren Beruf in Forschungskontexten vorzubereiten. In den letzten Jahren hat sich eine attraktive Alternative bzw. ein ergänzendes Hilfsmittel zum Experiment etabliert: durch die rasante Zunahme an Rechenleistung im EDV-Bereich sind Computersimulationen komplexer Strömungen in vertretbarer Rechenzeit möglich geworden. Aktuelle Software-Prototypen sind dabei so effizient, dass sie auch in Form von numerischen Experimenten in Unterrichtsszenarien eingesetzt werden können und sogar interaktiv auf Eingaben des Benutzers reagieren können. Der in diesem Beitrag vorgestellte Strömungslöser ELBE kann in verschiedenen Unterrichtsszenarien angewendet werden. Wir geben Beispiele für den erfolgreichen Einsatz im Hörsaal, in Sprechstunden und im Selbststudium.*

Keywords: *Fluidmechanik, Ingenieurstudium, interaktive Simulation, Forschendes Lernen*

INTRODUCTION

Experiments are a classical method in STEM teaching [1]. There are challenges that come with using experiments in teaching, but when employed correctly, the benefits far outweigh the challenges. Research in fluid mechanics involves a lot of experimentation, therefore experimentation in teaching provides realistic research context and prepares students for future research [2, 3]. Experiments can accommodate many different learning outcomes [4]. There are many ways to improve the design of teaching labs [5]. In general, experiments are most beneficial in student-centered teaching scenarios, where students take on the responsibility for their learning and follow their interests: Inquiry-based learning aims at designing learning situations in which students experience (parts of) the research process. Giving students the opportunity to run experiments in a self-directed way is therefore desirable. In fluid mechanics however, running experiments quickly becomes prohibitively expensive. But the exponential increase of calculating power in recent years provides a new alternative to classical fluid mechanics experimentation: computer simulations. Simulations can interactively react to students' inputs, thus simulating classical experiments in real time, but with many advantages: fewer resources are needed and the experiment can be conducted in a lecture theatre or an office. Last but not least, simulations provide the opportunity for extended visualizations that are extremely difficult in physical experiments, and can easily be repeated as often as needed. In the following, we present ELBE, a tool for fluid mechanics simulations that we recommend for teaching purposes, locate its different applications in the Rueß (2013) framework of inquiry-based learning activities [6], and suggest different kinds of inquiry-based learning activities using the ELBE tool [7, 8].

THE ELBE SIMULATION TOOL

Compared to other applications, computer simulations of fluid mechanical problems are computationally demanding. Due to the large scale of the problems under consideration and the highly turbulent nature of the flows that require a high temporal and spatial resolution, a high number of operations is required. Efficient software and hardware concepts have to be combined in order to obtain numerical results in a reasonable amount of time. The presented work is based on the efficient flow solver ELBE developed at TU Hamburg. ELBE is accelerated with the help of graphics processing units (GPUs), powerful compute units that were originally designed for rendering and gaming purposes. In contrast to conventional high performance computing (HPC) hardware, the GPU boards can be installed in almost any arbitrary off-the-shelf workstation. They are flexible and relatively easy to use, also in the context of teaching. Moreover, they are less expensive than CPU-based hardware. The demonstrator ELBE2go that is used for all simulation scenarios in this paper was especially developed for presentations and live demos and costs only around 1500 €.

INQUIRY-BASED LEARNING FRAMEWORK

Different types of inquiry-based learning can be classified on two axes: the activity level of students for a given activity, and the type of content [6]. Students can be passively consuming, can apply something actively or can be engaged in research activities. The type of content can be broken down into activities which focus on research results, research methods or the research process. We use this framework to describe how we use ELBE (Figure 1).

Table 1: Using the framework of Rueß et al. [6] to describe inquiry-based learning activities that are being done using the ELBE framework.

		Topic of the student activity		
		Scientific results	Scientific methods	Scientific processes
Student activity	Students research	Study the literature to find a suitable parameterization for an array of wind turbines for a simulation in ELBE. Study the literature to find the state of the art knowledge on parameterizations of turbulent mixing to consider modifications to the ELBE code.	Figure out a way to determine the influence of the shape of a blade on the efficiency of mixing of a gas into a fluid using ELBE simulations. Suggest a parameterization from literature to parameterize the shape of pools and tanks subject to violent sloshing.	[Mostly in the scope of BSc/MSc/PhD theses] Address own research questions using ELBE. Extend ELBE with novel algorithms.
	Students apply	Read literature to write a wiki article on turbulent mixing as resource for the ELBE community. Learn from an ELBE simulation of wing profiles in a wind tunnel to improve personal sailing skills.	Determine if the grid resolution that meets the computational constraints is sufficient to answer a question with ELBE. Replicate a predefined ELBE test scenario in order to practice running the code.	Decide for/against higher grid resolution (vs. short calculation times) for an ELBE simulation. Figure out a research design to answer questions on nonlinear flow physics using ELBE.
	Students consume	Attend lectures or presentations at “science nights” on recent ELBE results. Watch animated results of ELBE simulations.	Listen to a presentation on numerical methods used in ELBE. Attend a lecture on fluid mechanics with an ELBE live demo. Watch a video presenting a scientific method using ELBE.	Listen to a presentation on the history of ELBE. Participate in an excursion to HSVA to compare experimental results with ELBE results.

ELBE has been successfully applied in several teaching scenarios at TUHH. In the following, three scenarios are described in detail. Very recently, we started aiming at fluid mechanics lectures on a larger scale, typically with a couple of hundreds participants. Here, ELBE is used to help visualize and thus explain basic fluid mechanics phenomena that would otherwise be presented as purely theoretical constructs (e. g. turbulence, drag, vortex shedding, boundary layers, and so on). By changing parameters around, their influence on given properties can be directly experienced rather than just calculated: For example, streamlines around bodies or dispersion of tracer particles (i.e. injection of dye). In this scenario, the interaction with the tool is mainly done by the lecturer, reacting to students input. Experiments on such a large scale are not feasible at all, so that GPU-accelerated simulations are an appealing alternative for large-scale lectures. In the same context, elbe is frequently used for demonstration and PR purposes on conferences, fairs, open days and numerous other events. If interactive input devices (such as smartboards) are used with the tool, the interested audience can get in touch with a real CFD simulation easily, e. g. by writing names or drawing shapes and observing the changes in the flow fields, e. g. at the TUHH Science Night (Hamburg, 2015).

The code is also used for smaller lectures with 5-25 participants. The students themselves were able to interact with the simulation and operate the tool, supervised by a scientist. This provided the students with the opportunity to develop a feel for flow fields or to test their own hypotheses. Interactions were driven by student interest or by tasks given by the lecturer, or ideally by a combination of both. The concept was successfully applied in two master courses at the Institute for Fluid Mechanics and Ship Theory (FDS), Application of Numerical Methods in Naval Engineering (ASM) and Innovative Numerical Methods for CFD (InnoCFD). Once the basics of ELBE and Fluid Mechanics were understood, the students were able to address their own, independent tasks with the code. Based on this basic instruction, more than 20 student theses on both Bachelor and Master level were conducted with the code, mostly based on the previous lecture experience in ASM and InnoCFD, which shows the great success of the presented teaching concept in encouraging student interest.

After completion of a thesis project with the ELBE, several of the students decided to continue with related research projects. Complex numerical simulations are run by students or scientists for research purposes, for example a couple of research-related master theses at FDS and recent PhD student and Postdoc work in the field of very challenging topics, such as three-dimensional ship-ice-interactions, Tsunami propagation and inundation modeling and transition from laminar to turbulent flow [8].

SUMMARY

We here presented inquiry-based learning activities using the ELBE simulation tool. Thanks to innovative hard- and software concepts, even complex numerical simulations could be embedded into various teaching and learning activities at TUHH, as an alternative to conventional experiments. Future work will address a further increased level of student participation and student-interest led inquiry-based learning.

Acknowledgements

The authors would like to thank NVIDIA for supporting the ELBE-related research in the scope of the Academic Partnership Program and the more recent GPU Research Center initiative.

References

- [1] Hart, C. et al. (2000): What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? In: Journal of Research in Science Teaching, Vol. 37, Nr. 7, S. 655–675.
- [2] Weaver, G. C./Russell, C. B./Wink, Donald J. (2008): Inquiry-based and research-based laboratory pedagogies in undergraduate science. In: Nature Chemical Biology 4, S. 577–580.
- [3] Crouch, C. et al. (2004): Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment? In: Am. J. Phys. 72.
- [4] Feisel, L. D. & Rosa, A. J. (2005): The role of the laboratory in undergraduate engineering education. In: Journal of Engineering Education, S. 121–130.
- [5] Glessmer, M. S., S. Knutzen & P. Salden (Eds), Die Spannung steigern. Laborpraktika didaktisch gestalten. Schriften zur Didaktik der Ingenieurwissenschaften Nr. 3, Hamburg (2015).
- [6] Rueß, J., Gess, C. & Deicke, W. (2013). Schärfung des Konzepts Forschenden Lernens im Kontext forschungsorientierter Lehre. Vortrag gehalten auf der Konferenz Forschendes Lernen: Forum für gute Lehre, 2. September, Potsdam.
- [7] Janßen, C.F. et al. (2015): GPU-accelerated CFD for large-scale free surface flow problems in civil and environmental engineering. In: Computation 3(3), S. 354–385, doi 10.3390/computation3030354.
- [8] <http://www.tuhh.de/elbe>

INDIVIDUAL PREPARATION FOR THE MECHANICS EXAM WITH HELP OF AN E-ASSESSMENT SYSTEM

Natalia A. Konchakova¹, Mirjam S. Glessmer² and Emil Heyden¹

¹ Hamburg University of Technology, Institute of Continuum Mechanics and Material Mechanics
natalia.konchakova@tuhh.de, emil.heyden@tuhh.de

² Kiel University, Leibniz Institute for Science and Mathematics Education, glessmer@ipn.uni-kiel.de

Abstract 1 Wir stellen eine Lehrinnovation vor, die wir für Mechanik II (Elastostatik) entwickelt und an der Technischen Universität Hamburg getestet haben. Wir haben ein Online-Lern-Paket entwickelt, das aus 12 Teilen besteht, die entsprechend den Inhalten der 12 Semesterwochen der Werkstoffmechanik gegliedert sind. Studierende können dieses Lernpaket sowohl für individuelles semesterbegleitendes Lernen als auch speziell zur Prüfungsvorbereitung verwenden. Wir stellen hier unsere Strategie vor, mit der wir die Effizienz der Prüfungsvorbereitung und die Motivation der Studierenden für die Mechanik erhöhen.

Keywords: Mechanik, Ingenieurstudium, Großveranstaltung, Transfer, E-Assessment

Abstract 2 We present a teaching innovation for individual preparation for the exam in second semester mechanics (elastostatics), which was integrated and tested in Hamburg University of Technology. The strategy of supporting learning with help of an e-learning system is the focus of this contribution. The online course consists of 12 parts corresponding to the basic themes of material mechanics. Students can use the resource for general study or for exam preparation, each at their individual learning speed and according to their learning preferences. We discuss our strategies which help to enhance the efficiency of the exam preparation and increase student motivation for study of fundamental courses.

Keywords: mechanics, engineering education, teaching large classes, transfer, e-assessment

INTRODUCTION

It is known that teaching a large, “fundamental” subject (i. e. a subject like mathematics or mechanics, on which many different study programs heavily rely, but which is not tailored to fit the needs of any specific study program) to a large group of students enrolled in different study programs comes with its own challenges [1, 2]. On the one side, due to the size of the group, students experience little direct interaction with and feedback from the instructor. On the other side, the instructor cannot help each student individually in their learning process [3]. As a result, the independent and self-organized preparation of lectures and finally exams of “fundamental” subjects represents a great difficulty, especially for first-year students. This can be explained primarily by the challenge of organizing their own learning, which students might not be used to from their prior studies at school. This is also affected by different prior knowledge and various learning tempo of students, as well as by the inhomogeneity of study directions and the extensive course content. One of the methods to help students to successfully prepare for lectures and exams is the integration of supplementary materials to the course in an e-assessment system and letting students use online resource for individual learning and, most importantly, instant feedback [4, 5].

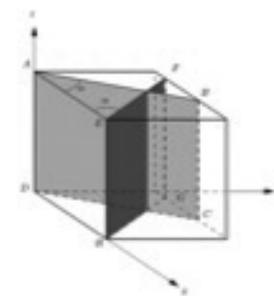
INITIAL STATE AND GENERAL CONCEPT

At Hamburg University of Technology (TUHH), the course Mechanics-II is taught to approximately 900 students enrolled in 8 different engineering study programs. The actual teaching of the course is offered during summer term, but exams can be taken both during summer as well as winter term. The exam in winter is hence an examination without regular classes preparing directly for it. That is why successfully passing the exam in winter is extra challenging for the students. As additional support for the effective preparation for the exams, we developed and implemented on an e-assessment platform the online course “Lern-Paket: Mechanik-II Wiederholungskurs”, consisting of the 12 parts corresponding to the content of the 12 weeks of mechanics of materials instruction during semester. Each part includes six tasks, like reading specified parts of lecture or textbooks, solving of typical problems, and qualitative multiple-choice questions, to practice and test general understanding of the subject.

STRATEGY AND APPROACHES

The student can use the resource for general study or in the time of the exam preparation with at their individual learning tempo. They can also utilize the course for identification of problematic areas in the study and concentrate on studying those parts in discussion with other students, tutors or instructors.

The system supports the preparation of different types of questions with different types of answers like the classical solution in mathematical form, multiple choice answers or graphical sketches. All questions and tasks of the course are coded as general as possible, using variables wherever appropriate, and then individually put together for each student with an algorithmic approach. Most multiple choice questions include algorithms, to create variations of questions and answers, so that every student is confronted with an individual problem on the same topic. As an example, let us consider the following task from the course:



When loading is applied to the engineering construction, it produces a stress in the material. The stress state of a material element is described by the given stress tensor. Determine the normal and shear stress components on the same point of the plane ABCD (EFGH). The plane ABCD (EFGH) is placed perpendicular to the x-y-plane along of the angle α ($-\alpha$) to the x-z-plane (Figure 1).

Figure 1 Graphics given with the example study task provided in the text: A material element which shows the notation used in the task.

The parameters of the problem – the stress tensor components and the angle α , initial geometry, loading condition etc. – are determined by drawing randomly from a given number range. Thus, each student receives an individual set of start parameters. Accordingly, each student receives an individual task, for which the solution is typed into the e-assessment system.

The tests are graded automatically using the algorithmic approach. The check of the solution is carried out directly after the submission of each student’s answer, and instant feedback is given. The students have the possibility to repeat parts of the course to improve their results, or to refresh their recall and

understanding of the subject. Moreover the students have the opportunity to analyze their results after finishing of each part by comparing to a given solution. The successful final and high marks confirm the right method and concept of the education process in general. It increases the motivation to actively study during the next part of the course. The lowest grades indicate a challenge in the understanding of the material and gives the impulse to intensive learning (especially) of the current part of the course.

RESULTS AND DISCUSSION

The online course “Lern-Paket: Mechanik II Wiederholungskurs” was implemented and integrated in the course mechanics of materials in 2016 at TUHH as an additional instrument to the individual preparation for the mechanics exam. Approximately five hundred students used the course. Of course the maximal activity of the students (approx. 70% of users) was observed two weeks before the exam, but some students showed interest to check their knowledge well before the intensive exam preparation phase. The students checked their level of the material understanding and tried to use the opportunities for the improvement of the result due to the repetition of the theoretical background, discussion with other students, tutors as well as instructors, or repetition the problem online-part one more times and the concentration on the solution of a given problem type. It is the part of the formation of the individual learning concept and studying skills which are very important for successful engineering education.

On the other side, the online-course gives to instructors the possibilities to analyse the learning progress of the large group as well as the part of the student group. Additionally the analysis can be the key tool to the test of the general course concept. It can help to identify and correct challenges in the educational process and suggest the usage of other teaching methods for the course. How effective is your course? How many students can master the questions without difficulties?

The diagram of the education efficient of the “Lern Paket: Mechanik II Wiederholungskurs” is depicted in Figure 2. The average results for each from twelve parts are represented. We can observe that the best results are reached on the first two subjects (approximately 80 % of maximal grades). After that the success decreases slightly as the difficulty of problems increases. However the tendency to keep the position of the high grade (about 60–70 % of maximal grade) is saved till the three-quarter of the course. The results fall very fast on the tenth subject till 38 %. This part was given for the student’s self-study and was not discussed in class. The last two themes reflect the returning of the education success level to more than 50 % of maximal grade.

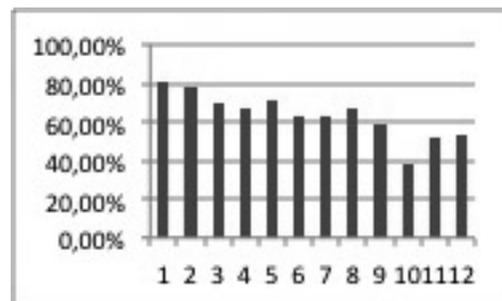


Figure 2 Distribution of the learning success in twelve parts of the online-course

The development of the average values reflects fully the degree of difficulty of the mechanic course. The start subjects are easy to understand and include quite ease tasks. The middle topics are standard for the study, and the last three themes are difficult for the students. However the average mark of the course is 64 % of maximal grade, which indicate very good learning level. Of course we discuss now the average values of each part, just as we have some very good individual results of whole course of 91 % or 87 % of maximal grade.

Parallel we can investigate the development of the motivation of the student to the individual study. The learning with help of e-assessment system initiates the intensive education process, supporting the individual tempo and experience. It is especially effective to use in the phase of the intensive preparation for the exam. The approach improves the student motivation to the active study. The concept can be used for other fundamental subjects in engineering education for example in mathematics, construction, mechanical engineering or statics.

Moreover the concept of the individual preparation for courses with help of e-assessment system can be very efficiently integrated in classes with high heterogeneity of students (it does not matter what kind of heterogeneity is considered – the heterogeneity due to large number of various education programs or heterogeneity due to large number of students and, as the effect, various level of initial skills). The concept let help to receive a high education action so far as students have the possibility to use their individual learning style, strategy and time management. We tested this approach on the integration of the tasks of material mechanics in online course of mathematics [2] and can confirm that the course has very high learning effect and extremely positive feedback from students.

Ideally, the online-course would be used during the semester instead of “only” for exam preparation. The teachers responsible for the in-person parts of the class could gain valuable information about each student’s knowledge and skills at any given time during the semester which could – and should – inform in-person teaching. Did the students really understand what we talked about last week? Are they able to solve a problem task at a given level of difficulty? How many of them are, and how long did it take them? Answers to all these questions are not only extremely valuable to students themselves, but should be used to monitor the success of the in-person teaching and to adjust and fine-tune delivery speed and method.

Acknowledgements

We gratefully acknowledge very fruitful discussions with Dr. Christian Seifert, Dr. Leo Dostal and Dr. Karsten Kruse, Hamburg University of Technology.

References

- [1] Freeman S., Eddy S.L., McDonough M., Smith M.K., Okoroafor N., Hannah Jordt H., and Wenderoth M. P.(2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics Proceedings of the National Academy of Science of the USA, vol. 111 N. 23 , p. 8410–8415
- [2] Glessmer M.S., Seifert C., Dostal L., Konchakova N. and Kruse K. (2016). Providing Opportunities for Individual Practice and Assessment in a Large Undergraduate Mathematics Course. Proceedings of 6th International Symposium of Engineering Education, The University of Sheffield, UK, p. 13–20.
- [3] Glessmer M.S., Seifert C., Dostal L., Konchakova N. and Kruse K. (2016). Individualisierung von Großveranstaltungen. Oder: Wie man Ingenieurstudierenden die Mathematik schmackhaft macht, Proceedings of the Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik, Lübeck, Germany
- [4] Krüger, M. and Schmees. M. (2013). E-Assessments in der Hochschullehre Einführung, Positionen & Einsatzbeispiele. Series: Psychologie und Gesellschaft, V. 13.[5] Schulmeister, R. Studierende. (2009). Internet, E-Learning und Web 2.0. In: N. Apostolopoulos, H. Hoffmann, V. Mansmann, A. Schwill (Hrsg.): E-Learning 2009: Lernen im digitalen Zeitalter (Medien in der Wissenschaft, 51), Waxmann: Münster, p. 129–140.

INFORMATION UND QUELLENGLAUBWÜRDIGKEIT BEI DER LEHRAMTSSTUDIENWAHL

Nadja Markof

Universität Siegen, Technical Vocational Didactics (TVD), markof.tvd@uni-siegen.de

Abstract 1 Vor dem Hintergrund des strukturellen Mangels an Studierenden in den gewerblich-technischen Fachrichtungen für das Lehramt an Berufskollegs in Nordrhein-Westfalen werden auf Basis einer informationsökonomischen Analyse von Studiengangseigenschaften sowie einer Analyse der Glaubwürdigkeit von Informationsquellen Implikationen für die Gewinnung von zusätzlichen Studierenden abgeleitet.

Keywords: Studienwahlentscheidung, Lehramt, Informationsökonomik, Quellenglaubwürdigkeit

Abstract 2 First, information economics is used to analyze qualities of study programs. Second, source credibility theory is applied to analyze the credibility of informational sources. Finally, implications are derived to increase the demand for study programs for technical vocational teacher education in North Rhine-Westphalia which are currently lacking students.

Keywords: study choice, teacher education, information economics, source credibility

EINLEITUNG

Der Bedarf an Nachwuchslehrkräften für die gewerblich-technischen Fachrichtungen Maschinenbau-technik, Fahrzeugtechnik und Elektrotechnik für das Lehramt an Berufskollegs in Nordrhein-Westfalen kann seit Jahren nicht gedeckt werden. Hierdurch werden die korrespondierenden Bildungsgänge¹ gefährdet. Es müssten sich mehr Studieninteressierte für die Wahl des Studiums des Lehramts an Berufskollegs in diesen Fachrichtungen entscheiden. Unzureichende Informationen bei der Studienwahlentscheidung verhindern, dass Studieninteressierte den Nutzen der zur Wahl stehenden Optionen einschätzen können [1, 36; 2, 126]. Fehlentscheidungen bei der Studienwahlentscheidung können die Folge eines unzureichenden Informationsstands und darauf basierenden falschen Erwartungen sein [3, 13, 28 f., 145]. Im Rahmen dieses Beitrags wird der Frage nachgegangen, auf welcher Informationsgrundlage die Studienwahlentscheidung bezüglich des Studiums der gewerblich-technischen Fachrichtungen für das Lehramt an Berufskollegs in Nordrhein-Westfalen von den Studieninteressierten getroffen werden kann (und wird). Im Rahmen einer informationsökonomischen Analyse [4; 5] wird betrachtet, welche Informationen und Informationsasymmetrien vor und nach dem Studienbeginn existieren. Anschließend wird die Glaubwürdigkeit von Informationsquellen mit Hilfe der Quellenglaubwürdigkeitstheorie [6] analysiert. Abschließend werden Implikationen für die Gewinnung von zusätzlichen Studierenden für die Studiengänge der gewerblich-technischen Mangelfächer des Lehramts an Berufskollegs in Nordrhein-Westfalen abgeleitet.

¹ Bildungsgänge des Berufskollegs in Nordrhein-Westfalen: Berufsschule, Ausbildungsvorbereitung, Berufsfachschule, Fachoberschule, Berufliches Gymnasium, Fachschule.

THEORETISCHER RAHMEN

Im gestuften Bachelor-Master-Studiensystem stellt jede Studienwahlentscheidung, also auch die Entscheidung bezüglich des Lehramtsstudiums für Berufskollegs, für Studieninteressierte eine Folge von Entscheidungen unter Unsicherheit dar [2, 125 f.]. Unsicherheit im Rahmen der Studienwahlentscheidung entsteht unter anderem aufgrund von Informationsasymmetrien: Die Universitäten verfügen in der Regel über einen Informationsvorsprung bezüglich der Eigenschaften der von ihnen angebotenen Studiengänge. Bei den Studieninteressierten dagegen liegt ein Informationsdefizit bezüglich der Eigenschaften der Studiengänge vor (Qualitätsunsicherheit) [7, 30; 6, 29]. Dieser Beitrag basiert auf den Erkenntnissen und Annahmen² der Informationsökonomik, die sich mit auf Märkten existierenden Unsicherheiten aufgrund von Informationsasymmetrien sowie mit deren Ausgleich durch Informationsübermittlung (Signaling) und Informationsgewinnung (Screening) beschäftigt [6, 27 ff.]. Informationsgewinnung kann Unsicherheit reduzieren, da Informationen die subjektiven Wahrscheinlichkeiten, die dem Eintreten von Ereignissen zugewiesen wurden, verändern [8, 31] und die prognostische Qualität des Erwartungswerts des Nutzens der Studienwahloptionen erhöhen. Nach Nelson [4, 312] und Darby & Karni [5, 68 f.] werden die Art, die Kosten und der Zeitpunkt der Informationsgewinnung von der Art der Studiengangseigenschaften bestimmt. Studiengangseigenschaften mit dem Charakter von Sucheigenschaften sind für Studieninteressierte vor dem Studienbeginn direkt überprüfbar. Bei Studiengangeigenschaften, die den Charakter von Erfahrungseigenschaften aufweisen, besteht bei den Studieninteressierten ein weiteres Informationsdefizit: der Wahrheitsgehalt von übermittelten Informationen zu diesen Eigenschaften ist für sie im Vorfeld des Studienbeginns nicht überprüfbar [9, 130 f.; auch 4; 5]. Für Informationsquellen, die Informationen beziehungsweise Botschaften zu diesen Eigenschaften übermitteln, eröffnet dies das Potential für opportunistisches Verhalten wie beispielsweise dem Verschweigen von negativen Aspekten [9, 130 f.; 10, 363]. Im Fall von Erfahrungseigenschaften ist die notwendige Voraussetzung zur Unsicherheitsreduktion die Glaubwürdigkeit der Informationsquelle. Glaubwürdigkeit wirkt als Informationssurrogat und kann Unsicherheit bezüglich den übermittelten Informationen abbauen und Erfahrungseigenschaften in Quasi-Sucheigenschaften transformieren [6, 50; 11, 152 f.]. Die Glaubwürdigkeit einer Informationsquelle wird maßgeblich durch die beiden Dimensionen Wahrheitsfähigkeit und Wahrheitsabsicht bestimmt [6, 37 f.].

VORGEHENSWEISE

Zur Klärung der Forschungsfrage wird im ersten Schritt eine informationsökonomische Analyse von Studiengangseigenschaften (Studieninhalte, Studienanforderungen, Rendite, Realisierung des Einkommens) durchgeführt, die im Rahmen der Studienwahlentscheidung relevant sind. Diese Studiengangseigenschaften wurden im Vorfeld anhand wichtiger monetärer wie nicht-monetärer Studienwahlmotive deutscher Studienanfänger (Fachinteresse, Neigung / Begabung, gute Verdienstmöglichkeiten, sichere Berufsposition [12, 76 ff.; 13, 138 ff.]) abgeleitet. Die abgeleiteten Studiengangseigenschaften werden hinsichtlich der Art, der Kosten und des Zeitpunktes der Informationsgewinnung abgegrenzt. Hierbei werden die Bachelor- und Master-Phase des Lehramtsstudiums für das Berufskolleg sowie polyvalente Anschlussoptionen an das Lehramts-Bachelor-Studium (Berufseinstieg nach dem Bachelor-Abschluss, Wechsel in ein Fach-Master-Studium) berücksichtigt.

² Annahmen: Informationsaktivitäten der Akteure, Nutzenmaximierung, beschränkte Rationalität sowie opportunistisches Verhalten der Akteure.

Im zweiten Schritt folgt eine literaturgeleitete Analyse der Glaubwürdigkeit von Informationsquellen³ hinsichtlich der Übermittlung von Informationen zu den identifizierten Studiengangseigenschaften. Die Analyse erfolgt anhand der Dimensionen Wahrheitsfähigkeit und Wahrheitsabsicht der Quellenglaubwürdigkeitstheorie.

AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE

Die untersuchten Studiengangseigenschaften weisen den Charakter von Erfahrungseigenschaften auf. Einige der Studiengangseigenschaften wie die Studieninhalte oder die Realisierung des Einkommens stellen auch bei Nicht-Lehramtsstudiengängen Erfahrungseigenschaften dar. Im Vergleich zu korrespondierenden Studiengängen der Ingenieurwissenschaften besteht bei Studiengängen der gewerblich-technischen Fachrichtungen für das Lehramt an Berufskollegs allerdings eine in der Regel wesentlich vielschichtigere und längere Unsicherheit aufgrund (1) einer höheren Komplexität durch mehrere Fächer, die das Lehramtsstudium umfasst und (2) einer teilweise sehr späten Überprüfbarkeit der Studiengangseigenschaften. Die Überprüfbarkeit ist in einigen Fällen erst nach dem Abschluss der gesamten Lehramtsausbildung möglich – also frühestens 7,5 Jahre nach dem Studienbeginn im Lehramts-Bachelor-Studiengang.

Im Rahmen der Analyse der Quellenglaubwürdigkeit anhand der Dimensionen Wahrheitsfähigkeit und Wahrheitsabsicht zeigt sich, dass die Informationsquellen Universitäten und Schulaufsichtsbehörden in Bezug auf Informationen zu den untersuchten Eigenschaften von Lehramtsstudiengängen für das Berufskolleg nur eingeschränkt als glaubwürdig einzuschätzen sind. Die Unsicherheit der Studieninteressierten kann somit kaum durch Informationen dieser Informationsquellen reduziert werden. Die Glaubwürdigkeit der Universitäten ist beispielsweise eingeschränkt, da ihre Finanzierung von der Gewinnung von Studienanfängern abhängt. Dies lässt an der Neutralität und Uneigennützigkeit der Universitäten beziehungsweise ihrer Studienberatungseinrichtungen zweifeln. Die Glaubwürdigkeit der Schulaufsichtsbehörden wird beispielsweise dadurch eingeschränkt, dass diese das eigennützige Ziel verfolgten, die Bewerber für die Einstellung in den Schuldienst nach bestimmten Kriterien auszuwählen. Mit der Auswahl wird implizit in Kauf genommen, dass angehende Lehrkräfte die gesamte Lehramtsausbildung für das Berufskolleg erfolgreich durchlaufen, sich auf das Berufsfeld Schule spezialisieren und nach einer Ausbildungsdauer von mindestens 7,5 Jahren nicht eingestellt werden. Daraus resultierende sowie weitere negative Schlagzeilen wie die Entlassung von Lehrkräften über die Sommerferien reduzieren die Glaubwürdigkeit zudem weiter.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die ausgewählten Ergebnisse lassen zusammenfassend darauf schließen, dass Studieninteressierte ihre Studienwahlentscheidung für oder gegen Studiengänge für das Lehramt an Berufskollegs auf Basis von Studiengangseigenschaften treffen, die für sie in der Regel Erfahrungseigenschaften darstellen. Aufgrund der mangelnden Glaubwürdigkeit der Informationsquellen können die Informationsdefizite der Studieninteressierten trotz des Betreibens von Informationsgewinnung vor dem Studienbeginn in der Regel kaum abgebaut werden. Dementsprechend kann der Nutzen dieser Studienwahloptionen von den Studieninteressierten nicht vollständig eingeschätzt werden. Die Nichtwahl von Studiengängen für das Lehramt an Berufskollegs bei der Studienwahlentscheidung kann hiermit erklärt werden. Zur Reduktion von Unsicherheit bei der Studienwahlentscheidung bezüglich des Lehramts an Berufskollegs in den gewerblich-technischen Mangelfächern wäre die Steigerung der Glaubwürdigkeit der

³ Als Grundlage dienen die von Franke & Schneider [14] und Heine et al. [15] untersuchten Informationsquellen bei der Studienwahlentscheidung sowie weitere im Rahmen dieses Beitrags identifizierte Informationsquellen.

Informationsquellen Universitäten und Schulaufsichtsbehörden erforderlich. Dies könnte die Nachfrage von Studieninteressierten erhöhen. Denkbare Maßnahmen auf Landesebene zur Erhöhung der Glaubwürdigkeit der Universitäten sind beispielsweise: (1) die organisatorische Eingliederung der zentralen Studienberatungen der Universitäten an das Wissenschaftsministerium des Bundes oder des Landes; (2) die Loslösung der Hochschulfinanzierung von der Studienanfängergewinnung (keine „Anfängerprämie“). Auf Hochschulebene könnte die Glaubwürdigkeit der Universitäten zudem durch den Einsatz ihrer Kompetenzen und durch Selbstverpflichtungen gesteigert werden: Da die Kompetenz von Universitäten in der wissenschaftlichen Forschung liegt, sollten diese (3) Informationen über mögliche polyvalente Anschlussoptionen nach Lehramts-Bachelor-Studiengängen belegen. Eine Selbstverpflichtung wäre zudem die (4) Implementierung von nachvollziehbaren und verbindlichen Regelungen zum Zugang zu korrespondierenden Fach-Master-Studiengängen nach einem Lehramts-Bachelor-Abschluss in den entsprechenden Ordnungen der lehramtsausbildenden Universitäten. Denkbare Maßnahmen für die Erhöhung der Glaubwürdigkeit der Schulaufsichtsbehörden sind beispielsweise: (1) Einstellungsgarantien für Lehramtsstudierende in den Mangelfächern für das Lehramt an Berufskollegs, gegebenenfalls gekoppelt an das Erreichen bestimmter Notenvorgaben; (2) die Vermeidung negativer Schlagzeilen (keine „Elf-Monats-Lehrkräfte“).

Referenzen

- [1] Götz, W. (2014). Gestaltungsmöglichkeiten von Studienbeitragssystemen und deren Auswirkungen auf die universitäre Hochschulbildung. IHF, München.
- [2] Markof, N. Polyvalenz und Studienwahlentscheidung: Eine spieltheoretische Betrachtung. In: Dreher, R. u. a. (Hg., 2016). Wandel der elektro- und metalltechnischen Berufsbildung – Bedeutungsverlust oder Imagegewinn? Bertelsmann, Bielefeld, p. 123–140.
- [3] Heublein, U.; Hutzsch, C.; Schreiber, J.; Sommer, D.; Besuch, G. (2009). Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen. HIS, Hannover.
- [4] Nelson, P. (1970). Information and Consumer Behavior. In: Journal of Political Economy, Vol. 78, p. 311–329.
- [5] Darby, M. R. & Karni, E. (1973). Free Competition and the Optimal Amount of Fraud. In: Journal of Law & Economics, Vol. 16, p. 67–88.
- [6] Eisend, M. (2003). Glaubwürdigkeit in der Marketingkommunikation. Konzeption, Einflussfaktoren und Wirkungspotenzial. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [7] Mause, K. (2010). Considering Market-Based Instruments for Consumer Protection in Higher Education. In: Journal of Consumer Policy, Vol. 33, p. 29–53.
- [8] Hirshleifer, J. (1973). Where Are We in the Theory of Information? In: American Economic Review, Vol. 63, p. 31–39.
- [9] Swagler, R. M. (1978). Students as Consumers of Postsecondary Education: A Framework for Analysis. In: Journal of Consumer Affairs, Vol. 12, p. 126–134.
- [10] Kaas, K. (1991). Marktinformationen: Screening und Signaling unter Partnern und Rivalen. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Vol. 61, p. 357–370.
- [11] Hüser, A. & Mühlenkamp, C. (1992). Werbung für ökologische Güter: Gestaltungsaspekte aus informationsökonomischer Sicht. In: Marketing. Zeitschrift für Forschung und Praxis, Vol. 14, p. 145–156.
- [12] Scheller, P.; Isleib, S.; Sommer, D. (2013). Studienanfängerinnen und Studienanfänger im Wintersemester 2011/12. HIS, Hannover.
- [13] Willich, J.; Buck, D.; Heine, C.; Sommer, D. (2011). Studienanfänger im Wintersemester 2009/10. HIS, Hannover.
- [14] Franke, B. & Schneider, H. (2015). Informationsverhalten bei der Studien- und Berufsausbildungswahl. DZHW, Hannover.
- [15] Heine, C.; Willich, J.; Schneider, H. (2010). Informationsverhalten und Entscheidungsfindung bei der Studien- und Berufswahl. HIS, Hannover.

ANFORDERUNGEN AN DIE ENTWICKLUNG UND IMPLEMENTIERUNG EINES E-PORTFOLIOS IN DER STUDIENEINGANGSPHASE IN INGENIEURWISSENSCHAFTLICHEN STUDIENGÄNGEN

Alexander Schmitt, Michael Heinemann und René Mehrkens
Technische Universität Hamburg
alexander.schmitt@tuhh.de, michael.heinemann@tuhh.de, rene.mehrkens@tuhh.de

Abstract 1 *Elektronische Portfoliosysteme (E-Portfolios) und deren Potentiale stehen schon länger im Fokus der Lehr-Lernforschung. E-Portfolios können im Rahmen universitären Lernens und Lehrens für vielfältige Einsatzzwecke eingesetzt werden. Insbesondere im Sinne eines Entwicklungsportfolios in der Studieneingangsphase, sehen wir in der Implementierung eines E-Portfolios die Chance, dass Lernfortschritte dokumentiert, fachlicher und überfachlicher Inhalte verknüpft und ihre Erfahrungen reflektiert werden können.*

Im Rahmen dieses Beitrags wird ein entwicklungsorientierter Ansatz zur Ermittlung funktionaler und nichtfunktionaler Anforderungen an die Nutzung und Implementierung eines Entwicklungsportfolios in der Studieneingangsphase dargestellt. Ziel der ermittelten Anforderungen ist die Überführung dieser in ein technisches System.

Keywords: *Studieneingangsphase; E-Portfolio; Anforderungsanalyse; User-Story Mapping;*

Abstract 2 *Electronic portfolios (e-portfolios) and their potentials are in focus of the teaching-learning research for quite some time. In context of learning and teaching at universities, e-portfolios can be used for various areas of applications. Especially for the purpose of a development portfolio in the first-year experience, we see a chance in the implementation of an e-portfolio, where students document their own learning progress, link technical and interdisciplinary contents of their studies and reflect on their experiences.*

Within this contribution, a development-oriented approach, to determine functional and nonfunctional requirements for the usage and implementation of a development portfolio in the first-year experience is presented. The investigation of the function and nonfunctional requirements aims to transfer them into technical systems.

Keywords: *First-year Experience; e-portfolio; Requirements Analysis; User-Story Mapping;*

EINLEITUNG

Die Technische Universität Hamburg (TUHH) ist bestrebt, den Studienerfolg in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen deutlich und nachhaltig zu erhöhen und zugleich auch die Qualität Ihrer Lehre kontinuierlich zu verbessern. Nach einer Studie der Hochschul-Informationssystem GmbH [1, 158 ff.] und einer Studie an der TUHH [2, 25 ff.], stellen u. a. Motivationsdefizite, ein hoher Abstraktionsgrad, fachliche Überforderung oder berufsirrelevante bzw. unvernetzte Studieninhalte negative Faktoren in der Auswirkung auf den Studienerfolg dar.

Neben diesen eher inhaltlichen Problemen, sehen sich Studierende in der Studieneingangsphase ebenso mit einer Vielzahl von Herausforderungen, wie einer Orientierung in einem neuen sozialen Kontext, neue Lehr-/Lernformen und Lehrkulturen sowie mit der Selbstorganisation des Studiums konfrontiert [3, 188]. Aufgrund dieser Erfahrungen und hinsichtlich der bundesweiten Quote von Studienabbruchern im Bachelorstudium in Ingenieurwissenschaften in Höhe von 36 % eines Jahrgangs [4, 4 ff.], bedarf es eines hochschuldidaktischen Konzepts zur Sicherung des Studienerfolgs und der nachhaltigen und kontinuierlichen Verbesserung der Lehrqualität sowie Maßnahmen zur individuellen Förderung, welche insbesondere auf o. g. Gruppe zugeschnitten wird.

Elektronische Portfoliosysteme (E-Portfolios) und deren Potentiale stehen schon länger im Fokus der Lehr-Lernforschung. E-Portfolios können im Rahmen universitären Lernens und Lehrens für vielfältige Einsatzzwecke/Anwendungsbereiche eingesetzt werden (s. hierzu u. a. [5, 717 ff.] und [6, 10 ff.]). Insbesondere im Sinne eines Entwicklungsportfolios in der Studieneingangsphase, sehen wir in der Implementierung eines E-Portfolios die Chance, dass Studierende ihre eigenen Lernfortschritte dokumentieren, eine Verknüpfung fachlicher und überfachlicher Inhalte ihres Studiums herstellen und ihre Erfahrungen reflektieren.

VORGEHENSBE SCHREIBUNG

Bei der Entwicklung eines E-Portfolios (sowie dessen Funktionen) und der Implementierung in ein didaktisches Lehr-Lernszenario, ist eine vorangestellte und gründliche Anforderungsanalyse von Nöten, die am Anfang eines jeden nutzerorientierten Softwareentwicklungs- und Implementierungsprozesses steht [7, 2 ff.]. Diese Analyse ist nicht nur im Rahmen der didaktischen Anforderungen und des avisierten Einsatzzweckes durchzuführen; vielmehr müssen dieser auch geäußerte Nutzeranforderungen und deren implizite Auswirkungen auf die Entwicklung eines Softwaresystems gegenübergestellt werden. Dabei werden die Anforderungen an das Softwaresystem in die zwei Kategorien der funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen unterteilt (s. hierzu [8, 273 f.], [9, 66 f.] und [10, 19 ff.]). Hierzu stehen unterschiedliche Methoden – deren Ziel es jeweils ist, die Wünsche und Forderungen der Nutzer frühzeitig aufzunehmen und in den Prozess der Entwicklung einfließen zu lassen – zur Verfügung (s. hierzu u. a. [11, 51] und [12, 13 ff.]).

Zu Beginn des Anforderungsermittlungsprozesses steht die Recherche, in deren Fokus eine umfassende Analyse einschlägiger Literatur im Themenbereich Portfolioarbeit und E-Learning steht. Aufbauend auf den erlangten Erkenntnissen aus der Recherche, erfolgt die Durchführung eines User Story Workshop, dessen Ziel es ist, die Anforderungen von TUHH-Studierenden bzgl. der Arbeit mit E-Portfolios zu erfahren.

User Stories sind eine Möglichkeit, die Anforderungen von Nutzern zu erfassen und darauf basierend ein Softwareprojekt umzusetzen. Sie sind vom zukünftigen Benutzer der Software formulierte Anforderungen, welche einen sichtbaren Mehrwert für den Kunden bieten [11, 51]. Eine User Story definiert und beschreibt somit eine funktionale Anforderung an die Software (s. hierzu [8, 273 f.], [9, 66 f.], [10, 19 f.] und [11, 52 ff.]).

Zur Gewinnung von Anforderungen wurde ein User Story Workshop mit 18 Studierenden der TUHH durchgeführt. In diesem Workshop hatten diese die Möglichkeit, durch die Formulierung und einer gemeinsamen Diskussion von User Stories, an der Entwicklung eines E-Portfolios beizutragen. Das Ergebnis des Workshops ist eine Vielzahl von User Stories, die von potentiell zukünftigen Benutzern des E-Portfolios entworfen sind und für dessen Entwicklungsprozess als Ausgangslage dienen.

In einem noch folgenden Schritt, erfolgt eine Datenerhebung in Form einer Online-Umfrage, in deren Rahmen allen Studierenden der TUHH bezüglich ihren Anforderungen zur Arbeit mit einem E-Portfolio befragt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse der einzelnen Schritte werden danach ausgewertet, dokumentiert und in einer Handreichung zusammengefasst.

ERGEBNISSE

Im Rahmen der Literaturanalyse führte die Recherche zu einer ersten Auflistung von funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen für das zukünftige E-Portfolio (in Anlehnung an [13, 13 ff.]). Dies sind in erster Linie Anforderungen, die wesentlich für ein E-Portfolio sind; beispielsweise sind die Erstellung, die Ausgabe von Einträgen sowie der Import von Dateien zu nennen.

Das Ergebnis des User Story Workshops sind zahlreiche User Stories, die die Anforderungen und Erwartungen der Studierenden an ein E-Portfolio widerspiegeln. Beispielhaft seien folgend zwei User Stories genannt. So wollen Studierende die Einträge, die sie verfassen, frei gestalten können. Als genannte Akzeptanzkriterien für diese User Story sind, u. a. grundlegende Textformatierungsmöglichkeiten (z. B. einfügen von Absätzen, Tabellen sowie Links) zu nennen. Eine weitere Anforderung der Studierenden ist eine Möglichkeit der Verschlagwortung von Informationen. Hierbei sind z. B. die Tags Datum, Fach und Dozent sowie die Möglichkeit der Definition benutzerdefinierter Schlagwörter zu nennen¹.

Durch die vorangegangene Recherche und Durchführung des User Story Workshops konnten somit die grundlegenden Nutzeranforderungen für den weiteren Entwicklungsprozess eines E-Portfolios gewonnen werden. Die Ergebnisse des Workshops stellen dabei die Ausgangslage für die Erarbeitung eines ersten prototypischen Use-Case-Szenarios, welches ein grundlegendes Szenario für ein E-Portfolio beschreibt, dar. In diesem Szenario ist ein fiktiver Student beschrieben, der entsprechend eines regulären Studienverlaufs Veranstaltungen besucht und seine Erfahrungen, Erkenntnisse, etc. in einem E-Portfolio festhält. Der Anwendungsfall beschreibt exemplarisch den Vorgang vom Verfassen eines Eintrages bis zur Ausgabe von Einträgen z. B. zur Klausurvorbereitung.

AUSBLICK UND WEITERES VORGEHEN

Die Online-Umfrage konnte bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht durchgeführt werden. Die Durchführung wird jedoch mit dem Start des kommenden Semesters erfolgen und die gewonnenen Ergebnisse werden dann in die Entwicklung des E-Portfolios einfließen. Alle im Rahmen des Vorgehensprozesses ermittelten Materialien und Ergebnisse, werden für den Entwickler dokumentiert und anschließend im Form einer Handreichung veröffentlicht.

Das zu entwickelnde E-Portfolio soll anschließend u. a. im Bereich der Studieneingangsphase, der wissenschaftlichen Weiterbildung und der Beruflichen Bildung eingesetzt werden.

Referenzen

- [1] Heublein, Ulrich; Hutzsch, Christopher; Schreiber, Jochen; Sommer, Dieter; Besuch, Georg (2010). Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen. Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/ 08. HIS Hochschul-Informationssystem GmbH, Hannover.
- [2] Derboven, Wibke; Winker, Gabriele (2010). Ingenieurwissenschaftliche Studiengänge attraktiver gestalten. Vorschläge für Hochschulen. Springer, Berlin Heidelberg.
- [3] Knutzen, Sönke; Kallies, Hanno; Lusiewicz, Anna; Misch, Viktoria: Problem- und projektbasiertes Lernen in der gestreckten Studieneingangsphase „mytrack“ an der TU Hamburg-Harburg. In: Kammasch, Gudrun (Hg., 2015). Wege zu technischer Bildung. Wie viel (Grundlagen)Wissen braucht technische Bildung? : Referate der 9. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2014 an der Universität Siegen, 6. - 8. November 2014. Ingenieurpädagogische Regionaltagung. Berlin: IPW, S. 187-192.
- [4] Heublein, Ulrich (2014). Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2012. (Forum Hochschule) (Band 2014, 4). Dt. Zentrum für Hochsch.- und Wiss.-Forschung, Hannover.
- [5] Mason, Robin; Pegler, Chris and Weller, Martin (2004). E-portfolios: an assessment tool for online courses, In: British Journal of Educational Technology, Vol. 35, Issue 6, p. 717–727.
- [6] Klenowski, Val (2002). Developing portfolios for learning and assessment: processes and principles. Routledge Falmer, London New York.
- [7] Renz, Burkhardt (2012). Vorgehen im Softwareentwicklungsprozess. [Online] URL <https://homepages.thm.de/~hg11260/mat/swt-prozess-l.pdf> [Stand: 10.10.2016].
- [8] Leimeister, Jan Marco (2015). Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 12., vollständig neu überarbeitete und aktualisierte Auflage. Springer Gabler, Berlin Heidelberg.
- [9] Richter, Michael; Flückiger, Markus (2013). Usability Engineering kompakt: benutzbare Produkte gezielt entwickeln, 3. Aufl. Springer Vieweg, Berlin.
- [10] Rupp, Chris; die SOPHISTen (Hg., 2013). Systemanalyse kompakt, 3. Aufl. Springer Vieweg, Berlin.
- [11] Wirdemann, Ralf (2011). Scrum mit User Stories, 2., erw. Aufl. Hanser, München Wien.
- [12] Kecher, Christoph (2011) UML 2: Das umfassende Handbuch, 4., aktualisierte und erw. Aufl. Galileo Press, Bonn.
- [13] Himpl, Klaus; Baumgartner, Peter (2009). Evaluation von E-Portfolio-Software - Teil III des BMWF-Abschlussberichts "E-Portfolio an Hochschulen": GZ 51.700/0064-VII/10/2006, Forschungsbericht, Department für Interaktive Medien und Bildungstechnologien, Donau Universität Krems.

1 Eine Auflistung aller User Stories ist an dieser nicht möglich, diese kann jedoch bei den Autoren dieses Artikels erfragt werden.

ENTWICKLUNG VON KONZEPTEN ZUR MATHEMATISCHEN BILDUNG IN INGENIEURWISSENSCHAFTLICHEN STUDIENGÄNGEN

Peter Schuster und Ralph Dreher
Universität Siegen. Technical Vocational Didactics (TVD)
schuster.tvd@uni-siegen.de, dreher.tvd@uni-siegen

Abstract 1 Bei dem Studium der Ingenieurwissenschaften kommen hoher Bedarf seitens der Industrie und eine hohe Abbrecherquote zusammen, mit der Folge eines zunehmenden Fachkräftemangels. Untersucht wird inwieweit die hohen Abbrecherzahlen auf die Anforderungen des Studiums, insbesondere auch auf die mathematischen Inhalte und deren Vermittlung innerhalb der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge als tradiertes und standortunabhängiges Problem zurückgeführt werden können. Ziel einer Pilot-Maßnahme im Rahmen des Projektes SiMathIng an der Universität Siegen ist es, Konzepte zu entwickeln, um den hohen Abbrecherzahlen entgegenzuwirken.

Keywords: Ingenieurausbildung, Mathematik, Didaktik, Bachelor

Abstract 2 Concerning the studies of engineering, a huge need of engineers of on the part of the economy comes together with a high amount of college dropouts, what finally leads to a lack of qualified employees. It is planned to research in what extent this high number of students who cancel their studies can be traced to the severe requirements, particularly to the mathematical contents, and the question of how to impart the knowledge within the course of studies as a handed down and non local problem. Aim of a pilot course of action as part of the project SiMathIng at the University of Siegen is to develop concepts to counteract those dropouts.

Keywords: engineer study, mathematics, didactic, bachelor

EINLEITUNG

In den Universitäten und Fachhochschulen wird seit Jahren eine hohe Zahl an Studienabbrechern¹ im ingenieurwissenschaftlichen Bereich registriert [1]. Durch diese Entwicklung zeichnet sich eine Verschärfung des ohnehin schon bestehenden Fachkräftemangels ab [1],[2]. Um diesem Problem entgegenzuwirken wurde im Rahmen des MINTUS-Forschungsverbundes der Universität Siegen das Projekt SiMathIng mit dem Ziel eingerichtet, Konzepte zu entwickeln, die den Ursachen der Studienabbrüche entgegenwirken.

¹ Die bekannten Zahlen der Personen die einen Studiengang ohne Abschluss beenden gehören, neben denen die dem Studiengang nicht gewachsen sind, auch jene, die aus persönlichen Gründen aus dem Studiengang ausscheiden. Im Folgenden sei mit Studienabbrechern jene Studierende gemeint, die den Studiengang aufgrund mangelnden Erfolges vorzeitig beenden.

ZIEL DES PROJEKTES StMathIng

In dem Projekt sollen zunächst Ursachen für den Studienabbruch im Fach Maschinenbau ermittelt werden, wobei insbesondere untersucht wird, ob gerade die mathematische Ausbildung der Studienintention zuwider läuft und damit den Studienerfolg beeinträchtigt. Aus diesen Ergebnissen sollen Impulse für die universitäre Bildung der Mathematik im ingenieurwissenschaftlichen Studium generiert werden.

Weiter soll eine Empfehlung für die Ausgestaltung des mathematischen Curriculums im ingenieurwissenschaftlichen Studium gegeben werden, die zu einer geringeren Zahl von Studienabbrechern führt, wobei durch eine Straffung der Lehrinhalte Schwierigkeiten mit nicht benötigten Kenntnisse und Fertigkeiten vermieden und die tatsächlich benötigten Inhalte leicht zugänglich vermittelt werden sollen.

LEITENDE FORSCHUNGSFRAGEN

Es soll die Forschungsfrage untersucht werden, inwieweit fachsystematische, axiomatische mathematische Bildung und deren Vermittlungsform mit Blick auf die ingenieurwissenschaftliche Praxis für Studienabbrüche ursächlich ist.

Leitend ist die Frage, inwieweit eine Kluft zwischen den mathematischen Studieninhalten des Ingenieurstudiums und den mathematischen Kenntnissen, die – je nach Karriere – nach Abschluss des Studiums benötigt werden, besteht. Existiert eine solche Kluft, stellt sich die Frage, inwieweit sie ursächlich für Studienabbrüche ist.

Basierend auf diesen Ergebnissen stellt sich dann die abschließende Frage, wie eine Alternative zu der bisherigen mathematischen Bildung in den Ingenieurwissenschaften in Bezug auf Inhalt und Vermittlung aussehen könnte. Letztlich soll die Frage untersucht werden, wie ein prototypisches Lernsetting aussehen könnte und welche fachdidaktischen Theorien und Ansätze dafür leitend sein können.

VORGEHENSWEISE UND FORSCHUNGSDESIGN

Um das Feld der Ingenieurwissenschaften auf ein überschaubares Feld einzugrenzen, wird der Augenmerk auf das Maschinenbaustudium gelegt. Zur Beantwortung der Forschungsfragen werden neben der Fachliteratur Dokumente wie Modulhandbüchern und Skripten zu Vorlesungen analysiert und qualitative Studien mittels Leitfaden gestützter Interviews durchgeführt und ausgewertet.

Um eine Kluft zwischen den im Bachelorstudium erworben Kenntnissen und Fertigkeiten und jenen, die nach Abschluss des Bachelorstudiums benötigt werden, nachzuweisen, wird beides ermittelt und verglichen. Dabei werden die vorgesehenen Studieninhalte im Bereich der Mathematik ermittelt, indem Interviews mit Hochschullehrern ausgewertet, sowie Modulhandbücher und Skripte zu Vorlesungen analysiert werden. Es werden dabei neben den klassischen Mathematik-Vorlesungen auch die Fachvorlesungen mit einbezogen.

Für die Bestimmung der benötigten Kenntnisse und Fertigkeiten nach dem Bachelorstudium im Bezug auf den Karriereweg werden drei Karrierewege berücksichtigt. Es wird zwischen Ingenieurinnen beziehungsweise Ingenieuren unterschieden, die nach dem Bachelor-Abschluss in den Beruf eintreten, jenen die vor ihrer Berufstätigkeit erst einen Master-Abschluss erwerben, sowie denen, die eine wissenschaftliche Karriere anstreben. Die jeweils benötigten Kenntnisse und Fertigkeiten werden dann in

Interviews mit Ingenieurinnen und Ingenieuren erhoben, die in Unternehmen des Maschinenbaus tätig sind, beziehungsweise mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Universität. Ergänzend werden die Modulhandbücher des Masterstudiums Maschinenbau als Informationsquelle herangezogen (siehe Abbildung 1).

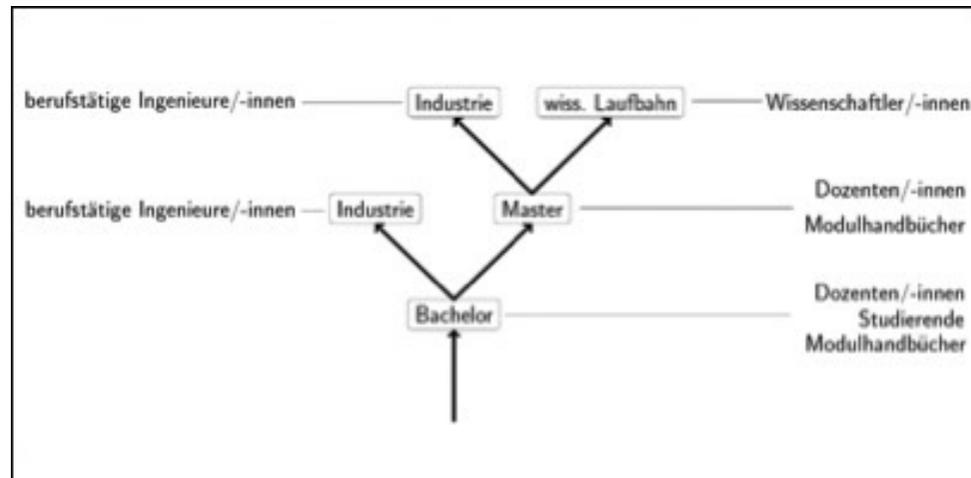


Abbildung 1 Die verschiedenen Karrierewege und die entsprechenden Interviewpartner für die qualitative Studie, beziehungsweise den Modulhandbüchern zur Dokumentenanalyse

Basierend auf den Ergebnissen und fachdidaktischen Theorien, wie beispielsweise dem „Problem Based Learning“ oder die Theorie der drei Welten der Mathematik von Tall [3], wird ein Konzept zur Vermittlung mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten entwickelt, das darauf abzielt die Zahl der Studienabbrüche zu reduzieren.

ERSTE ERGEBNISSE

Auch wenn die Datenerhebung noch nicht abgeschlossen ist, zeigen sich bereits erste Ergebnisse und Tendenzen. Diese deuten an, dass Mathematik eine Hürde für den Studienerfolg der Studierenden darstellt. Unter anderem wurde der fachsystematische, axiomatische Aufbau der Curricula der mathematischen Vorlesungen als eine Ursache erkannt. Jedoch ist eine Abkehr von dieser tradierten Darbietung der Mathematik problematisch. Es würde dann die strenge, axiomatische Fundierung der mathematischen Inhalte fehlen, was zu Unverständnis oder sogar kognitiven Dissonanzen führen kann – wie beispielsweise bei den komplexen Zahlen, wo das Radizieren einer negativen Zahl im direktem Widerspruch zu dem in der Sekundarstufe II Gelernten steht, der ohne axiomatische Fundierung schwer oder gar nicht aufzulösen ist. Daraus folgt, dass beim Abweichen von dem fachsystematischen, axiomatischen Aufbau für das Erlernen hinderliche Effekte auftreten, denen man entgegenwirken sollte. Wie dies umgesetzt werden kann, ist noch Gegenstand des Forschungsprozesses.

Weiter zeigen die ersten Interviews in Unternehmen eine deutliche Diskrepanz zwischen dem im Bachelorstudium des Maschinenbaus vermittelten, und dem von den befragten Ingenieuren von Maschinenbauunternehmen benötigten mathematischen Wissen. Weitergehende Befragungen und Datenerhebungen zielen darauf ab, die tatsächlich in der Industrie benötigten mathematischen Kenntnisse und Fertigkeiten schärfer zu umreißen.

Referenzen

- [1] Heublein, Ulrich; Richter, Johanna., Schmelzer, Robert., Sommer, Dieter (2012). Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen: Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2010. HIS Hochschul-Informationssystem GmbH, Hannover.
- [2] Hetze, Pascal (2011). Nachhaltige Hochschulstrategien für mehr MINT-Absolventen (2. Aufl.). Edition Stifterverband - Verwaltungsgesellschaft für Wissenschaftspflege mbH, Essen.
- [3] Tall, David (2013). How Humans Learn to Think Mathematically: Exploring the Three Worlds of Mathematics. Cambridge University Press, Cambridge.

E-LEARNING MIT ELFE ZUR STEIGERUNG DER FACH- UND SELBSTLERNKOMPETENZ

Yahia Yardim¹, Markus Linke¹, Andreas Baumgart¹ und Jens Siemon²

¹ HAW Hamburg, markus.linke@haw-hamburg.de

² Universität Hamburg

Abstract 1 Technische Mechanik stellt als Grundlagenveranstaltung in den meisten ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen für viele Studierende eine Einstiegshürde dar. So sind an der HAW Hamburg von Verzögerungen im Studienablauf oder gar dem Abbruch des Studiums weit mehr als die Hälfte der Studierenden betroffen; zum Teil liegt das an der Technischen Mechanik.

Das Forschungsprojekt ELFETM (E-Learning mit Feedback Elementen in der Technischen Mechanik) hat das Ziel – durch gezielten Einsatz von Feedbackinstrumenten in einer E-Learning Umgebung mit vielen Freiheitsgraden – Studierende dabei zu unterstützen, ihre Selbstlernkompetenz sowie ihre Fähigkeiten in der Statik und Festigkeitslehre zu stärken. In der Begleitevaluation wird insbesondere der Einfluss verschiedener Feedbackinstrumente erforscht.

Keywords: Feedback, Blended-Learning, E-Learning, Technische Mechanik

Abstract 2 In most engineering study programs, `Engineering Mechanics` is one of the basic courses. At the same time, this subject is a challenge for many students. More than half of the students at HAW Hamburg are affected by delays or even abandon their studies which partly is due to Engineering Mechanics.

The ELFETM project aims – with a strong focus on feedback and on individual learning preferences – in supporting students to strengthen their self-learning competence as well as their skills in Engineering Mechanics (Statics and Strength of Materials).

Keywords: Feedback, Blended-Learning, E-Learning, Mechanical Engineering

PROBLEMSTELLUNG UND LÖSUNGSANSATZ

ELFETM (E-Learning mit Feedback-Elementen in der Technischen Mechanik, kurz ELFE) ist eine E-Learning-Plattform – basierend auf Moodle – für die Technische Mechanik I (Statik) und II (Festigkeitslehre), die in einem Forschungsprojekt – finanziert über den HAW-Zukunftfonds¹ – an der HAW Hamburg entwickelt wird. Im Rahmen der dreijährigen Projektdauer (Beginn 2016) entsteht eine E-Learning-Plattform für Statik und Festigkeitslehre, die durch die Untersuchung von verschiedenen Forschungsfragestellungen begleitet wird.

In den meisten ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen zählt das Fach ‚Technische Mechanik‘ zu den Grundlagenfächern. Zugleich stellt dieses Fach für viele Studierende eine Einstiegshürde dar. Betroffen von Verzögerungen im Studienablauf oder gar dem Abbruch des Studiums an der HAW Hamburg sind weit mehr als die Hälfte der Studierenden; zum Teil liegt das an der Technischen Mechanik. Die Folge ist, dass Studierende die Prüfungen in höhere Semester „schieben“. Dadurch fehlen Grundfertigkeiten für andere Module wie der Konstruktion. Im Ergebnis geraten das Studiengefüge und die Verzahnung der

¹ <https://www.haw-hamburg.de/blaupause/aktuelle-ausgabe/aktuelldetails/artikel/zukunftsfonds-entschieden.html>

Lerninhalte auseinander.

Ein Grund für das Entstehen der Schwierigkeiten besteht vermutlich in der zu geringen Zeit, die die Studierenden für ihr Selbststudium aufwenden [1], obwohl dies gerade auch unter den Bedingungen der Bologna-Reform unabdingbar geworden ist [2, 3]. Die Selbstlernkompetenz insbesondere bezogen auf die Steuerung eigener Lernprozesse muss demnach gestärkt werden. Das eigenverantwortliche Üben, das wiederholte Lösen von Aufgaben sowie das zielgerichtete Nachholen von nicht ausreichend gelernten Themenfeldern fördern den Erwerb der intendierten Fachkompetenzen. Somit können durch eine Unterstützung beim Aufbau der Selbstlernkompetenz vermutlich auch die Schwierigkeiten mit dem Fach Technische Mechanik und somit die Verzögerungen im Studium und auch die Studienabbruchrate reduziert werden.

ELFE-PLATTFORM

Um der Heterogenität unterschiedlicher Lernstile gerecht zu werden, wird in ELFE mit möglichst vielen Freiheitsgraden für die Lernenden gearbeitet. Lernende sollen sich bewusst dafür entscheiden können, anhand welcher medialer Repräsentationen der Inhalte (Videos, Texte oder Tutorials) sie sich mit einem Thema auseinandersetzen, welchen Lernweg sie beschreiten und welche Feedbackangebote sie nutzen.

Die Lernplattform bietet zwei Arten von Lernwegen an. In der klassischen Variante in Anlehnung an ein instruktionistisches Lernverständnis werden Inhalte auf der Basis eines Eingangstests vorgeschlagen. Einen Ausgangstest können Studierende dazu nutzen, sich selbst über ihren Lernfortschritt zu informieren und ggf. weitere Lernaktivitäten einzuleiten. Dem gegenüber steht ein problemorientierter Ansatz [siehe z. B. 4], bei dem Lernende basierend auf komplexen Aufgabenstellungen der Technischen Mechanik selbst entscheiden, welche Inhalte sie sich zur Lösung erarbeiten müssen bzw. wollen. Ziel ist es, die problemhaltige Situation zu lösen. Den Lernweg dahin bestimmen die Studierenden weitgehend selbst.

Die Inhalte sind für beide Lernwegtypen gleich und können nach Belieben aus Lernvideos und/oder Lerntexten kombiniert werden. Ergänzend werden an geeigneten Stellen Animationen und interaktive Simulationen zur Verfügung gestellt.

Zum Lernen und für das Feedback werden umfangreiche Sammlungen von Übungsaufgaben angeboten. Je nach Inhalt und Anforderung sind die Übungsaufgaben textbasiert, sie werden aber zum Teil auch durch Simulationen oder Videoanreize zu komplexen Entscheidungssituationen. Diese Übungsaufgaben können passend zum jeweiligen Lernabschnitt oder auch randomisiert genutzt werden. Basierend auf den Leistungen in den Übungsaufgaben erhalten Studierende ein differenziertes Feedback, anhand dessen sie sich für ihr weiteres Vorgehen beim Erlernen der Inhalte entscheiden. Ferner ist geplant, mit innovativen Gamification-Elementen [5] zu arbeiten. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass diese Komponente zumindest bei einigen Studierenden eine motivierende und dadurch ggf. auch leistungssteigernde Wirkung entfaltet.

Das Grobkonzept der intendierten Lernwege, welches im Folgenden beschrieben wird, ist der Abbildung 1 zu entnehmen. Nachdem ein Lernender eine Veranstaltung gewählt hat (Statik oder Festigkeitslehre) ist ein Thema auszuwählen (z. B. Balkenbiegung). Dieses Thema kann dann nach unterschiedlichen Szenarien bearbeitet werden. Im Szenario 1 wird startend mit Hilfe eines Orientierungs- bzw. Kompetenztests gelernt, im Szenario 2 hingegen problemorientiert. Nach Bearbeitung eines Themas innerhalb eines Szenarios kann ein neues Thema ausgewählt bzw. das bereits bearbeitete Thema erneut (ggf. nach einem abweichenden Szenario) bearbeitet werden.

Im Szenario 1 muss ein Lernender zunächst einen Orientierungs- bzw. Kompetenztest durchführen. Dieser Test soll deutlich machen, welche Teilkompetenzen für das Thema bereits ausreichend beherrscht werden und welche noch nicht. Auf dieser Basis wird dem Lernenden ein individueller Lernpfad vorgeschlagen. Das Lernen erfolgt durch direkte mediale Instruktionen.

Im Szenario 2 wird ein Lernender mit einer oder mehreren komplexen Problemstellungen konfrontiert, welche die Anwendung der Teilkompetenzen für dieses Thema erforderlich machen. Beim problemorientierten Lernen sucht sich der Lernende – aus einer Übersicht relevanter Inhalte – die Inhalte aus, die er zum Lösen der Problemstellung benötigt. Das Lernen erfolgt selbstgesteuert.

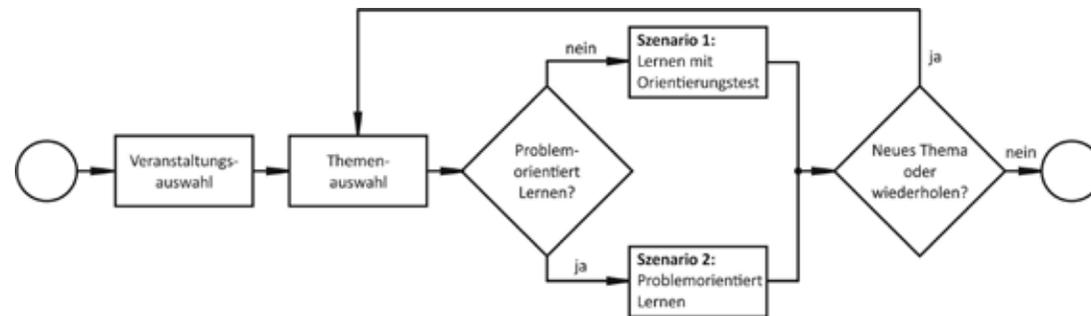


Abbildung 1 Grobkonzept des intendierten Lernwegs

Beide Szenarien greifen auf dieselben Lerninhalte zu und sollen bei erfolgreicher Bearbeitung die gleichen Teilkompetenzen bei den Lernenden aufbauen. Die Teilkompetenzen werden durch operationalisierte Lernziele beschrieben. „Operationalisierte Ziele sind ganz konkrete Angaben über die beobachtbaren Anteile einer gewünschten Verhaltensänderung von Lernenden“ [6, S. 124]. Um die Komplexität der Lernziele reduzieren zu können, werden diese in Anlehnung an die Lernzieltaxonomie nach Anderson und Krathwohl [7] formuliert und netzwerkartig in einer Datenbank abgelegt. Die Netzwerkstruktur entsteht dadurch, dass die aufzubauenden Teilkompetenzen auf bereits vorhandenen Teilkompetenzen aufbauen sowie auch themenspezifischen Basiskompetenzen einfordern.

Der Lernerfolg kann von verschiedenen, jeweils inhaltsadäquaten Testinstrumenten gemessen werden. Darauf basierend soll individuelles Feedback zum Kompetenzstand gegeben und auch unterschiedliche Forschungsfragen beantwortet werden.

FORSCHUNGSFRAGEN

Zunächst kann der Einfluss unterschiedlicher Lernangebote auf den Lernerfolg bestimmt werden. Die mediale Repräsentation, die Wahl des jeweiligen Lernwegs und auch die Nutzung von Feedback und Gamification-Elementen können auf den Lernerfolg, aber auch auf die Dauer, Regelmäßigkeit und Häufigkeit der Nutzung des Angebotes bezogen werden. Zudem kann grundsätzlich der instruktionistische dem konstruktivistischen Ansatz der Problemorientierung gegenüber gestellt werden [8, S. 71 ff., 9, S. 241 ff.]. So wird z. B. angenommen, dass Lernende mit geringer Selbstlernkompetenz mit dem problemorientierten Ansatz in einer ihnen neuen E Learning-Umgebung zunächst überfordert sein könnten. Ob dies tatsächlich auch bei der ELFE-Plattform zutrifft, kann durch ein entsprechendes Forschungsdesign bestimmt werden. Ein weiterer wesentlicher Aspekt stellen Feedbackelemente dar. Welche Elemente und welche Nutzung dieser innerhalb der Lernszenarien erfolversprechend sind, wird zudem betrachtet.

ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Projekt ELFE wird eine E-Learning-Plattform entwickelt, mit der sowohl die Selbstlernkompetenz von Studierenden der Technischen Mechanik als auch die Fachkompetenz insgesamt gestärkt werden soll. Die Lerninhalte sind kompetenzorientiert formuliert, so dass eine ausgeprägte Diagnostik zum Lernverhalten und zum Lernzuwachs infolge der E-Learning-Plattform möglich ist. Schwerpunkte der Analyse betreffen den Einfluss sowohl verschiedener Lernwege (Instruktionslernen vs. Problemorientiertes Lernen) als auch eines differenzierten Feedbacksystems (z. B. mit Gamification-Elementen) auf die Selbstlernkompetenz sowie den Kompetenzzuwachs.

Referenzen

- [1] Metzger, C. und Schulmeister, R. (2010). ZEITLast. Lehrzeit und Lernzeit: Studierbarkeit der BA-/BSc- und MA-/MSc-Studiengänge als Adaption von Lehrorganisation und Zeitmanagement unter Berücksichtigung von Fächerkultur und Neuen Technologien, 5.
- [2] Euler, D. und Wilbers, K. (2005). Radikaler, bologna-konformer Change an einer Hochschule am Beispiel des Selbststudiums der Universität St. Gallen. In: Zeitschrift für Hochschuldidaktik, Nr. 05, S. 3–17.
- [3] Bauer, P. (2005). Selbstlernkompetenz – Eine Studienvoraussetzung. In: Update – Forschung und Wirtschaft WS 05/06: Fachhochschule Mainz.
- [4] Landwehr, N. (2008). Neue Wege der Wissensvermittlung: Ein praxisorientiertes Handbuch für Lehrpersonen in schulischer und beruflicher Aus- und Fortbildung, 7th ed. Oberentfelden: Sauerländer.
- [5] Deterding, S.; Dixon, D.; Khaled, R. und Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”. In: MindTrek '11 Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, S. 9–15.
- [6] Jank, W. und Meyer, H. (2009). Didaktische Modelle: Buch als E-Book, 9th ed. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor.
- [7] Anderson, L.W. und Krathwohl, D.R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman.
- [8] Helmke, A. und Weinert, F.E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In: Psychologie des Unterrichts und der Schule, F. E. Weinert, S. 71–176.
- [9] Hasselhorn, M. und Gold, A. (2006). Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren, 1st ed. Stuttgart: Kohlhammer.

WORKSHOPS

WORKSHOP I

KOOPERATIVE GESTALTUNG

WISSENSCHAFTLICHER WEITERBILDUNG

Christine Bauhofer

Technische Universität Hamburg / TUTECH Innovation GmbH, bauhofer@tutech.de

Abstract 1 *An der Technischen Universität Hamburg werden derzeit innovative Konzepte zur akademischen Weiterbildung entwickelt, erprobt und später nachhaltig implementiert. In einem Workshop wurde eine Bündelung der Aktivitäten deutschlandweit mit folgenden Leitfragen diskutiert: A. Wie können individuelle Kompetenzen ermittelt und individualisierte Bildungsprozesse entwickelt werden? B. Wie können Arbeits- und Lernprozesse auch in der wissenschaftlichen Weiterbildung verknüpft werden? Wie kann eine auf die berufliche Tätigkeit ausgerichtete Hochschulbildung aussehen? C. Wie können berufstätige Weiterbildungsteilnehmende in die Institutsarbeit eingebunden werden? Dieser Beitrag stellt Konzeption und Vorgehensweise des Workshops sowie die wesentlichen Ergebnisse der Diskussion dar.*

Keywords: *akademische Weiterbildung, offene Hochschule, forschungsorientierte Weiterbildung, Kompetenzentwicklung, arbeitsintegrierte Lernprozesse*

Abstract 2 *At Hamburg University of Technology modern concepts for academic continuing education are currently being developed, assessed and will be implemented sustainably. In the context of the conference a workshop was conducted in order to combine specific activities in academic further education and to discuss core questions as followed: A. How is it possible to determine individual competences and to develop individual learning and education processes? B. How can work- and learning processes be linked to academic further education? How can the link between academic education and work life be designed? C. An integration process for working trainees in university institutes work life is a big challenge. How can we meet the needs?*

Keywords: *academic continuing education, open university, research-oriented further education, competence development, work-based learning*

1 EINLEITUNG

Im Mittelpunkt der 11. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung stand u. a. die Frage, welche Antworten die Hochschule auf die zunehmende Heterogenität ihrer Studierenden und Studieninteressierten hat. Für den Bereich der wissenschaftlichen Weiterbildung, deren Zielgruppen Berufstätige und ggf. die beschäftigenden Unternehmen sind, stellt diese Vielfalt der individuellen Bedürfnisse und Interessen eine noch ungleich größere Herausforderung dar [1], [2]. Individuelle Vorkenntnisse und berufliche Erfahrungen spielen eine entscheidende Rolle, aber auch unterschiedliche Qualifizierungsziele und, nicht zuletzt, persönliche Rahmenbedingungen, die es zu berücksichtigen gilt, sollen Berufstätigkeit und Weiterbildung gleichzeitig bewältigt werden. Besondere Herausforderung für die wissenschaftliche Weiterbildung ist dazu stets das Gebot der Kostendeckung des Angebots durch Teilnehmendengebühren [vgl. z. B. 3], so dass eine besondere Sorgfalt bzgl. einer individuell nachfrageorientierten Konzeption solcher Bildungsangebote erforderlich ist. Schlüssel dafür kann eine Gestal-

tung in direkter Kooperation der beteiligten Stakeholder sein.

In diesem Workshop wurden sechs innovative Konzepte und Ansätze zur kooperativen Gestaltung wissenschaftlicher Weiterbildung, die Lösungsansätze für die beiden diskutierten Aspekte bieten, vorgestellt und die Herausforderungen für deren Umsetzung reflektiert. Ziel des Workshops war es letztlich, die Chancen kooperativer Bildungsprozesse darzustellen.

Diese Arbeit wird im Projekt „ContinuING@TUHH - Forschungs- und Entwicklungsprojekte als Grundlage für die individuelle wissenschaftliche Weiterbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren“ seit 1. August 2014 mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen des Bundesländer-Wettbewerbs „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ gefördert.

2 AUSGANGSLAGE UND PROBLEMSTELLUNG

Nach Maschwitz [4, 51] können Kooperationen zwischen öffentlichen Universitäten und Wirtschaftsunternehmen nach zahlreichen unterschiedlichen Dimensionen klassifiziert, zudem unterschiedlichen Phasen des Programmentwicklungsprozesses zugeordnet werden [4, 99]. An dieser Aufstellung zeigt sich bereits die Komplexität kooperativer Ansätze. Eine Strukturierung des Workshops nach diesen Kriterien erschien daher an dieser Stelle nicht zielführend. Stattdessen wurde versucht, den Workshop anhand der mit dem derzeit an der Technischen Universität Hamburg (TUHH) laufenden Projekt „ContinuING@TUHH“ verbundenen Forschungsfragen zu strukturieren, die in gleichem Maße auch für andere Projekte interessant sind.

Das Forschungsprojekt „ContinuING@TUHH“ verfolgt unter zwei Aspekten einen innovativen Ansatz. Zum einen werden bei der Gestaltung der Weiterbildungsangebote universitäre Forschung und Weiterbildung direkt miteinander verbunden. Für die Zielgruppe berufserfahrener und berufstätiger Ingenieurinnen und Ingenieure ergibt sich dabei die Möglichkeit, Projekte und Problemstellungen aus dem eigenen Unternehmen gemeinsam mit der Universität zu bearbeiten und dies gleichzeitig im Format eines Projektstudiums für die individuelle Weiterbildung zu nutzen. Solche gemeinsam durchgeführten Forschungsprojekte sind geeignet, gleichzeitig den Technologie- und Wissenstransfer in die Wirtschaft und Industrie und letztlich Innovation zu fördern [5, 5 ff.]. Mit diesem Fokus auf Transfer wird „ContinuING@TUHH“ mit der für den Technologietransfer gegründeten Tochtergesellschaft TUTECH Innovation GmbH gemeinsam entwickelt und umgesetzt.

Zum anderen und mit Blick auf die Heterogenität von Weiterbildungsinteressierten werden diese Projektstudienangebote für die Teilnehmenden maßgeschneidert und als individuelle Curricula konzipiert. Als Formate für die Weiterbildung sind Zertifikatsabschlüsse variablen Umfangs und ggf. Masterstudiengänge geplant. Deren Kernstück bildet jeweils das genannte Projektstudium, das aus einer betrieblichen Fragestellung bzw. Handlungsproblematik definiert und ggf. durch passende Qualifizierungsbausteine ergänzt wird. Der angebotene individuelle Bildungsprozess wird gleichzeitig auf die Bedarfe und Ressourcen der weiterbildungsteilnehmenden Person(en) zugeschnitten. Auf diese Weise entsteht ein individuelles Curriculum in Industriepartnerschaft, typischer Weise im Umfang von 6-12 und bis zu 42 ECTS, anschlussfähig an einen Masterabschluss.

Es handelt sich somit im Kern um ein an der Berufspraxis der Teilnehmenden ausgerichtetes Forschungsprojekt, das Arbeits- und Lernprozesse miteinander verbindet und zur Kompetenzentwicklung die Lernorte Universität/Institut und Unternehmen nutzt. Über diese gemeinsame Gestaltung des Lernprozesses sollen Transfer und letztlich Innovation im Unternehmen begünstigt werden.

3 FORSCHUNGSFRAGEN

Entsprechend dem oben dargestellten Konzept wird das Weiterbildungsangebot als Ergebnis eines individuellen Aushandlungsprozesses zwischen Universität, Unternehmen und einzelnen Weiterbildungsteilnehmenden erstellt. Voraussetzung dafür ist eine strukturierte und vertrauensvolle Kooperation der Beteiligten auf Hochschul- resp. Institutsebene, der weiterbildungsinteressierten Person und der innerhalb des beschäftigenden Unternehmens Verantwortlichen. Hierbei gilt es insbesondere, die unterschiedlichen Handlungslogiken der Systeme zu berücksichtigen. Im Einzelnen lassen sich die Herausforderungen des ContinuiNG-Konzepts auf folgende Forschungsfragen zuspitzen:

- A. Wie können individuelle Kompetenzen ermittelt und individualisierte Bildungsprozesse entwickelt werden?
- B. Wie können Arbeits- und Lernprozesse auch in der wissenschaftlichen Weiterbildung verknüpft werden? Wie kann eine auf die berufliche Tätigkeit ausgerichtete Hochschulbildung aussehen?
- C. Wie können berufstätige Weiterbildungsteilnehmende in die Institutsarbeit eingebunden werden?

Auf der Grundlage dieser Leitfragen wurde ein Workshop konzipiert, der es ermöglicht, eigene Erfahrungen mit Experten anderer Hochschulen zu teilen, zu überprüfen und weiter zu entwickeln. Ziel war es, auf der Basis der Expertise und Praxislösungen „verwandter“ Projekte voneinander zu lernen sowie gemeinsam Lösungsansätze für die besonderen Herausforderungen der beteiligten Projekte zu generieren.

4 VORGEHEN

Grundsätzlich bietet ein Workshop den Teilnehmenden die Möglichkeit, ein Thema für einen bestimmten Zeitraum fokussiert zu bearbeiten. Dabei gilt es, durch geeignete Methoden die aktive Mitarbeit aller Anwesenden zu ermöglichen, die Ergebnisse zu visualisieren und deren Wirksamkeit auch über die Veranstaltung hinaus zu fördern.

Aus didaktischer Sicht bildet eine abwechslungsreiche Kombination von a) fachlichen Inputs, b) Arbeitsphasen und c) flankierenden Möglichkeiten für ein persönliches Kennenlernen dafür günstige Voraussetzungen.

- a. Fachlicher Input: Für den fachlichen Input zu den Leitfragen A – C wurde eine umfangreiche Recherche nach Projekten mit ähnlichen Fragestellungen, auch außerhalb des Bereichs der technischen Bildung und des Programms „Aufstieg durch Bildung: Offene Hochschulen“, durchgeführt. Die Projekte sollten gleichzeitig an einem Erfahrungsaustausch und einer gemeinsamen Suche nach passenden Lösungsansätzen interessiert sein. Letzteres wurde durch Vorgespräche geklärt. Jeweils zugeordnet zu den Leitfragen A, B oder C konnten außer dem projekteigenen fünf weitere Impulsreferate zu konkreten Ansätzen anderer Projekte gewonnen werden (vgl. Tab. 1). Für die Recherche wurden Veröffentlichungen aus dem Kontext des Förderprogramms „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“, Hinweise des ContinuiNG@TUHH Projektteams, Befragungen von Experten aus dem eigenen Netzwerk sowie Internetrecherchen zur generischen Thematik herangezogen. Um anschließend weitere Teilnehmende für diesen Tagungsslot zu gewinnen, wurde der Workshop über die Plattformen und Verteiler des Programms „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ und des „Netzwerk Offene Hochschulen“ kommuniziert sowie durch direkte Ansprache des Projektnetzwerks und die -website beworben.

- b. Arbeitsphasen: In den beiden Arbeitsphasen (Tab. 1) wurden die Leitfragen A-C des Workshops wieder aufgegriffen und entsprechende Lösungen in jeweils drei Kleingruppen diskutiert. Dazu wurde die Methode des Mind-Mapping [6] eingesetzt, die sowohl eine Ideensammlung als auch die Strukturierung von Gedanken unterstützt und visualisiert. Ausgehend von vorgegebenen generischen Fragestellungen konnten fokussierte Antworten sowie neue Ergebnisse entwickelt werden. Die Arbeitsergebnisse der ersten Arbeitsphase wurden in einer „Galerie“ sichtbar gemacht und in der zweiten Gruppenphase durch die (neu gebildeten) Gruppen weiter entwickelt, sowie im Anschluss an die Veranstaltung in einem Fotoprotokoll dokumentiert.

- c. Persönliches Kennenlernen: Um den persönlichen Einstieg innerhalb des gesetzten Zeitrahmens (drei Stunden) zu unterstützen, wurde die Einführung (Tab. 1) mit punktuellen Erwartungsabfragen und zwei soziometrischen Aufstellungen zur individuellen Erfahrung mit und Kontakt zur wissenschaftlichen Weiterbildung abgerundet. Ergänzend dazu boten die ausgehängten „Projektsteckbriefe“ die Möglichkeit für weitere Information und zur Kontaktaufnahme.

Tabelle 1: Agenda des Workshops „Kooperative Gestaltung wissenschaftlicher Weiterbildung“

Impuls	Vortragende	Titel	Leitfrage
EINFÜHRUNG (15 Min.) Christine Bauhofer, TUHH			
IMPULSVORTRÄGE – Teil I (40 Min.)			
1	Michael Kriegel BEST WSG, Fachhochschule der Diakonie, Bielefeld	Kooperative Bildungsarrangements zwischen Hochschule, beruflicher Weiterbildung und Unternehmen	B
2	Carolin Alexander, Johannes Litz iInno, Bergische Univ. Wuppertal	iInno – Informelles Lernen als Innovationsmotor	B
3	Thomas Hägele, Thomas Borau TU Hamburg / HIBB	Kooperationsbeziehungen zwischen HIBB und TUHH in der Weiterbildung	B
1. ARBEITSPHASE (30 Min.)			
GALERIE (15 Min.)			
IMPULSVORTRÄGE – Teil II (40 Min.)			
4	Julia Juhnke, Damaris Jankowski FAST, Univ. Freiburg	Praxisnahe Weiterbildung in Trainings- und Forschungsprojekten: Mitarbeitende aus Unternehmen aktiv in die Institutsarbeit einbinden	C
5	Ruth Slomski STUDICA, Alanus Hochschule, Alfter	STUDICA – Studieren a la carte als individualisiertes Angebot wissenschaftlicher Weiterbildung	A
6	Cara Kahl TU Hamburg	Wissenschaftliche Weiterbildung als Umsetzung gemeinsamer Lernziele: Das Beispiel ContinuiNG@TUHH	A
2. ARBEITSPHASE (30 Min.)			
ABSCHLUSS (10 Min.)			

5 DURCHFÜHRUNG

Der Workshop wurde gemäß der in Tabelle 1 aufgezeigten Agenda durchgeführt. Im Folgenden werden die Inhalte der Impulsreferate in Form der von den Autorinnen und Autoren eingereichten Abstracts skizziert.

IMPULSREFERATE

5.1 Kooperative Bildungsarrangements zwischen Hochschule, beruflicher Weiterbildung und Unternehmen. Michael Kriegel, Fachhochschule der Diakonie, Bielefeld (michael.kriegel@fhdd.de).

Mit dem Anspruch der Akademisierung von Arbeit und Beruf sowie der politischen Forderung nach Durchlässigkeit zwischen verschiedenen Bildungswegen vermischen sich berufliche und hochschulische Bildung [7] zunehmend. An vielen Hochschulen werden mittlerweile Arbeits- und Lernprozesse in der wissenschaftlichen Weiterbildung miteinander verknüpft. Kooperative Bildungsarrangements gewinnen in diesem Zusammenhang an Bedeutung, da sie die Übergänge und den Transfer von Theorie und Praxis erleichtern sollen.

Der Bund-Länder-Wettbewerb „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ des Bundesbildungsministeriums¹ fördert diese Entwicklung – politisch und finanziell. Als eines der insgesamt 96 Förderprojekte in Deutschland legt das BEST WSG Projekt² an der Fachhochschule der Diakonie zur Umsetzung vertikaler und horizontaler Durchlässigkeit seinen Fokus auf die Verzahnung von hochschulischer und betrieblich-beruflicher Bildung mittels institutionalisierter Kooperationsvereinbarungen zwischen Hochschule, Institutionen der beruflichen Weiterbildung, Fachschulen und Sozialunternehmen. Die Entwicklung und Implementierung des Modells „Kooperative Curriculumsentwicklung“ [8] schuf den Rahmen für die formalisierte Zusammenarbeit und programmatische Erweiterung und Öffnung. Bei der „Kooperativen Curriculumsentwicklung“ geht es im Wesentlichen darum, außerhochschulische Bildungsträger und Sozialunternehmen von vorne herein und in systematischer Weise an der Planung, Entwicklung und Durchführung akademischer Bildungsmaßnahmen wie z. B. berufsbegleitenden Studiengängen oder akademischen Zertifikatsreihen zu beteiligen. Neben den kompetenzorientierten Lernzielen ist die Kombination von hochschulischen und außerhochschulischen Lernorten ein besonderes Merkmal dieses Modells.

In einem zweiten Schritt arbeitet das Projekt zurzeit an einem bildungssystemübergreifendes Blended-Learning-Konzept, das den wechselseitigen Interaktionsprozess zwischen den kooperierenden Bildungspartnern untereinander sowie zwischen den Lehrenden und Lernenden verbessern und befördern soll. Das setzt voraus, dass Hochschule und außerhochschulische Lernorte gleichermaßen technisch und mediendidaktisch unterstützt und befähigt werden, integriertes Lernen mithilfe von E-Learning-Komponenten gemeinsam anwenden zu können.

Parallel zu diesen Entwicklungssträngen rekonstruiert das Projekt die Komplexität der bisherigen Zusammenarbeit der am Modell beteiligten Kooperationspartner, einschließlich der unterschiedlichen Logiken, Funktions- und Bezugssysteme. Auf der Grundlage systemtheoretischer Betrachtungen sollen weiterführende Fragestellungen im Hinblick auf das oben beschriebene kooperative Bildungsarrangement erforscht werden: Welche Systemlogiken verfolgen die jeweiligen Kooperationspartner? Wie unterscheiden sich die Funktionslogiken der Lernorte Hochschule, Weiterbildungseinrichtung, Unternehmen (Betrieb)? Wie können divergierende Logiken synergiebringend genutzt werden? Welche Bedingungsfaktoren sind für ein gelingendes Kooperationsmodell ausschlaggebend?

¹ Vgl. <https://www.bmbf.de/de/hochschulen-oeffnen-sich-neuen-zielgruppen-1039.html>

² BEST WSG: Berufsbegleitende Studiengänge zur Weiterqualifizierung im Sozial- und Gesundheitswesen

5.2 iInno – Informelles Lernen als Innovationsmotor. Carolin Alexander^a, Prof. Dr.-Ing. Peter Gust^b, Johannes Litz^b und Prof. Dr. Gabriele Molzberger^a.

^a Erziehungswissenschaft mit Schwerpunkt Berufs- und Weiterbildung, Bergische Universität Wuppertal (alexander@uni-wuppertal.de, molzberger@uni-wuppertal.de)

^b Lehrstuhl Konstruktion, Bergische Universität Wuppertal (peter.gust@uni-wuppertal.de, jlitz@uni-wuppertal.de)

Im Projekt „iInno – informelles Lernen als Innovationsmotor“³ wird ein neuartiges Konzept zur arbeitsprozessintegrierten Kompetenzentwicklung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) der Metallbranche (GeNeDri) sowie ein professionsorientiertes Modell zur Kompetenzentwicklungsbegleitung für betriebliche Weiterbildungsverantwortliche (ProHa) entwickelt. Die Bergische Universität Wuppertal bildet gemeinsam mit dem Zentrum für Weiterbildung sowie drei Unternehmen aus dem Bergischen Land, in denen Konzepte arbeitsprozessintegrierter Kompetenzentwicklung je fallspezifisch erprobt werden, einen Projektverbund.

GeNeDri steht für »Gemeinsames Neues Drittes« und beschreibt den praktischen Kompetenzentwicklungsprozess im Unternehmen. In diesem stetigen Prozess werden komplementär zum regulären Arbeitsprozess anlassbezogene Kleinstprojekte entwickelt, die in heterogenen Lernkonstellationen bearbeitet werden. Fallspezifisch werden hierbei altersgemischte, abteilungsübergreifende und qualifikationsgemischte Gruppen gebildet. Das Konzept basiert auf der Annahme, dass betriebliches Erfahrungswissen der Beschäftigten nicht linear vermittelbar ist, sondern nur in gemeinsamen Lern- und Arbeitsprozessen neu aufgebaut werden kann. Das Konzept wird an technischen Entwicklungsprozessen erprobt und befähigt betrieblich Beschäftigte zu aktiver Mitgestaltung ihres Arbeitsumfeldes sowie zum vernetzten und prozessbezogenen Denken und Handeln.

Für die Umsetzung und Verstetigung des Konzepts zur arbeitsprozessintegrierten Kompetenzentwicklung (GeNeDri) wird gemeinsam mit dem Zentrum für Weiterbildung ein Modell zur wissenschaftlichen Weiterbildung der betrieblichen Kompetenzentwicklungsbegleitenden konzipiert. Hierzu werden Prinzipien betrieblicher Kompetenzentwicklung in einen modularisierten Zertifikatskurs überführt und durch das Zentrum für Weiterbildung für Fach- und Führungskräfte aus technischen Berufen angeboten. Die Entwicklung des Modells zur professionellen Handlungsbefähigung (ProHa) der künftigen Weiterbildungsprofis erfolgt parallel zur und in Anbindung an die praktische Erprobung der GeNeDri-Prozesse in den Unternehmen. Die Teilnehmenden werden befähigt, altersgemischte, abteilungsübergreifende oder qualifikationsgemischte Beschäftigtengruppen gezielt und pädagogisch professionell zu unterstützen. Der Zertifikatskurs zur Gestaltung von arbeitsintegrierter Kompetenzentwicklung umfasst den aktuellen Forschungsstand zu betrieblichen Lernformen, Prinzipien betrieblicher Bildungsarbeit und Unternehmensfallbeispiele.

5.3 Kooperationsbeziehungen zwischen HIBB und TUHH in der Weiterbildung. Thomas Borau^c und Thomas Hägele^d

^c TU Hamburg, Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik (haegele@tuhh.de)

^d Hamburger Institut für Berufliche Bildung (thomas.borau@hibb.hamburg.de).

In einigen Studiengängen des Berufsschullehramtes gibt es seit vielen Jahren einen anhaltenden Mangel an Bewerbern. Diese Situation konnte bundesweit auch durch vielfältige Werbemaßnahmen und Studienformate nicht entschärft werden. Die jeweiligen Bundesländer haben mit einer ganzen Reihe

³ Gefördert vom BMBF unter dem Förderkennzeichen 01 FK 14035

von Sondermaßnahmen Lehrkräfte angeworben, die jedoch immer Einzelfalllösungen darstellen und ein systematisches Verfahren vermissen lassen. Offensichtlich gelingt es mit den vorhandenen Studienangeboten einerseits nicht, ausreichend Bewerber zu motivieren und andererseits den Bedarf an Berufsschullehrern mit einem vollständigen bundesweit anerkannten Karrierepfad zu qualifizieren.

Dieser Beitrag stellt einen Weiterbildungsstudiengang der Technischen Universität Hamburg (TUHH) vor, der aus einem Kooperationsprojekt mit dem Hamburger Institut für Berufliche Bildung (HIBB) entstanden ist und diese Lücke versucht zu schließen. Er führt zu dem anerkannten Abschluss Master of Education (M.Ed) nach Lehramtstyp 5 (KMK) und richtet sich an berufstätige Ingenieure – speziell in den genannten Mangelfächern. Der Studiengang ist speziell auf die Ansprüche eines berufs begleitenden Studiums mit geringen Präsenzzeiten, guter Lernbegleitung und hoher Praxisorientierung ausgerichtet, indem Bewerber durch eine Beschäftigung im Schuldienst Verzahnungsmöglichkeiten von Berufstätigkeit und Studium angeboten werden und gleichzeitig für eine finanzielle Auskömmlichkeit während der Studienzeit gesorgt wird. Er ist modular aufgebaut und bietet umfangreiche Möglichkeiten beruflich erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten sowie vorab erbrachte Studienleistungen anzurechnen bzw. anzuerkennen, mit denen ein weiter Kreis von Bewerbern angesprochen werden kann. Mit der Schaffung von Beschäftigungsperspektiven im höheren (Schul-)Dienst bietet die Studienstruktur in Verbindung mit dem Vorbereitungsdienst einen durchgängigen Karrierepfad, der für die Teilnehmer zu einem kalkulierbaren und attraktiven beruflichen Aufstieg führt. Die Verbindung und Umsetzung der aufgeführten Elemente lässt sich nur durch eine enge Abstimmung zwischen Hochschule (TUHH) und Schuldienst (HIBB) in der Planung, Durchführung und Evaluation des Weiterbildungsstudiengangs erreichen.

5.4 Praxisnahe Weiterbildung in Trainings- und Forschungsprojekten: Mitarbeitende aus Unternehmen aktiv in die Institutsarbeit einbinden. Damaris Jankowski und Julia Juhnke, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (jankowski@fast.uni-freiburg.de, julia.juhnke@fast.uni-freiburg.de).

Die Freiburg Academy of Science and Technology⁴ (FAST) entwickelt und testet pilothaft einen neuartigen Ansatz für wissenschaftliche Weiterbildung, das sogenannte „Training-on-the-Project“ (ToP): Die Teilnehmenden bringen eine aktuelle Fragestellung aus ihrem Unternehmen ein und bearbeiten diese aktiv gemeinsam mit Forscherinnen und Forschern in einer thematisch passenden wissenschaftlichen Arbeitsgruppe.

Ein ToP beinhaltet daher sowohl eine Trainings- als auch eine Forschungskomponente und zeichnet sich durch einen sehr hohen Praxisbezug aus. Lernprozesse entstehen im Dialog und über die gemeinsame Arbeit an Forschungsthemen. Somit findet nicht ein „unidirektionales Lernen“ sondern eine Zusammenarbeit aller Beteiligten und ein „Transfer über Köpfe“ statt. Damit die Integration der Teilnehmenden gelingt und die Projekte erfolgreich verlaufen, müssen v.a. drei Ebenen berücksichtigt werden:

- 1) Fachliche Ebene: die Forschungs- und Entwicklungsinteressen aller Beteiligten müssen zueinander passen, damit eine echte Zusammenarbeit im Projekt möglich wird. Die Partner müssen „die gleiche Sprache“ sprechen.
- 2) Persönliche Ebene und Persönlichkeiten: „Pionierunternehmen trifft Pionierarbeitsgruppe“, d. h. das Mindset aller Beteiligten muss passen. Hilfreich dafür ist es, wenn sich die Partner auf Augenhöhe begegnen, d. h. der promovierte Produktmanager trifft auf den promovierten Oberassistenten.

⁴ FAST ist ein gemeinsames Projekt der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und der Freiburger Fraunhofer-Institute und wird seit 2012 aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

- 3) Rechtliche Ebene: Vor dem Beginn eines Projektes müssen in Fragen der Intellectual Property (IP) eine Einigung erzielt und darüber hinaus die rechtlich-administrativen Anforderungen geklärt sein, z. B. Vertragsgestaltung, Versicherung, Freistellung durch Arbeitgeber etc.

5.5 STUDICA – Studieren à la carte als individualisiertes Angebot wissenschaftlicher Weiterbildung. Ruth Slomski, Alanus Hochschule für Kunst und Gesellschaft, Alfter (Ruth.Slomski@alanus.edu).

In dem Projekt STUDICA - „Studieren à la carte“ wurde für berufs- und lebenserfahrene Menschen ein flexibles Studienmodell entwickelt, das ihnen unabhängig von ihren schulischen Zugangsvoraussetzungen die Teilnahme an wissenschaftlicher Weiterbildung ermöglicht. Ausgehend von den eigenen Lernfragen, mit denen eine Person zu STUDICA kommt, wird für sie aus den Studienangeboten der Hochschule ein individuelles Lernmenü zusammengestellt. Dieser Prozess – die Klärung der Lernfrage(n) oder des Lerninteresses und die Abstimmung eines individuellen Lernmenüs – findet im Rahmen der „STUDICA-Beratung“ in der sogenannten Eingangsberatung statt [9]. Das Reflektieren eigener Lernfragen sowie das Konkretisieren des persönlichen Lernbedarfs ist jedoch für manche eine eher ungewohnte Tätigkeit. Daher ist dieser Klärungsprozess eine Schlüsselstelle in der Eingangsberatung [10, 81ff.]. Zur genaueren Bestimmung der persönlichen Lernfrage gehört auch, sich bewusst zu sein, was man bereits weiß und kann, welche Kompetenzen man bisher erworben hat. Daher bietet STUDICA im Rahmen der Beratung auch ein Kompetenzfeststellungsverfahren an, mit dessen Hilfe der oder die Ratsuchende entweder im Einzel- oder im Gruppencoaching erarbeiten kann, welche Kompetenzanforderungen einer Situation er oder sie bereits erfüllt und wo Lernbedarf vorhanden ist. STUDICA hat für dieses Anliegen das Verfahren der Kompetenzenbilanz von Perform Partner [11] ausgewählt, da dieses besonders dafür geeignet zu sein scheint, dass sich eine Person ihrer – auch informell und in den verschiedensten Lebensbereichen – erworbenen Kompetenzen bewusst wird. Die Klärung der eigenen Lernfrage(n) und die Bestimmung der individuellen Kompetenzen sind zentrale Elemente von STUDICA für das Erstellen eines individuellen Lernmenüs und damit eines individualisierten Lernweges an der Hochschule.

5.6 Wissenschaftliche Weiterbildung als Umsetzung gemeinsamer Lernziele: das Beispiel Continuing@TUHH. Cara H. Kahl^e, Christine Bauhofer^f und Sönke Knutzen^e

^e Technische Universität Hamburg (cara.kahl@tuhh.de, s.knutzen@tuhh.de)

^f TuTech Innovation GmbH, Hamburg (bauhofer@tutech.de).

Das Projekt Continuing@TUHH wird an der Technischen Universität Hamburg in Kooperation mit der Tochtergesellschaft TUTECH Innovation GmbH entwickelt, und mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen des Bund-Länder-Wettbewerbs „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ gefördert. Es verfolgt das Ziel, individuelle Weiterbildungsangebote für Berufserfahrene aus technischen Berufsfeldern zu etablieren [12]. Mitarbeitenden von Unternehmen jeder Größe wird die Möglichkeit geboten, Problemstellungen aus dem eigenen Betrieb gemeinsam mit der Universität in Projekten zu bearbeiten und dies gleichzeitig für die individuelle Weiterbildung zu nutzen. Diese Form der Zusammenarbeit bietet die Möglichkeit, diversifizierte Weiterbildungsziele auf einer individuellen Ebene zu berücksichtigen. Herausfordernd bei der Umsetzung dieses Weiterbildungsformats ist die Integration von drei Perspektiven – Hochschule, Arbeitgeber, Teilnehmende – zu konsensuellen Weiterbildungszielen, die pro „Weiterbildungsauftrag“ neu zu bestimmen sind. Ein möglicher Umgang damit wird in diesem Beitrag anwendungsnah vorgeschlagen und zur kritischen Reflexion vorgestellt: Mit einem sogenannten Verfahren zur Ermittlung des individuellen Qualifizierungspfades werden Maßnahmen zur Erarbeitung und Überprüfung gemeinsamer Weiterbildungsziele entwickelt.

Auf der Grundlage dieser Ziele werden das individualisierte Weiterbildungscurriculum sowie die Kompetenzerfassung und -entwicklung im Projekt Continuing@TUHH gestaltet. Das Verfahren ist angelehnt an die DIN 33430, die Anforderungen an berufsbezogene Eignungsdiagnostik beschreibt und eine Richtschnur für die Personalentwicklung bietet [13].

6 ARBEITSERGEBNISSE

Konkrete Ergebnisse des Workshops wurden in einem Fotoprotokoll dokumentiert und dem Kreis der Teilnehmenden bereits zur Verfügung gestellt. Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse der gemeinsamen Diskussion der Leitfragen A–C während der Arbeitsphasen skizziert.

Leitfrage A: Auf der Basis von konkreten Erfahrungen aus den Projekten wird insbesondere eine Begleitung der Kompetenzentwicklung auch während der Weiterbildung als wichtige Voraussetzung für konsequent individualisierte Bildungsprozesse angesehen. Damit kann die zu Beginn einer Weiterbildung erfolgte Kompetenzermittlung folgerichtig fortgeschrieben werden. Grundsätzlich werden aus Sicht eines Weiterbildungsanbieters diversifizierte bzw. individualisierte Angebote und Maßnahmen als (einzige?) Möglichkeit erlebt, der Heterogenität der Nachfrage zu begegnen.

Als Erfolgsmodelle für individuell passgenaue Bildungsangebote wurden a) eine umfassende Kompetenzbilanz (z. B. via Portfolios) und b) eine Einführung in wissenschaftliches Arbeiten identifiziert. Offene Fragen bzw. Entwicklungsbedarf werden noch gesehen bei a) Anrechnung und Anerkennung non-formaler und informeller Lernerfolge, b) Digitalisierung der Kompetenzermittlung und -entwicklung, und nicht zuletzt c) der Verstetigung dieser kostenintensiven Art, Weiterbildung zu gestalten. Hierzu lässt sich evtl. auf Erfahrungen aus anderen Kontexten zurückgreifen.

Leitfrage B: Für eine Verknüpfung von Lern- mit Arbeitsprozessen wurden insgesamt drei Erfolgsfaktoren identifiziert: Erfolgskritisch ist demnach 1) alle relevanten Stakeholder von Beginn an in die curriculare Entwicklung von Weiterbildungs-Formaten einzubeziehen. Auf diese Weise lassen sich gemeinsame Interessen identifizieren, dennoch wird die Umsetzung eines Lernorts „Unternehmen“ und der Zugang zu bzw. die Analyse von Arbeitsprozessen als voraussetzungsreich erfahren. Als geeigneter Ausgangspunkt für die Umsetzung wird 2) der Rückgriff auf bereits bestehende Kooperationen und Netzwerke erfahren, für die eine vertrauensvolle Grundlage schon gelegt wurde. Es bedarf 3) im Idealfall einer Etablierung von Weiterbildung im Unternehmen als interne Personalentwicklung - dies könnte ein Lösungsansatz für den Zugang zu realen Projektstudien auf der Grundlage von Arbeitsprozessen sein und diese als gewinnbringende Symbiose aus beiden Welten erfahrbar machen.

Leitfrage C: Zur Frage der Integration von berufstätigen Weiterbildungsteilnehmenden in die Arbeit wissenschaftlicher Hochschulinstitute wurden insbesondere zwei Beispiele für Erfolgsmodelle diskutiert: 1) Zum einen die Bindegliedfunktion von externen Promovierenden, die im Unternehmen arbeiten und im Institut an gemeinsamen Projekten forschen, sowie 2) die bereits erprobte Integration von Gastwissenschaftlerinnen oder Gastwissenschaftlern aus Unternehmen in Forschungsprojekte von Instituten. Als Voraussetzung für den Erfolg in beiden konkreten Fällen wurden wiederum das Bestehen von Kontakten, bzw. die Kenntnis von Möglichkeiten zur Kontaktaufnahme, gemeinsame (Forschungs-)Interessen, und das "Passen" auf der menschlichen Ebene identifiziert. Als Herausforderungen werden weiterhin 3) günstige Kommunikationsformen für derart erklärungsbedürftige Angebote sowie letztlich die Preisfindung bewertet.

7 FAZIT

In einem Workshop mit ca. 25 Teilnehmenden wurden drei Forschungsfragen auf der Basis von Praxislösungen diskutiert. Nach übereinstimmender Auffassung der Teilnehmenden wurden verschiedene Perspektiven gewinnbringend in die Zusammenarbeit eingebracht. Im Ergebnis wurde deutlich, dass ein solches Workshop-Format durchaus geeignet ist, konkrete Handlungsoptionen für die eigene Arbeit zu bekommen. Dennoch bedarf es einer vertieften, auch gemeinsamen Bearbeitung der Fragen, ggf. unter Einbezug weiterer interessierter Projekte, um die Chancen kooperativer Bildungsprozesse unter den Voraussetzungen unterschiedlicher Systeme und Kulturen erkennen und realisieren zu können. Die im Rahmen des Workshops initiierte Zusammenarbeit der Akteure und Projekte wird im Anschluss der Tagung in einer wissenschaftlichen Diskussion fortgeführt und in einer gemeinsamen Publikation dargestellt werden.

Referenzen

- [1] Präßler, Sarah: Bedarfsanalyse, Forschungsbericht zu Bedarfen individueller Zielgruppen. Erwerbstätige, Bachelorabsolvent_innen, Personen mit Familienpflichten, Berufsrückkehrer_innen. In: Seitter, Wolfgang u. a. (Hg., 2015). Zielgruppen in der wissenschaftlichen Weiterbildung. Empirische Studien zu Bedarf, Potential und Akzeptanz. Springer Verlag, Wiesbaden, S. 61-187.
- [2] Wolter, André und Geffers, Johannes (2013). Zielgruppen lebenslangen Lernens an Hochschulen - Ausgewählte empirische Befunde. Thematischer Bericht der Wissenschaftlichen Begleitung des Bund-Länder-Wettbewerbs "Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen."
- [3] §6bHmbHG. <http://www.landesrecht-hamburg.de/jportal/portal/page/bshaprod.psm1?showdoccase=1&st=null&doc.id=jlr-HSchulGHAV24P6b&doc.part=X&doc.origin=bs>, abgerufen am 14.10.2016
- [4] Maschwitz, Annika (2014). Universitäten unternehmen Kooperationen. Kooperationen zwischen öffentlichen Universitäten und Wirtschaftsunternehmen im Bereich weiterbildender berufs begleitender Studiengänge. MV-Wissenschaft, Münster.
- [5] Hartmann, Ernst A.; Stamm-Riemer, Ida; Buhr, Regina (2012). Weiterbildungsangebote im Hochschulbereich – innovative und durchlässige Lern- und Bildungsformate. http://www.bwpat.de/ausgabe23/hartmann_etal_bwpat23.pdf, abgerufen am 14.10.2016
- [6] Buzan, Tony und Buzan, Barry (2002). Das Mind-Map-Buch. Die beste Methode zur Steigerung ihres geistigen Potentials. Moderne Verlagsgesellschaft, München.
- [7] Wanken, S. und Schleiff A. (2012). Kooperative Bildungsarrangements als Verbindung von Berufsbildung und Hochschule. In: bwp@ Ausgabe Nr. 23. Dezember 2012. Akademisierung der Berufsbildung
- [8] Schäfer, M.; Kriegel, M.; Hagemann, T. (2014). Entwicklung neuer Studiengänge. Curricula kooperativ und kompetenzorientiert gestalten. In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung (ZfHE). Jg.9/Nr.2. Graz. ISSN 2219-6994
- [9] Bergstermann, A.; Rainer, M.; Theis, F. (2014): Ein Beratungskonzept für Studica. Verknüpfung von Weiterbildungs- und Studienberatung – ein neuer Beratungstyp an Hochschulen. https://www.alanus.edu/fileadmin/downloads/kunst-forschung/Studica/Beratungskonzept_Studica.pdf
- [10] Brater, M. u. a. (2014): Studieren à la carte. Beschreibung des Modells Studica – Wissenschaftliche Weiterbildung an der Alanus Hochschule für Kunst und Gesellschaft. <https://www.alanus.edu/fileadmin/downloads/kunst-forschung/Studica/Strukturkonzept.pdf>
- [11] Lang-von Wins, T. und Triebel, C. (2011): Karriereberatung. Coachingmethoden für eine kompetenzorientierte Laufbahnberatung, Heidelberg.
- [12] Bauhofer, C.; Kahl, C. H.; Sieben, H.; Knutzen, S. (2015). Kooperative Innovationsprojekte als Grundlage für die Hochschulentwicklung im Ingenieurbereich. Hochschule Und Weiterbildung, 15(1), 47–51.
- [13] DIN 33430 Entwurf. (2014). Anforderungen an berufsbezogene Eignungsdiagnostik (November 2014).

WORKSHOP II

STUDIENBERATUNG UND -ORIENTIERUNG

Sönke Knutzen¹, Henning Klaffke²

¹ TU Hamburg, Vizepräsident für Lehre, s.knutzen@tuhh.de

² TU, Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik, h.klaffke@tu-harburg.de

Die TUHH ist bestrebt, den Studienerfolg in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen deutlich und nachhaltig zu erhöhen und zugleich auch die Qualität Ihrer Lehre kontinuierlich zu verbessern. Nach einer Studie der Hochschul-Informationssystem GmbH kann u. a. die fachliche Überforderung und Motivationsdefizite als wesentlicher Grund für den Studienabbruch angeführt werden. Darüber hinaus benennt eine Studie von Derboven/Winker an der TUHH einen hohen Abstraktionsgrad, eine große Stoffmenge, berufsunrelevante bzw. unvernetzte Studieninhalte oder ineffektive Lerngruppen als negative Faktoren in der Auswirkung auf den Studienerfolg. Neben diesen eher inhaltlichen Problemen sehen sich Studierende in der Studieneingangsphase mit einer Vielzahl weiterer Herausforderungen, wie einer Orientierung in einem neuen sozialen Kontext, neue Lehr-/Lernformen und Lehrkulturen sowie der Selbstorganisation des Studiums konfrontiert.

In diesem Workshop werden daher systematisch die einzelnen Angebote der TUHH zusammengefasst dargestellt und diskutiert.

Zunächst werden die Unterstützungsangebote der zentralen Studienberatung diskutiert, die sich sowohl auf die Studieneingangs- als auch auf die Endphase im Bachelor und Masterstudium konzentrieren. Diese erprobten Angebote dienen der Beratung, Orientierung und Unterstützung der Studierenden

Bezugnehmend auf konstruktivistische lerntheoretische Ansätze, nach denen sich der Lernprozess nicht primär aus dem Unterrichtsgegenstand, sondern aus den individuellen Bedürfnissen und Lernzugängen des Individuums ableitet, stellt die Individualisierung der Lernangebote einen wichtigen Aspekt zur Erleichterung des Studieneinstiegs dar. Dazu wird das Projekt mytrack und dessen Diagnoseinstrument vorgeteilt.

Die Unterstützungsangebote im zweiten Anlauf bei Grundlagenprüfungen sind entscheidende Ergänzungen und Kombinationsangebote aus den Instituten und der zentralen Studienberatung, die anschließend thematisiert werden. Hier werden derzeit Konzepte erprobt, wie zielgerichtet unter Einsatz von neuen didaktischen Konzepten und zielgerichteten Beratungskonzepten eine Verbesserung in der Förderung der Studierenden bei den wichtigsten Kern- und Grundlagenfächern erreicht wird.

Abschließend wird das praxisnahe Projekt „Fishing for Experience“ dargestellt, das durch Career Center der TUHH betreut wird.

VON STARTING BIS FINISHING – ZENTRALE UNTERSTÜTZUNGSANGEBOTE AUS DER STUDIENBERATUNG

Stefanie Preuß, Anne Rose Sanderink und Frauke Schwarzahns

TU Hamburg, Zentrale Studienberatung

stefanie.preuss@tuhh.de, schwarzahns@tuhh.de, annerose.sanderink@tuhh.de

Die Zentrale Studienberatung der TUHH organisiert das Tutorienprogramm StartING@TUHH für Erstsemester und bietet im Rahmen von FinishING verschiedene Formate zur Unterstützung des Studienerfolgs auch im weiteren Verlauf des Studiums.

STARTING@TUHH – ERSTSEMESTERTUTORIEN ZUM SELBSTORGANISIERTEN STUDIEREN UND LERNEN

Die StartING@TUHH-Tutorien richten sich an alle Erstsemester in den Bachelorstudiengängen der TUHH. Kern des Programms sind semesterbegleitende Tutorien zum selbstorganisierten Studieren und Lernen mit einem Umfang von eineinhalb Stunden pro Woche: Jeweils zwei Studierende höherer Semester leiten eine Gruppe von maximal 25 Studienanfänger*innen desselben Studiengangs.

Das übergeordnete Ziel des StartING@TUHH Programms ist die Förderung des individuellen Studienerfolgs in der Studieneingangsphase. Das Tutorienprogramm vermittelt dabei Studienanfänger*innen über das gesamte erste Semester außercurriculare studienrelevante Kompetenzen in wöchentlich stattfindenden Tutorien. Zudem leistet die Ausbildung der Tutoren in den Tutorenschulungen eine berufsrelevante Weiterqualifizierung von Studierenden höherer Semester.

Zu unterscheiden sind zwei wesentliche Zielrichtungen: Zum einen die Förderung der Studierfähigkeit durch kontinuierliche Begleitung in den Tutorien. Dabei liegt der Schwerpunkt inhaltlich auf der Vermittlung von Kompetenzen zum selbstorganisierten Studieren und Lernen und der Orientierung am neuen Lernort Hochschule. Auch soll zur Reflexion der Erfahrungen an der Hochschule und zur eigenen Motivationsklärung angeregt und die soziale Integration und Vernetzung der Studierenden untereinander gefördert werden.

Zum anderen werden durch das Training in den Tutorenschulungen, durch die begleitende Supervision der Tätigkeit sowie durch die Ausübung der Tutorentätigkeit selbst, zentrale Kompetenzen der Tutor*innen entwickelt. So trainieren sie über das Programm z. B. Fähigkeiten in Gruppenleitung, Moderation, Reflexion des eigenen Lern- und Studienverhaltens, Organisation und Planung der Tutorien, Training und Reflexion der eigenen Gruppenleitung und Gesprächsführung.

Der Erfolg von StartING@TUHH lässt sich Jahr für Jahr erneut belegen. Die StartING@TUHH-Teilnehmenden stimmen jedes Jahr ‚mit ihren Füßen‘ ab und bestätigen durch ihre hohe Beteiligung und ihr sehr positives Feedback, dass StartING@TUHH für sie eine äußerst sinnvolle Einstiegshilfe ist.

StartING@TUHH hat sich als fester Bestandteil des Qualitätssicherungssystems für das Studium an der TUHH seit 2002 bewährt und ist gleichzeitig ein lebendiges Programm, das sich den hochschulischen Entwicklungen durch kontinuierliche Begleitevaluation flexibel anpasst. Diese Entwicklung wird in mehreren Evaluationsberichten dokumentiert.

FINISHING: FÖRDERUNG DES STUDIENERFOLGS IN DER KERN- UND ABSCHLUSSPHASE

Beim FinishING-Programm handelt es sich um ein Angebot für alle Studierenden der TUHH zum Erwerb von Schlüsselkompetenzen im Verlauf und in der Abschlussphase ihres Studiums. Das Programm unterstützt Studierende auf dem Weg zu einem erfolgreichen Studienabschluss mit Angeboten außerhalb des fachlichen Curriculums und konzentriert sich dabei auf die Vermittlung von Kompetenzen, die besonders für die Studienabschlussphase aber auch für frühere Phasen im Studienverlauf relevant sind.

Zentrale Themenbereiche von FinishING sind das Schreiben wissenschaftlicher Arbeiten, effizientes Zeit- und Selbstmanagement, der Umgang mit Prokrastination, die Bewältigung von Prüfungsstress und die Orientierung im Wechsel von der Hochschule ins Berufsleben. Zur Auswahl stehen Angebote mit unterschiedlicher inhaltlicher Tiefe: Von zentralen Informationsveranstaltungen und in Lehrveranstaltungen eingebetteten Impulsreferaten über themenzentrierte Workshops bis hin zu individuellen Coaching- und Beratungsangeboten. Neben den regelmäßig stattfindenden offenen Sprechstunden, in denen individuelle Studienabschlusscoachings aufgenommen werden können, bilden die semesterweise angebotenen themenzentrierten Workshops zu verschiedenen Themen und die regelmäßig angebotenen großen Informationsveranstaltungen wie die „Kleine Nacht des wissenschaftlichen Schreibens“ oder z. B. zu Themen wie dem Prüfungswesen an der TUHH das Kernangebot des Programms. FinishING bietet auch für Lehrende der TUHH die Möglichkeit, über die sogenannte „FinishING-Toolbox“ unterstützende Komponenten aus der Studien- und psychologischen Beratung in die eigenen Lehr- oder andere Veranstaltungen zu integrieren. Dies geschieht bedarfsgerecht in enger Kooperation mit dem/der jeweiligen Lehrenden.

Hervorzuheben sind die zahlreichen Kooperationen mit unterschiedlichsten Projektpartnern innerhalb und außerhalb der TUHH, z. B. mit dem AStA, der Bibliothek, dem Zentrum für Lehre und Lernen oder dem Hochschulsport Hamburg. Hierin zeigt sich, wie lebendig das Programm in die Hochschule integriert ist: So ist z. B. die „Kleine Nacht des wissenschaftlichen Schreibens“ ein Kooperationsprojekt unter Federführung von FinishING, das von einer Vielzahl interner Kooperationspartner getragen wird. Außerdem gestaltet die Zentrale Studienberatung im Rahmen von FinishING gemeinsam mit dem Career Center der TUHH einen Workshop zur Orientierung und Richtungsentscheidung in der Abschlussphase des Studiums.

Der Erfolg des FinishING-Programms zeigt sich sowohl in der großen Akzeptanz, die die Angebote hochschulweit erfahren, als auch in der fortlaufenden quantitativen und qualitativen Evaluation. Sowohl die individuellen als auch die Gruppen- und Informationsveranstaltungen werden durchweg als sinnvolle Ergänzung zum Lehrangebot der TUHH und auch als nützlich für den individuellen Studienerfolg bewertet. FinishING hat sich zu einer tragenden Säule und einem unverzichtbaren Bestandteil im Angebotsspektrum der Zentralen Studienberatung entwickelt. Komplementär zum äußerst erfolgreichen Programm StartING@TUHH fördern die FinishING-Maßnahmen den individuellen Studienerfolg im weiteren Verlauf des Studiums.

DER MYTRACK ALS ALTERNATIVER STUDIENWEG – DIAGNOSE INDIVIDUELLER STUDIENSITUATIONEN UND ERGEBNISSE DER AUSWERTUNG

Henning Klaffke und Alexander Schmitt
TUHH, Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
h.klaffke@tuhh.de, alexander.schmitt@tuhh.de

Der „mytrack“ ermöglicht individuelle Studienwege durch das Bachelorstudium an der Technischen Universität Hamburg (TUHH). Das Programm bietet den Studierenden einen individuellen Studienverlaufsplan, der sich an den Interessen und persönlich gesetzten Schwerpunkten der Studierenden orientiert und mit einer umfangreichen Diagnose zur Identifikation der individuellen Kompetenzförderbedarfe gespiegelt wird.

Strukturgebendes Element des mytrack ist eine online-gestützte Selbsteinschätzung („mytrack-Diagnose“) der Studierenden, die ihnen ein Feedback zu ihrer Studiensituation und ihrem Studienverhalten gibt. Hierbei bildet – neben Fragen zur persönlichen Studiensituation und einer umfangreichen Selbsteinschätzung im Bereich Fachwissen sowie Fertigkeiten (Mathematik und Logik) – eine Analyse der Belastung von Studierenden hinsichtlich des Studienabbruchrisikos („Konfliktfaktoren“) den thematischen Schwerpunkt. Auf Basis dieser Einschätzung erfolgt eine erste, automatisierte Empfehlung ergänzender Studienangebote. Die Ergebnisse dieser online gestützten Diagnose zusammen mit den bisher erbrachten Leistungen der Studierenden sind Ausgangspunkt für die anschließende individuelle Beratung des mytrack.

Im ersten Pilotdurchlauf im Wintersemester 2015/16 (Erhebungszeitraum 12/15 – 01/16 sowie 04/16 – 05/16) haben 308 Studierende der TUHH an der mytrack-Diagnose teilgenommen. Hierbei stellen Studierende des Studiengangs Maschinenbau mit 24 % den prozentual größten Anteil der Teilnehmenden dar. Im Rahmen des Diagnosebogens haben die teilnehmenden Studierende die Möglichkeit ihre Erwartungen an ihr ingenieurwissenschaftliches Studium an der TUHH zu formulieren. So erhoffen sich die Studierenden ein abwechslungsreiches und interessantes, aber auch forderndes Studium, eingebettet in einem praxis- und projektorientierten Ansatz. Ebenso äußern die Studierenden aber auch sich abzeichnende Probleme hinsichtlich des Studiums (z. B. Finden von Lerngruppen und Lernräumen) und auch Belastungsfaktoren („Ich habe auf ein Heranführen an das Thema Studieren gehofft, dass die Uni schon will, dass ich auch einen Abschluss mache, und nicht, dass die Hälfte ausgesiebt wird“). Um Ähnlichkeitsstrukturen zu entdecken und mögliche Studierendentypen an der TUHH zu identifizieren, wurde eine Clusteranalyse über den gesammelten Datenbestand der Diagnose durchgeführt. Hierbei wurden sieben Cluster identifiziert und interpretiert:

Tabelle 1: Interpretierte Cluster

Cluster-Bezeichnung	N	Beschreibung
1: Leicht überforderte Technikzentrierte	21	Recht breit interessierte, gut vernetzte Studierende mit Praxiserfahrungen, die hinsichtlich Fach- und Methodenwissen und Motivation etwas Unterstützung bräuchten.
2: Leicht überforderte Technikferne	41	Fachlich und methodisch überforderte Studierende mit wenig Praxiserfahrung.

3: Breit interessierte Einzelgänger	24	Vielseitig interessierte Studierende, aber wenig motiviert, recht überfordert und wenig vernetzt.
4: Überforderte Technikinteressierte	29	Studierende mit guten Praxiserfahrungen, aber eher geringen Vorkenntnissen, eher überfordert und eher gering motiviert.
5: Leistungsträger	46	Gute Studierende mit guten Vorkenntnissen, die im Studium gut zurecht kommen, motiviert und gut vernetzt sind.
6: Generell Überforderte	18	Studierende mit deutlichen Defiziten bei Vorkenntnissen, Praxiserfahrung und Vernetzung, die vom Studium überfordert sind.
7: Motivierte Technikdistanzierte	46	Gut motivierte Studierende, die gut zurecht kommen, aber eher wenig praktische Erfahrungen haben.

Auf Grundlage der identifizierten Cluster und den artikulierten Bedarfen der Studierenden kann im Ausblick einerseits eine didaktische Anpassung bestehender Lehrveranstaltungen erfolgen, andererseits auch neue Tutorien und Workshops – insb. Im Bereich der überfachlichen Kompetenzen – konzipiert und multimedial aufbereitet werden.

AUF EINEM BEIN KANN MAN NICHT GEHEN FACHLICHE & ÜBERFACHLICHE UNTERSTÜTZUNG VOR DEM 2. ANLAUF IN GRUNDLAGENPRÜFUNGEN

Birgit Carstensen¹, Anne Rose Sanderink¹, Anusch Taraz², Dennis Clemens², Robert Seifried³, Leo Dostal³

¹ TU Hamburg, Zentrale Studienberatung

birgit.carstensen@tuhh.de, annerose.sanderink@tuhh.de

² TU Hamburg, Institut f. Mathematik, taraz@tuhh.de, dennis.clemens@tuhh.de,

³ TU Hamburg, Institut f. Mechanik, robert.seifried@tuhh.de, dostal@tu-harburg.de

REPETITORIEN IN GRUNDLAGENFÄCHERN WIE MATHEMATIK UND MECHANIK.

ZIEL: ROLLENFINDUNG UND LERNEN LERNEN IM ZWEITEN SEMESTER

Im Sommersemester 2016 wurden an der TUHH für Zweitsemester, die in Mathematik 1 bzw. Mechanik 1 im 1. Semester durchgefallen waren, neue Angebote zur Unterstützung gemacht. Hierbei wurden verschiedene Varianten des Prinzips „Fordern und Fördern“ in parallel laufenden Pilotprojekten erprobt. Neu ist daran die Kombination von fachlich-didaktischer Unterstützung mit überfachlichen, psychologischen Impulsen durch die Zusammenarbeit der Fachinstitute mit der Zentralen Studienberatung. Die Elemente werden weiter unten erläutert (s. Grafik 1). Wie kam es zu dieser ungewöhnlichen Zusammenarbeit?

WIE ES BEGANN: MECHANIK 3 IM DRITTVERSUCH ERFORDERT PSYCHOLOGISCHE UNTERSTÜTZUNG

Immer wieder scheitern Studierende höherer Semester an einzelnen Wiederholungsprüfungen. Dass im sog. „Drittversuch“ (letzter Prüfungsversuch an der TUHH) nicht nur eine einzelne Fachprüfung, sondern im Falle des Nicht-Bestehens das ganze Studium auf dem Spiel steht, erhöht den psychologi-

schen Druck. Ein typisches Beispiel ist hier die Mechanik 3, welche eine fachlich sehr anspruchsvolle Vorlesung des 3. Studienseesters ist. Dieser Druck kann zu ineffizienten Lernstrategien führen und erweist sich – trotz guter vorausgehender Studienleistungen der Einzelnen – manchmal als zu hoch. Durch mehrfache Wiederholungen und Schieben der Prüfung kommt es bei ca. 20-30 Studierenden pro Semester zu einem Drittversuch, welcher meist erst im 6. oder höheren Semester abgelegt wird. Ein Verlust von Energie und Lebenszeit für die Studierenden und eine Vergeudung von Ressourcen und studentischem Potenzial für die Hochschule.

Hier entstand eine fruchtbare Zusammenarbeit des Instituts für Mechanik und Meerestechnik und der Zentralen Studienberatung in der Unterstützung der Wiederholer bei der Vorbereitung auf diese zentrale Wiederholungsprüfung im Rahmen eines neuen freiwilligen Repetitoriums für diese Studierenden. Mit Erfolg: Seither bestanden fast alle Teilnehmenden der Repetitorien und auch die durchschnittliche Note ist deutlich besser als bei denjenigen, die das Repetitorium nicht besucht haben.

MEHR WIEDERHOLER ALS GLATTE DURCHLÄUFER – GRUNDLAGENPRÜFUNGEN ALS RESSOURCENPROBLEM

Auch in der Studieneingangsphase der ersten zwei bis drei Semester gibt es Prüfungswiederholungen, allerdings in einer ganz anderen Größenordnung als bei Mechanik 3. Deutlich mehr als die Hälfte der Erstsemester jeder Kohorte fällt in mindestens einem der Grundlagenfächer (z. B. Mathe 1, Mechanik 1) durch oder treten erst gar nicht zur Prüfung an. Die Umstellung vom System Schule auf das System Hochschule fällt einer erheblichen Anzahl der Studierenden schwer, welche die Anforderungen oft noch nicht ausreichend einschätzen können. Ob es an der Arbeitshaltung liegt oder an der Begabung, lässt sich an dieser Stelle noch nicht klar sagen. Die Studierenden waren oft sogar vorher gut in der Schule und sind dann selbst überrascht bis schockiert und ratlos, wie sie mit diesem unerwarteten Erlebnis des Durchfallens umgehen sollen. Viele, die noch mit dem Einfinden in den neuen Kontext kämpfen, wählen nun eine riskante Strategie: Sie versuchen, in ihrem „Regelzeit-Studienplan“ weiter zu studieren und klammern sich an ihre eben erst neu geknüpften sozialen Netze und Lerngruppen. Dies führt im zweiten Semester regelmäßig zur Überforderung, denn die Zahl der anstehenden Prüfungen erhöht sich, und die Grundlagen fehlen teilweise, um dem neuen Stoff nun besser folgen zu können. In Folge fallen diese „Aufholer und Aufholerinnen“ dann in mehreren Prüfungen durch und stehen danach – im 3. oder 4. Semester – möglicherweise schon vor dem Drittversuch, der ihr Studium wieder beenden könnte, bevor es richtig in Gang gekommen ist. Selbst, wenn es noch einmal gut geht und die Wiederholungsprüfungen bestanden werden, heißt dies für die Hochschule, dass pro Studierenden ein Vielfaches der eigentlich vorgesehenen Prüfungsdurchgänge angeboten werden muss. Ein Ressourcenproblem, das viel Lehr- und Prüfungskapazität bindet.

DIE STUDIENEINGANGSPHASE NEU DENKEN – WIE KÖNNEN REPETITORIEN BESSER SEIN ALS JEDER NUMERUS CLAUSUS?

Frühere Lösungsansätze dieses Problems bestanden im Kern aus der Haltung „Nur die Harten kommen durch“. Folgt man diesem Motto, würden Studienanfängerinnen und Studienanfänger, die sich nicht schnell genug auf die neuen Anforderungen einstellen und eine passende Arbeitshaltung dazu entwickeln, nicht zu Ingenieurinnen und Ingenieuren ausgebildet werden können. Diese Haltung beschränkt einen möglichen Studienerfolg auf einen ganz bestimmten Anteil der Studienanfänger – die Prüfungsbegabten und stets Fleißigen. Doch es gibt auch andere Typen, die gute Ingenieure und Ingenieurinnen werden können. Vielleicht sind sie im ersten Semester, mit teilweise erst 17, 18 Jah-

ren, noch nicht so weit. Hier merkt man auch deutlich das Fehlen an Lebenserfahrung durch Wegfall des 13. Schuljahres sowie Wehrpflicht bzw. Zivildienst. Vielleicht braucht ihre Orientierungsphase und neue Rollenfindung ein bisschen länger als die 4 Monate ihres ersten Wintersemesters bis zur ersten Grundlagenprüfung. Hier sollte unser Unterstützungsangebot ansetzen.

WAS WIR GEMACHT HABEN

Eine Übersicht der Maßnahmen stellt die folgende Grafik dar.

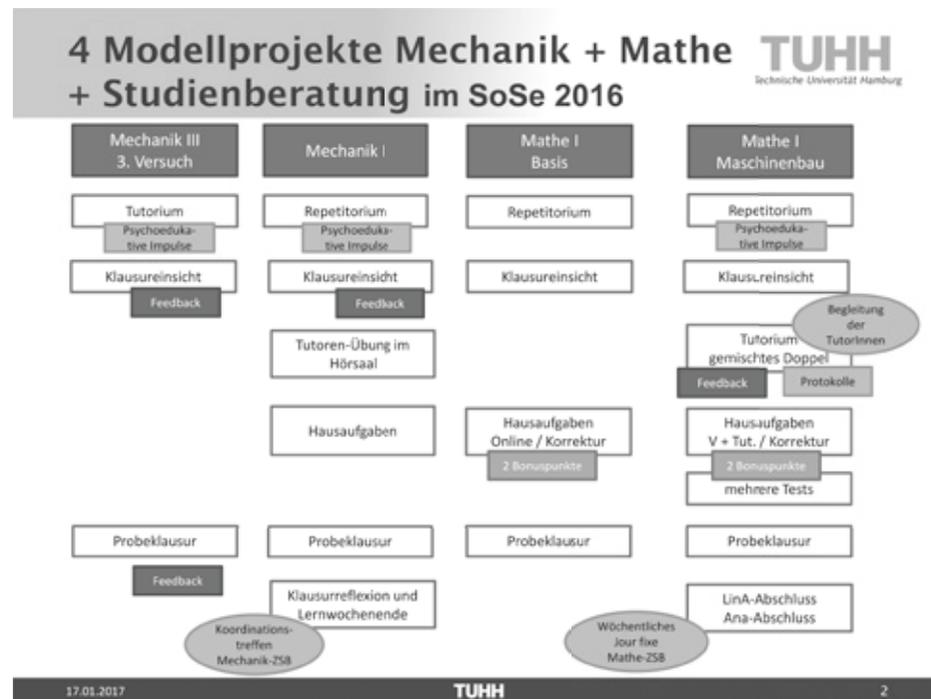


Abbildung 1 4 Modellprojekte Mechanik + Mathe + Studienberatung im SoSe 2016

Die generelle Botschaft der Lehrenden der Fächer Mathematik bzw. Mechanik lautete „Mach dich jetzt an die Arbeit, dann helfen wir dir dabei“. Es wurden Empfehlungen ausgesprochen, z. B. konkret, dass Mathematik 2 aufgeschoben werden sollte, bis Mathematik 1 gelernt und bestanden ist. Die verschiedenen Angebote waren alle freiwillig nutzbar. Im Einzelnen:

Das Institut für Mechanik und Meerestechnik bot auf der fachlichen Ebene eine Repetitoriumsveranstaltung an, auf die tutorengestützte Übungen in Gruppen im Hörsaal folgten. Als zentraler Wirkfaktor für die Selbstreflexion der Studierenden setzte man auf das Prinzip „Feedback“: Sowohl in einer individualisierten Klausureinsicht als auch durch eine Probeklausur konnten die Studierenden herausfinden, was sie schon können und wo sie sich noch verbessern müssen. Auf der psychologischen Ebene bot die Zentrale Studienberatung Impulsvorträge zu Themen wie Motivation und Sich-Entscheiden im Rahmen der Mechanik-Vorlesung an.

Das Institut für Mathematik führte eine Basisvariante für alle Studiengänge sowie ein erweitertes Pilotprojekt für den Studiengang Maschinenbau durch. Für beide Gruppen gab es eine Repetitori-

umsvorlesung, kombiniert mit einem Anreizsystem von Bonuspunkten für die erfolgreiche Abgabe von Übungshausaufgaben. Während im Basismodell die Aufgaben online gelöst und bewertet wurden, konnten die Maschinenbauer die Aufgaben in Tutorien nachbesprechen und bekamen dort auch direktes Feedback zu ihrem Leistungsstand und fachliche Erläuterungen. Hier wurden auch weitere Übungsaufgaben in Gruppen gelöst und besprochen.

Auf der psychologischen Ebene waren zwei Maßnahmen zentral: Zum einen wurden ebenfalls psychoedukative Impulsvorträge im Rahmen der Vorlesung geboten. Zum anderen waren die Tutorien von zwei unterschiedlichen Tutoren geleitet. Die Fachtutoren und Fachtutorinnen, ausgewählt von der Mathematik, waren für die Didaktik und Hausaufgabenkorrektur zuständig. Die sogenannten „Coaching-Tutoren und Tutorinnen“ wurden, vermittelt durch die Zentrale Studienberatung, aus dem Kreis ihrer ehemaligen StartING-Tutoren rekrutiert. Diese Coaching-Tutoren brachten im Rahmen der Tutoriumszeit verschiedene überfachliche Themen und Angebote zur Selbstreflexion und zum Austausch über studien- und prüfungsrelevante Fragestellungen ein. Die gesamte Gruppe der Tutoren und Tutorinnen wurden im Semesterverlauf durch die Zentrale Studienberatung in Zusammenarbeit mit dem Institut für Mathematik supervisorisch begleitet. Durch die Gruppengespräche, Einzelbefragungen und die wöchentlichen Tutoriumsprotokolle konnten wir relevante Themen ermitteln, die sich als wirksam und interessant für die Zweitsemester herausgestellt haben. Hier eine Zusammenfassung:

DIE COACHINGTHEMEN IM SEMESTERVERLAUF

- Sich **entscheiden**: „Do or Do Not. There is no Try.“ (Yoda, Star Wars)
Motivation und Dranbleiben
- Nicht alleine durchgefallen – abgehängt von meiner Kohorte?
 - **Bindung**, Kontakt, Vertrauen in die Gruppe und in die Tutoren aufbauen.
 - **Studienplan** dehnen – Regelstudienzeit und **Normalität**
- Reflexion der **Lernstrategie** im 1. Semester und Änderungsbedarf.
Zeitmanagement, Zeitfresser, Lerngruppen, Lernverhalten
- Punkte und **Feedback zum Leistungsstand**. Selbsteinschätzung und Orientierung zum angemessenen Arbeitsaufwand
- **Mit Stress und Prüfungsangst umgehen**
Klausurenplanung 2. Semester – Was schieben, was schreiben?
Wunsch nach Präsenzangeboten wie „LinA“ (Lernwochenende Lineare Algebra) und Probeklausur mit Feedback
Plan B – Was mache ich, wenn ich noch mal durchfalle?

Die Resonanz im Semesterverlauf war höchst unterschiedlich und individuell. Manche Themen fanden sofort Zuspruch bei den Studierenden, z. B. die Frage nach der konkreten Klausurenplanung und dem möglichen Plan B. Andere Themen waren weniger gut besprechbar und besser indirekt zu beobachten. So war z. B. die Erleichterung vieler Zweitsemester zu erkennen, als sie im Repetitorium auf zahlreiche Bekannte stießen, die demnach offenbar ebenfalls durchgefallen waren. Sie konnten erkennen, dass sie nicht die Einzigen, d. h. nicht unnormale waren. Durch den – von den Coachingtutorinnen und –tutoren unterstützten – Gruppenzusammenhalt und -austausch in den Tutorien fanden sie neue Lerngruppen, wo ihnen alte verloren gegangen waren. Das Thema Motivation bzw. „Warum mache

ich das alles?“ zog sich durch das ganze Sommersemester und wurde immer wieder in den Tutorien auf unterschiedliche Weise angesprochen. Manche wünschten sich mehr, andere weniger „Coaching“, und für weitere war der Einsatz genau richtig.

Inzwischen liegen sowohl die Klausurergebnisse aus dem Sommersemester als auch Äußerungen der inzwischen Drittsemester vor, die eine Bewertung in der Rückschau ermöglichen.

Die Klausurergebnisse sowohl in der Mechanik wie auch in der Mathematik zeigen deutliche Verbesserungen der Erfolgsquoten im Vergleich zu den Vorjahren ohne Repetitorien.

Die Maschinenbau-Drittsemester äußern im Nachhinein, dass neben den fachlichen Hilfestellungen im Repetitorium auch die Coachingangebote hilfreich für sie waren. Insgesamt scheinen die Studierenden nun klarer einschätzen zu können, wo sie stehen und was und wie sie für die Prüfungen lernen müssen, um erfolgreich zu sein. So äußern einige Bedarf an Themen wie Zeit- und Selbstmanagement und Lernstrategien.

Insgesamt soll an dieser Stelle betont werden, dass die Repetitorien nicht das Ziel verfolgen, die Studierenden irgendwie durch einzelne Prüfungen des ersten Semesters zu bringen. Die Repetitorien verfolgen dagegen ein überfachliches Ziel, nämlich die Studierenden für das gesamte Studium studierfähig zu machen.

Die im Projekt verfolgte Hypothese „Wenn wir bei Zweitsemestern ihre fachliche und persönliche Entwicklung und Reifung unterstützen, entsteht ein besseres System des Studieneingangs, als jeder Numerus Clausus es leisten könnte“ scheint sich zu bestätigen. Dies weiter zu verfolgen und zu evaluieren wird Aufgabe der nächsten Semester sein.

2017: ROLL OUT FÜR ALLE STUDIENGÄNGE UND KOORDINIERT ANGEBOTE

Für die nächste Kohorte im Sommersemester 2017 sollen die Angebote, die bisher aus der Mathematik und der Mechanik in Zusammenarbeit mit der Zentralen Studienberatung gemacht wurden, auf alle Studiengänge ausgeweitet und zwischen den Fächern weiter koordiniert werden.

Die Repetitorien sollen weiter und regelmäßig angeboten werden. Das Modell der zwei Tutoren für Mathetutorien wird verändert dahingehend, dass alle Tutorinnen und Tutoren sowohl die fachliche wie auch die „Coaching“-Unterstützung geben können sollen. Dazu sollen gezielte Schulungen durch die Zentrale Studienberatung (ZSB) – in Abstimmung mit dem Zentrum für Lehre und Lernen, die allgemeine Tutorenschulungen in Didaktik anbieten – sowie eine Begleitung der Tutoren im Semesterverlauf stattfinden.

Die psychoedukativen Impulsvorträge der ZSB werden in der Mechanikvorlesung angesiedelt. Weitere modulare Formate zur Vermittlung der Coachingthemen, wie z. B. Kurzworkshops, sollen von der ZSB entwickelt und erprobt werden.

Wir erhoffen uns von der Weiterführung und Stabilisierung dieser Angebote auch eine Strahlkraft und Transferwirkung auf die Qualität der Lern- und Arbeitsleistung der Studierenden in weiteren Kernfächern und eine Erhöhung ihrer Selbststeuerung.

PERSPEKTIVE: TUHH FÖRdert INGENIEURSPERSÖNLICHKEITEN. TUTORIENPROGRAMME ALS AUSBILDUNGSSPIELBEIN FÜR MEHRFACHTALENTE UND DEN ARBEITSMARKT VON MORGEN

Schon heute hat die Technische Universität Hamburg eine Vielzahl an gruppenbasierten Studienformaten. Die beiden anderen Beiträge der Zentralen Studienberatung in diesem Workshop, StartING mit Tutorien für Erstsemester und FinishING, z. B. mit Workshops, geben Beispiele hierfür. In der Fachlehre gibt es eine Vielzahl an Gruppenübungen und Teamprojekten. Die Repetitorien und Tutorien für Wiederholer im zweiten und ggf. dritten Semester, um die es in diesem Beitrag geht, fügen sich hier ein und fokussieren noch stärker – dabei fachbezogen – auf Selbststeuerung, Teamkommunikation und Schlüsselkompetenzen. Wer in einer Situation hoher persönlicher Verunsicherung lernt, sich in der Gruppe über sein Lernverhalten, die Motivation und eben über die Mathematikaufgaben auszutauschen, und lernt, sich gegenseitig fachliche Dinge zu erklären, der lernt auf mehreren Ebenen zugleich und nimmt typische Berufssituationen von heute vorweg.

Daraus kann die TUHH ein starkes Profil entwickeln – erstens, indem mehr Studierende, die vom Potenzial her geeignet sind, ihren erfolgreichen Weg ins Studium finden durch geeignete Unterstützung und Ansprache in den ersten Semestern. Eine Heterogenität an gut qualifizierten Ingenieurspersönlichkeiten entsteht. Und für diejenigen, für die ein solches Studium nicht der richtige Weg ist, entsteht früher im Studium als bisher eine kritische Selbstreflexion und Klarheit. Zweitens schärft sich das Profil, weil Jahr für Jahr Tutoren qualifiziert werden und Erfahrungen sammeln, die heutzutage immer wichtiger werden: Sie lernen, fachliche Diskurse mit Menschenführung zu verbinden. Sie können schwierige persönliche Themen ansprechen und konstruktive Teamarbeit, auch in kritischen Situationen, anleiten und begleiten. Führungskräfte von heute brauchen Erfahrung im Umgang mit Situationen hoher Unbestimmtheit und Krisen, sowie das Handwerkszeug, um damit reflektiert und kommunikativ umzugehen. Die TUHH könnte diese Kombination von fachlicher und persönlicher Qualifikation auf hervorragende Weise fördern und zugleich ein Ressourcenproblem, nämlich das der hohen Bugwelle von Wiederholungsprüfungen, wenn nicht komplett lösen, so doch abmildern. Sie würde damit noch attraktiver für mehrfach interessierte und talentierte Studierende.

FISHING FOR EXPERIENCE – DAS PRAXISPROJEKT IM CAREER CENTER DER TU HAMBURG UND SPEZIELLE ANGEBOTE FÜR INTERNATIONALE STUDIERENDE

Cordula BÜchse und Astrid BÜltemeier
TU Hamburg, Career Center, cordula.buechse@tuhh.de, bueltemeier@tuhh.de

FISHING FOR EXPERIENCE – DAS PRAXISPROGRAMM IM CAREER CENTER DER TUHH

Mit Fishing for Experience bietet die TUHH ihren Studierenden, Absolventinnen und Absolventen ein Praxisprogramm an, das es ihnen ermöglicht, additiv zum Studium praxisrelevante Erfahrungen durch die Bearbeitung von Unternehmensprojekten zu sammeln [1].

Projektteams von etwa sechs Studierenden bearbeiten Projekte unterschiedlichster Unternehmen und Branchen innerhalb eines Semesters. Ein im Career Center durchgeführtes Training im agilen Projekt-

management qualifiziert die Studierenden zusätzlich in relevantem Basiswissen zur Durchführung der Projekte. Der Workload der Studierenden beträgt pro Semester und Person ungefähr 100 Stunden.

Chancen für Studierende und für Unternehmen bei Fishing for Experience

Die Studierenden lernen durch Fishing for Experience Unternehmen in praktischer Projektarbeit kennen. Sie erfahren, was es bedeutet, wenn sich Aufträge ändern, Ressourcen nicht in ausreichendem Maße vorhanden sind und wie Entscheidungen in Unternehmen gefällt werden. Außerdem erhalten sie ein besseres Verständnis vom Arbeiten in interdisziplinären und interkulturellen Teams. Wie funktioniert Kommunikation, mit welchen Dynamiken muss man rechnen und umgehen können, wie kann ein gemeinsames Verständnis erzeugt werden? Das sind nur einige der Themen, die ihnen während ihres Projektes zusätzlich zur fachlichen Auseinandersetzung begegnen. Ihre Kommunikationsfähigkeit wird dabei genauso gestärkt wie die eigene Ambiguitätstoleranz, denn im Projekt ist nichts wirklich vorhersehbar.

Zusätzlich zum sozialen Lernen eignen sich die Teilnehmenden im vorgeschalteten Projektmanagement-Training und während der Projektphase methodische Kenntnisse im agilen Projektmanagement an [2]. Sie formulieren ihre Aufgaben in Backlogs, vereinbaren Sprints und reflektieren ihre Ergebnisse und ihre Zusammenarbeit in der Retrospective [3, 4].



Abbildung 2 Agiles Projektmanagement mit Lego

Zu guter Letzt sind die Studierenden in Kontakt mit interessanten Unternehmen, lernen deren Geschäftsfelder kennen und haben Chancen auf weitere Beschäftigungen dort; sei es als Werkstudierende, um ihre Abschlussarbeiten dort zu schreiben oder gar als zukünftige Mitarbeitende. Dies ist insbesondere für internationale Studierende eine interessante Option, da sie oft Schwierigkeiten haben, Praktikumsplätze zu finden. Sie erlangen durch Fishing for Experience einen leichteren Zugang zu Unternehmen und lernen durch die Projektarbeit den deutschen Arbeitsmarkt kennen.

Auf der anderen Seite profitieren die beteiligten Unternehmen von dem Praxisprogramm, weil sie Studierende und mögliche Nachwuchskräfte frühzeitig in praktischer Tätigkeit kennenlernen und sich damit möglicherweise einen Wettbewerbsvorteil verschaffen können. Außerdem schätzen viele Unternehmen den frischen Blick von außen, den sie durch die intensive Beschäftigung der Studierenden mit einem ihrer Projekte erhalten. Damit gepaart ist natürlich der mögliche Kontakt zu aktueller Forschung.

Durch die Kontinuität dieses seit 2010 im Netzwerk Hamburger Career Services angebotenen Programms sind ehemalige Teilnehmende nun bereits selbst häufiger unternehmensseitige Auftraggeberinnen oder Auftraggeber. Ihr Erfahrungsschatz baut Hemmschwellen ab und stärkt die Zusammenarbeit zwischen der Hochschule und Unternehmen.

Ein Projektteilnehmer aus dem Jahr 2016, der erfolgreich den Jobeinstieg geschafft hat sagt: "Ohne Fishing for Experience hätte ich diese Stelle wahrscheinlich nicht gefunden. Und auch bei den anderen Vorstellungsgesprächen war es für mich, als theoretisch orientierter Wissenschaftler, sehr hilfreich, über die praktischen Erfahrungen aus dem Fishing for Experience-Projekt sprechen zu können. Daher möchte ich

mich ganz herzlich bei euch bedanken, dass ihr Fishing for Experience angeboten habt. Es war genau das, was ich zu diesem Zeitpunkt gebraucht hatte."

Career Center-Angebote für internationale Studierende

Neben vielen weiteren Angeboten unterstützt das TUHH-Career Center internationale Studierende unter anderem durch englischsprachige Trainings und Vorträge. Mehrfach pro Semester wird ein Workshop zu Grundlagen der Bewerbung in Deutschland angeboten, bei dem die Studierenden zunächst im Vortrag hören, worauf es bei der Bewerbung ankommt und im Anschluss daran in Kleingruppen auch gegenseitig ihre Bewerbungsunterlagen überprüfen.

Die Mitarbeitenden des Career Centers beraten internationale Studierende auch individuell, sowohl in Hinblick auf ihre berufsbiographische Gestaltungskompetenz als auch bei der Erstellung von Bewerbungsunterlagen.

Neu im Career Center-Angebot sind Workshops, die speziell für Studierende mit Deutsch als Fremdsprache konzipiert wurden. Hier wird ein breites Themenspektrum von Messevorbereitung über das Verfassen von Bewerbungsanschreiben bis zum Stimm- und Präsenz-Training abgedeckt.

Dank

Wir danken allen an Fishing for Experience-Beteiligten und insbesondere den Kolleginnen und Kollegen der Universität Hamburg, HAW Hamburg und Hamburg Innovation, die im Rahmen des Netzwerk Hamburger Career Services-Projektes das Konzept mit entwickelt und eingeführt haben.

Referenzen

- [1] Narjes, Frauke; Feltz, Nina (2011): Fishing for Careers. Budrich Unipress Ltd. Opladen & Farmington Hills MI.
- [2] Preußig, Jörg (2015): Agiles Projektmanagement. Haufe Vlg. Freiburg.
- [3] Gloger, Boris; Margetich, Jürgen (2014): Das Scrum-Prinzip. Schäffer/Poeschel Vlg. Stuttgart.
- [4] Dräther, Rolf; Koschek, Holger; Sahling, Carsten (2013): Scrum – kurz und gut. O'Reilly Vlg. Heidelberg.

WORKSHOP III

DIE REPARATURMETHODE FÜR SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER, LEHRKRÄFTE UND INGENIEURE

Stephanie Faase¹ und Hanno Kallies²

¹ TU Hamburg, Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik, s.faase@tuhh.de

² Georg-Sonnin-Schule (BBS II) Lüneburg, kallies@georg-sonnin-schule.de

Abstract 1 In den letzten Jahren erfolgte eine zunehmende Sensibilisierung der Gesellschaft für die Problemstellung, dass Geräte, deren Funktionsfähigkeiten durch Reparatur wiederhergestellt werden könnten, nicht als umweltschädigender Elektroschrott vernichtet, sondern vielmehr selbst oder von anderen repariert werden. Im Rahmen der gewerblich-technischen beruflichen Bildung rückt im Umgang mit technischen Geräten neben der Reparatur die Instandhaltung und Wartung zur längeren Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit in den Vordergrund. Beides setzt jedoch voraus, dass Ingenieurinnen und Ingenieure die Möglichkeiten zur Reparatur, Instandhaltung und Wartung bereits bei der Entwicklung von technischen Systemen berücksichtigen.

Im Rahmen des Workshops wurden relevante Kompetenzen im Bereich Reparatur, Instandhaltung und Wartung für die Zielgruppen Bürgerinnen und Bürger, Facharbeiterinnen und Facharbeiter sowie Ingenieurinnen und Ingenieure herausgearbeitet und mögliche Konsequenzen für die Lehrer- und Ingenieurausbildung diskutiert.

Keywords: Reparatur, Instandhaltung, Wartung, Lehrerbildung, Ingenieurausbildung

Abstract 2 Over the past years society has been sensitized to the problem that malfunction electronic devices that could be repaired are being destroyed and become waste. In the context of vocational education the repair of technical equipment is yet the main focus but it shifts more and more to maintenance and servicing to expand the physical life of technical equipment. But both requires engineers to bear in mind the possibilities of repair, maintenance and servicing in the development of technical systems and equipment.

At the workshop relevant skills concerning the repair, maintenance and servicing of technical equipment for the target groups citizens, skilled workers and engineers have been specified and possible implications for the training of teachers and engineers have been discussed.

Keywords: repairing, maintenance, servicing, training of teachers and engineers

1 EINLEITUNG

Wer kennt das nicht: Der Staubsauger geht wenige Wochen nach Ablauf der Garantie kaputt, der Akku des Mobiltelefons kann nicht gewechselt werden, so dass ein neues Mobiltelefon gekauft wird, und die Neuanschaffung eines Druckers ist günstiger, als den defekten zur Reparatur zu bringen. Wir sind dafür verantwortlich, dass der Berg an Elektroschrott stetig steigt. Mit wir sind aber nicht nur die Bürgerinnen und Bürger gemeint, die den Staubsauger, das Mobiltelefon und den Drucker in den Keller stellen oder sie bestenfalls zum Recyclinghof bringen, um sich anschließend Neugeräte zu kaufen. Wir sind auch Ingenieurinnen und Ingenieure, die Geräte nicht mit dem Ziel einer maximalen Nutzungsdauer entwi-

ckeln, sondern mit einer geplanten Obsoleszenz. Wir sind auch die gewerblich-technischen Facharbeiterinnen und Facharbeiter, die in technischen Systemen nur noch Module austauschen, anstatt einen Fehler zu analysieren und zu beheben. Und wir sind auch die Lehrkräfte an allgemeinbildenden Schulen, die Bürgerinnen und Bürger hervorbringen, die die Geräte trotz Möglichkeit der Reparatur wegwerfen. Wir sind die Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen, die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ausbilden, die sich den Bedingungen der Industrie beugen, und nicht zuletzt sind wir die Dozierenden an den Hochschulen, die Ingenieure und Lehrkräfte für berufsbildende und allgemeinbildende Schulen ausbilden, die als mögliche Multiplikatoren in die Schulen und Betriebe gehen.

Während gesamtgesellschaftlich eine zunehmende Sensibilisierung für die Problemstellung zu beobachten ist und das Thema Nachhaltigkeit in unterschiedlichsten Facetten in der Allgemeinbildung Einzug erhalten hat, sind in den anderen Bildungsbereichen maximal vereinzelte Ansätze zu finden. Daher wurde auf der 11. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung mit Vertreterinnen und Vertretern der unterschiedlichen Bereiche gemeinsam über die Reparaturmethode für Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte und Ingenieure diskutiert.

2 ZIELE UND FRAGESTELLUNGEN DES WORKSHOPS

Übergeordnetes Ziel des Workshops war es, einen ersten Austausch über die Themen Reparatur, Instandhaltung und Wartung für Schülerinnen, Schüler, Lehrkräfte und Ingenieure von Personen zu initiieren, die aus unterschiedlichen Perspektiven auf den Themenkomplex schauen.

Die im Workshop zu diskutierenden Leitfragen waren:

1. Über welche Kompetenzen bezüglich Reparatur, Instandhaltung und Wartung müssen
 - a) Bürgerinnen und Bürger,
 - b) Facharbeiterinnen und Facharbeiter gewerblich-technischer Berufe,
 - c) Ingenieurinnen und Ingenieureverfügen?
2. Wie müssen
 - a) Lehrkräfte an allgemeinbildenden Schulen,
 - b) Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen,
 - c) Dozierende in der Ingenieurausbildung
3. auf die Förderung dieser Kompetenzen vorbereitet werden?

Unter den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Workshops waren Vertreterinnen und Vertreter aller Bereiche, obgleich jede und jeder auf Grund seiner oder ihrer Berufs- aber auch allgemeinen Biographie eine Mehrfachfunktion einnahm. Wer beispielsweise heute Lehrkräfte für berufsbildende und allgemeinbildende Schulen ausbildet, war früher einmal selbst Facharbeiterin oder Facharbeiter. Und wer Ingenieurinnen und Ingenieure ausbildet, war früher selbst einmal Ingenieurin oder Ingenieur. Und nicht zuletzt sind wir alle Bürgerinnen und Bürger.

3 VORGEHEN IM WORKSHOP

Der Workshop begann mit einer Vorstellungsrunde, in der die Teilnehmerinnen und Teilnehmer aufgefordert waren, neben ihrem Namen, der von ihnen vertretenen Institution und ihren Erwartungen an den Workshop, zusätzlich mitzuteilen, welchen Bezug sie zu Reparatur, Instandhaltung und Wartung haben.

Daran anknüpfend wurden die Leitfragen (s. Kapitel 2) sukzessiv diskutiert und die Ergebnisse in Form von Metaplankarten an Metaplanwänden festgehalten. Ziel war es, die identifizierten Kompetenzen gemäß der Kompetenzdimensionen des Deutschen Qualifikationsrahmens für Lebenslanges Lernen (DQR) nach Wissen und Fertigkeiten (Fachkompetenz) und Sozialkompetenz und Selbstständigkeit (Personale Kompetenz) zu strukturieren.

Die Diskussion wurde mit einem Tonaufnahmegerät mitgeschnitten und für die Darstellung der Ergebnisse ausgewertet.

Die Ergebnisse beruhen nicht auf allgemeingültigen wissenschaftlichen Erkenntnissen, sondern basieren auf den Äußerungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer und spiegeln deren Erfahrungen sowie wissenschaftlichen Erkenntnisse wider.

4 ERGEBNISSE

Die Vorstellungsrunde zeigte bereits zu Beginn des Workshops, dass sich alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowohl im privaten als auch bei den meisten im beruflichen Kontext mit den Themen Reparatur, Instandhaltung oder Wartung auseinandersetzen. Interessant war, dass für einen Großteil eine frühe Sozialisation durch das Elternhaus ausschlaggebend war. Ein Aspekt, der in heutiger Zeit nur noch selten zu beobachten ist.

Hieran anknüpfend wurde die Frage diskutiert, unter welchen Rahmenbedingungen sich Menschen mit der Möglichkeit zur Reparatur von Geräten beschäftigen. Als wichtig wurde eine Auseinandersetzung mit technologisch geprägten Problemstellungen bereits vor dem Sekundarbereich I, wie in der Grundschule oder sogar im Kindergarten, erachtet. Dort müssten erste positive Erfahrungen ermöglicht werden, um die Neugier an der Thematik zu wecken. Daraufhin könnten manuelle Fertigkeiten systematisch gefördert und mit weiteren positiven Erfahrungen verknüpft werden.

Folgende Kompetenzen wurden diskutiert und gesammelt, über die nach Meinung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ein mündiger Bürger oder eine mündige Bürgerin verfügen sollte, damit er oder sie sich gemäß einer nachhaltigen Lebensweise mit den Themen Reparatur, Instandhaltung und/oder Wartung auseinandersetzen kann.

Die Bürgerin oder der Bürger

Wissen

- kennt das Problem der Obsoleszenz bei technischen Geräten, d. h. einer künstlichen Verkürzung der Produktlebenszeit bereits bei der Produktentwicklung,
- weiß, dass Technik oftmals die Komplexität versteckt, indem nicht austauschbare Einzelteile, sondern Teilkomponenten verbaut werden, die bei einem Defekt als Gesamtkomponente ausgetauscht werden müssen,
- ist sich bewusst, dass die Entscheidungen der Hersteller bei der Produktentwicklung in der Regel ökonomisch begründet sind,
- weiß um den herrschenden Ressourcenmangel,

Fertigkeiten

- verfügt über die Fertigkeiten, Reparaturen durchzuführen,
- kann einschätzen, ob ein Gerät selbst oder von einem Facharbeiter oder einer Facharbeiterin repariert werden kann, oder irreparabel ist,
- kann einschätzen, inwiefern eine Reparatur ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist,
- kann eine Technikbewertung bzw. Technikfolgenabschätzung durchführen,

Sozialkompetenz

- ist sich bewusst darüber, welche Ressourcen bei der Herstellung, Verwendung und Entsorgung eines Gerätes verbraucht werden,
- ist sich bewusst darüber, unter welchen Arbeitsbedingungen ein Gerät hergestellt oder entsorgt wird,
- berücksichtigt beim Kauf eines Gerätes, bei der Entsorgung und bei der Entscheidung für oder gegen eine Reparatur ethische Aspekte,
- übernimmt bei einer Reparatur Verantwortung für die Konsequenzen,
- ist sich bewusst über die Vor- und Nachteile der Reparatur durch einen Facharbeiter oder eine Facharbeiterin,
- ist sich bewusst darüber, dass sie oder er als Verbraucher Einfluss auf die Entscheidungen der Industrie hat, da ein Sinken der Umsätze zu einem ökonomisch begründeten Umdenken der Hersteller führen kann,

Selbstständigkeit

- entwickelt ein Selbstkonzept,
- vertraut in das eigene Können,
- kann die eigenen Handlungsspielräume einschätzen.

Damit Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeiten der Reparatur nutzen, reicht es nicht aus, dass sie über die genannten Kompetenzen verfügen. Die Reparatur darf kein Selbstzweck sein, sondern sollte ein Ziel verfolgen, beispielsweise die Weiternutzung eines Gerätes mit ideellem Wert, oder das Einsparen von Ressourcen. Dazu muss ein gesellschaftliches Umdenken stattfinden. Bereits aus der Vorstellungsrunde ging hervor, dass viele der Teilnehmerinnen und Teilnehmer als Kinder oder Jugendliche aus ökonomischen Gründen mit der Reparatur konfrontiert wurden. Daraus resultiert das subjektive Empfinden einiger Teilnehmerinnen und Teilnehmer, dass die Entscheidung für die Reparatur eines Gerätes noch immer als rein ökonomisch begründet erscheint und somit stigmatisierend wirkt. Andere beobachten einen diesbezüglichen Wandel, so dass beispielsweise der Besuch eines Repair-Cafés oder eines FabLabs als Trend wahrgenommen wird. Solche Einrichtungen, die über Geräte und oftmals ehrenamtliche Fachkundige verfügen, sind eine weitere Voraussetzung für die Etablierung von Reparatur, Instandhaltung und Wartung auf der Ebene von Bürgerinnen und Bürgern.

Auf der Ebene gewerblich-technischer Berufe im Handwerk ist eine Auseinandersetzung mit Reparatur, Instandhaltung und Wartung oftmals Bestandteil der Ausbildung. Dabei haben sich die Anforderungen an die Berufe in den letzten Jahren gewandelt. Häufig ist eine Reparatur seitens des Herstellers gar nicht mehr erwünscht. Vielmehr werden Geräte gezielt so entwickelt, dass bei Defekten der Austausch kompletter Module oder Komponenten erfolgen muss bzw. erfolgen soll. Während Facharbeiterinnen und Facharbeiter in vielen Fällen aus Gewährleistungsgründen nur einen Austausch der Komponenten anbieten, gibt es im Internet für findige Bastler oftmals eine Reparaturanleitung. Damit Facharbeiterinnen und Facharbeiter im handwerklichen Bereich das Aussterben ihres Berufsstandes verhindern können, müssen sie neben den berufsfachlichen Kompetenzen nach Auffassung der Workshopteilnehmerinnen und -teilnehmer über folgende Kompetenzen verfügen.

Die Facharbeiterin oder der Facharbeiter

Wissen

- kennt ökonomische Aspekte,
- kennt Aspekte der Garantie und Sicherheit,
- hat einen Überblick über die Geschäftsprozesse, in denen seine Arbeitsprozesse eingebettet sind,

Fertigkeiten

- kann anstatt Komponenten komplett auszutauschen diese Komponenten reparieren, was für den Kunden oder die Kundin zu einem Kostenersparnis führen kann,
- kann Kundenwünsche erfassen und die Kundin oder den Kunden gemäß der Kundenwünsche beraten,

Sozialkompetenz

- verfügt über kommunikative und rhetorische Fähigkeiten, um Kundenwünsche erfassen und die Kundin oder den Kunden beraten zu können,
- kann die Gestaltungsfreiheit seines Berufes nutzen, um eine kundenorientierte Beratung bzw. Lösung zu finden,

Selbstständigkeit

- kann eigenständig Lösungen entwickeln,
- kann interdisziplinär denken,
- führt eine Wartung verantwortungsbewusst durch.

Da die Facharbeiterin oder der Facharbeiter nur diejenigen Geräte reparieren, instandhalten oder warten kann, die die Möglichkeiten von Reparatur, Instandhaltung oder Wartung zulassen, schließt sich die Frage an, wie dem Trend der Modularisierung seitens der Industrie entgegengewirkt werden kann. So könnten analog zur Verbraucherbildung in der Allgemeinbildung Facharbeiterinnen und Facharbeiter im Rahmen ihrer Kundenberatung Systeme empfehlen, die aus ökologischer und ökonomischer Sicht sinnvoll sind, da beide Aspekte sich nicht zwangsläufig gegenseitig ausschließen müssen. Dies könnte zu einem Umdenken bei den Herstellern führen.

Nach Meinung der Workshopteilnehmerinnen und -teilnehmer sind die Ingenieurinnen und Ingenieure, die für die Konstruktion von Geräten verantwortlich sind, in der Regel an den Hochschulen nicht dafür ausgebildet worden, Komponenten zu entwickeln, die nicht repariert werden können, oder Obsoleszenz bei der Entwicklung von Geräten einzuplanen. Vielmehr scheint die Situation im späteren Arbeitsumfeld dazu zu führen, dass sich die Ingenieurinnen und Ingenieure dem ökonomischen Prinzip unterwerfen, oder sich von vorneherein einen Bereich suchen, in dem sie sich auf die Konstruktion eines einzelnen Elementes beschränken können, um vermeintlich keine (Mit-)Verantwortung für das Gesamtsystem übernehmen zu müssen. Eine Ingenieurin oder ein Ingenieur sollte neben den fachlichen Qualifikationen über folgende Kompetenzen verfügen.

Die Ingenieurin oder der Ingenieur

Wissen

- kennt zusätzlich zu fachlichen auch ökonomisch begründete Argumente für seine oder ihre Entwicklungen (ökonomische Aspekte),
- kennt Bedingungen und Folgen bei der Herstellung, Verwendung und Entsorgung seiner oder ihrer Entwicklungen (ethische Aspekte),

Fertigkeiten

- berücksichtigt Aspekte der Nachhaltigkeit,
- berücksichtigt Möglichkeit der Reparatur,
- berücksichtigt Möglichkeit von Instandhaltung und Wartung,
- entwickelt ressourcenoptimiert,
- kann volkswirtschaftlich denken,

Sozialkompetenz

- entwickelt eine berufliche Identität und Kultur über persönliche Beziehungen,
- verfügt über kommunikative und rhetorische Fähigkeiten, um seine oder ihre Entscheidungen bei der Konstruktion Vorgesetzten und Kolleginnen und Kollegen gegenüber vertreten zu können,
- ist sich bewusst über die Kompetenz anderer (→ Interdisziplinarität),
- schätzt die Kompetenzen anderer wert,

Selbstständigkeit

- ist sich der Probleme bei der Modularisierung von Teilen bewusst,
- entwickelt ein berufliches Selbstkonzept,
- ist sich bewusst über systemische Zusammenhänge,
- ist sich bewusst über Probleme der Obsoleszenz,
- übernimmt Verantwortung – auch für das Gesamtsystem.

Für die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren ergibt sich daraus, dass bereits mit Beginn des Studiums ethische und ökonomische Aspekte thematisiert werden sollten, damit das sozio-kulturelle Lernen früh beginnt und sich ein berufliches Selbstkonzept entwickeln kann. Nur so wird der Ingenieur oder die Ingenieurin über das Studium hinaus dazu befähigt, nicht nur fachlich, sondern auch ethisch und ökonomisch begründete Entscheidungen gegenüber Vorgesetzten und Kolleginnen sowie Kollegen vertreten zu können. Zudem ist es in der beruflichen Praxis wichtig, Dilemmata wie die Vereinbarkeit von fachlichen, ökonomischen, ökologischen und ethischen Anforderungen zu thematisieren, so dass sich eine entsprechende Kultur entwickeln kann. Wenn beispielsweise ein aus dieser Auseinandersetzung hervorgehender Grundsatz das Aussprechen gegen die Modularisierung von Teilen aus rein ökonomischen Gründen wäre, würde eine Missachtung dieses Grundsatzes nicht nur zu einem Achtungsverlust sich selbst gegenüber, sondern auch gegenüber den Kolleginnen und Kollegen führen. Positiv formuliert würde es gar nicht erst zu einer diesbezüglichen Konstruktion kommen, da die Ingenieurin oder der Ingenieur über ein durch den sozio-kulturellen Austausch gestärktes berufliches Selbstkonzept verfügen würde.

Während fachliche und ökonomische Entscheidungen direkte Konsequenzen hervorbringen – das Gerät geht entsprechend der geplanten Obsoleszenz kaputt und der Hersteller erhöht den Umsatz durch das Verbauen von komplett auszutauschenden Komponenten statt Einzelteilen – scheinen sich ökologisch und ethisch begründete Entscheidungen nicht direkt auf das Individuum auszuwirken. Es fällt in Deutschland leicht, eine Komponente zu verbauen, die in China unter nicht fairen Arbeitsbedingungen hergestellt worden ist, da wir in der Regel keinen sozialen Bezug zu Arbeitern in China haben. Und genau hier kann und sollte nicht nur die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren, sondern auch die von Facharbeiterinnen und Facharbeiter sowie jedes einzelnen Menschen ansetzen. Wenn wir uns als Teil eines sozio-kulturellen Gesamtsystems verstehen, berücksichtigen wir bei der Entwicklung von Technik die Bedingungen und Folgen für alle Menschen innerhalb des Systems.

Daran schließt sich die Frage an, wie Lehrkräfte, Ausbilderinnen und Ausbilder oder Dozierende auf die Aufgabe vorbereitet werden können, Ingenieurinnen und Ingenieure, Facharbeiterinnen und Fach-

arbeiter, oder Schülerinnen und Schüler auszubilden, und wie Ansätze für eine (Aus-)Bildung aussehen könnten. Im Workshop wurden hierbei folgende Faktoren herausgearbeitet:

- Die natürliche Neugier muss genutzt werden.
- Die (Aus-)Bildung sollte möglichst früh beginnen. Dabei lohnt sich ein Blick auf die polytechnische Bildung der DDR.
- Der Wunsch nach Verstehen muss gefördert werden.
- Das haptische Erleben muss ermöglicht werden.
- Positive Erlebnisse müssen geschaffen werden. Dafür kann es sinnvoll sein, konkrete Aufgabenstellungen vorzugeben und ggf. einen Defekt gezielt einzubauen.
- Es muss auch Raum für „reflektiertes“ Scheitern geben. Wenn Schülerinnen und Schüler oder Studierende defekte Geräte mitbringen, kann es sein, dass diese nicht repariert werden können.
- Der Komplexitätsgrad muss sukzessive gesteigert werden.
- Das sozio-kulturelle Lernen muss gefördert werden.
- Die Reparatur muss wertgeschätzt werden. Dabei sollten alle Personen im sozialen Umfeld als Vorbilder dienen: Eltern, Kindergärtner und Kindergärtnerinnen, Lehrkräfte, Kolleginnen und Kollegen, Freunde, usw.
- Der Vorteil der Unabhängigkeit sollte thematisiert werden, d. h. eine Person, die in der Lage ist, Geräte zu reparieren, genießt eine größere Freiheit als eine Person, die für die Reparatur auf jemand anderen angewiesen ist.
- Eigenständigkeit muss gefördert werden.
- Die Bereitschaft, Probleme zu lösen, muss gefördert und gefordert werden.
- Ein Bewusstsein für Nachhaltigkeit muss gefördert werden.
- Obsoleszenz muss thematisiert werden. Ethische Aspekte müssen dabei veranschaulicht werden, um eine direkte Betroffenheit zu verdeutlichen.
- Soziale Gebundenheit muss verdeutlicht werden, d. h. dass beispielsweise die Bedingungen, unter denen Geräte produziert oder entsorgt werden, thematisiert werden.
- Ökonomische Aspekte müssen thematisiert werden.
- Exemplarisches Lernen z. B. in Form von Lerninseln sollte stattfinden. Das Exempel muss dabei am Lernziel ausgerichtet sein, das neben fachlichen auch die Förderung von überfachlichen Kompetenzen beinhalten sollte.
- Es muss ein Funktions- und Sachbezug hergestellt werden.
- Zur Steigerung der Motivation muss eine Sinnhaftigkeit gegeben sein.
- Die Kontextualisierung der Problemstellung muss berücksichtigt werden.
- Der Prozess muss unterstützt werden (Scaffolding).
- Fachlich geschultes Personal muss zur Verfügung stehen (z. B. Elektrofachkraft für die technische Abnahme reparierter Geräte).
- Es muss Transparenz geschaffen werden, d. h. erfolgreiche Konzepte müssen nach außen getragen werden, damit sich Dinge verändern können.

5 FAZIT

Bereits die Vorstellungsrunde hat gezeigt, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer nicht nur aus beruflichem Interesse an dem Workshop teilgenommen haben, sondern vor allem aus ihrem persönlichen Interesse an den Themen Reparatur und Nachhaltigkeit. Es herrschte Einigkeit darüber, dass Reparatur, Instandhaltung und/oder Wartung relevant für alle Zielgruppen sind. Auffällig war, dass es in der Diskussion zu keinem Zeitpunkt um dafür benötigtes fachspezifisches Wissen ging, sondern vornehmlich um die Entwicklung Personaler Kompetenzen. Die Leitfragen dienten dank der sehr angeregten Diskussion lediglich der Strukturierung der Diskussionsergebnisse. Mithilfe der Tonaufnahme konnten diese für den Beitrag noch detaillierter herausgearbeitet werden.

Die Ergebnisse stellen zwar lediglich die Diskussionsergebnisse der Teilnehmerinnen und Teilnehmer und keine validen Forschungsergebnisse dar, zeigen aber trotz der sehr unterschiedlichen persönlichen und beruflichen Bezüge zu dem Themenkomplex einen Konsens aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer in allen Diskussionspunkten. Einig waren sich alle Beteiligten vor allem darin, dass die Diskussion weiterführende Fragen aufgeworfen hat, die zukünftig verfolgt werden sollten.

Weiterführende Fragen könnten sein:

- Wie können Kinder und Jugendliche an allgemeinbildenden Schulen an die Methode der Reparatur im Kontext von Nachhaltigkeit herangeführt werden? Wie können entsprechende Unterrichtskonzepte aussehen? Wie können Lehrkräfte auf diese Aufgabe gezielt vorbereitet werden?
- Wie kann eine Sensibilisierung von angehenden Facharbeiterinnen und Facharbeitern im gewerblich-technischen Bereich erfolgen? Wie können entsprechende Lernsituationen gestaltet werden? Wie können Lehrkräfte gezielt vorbereitet werden?
- Welche Kompetenzen müssen im Rahmen der Ingenieurausbildung gezielt gefördert werden, damit Ingenieurinnen und Ingenieure in der Lage sind, im späteren Berufsleben entsprechend ihres Leonardischen Eides zu agieren? Wie können diese Kompetenzen in der Ingenieurausbildung gezielt gefördert werden?
- Welche Schnittmengen existieren bei der Ingenieurausbildung und der Lehrerbildung im allgemein- und berufsbildenden Bereich? Inwiefern können Synergieeffekte genutzt werden?
- Inwiefern kann eine Verzahnung mit MINT-Initiativen erfolgen?
- Wie können erfolgreiche Konzepte der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, damit ein Umdenken von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik unterstützt werden kann?

Eine Vorstellung der Ergebnisse des Workshops auf der nächsten Ingenieurpädagogischen Regionaltagung ist in Planung. Wir danken allen, die mit uns so angeregt diskutiert haben! Wir freuen uns auf die Fortführung in 2017!

AUTORENVERZEICHNIS

Carolin **Alexander**, M.A.

Projekt IInno – Informelles Lernen als Innovationsmotor
Bergische Universität Wuppertal

Prof. Peter **Anzenberger**

Höhere technische Bundeslehranstalt Grieskirchen
Österreich

André **Baier**, M.A.

Institut für Konstruktion, Mikro- und Medizintechnik
FG Konstruktion von Maschinensystemen
Technische Universität Berlin

Dipl.-Päd. Sibylle **Basten**

Projektkoordinatorin
Hochschule Darmstadt

Dr. Christine **Bauhofer**

Projekt Weiterbildung an der TUHH
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Andreas **Baumgart**

Fakultät Technik und Informatik
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Stephan **Baur**

Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (ENS)
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität München

Dipl.-Ing. Gregor **Beckmann**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Thomas **Betz**

„Studium mit angepasster Geschwindigkeit“
FB Elektrotechnik und Informationstechnik
Hochschule Darmstadt

Dipl. –Soz. Katrin **Billerbeck**

Zentrum für Lehre und Lernen
Technische Universität Hamburg

Dr. Brit-Maren **Block**

Institut für Produkt- und Prozessinnovation
Leuphana Universität
Lüneburg

Prof. Silke **Bock**

Fachbereich Management und Kommunikation Zentrum für kooperatives Lehren und Lernen (ZekoLL) Technische Hochschule Mittelhessen (THM) Gießen

Dr. Thomas **Borau**

Fachseminarleiter Fachrichtungen Metall- und Maschinentechnik
Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung
Hamburg

Dipl.-Ing. Jan **Breitschuh**

IPEK - Institut für Produktentwicklung
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Astrid **Bültemeier**

Career Center der Technischen Universität Hamburg
Technische Universität Hamburg

Dipl.-Psych. Birgit **Carstensen**

StartING@TUHH
Zentrale Studienberatung Technische Universität Hamburg

Dr. Dennis **Clemens**

Diskrete Mathematik
Institut für Mathematik Technische Universität Hamburg

Dipl.-Psych. Laura **Daldrop**

Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
Technische Universität Hamburg

Dipl.-Math. Yasar **Daryوسي**

Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Hochschule Offenburg

Prof. Dr.-Ing. Ali **Daryوسي**

Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Hochschule Offenburg

Dr.-Ing. Andrea **Dederichs-Koch**
Fachbereich Mechatronik und Maschinenbau
Hochschule Bochum

Dr. ing. Alphons **Dehing**
Fontys Teacher Training Institute for Technical Vocational Education
Fontys University of Applied Sciences, Eindhoven, the Netherlands

Prof. Dr. Eva-Maria **Dombrowski**
Allgemeine Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik
GuTZ/GENDER- UND TECHNIK-ZENTRUM
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Dr. Leo **Dostal**
Institut für Mechanik und Meerestechnik
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr. Ralph **Dreher**
Technikdidaktik am Berufskolleg
Universität Siegen

Dr. Katharina **Dutz**
Fakultät V – Mathematik und Naturwissenschaften
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Georg **Erkenberg**, B.Eng.
FG Konstruktion von Maschinensystemen
Institut für Konstruktion, Mikro- und Medizintechnik
Technische Universität Berlin

Dr. Christiane **Erlemann**
Projekt "Gewinnung von FH-MINT-Professorinnen"
GuTZ / GENDER- UND TECHNIK-ZENTRUM
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Stephanie **Faase**
Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr. Uwe **Faßhauer**
Institut für Bildung, Beruf und Technik/Berufspädagogik
Pädagogische Hochschule Schwäbisch-Gmünd

Dipl.-Ing. Sabine **Finke**
Projekte BASIC
Zentralinstitut für Bildung
Technische Universität Ilmenau

Prof. Dr. rer. pol. Kathrin **Fischer**
Institut für Quantitative Unternehmensführung und
Wirtschaftsinformatik
Technische Universität Hamburg

Ira **Freude**
Studentin
Konstruktion von Maschinensystemen
Institut für Konstruktion, Mikro- und Medizintechnik
Technische Universität Berlin

Katrin **Geiger**
Studentin
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Dr. Mirjam Sophia **Glesßmer**, MoHE
Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik; Universität Kiel

Anne **Grökel**, M.A.
Projekte BASIC
Zentralinstitut für Bildung – Technische Universität Ilmenau

Prof. Dr.-Ing. Peter **Gust**
Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik
Bergische Universität Wuppertal

Dr. Thomas **Hägele**
Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
Technische Universität Hamburg

Michael **Heinemann**
Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
Technische Universität Hamburg

Annica **Helmich**
Zentrum für Mediales Lernen (ZML)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Prof. Dr. Joachim **Hoefe**
Departement Angewandte Linguistik
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, ZHAW

Dipl.-Ing. Andreas **Hofert**
IfKom – Ingenieure für Kommunikation e. V.
Dortmund

Kathrin **Hohlbaum**, M.Sc.
Academic Teaching and Learning
Cybernetics Lab IMA/ZLW & IfU
RWTH Aachen University

Prof. Dr.-Ing. Martin **Hoffmann**
Fachgebiet Mikromechanische Systeme
TU Ilmenau

Nadja **Huntemann**, M. Sc.
Fachgebiet Medienproduktion
TU Ilmenau

Ralf **Jacobsen**
Career Center der Technischen Universität Hamburg
Technische Universität Hamburg

Dr.-Ing. Thomas **Jambor**
Zentrum für Didaktik der Technik
Leibniz Universität Hannover

Dipl.-Biologin Damaris **Jankowski**
Projekt FAST
Freiburg Academy of Science and Technology

Dr.-Ing. Christian F. **Janßen**
Institut für Fluidodynamik und Schiffstheorie
Technische Universität Hamburg

Dr. rer. nat. Steffen **Jaschke**
Lehrstuhl für Technikdidaktik am Berufskolleg Universität Siegen

Prof. Dr. rer. nat. Sabina **Jeschke**
Cybernetics Lab IMA/ZLW & IfU
RWTH Aachen University

Dipl.-Ing. Julia **Juhnke**
Projekt FAST
Freiburg Academy of Science and Technology

Dr. Cara **Kahl**
Projekt ContinUING@TUHH – Forschungsorientierte
Weiterbildung an der TUHH
Technische Universität Hamburg

Dr.-Ing. Hanno **Kallies**
Georg-Sonnin-Schule (BBS II)
Lüneburg

Prof. Dr. rer. nat. Gudrun **Kammasch**
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Dr. Ulrike **Keller**
Sandrartstr. 45
90419 Nürnberg

Dr. phil. Steffen **Kersten**
Vertretung der Professur für Berufspädagogik
Fakultät Erziehungswissenschaften
Technische Universität Dresden

Dr. Henning **Klaffke**
Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
Technische Universität Hamburg

Barbara **Knauf**, M.Ed.
Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
TU Hamburg-Harburg

Prof. Dr. Sönke **Knutzen**
Vizepräsident Lehre
Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Grit **Köhler**
Studiendekanin Energiesystemtechnik
Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Hochschule Offenburg

Dr. Natalia A. **Konchakova**
Institut für Kontinuumsmechanik und Werkstoffmechanik
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Dieter **Krause**
Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik
Technische Universität Hamburg

Michael **Kriegel**, M.A.
„Projekt Aufstieg durch Bildung – Offene Hochschulen“
Fachhochschule der Diakonie Bielefeld

Prof. Dr. phil. Heidi **Krömker**
Fachgebiet Medienproduktion
TU Ilmenau

Dr. Karsten **Kruse**
Institut für Mathematik
Technische Universität Hamburg

Dr. Tina **Ladwig**
Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
Technische Universität Hamburg

Dipl.-Ing. Heinz **Leymann**
IfKom – Ingenieure für Kommunikation e. V.
Dortmund

Prof. Dr.-Ing. Marcus **Liebschner**
Ingenieurpädagogik
Hochschule Aalen

Isabella **Liedtke**, M.A.
Projekte BASIC
Zentralinstitut für Bildung
Technische Universität Ilmenau

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Markus **Linke**
Fakultät Technik und Informatik
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Johannes **Litz**, M.Sc.
Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik
Bergische Universität Wuppertal

Dr.-Ing. Bernd **Lübben**
Leibniz Universität Hannover

Dipl. oec. Nadja **Markof**
Coordinator AGORA
Technikdidaktik am Berufskolleg
Universität Siegen

Dipl.-Hdl. Carolin **Mas Mas** (geb. Sentz), B.Sc.
Zentrum für Lehrerbildung
Hochschule Bochum

Prof. Dr.-Ing. Sven **Mathiesen**
IPEK – Institut für Produktentwicklung
Karlsruher Institut für Technologie

René **Mehrkens**
Student
Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
Technische Universität Hamburg

Martin **Meier**
Hamburger Institut für Berufliche Bildung

Prof. Dr.-Ing. Henning Jürgen **Meyer**
Konstruktion von Maschinensystemen
Institut für Konstruktion, Mikro- und Medizintechnik
Technische Universität Berlin

Prof. Dr. Gabriele **Molzberger**
Erziehungswissenschaft/Berufs- und Weiterbildung
Bergische Universität Wuppertal

Prof. Dr. rer. nat. Eckehard **Müller**
Zentrum für Lehrerbildung
Hochschule Bochum

Valentin **Nagengast**, M.Sc.
Ingenieurpädagoge
Hochschule Aalen
Pädagogische Hochschule Schwäbisch-Gmünd

Dipl. Päd. Christine **Niksch**
Zentrum für kooperatives Lehren und Lernen (ZekoLL)
Technische Hochschule Mittelhessen (THM) Gießen

Dipl.-Min. Lennart **Osterhus**
Institut für Baustoffe, Bauphysik und Bauchemie
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Ralf **Otterpohl**
Institut für Abwasserschutz und Gewässerschutz
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Maren **Petersen**
Institut Technik und Bildung (ITB)
Universität Bremen

Justinus **Pieper**, Mag. Art.
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Prof. Dr.-Ing. Martin **Pitzer**
Institut für Mechanik und Materialforschung
Fachbereich Maschinenbau und Energietechnik
Technische Hochschule Mittelhessen

Dr. Nicole **Podleschny**
Mediengestütztes Lehren und Lernen
Zentrum für Lehre und Lernen
Technische Universität Hamburg

Dipl.-Psych. Stefanie **Preuß**
StartING@TUHH
Zentrale Studienberatung
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr. phil. Anja **Richert**
Cybernetics Lab IMA/ZLW & IfU
Zentrum für Lern- und Wissensmanagement ZLW
RWTH Aachen University

Dr. Peter **Salden**
Studiendekanat Management-Wissenschaften und
Technologie; Zentrum für Lehre und Lernen
Technische Universität Hamburg

Dipl.-Psych. Anne Rose **Sanderink**
FinishING; Zentrale Studienberatung
Technische Universität Hamburg

Ruth **Schaldach**, M.A., M.A.
Institut für Abwasserwirtschaft und Gewässerschütz
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr. Traugott **Schelker**
Hindelbank, Schweiz

Dipl. Päd. Ruth **Slomski**
Institut für philosophische und ästhetische Bildung
Alanus Hochschule für Kunst und Gesellschaft

Alexander **Schmitt**, M.Ed.
Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
Technische Universität Hamburg

Dipl.-Ing Heinz-Gerhard **Schöck**, M. H. Edu.
Mechanik und Materialforschung
Fachbereich Maschinenbau und Energietechnik
Technische Hochschule Mittelhessen

Prof. Dr. Matthias A. **Schönbeck**
FG Didaktik technischer Fachrichtungen
Fachbereich Bauwesen
Hochschule Koblenz

Dipl.-Päd. Sven **Schulte**
Institut Technik und Bildung (ITB)
Universität Bremen

Dipl.-Math. Peter **Schuster**
Projekt Mintus / SiMathIng
Technikdidaktik am Berufskolleg
Universität Siegen

Dipl.-Psych. Frauke **Schwarzahns**
FinishING
Zentrale Studienberatung
Technische Universität Hamburg

Dr. Christian **Seifert**
Institut für Mathematik
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Robert **Seifried**
Institut für Mechanik und Meerestechnik
Technische Universität Hamburg

Kais **Siala**, M.Sc.
Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (ENS)
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität München

Prof. Dr. Jens **Siemon**
Fakultät für Erziehungswissenschaft
Universität Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Frank Schmidt-Döhl
Institut für Baustoffe, Bauphysik und Bauchemie
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr. Anusch **Taraz**
Diskrete Mathematik
Institut für Mathematik
Technische Universität Hamburg

Selin **Üreten**, M.Sc., M.A.
Institut für Produktentwicklung und Konstruktions-
technik
Technische Universität Hamburg

Dr. Cornelis Adrianus **Van Dorp**
Fontys Educational Centre (FEC)
Fontys University of Applied Sciences
Eindhoven, the Netherlands

Prof. Klaus **Vesper**
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Dr. Andreas **Vogel**
Projekte BASIC
Zentralinstitut für Bildung
Technische Universität Ilmenau

Dr. -Ing. Klaus **Vosgerau**
Lehrkoordinator Studiendekanat Bauwesen
Zentrum für Lehre und Lernen
Technische Universität Hamburg

Helmer **Wegner**, M.Ed.
Didaktisches Zentrum
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Dipl.-Ing. Johannes **Winklmaier**
Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (ENS)
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität München

Valerie **Stehling**, M.A.
Academic Teaching and Learning
Cybernetics Lab IMA/ZLW & IfU
RWTH Aachen University

Dipl.-Phys. Markus **Wittkowski**
ehemals HD MINT
HAW Fachhochschule Rosenheim

Ines **Wöbling**
Institut Strategisches und Internationales
Management
Technische Universität Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Hans-Bernhard **Woyand**
Fachgebiet Maschinenbauinformatik
Bergische Universität Wuppertal

Yahia **Yardim**
ehemals MINTFit
MIN Fakultät
Universität Hamburg

Dipl. Ing. Manuela **Zimmermann**
Sprachen und Kommunikation
Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften
Hochschule Rosenheim

Dr. Vera **Ziroff Gut**
Wil, Schweiz

Prof. Dr.-Ing. Ulrike **Zwiers**
Fachbereich Mechatronik und Maschinenbau
Hochschule Bochum