



Praxiseinblicke

Forschendes Lernen in den Ingenieurwissenschaften

RWTH Aachen University – Ruhr-Universität Bochum – Technische Universität Dortmund

© TeachING-LearnING.EU 2011

Die Herausgeber:

TeachING-LearnING.EU

Ursula Bach, RWTH Aachen University

Kristina Müller, Ruhr-Universität Bochum

Thorsten Jungmann, Technische Universität Dortmund

Redaktion:

Kristina Müller

Layout, Satz und Gestaltung:

Sven Benecke

Auflage:

250 Stück

ISBN 978-3-9814593-0-2

Besuchen Sie uns im Internet:

www.teaching-learning.eu

Praxiseinblicke

Forschendes Lernen in den Ingenieurwissenschaften

RWTH Aachen University -

Ruhr-Universität Bochum -

Technische Universität Dortmund

VORWORT

Forschendes Lernen hat Hochkonjunktur. Lehrende richten ihre Lehrveranstaltungen nach diesem hochschuldidaktischen Prinzip aus und ganze Hochschulen stellen ihre Curricula auf die Integration Forschenden Lernens ein.

Forschendes Lernen erfüllt den Wunsch nach einer wissenschaftsbezogenen akademischen Ausbildung und gibt den Studierenden die Gelegenheit, wissenschaftliche Praxis einzuüben. Auf diese Weise können Studierende im Rahmen der Ingenieurausbildung zu kritisch denkenden und reflektierten Professionals werden. Forschendes Lernen markiert den Weg zu lernerzentrierten und kompetenzorientierten didaktischen Settings.

Doch was genau macht Forschendes Lernen aus? Wie kann dieses hochschuldidaktische Konzept konkret „mit Leben gefüllt“ werden? Wie sieht Forschendes Lernen in der Praxis aus?

Im Rahmen von TeachING-LearnING.EU greifen die drei beteiligten Universitäten RWTH Aachen University, die Ruhr-Universität Bochum und die Technische Universität Dortmund Anfragen von Lehrenden nach konkreten Beispielen auf: In diesem Sammelband stellen Lehrende der Ingenieurwissenschaften der drei Universitäten ihre Lehrveranstaltung vor, die sie an den Prinzipien Forschenden Lernens ausgerichtet haben und geben Anregungen für die Umsetzung.

Wir laden Sie herzlich ein, sich anhand dieser Praxiseinblicke einen Überblick der Möglichkeiten zu verschaffen, die Forschendes Lernen im Kontext kompetenzorientierter und studierendenzentrierter Lehre bietet.

Tauchen Sie in den Pool an Beispielen guter Praxis Forschenden Lernens in den Ingenieurwissenschaften ein!


Geschäftsführerin
TeachING-LearnING.EU
RWTH Aachen University


Geschäftsführerin
TeachING-LearnING.EU
Ruhr-Universität Bochum


Geschäftsführer
TeachING-LearnING.EU
Technische Universität Dortmund

INHALT

Vorwort	2
Forschendes Lernen in der Ingenieurausbildung	4
Projektbüro Bauen + Umwelt	12
Das Industrial Engineering-Labor	16
Objekt-orientierte Programmierung mit LEJOS und LEGO Mindstorms NXT	20
Produktkonfektionierung in der Lebensmitteltechnologie und Pharmazie	24
PeTEX: Platform for eLearning and Telemetric Experimentation	28
MATLAB meets LEGO Mindstorms	32
Praxistage	36
Industrielles Projektmanagement	40
Wissensbasiertes Computerspiel	44
TeachING-LearnING.EU im Überblick	48

FORSCHENDES LERNEN IN DER INGENIEURAUSBILDUNG

EINLEITUNG

Eine komplexe Anforderungslage kennzeichnet derzeit die ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge an unseren Hochschulen. Aufgrund unterschiedlicher Interessen verfolgen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu teils kongruente, teils konfliktäre Ziele. Die Auswirkungen dieser Situation betreffen sowohl Studierende als auch Lehrende.

Die Situation der Studierenden ist durch hohe Abbruchquoten, schlechte Betreuungsverhältnisse und straffe Studienpläne bestimmt, die eine eigenständige, interessensgeleitete Auseinandersetzung mit dem Studienfach selten zulassen und wenig Platz für interkulturelle und persönlichkeitsbildende Auslandsaufenthalte lassen.

Lehrende erleben hohe Belastungen z. B. durch doppelte Abiturjahrgänge und in der Übergangsphase parallel angebotene Bachelor-, Master- und Diplomstudiengänge. Sie sind Expertinnen bzw. Experten ihres Faches, verfügen aber nicht immer über ausreichende hochschuldidaktische Qualifikationen, um die hohen Anforderungen an eine studierendenzentrierte, didaktisch und technisch innovative Lehre zu erfüllen. Einflüsse aus der europäischen Hochschulpolitik und die Veränderungen der traditionellen Strukturen erweitern die Anforderungssituation.

Mögliche Maßnahmen zur Bewältigung der Herausforderungen sind – ebenso wie die Ursprünge – in den

Bereichen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu suchen. Bevor die Frage erörtert wird, welchen Einfluss Lehrende auf die Entwicklung der Ingenieurausbildung nehmen können, wird die Situation aus der Perspektive der Hochschuldidaktik skizziert.

FACHBEZOGENE HOCHSCHULDIDAKTIK DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN

Mit dem Beschluss der europäischen Bildungsminister zur Schaffung eines europäischen Hochschulraumes als Schlüssel zur Förderung von Mobilität und arbeitsmarktbezogener Qualifizierung seiner Bürgerinnen und Bürger (vgl. Bologna-Erklärung 1999) wurde zugleich ein Paradigmenwechsel in Lehre und Studium angestoßen. Universitäre Lehre, so die Idealvorstellung, wird nicht mehr länger über die zu vermittelnden Inhalte definiert, sondern vom studentischen Lernen her neu durchdacht und gestaltet (vgl. Wildt 2006). Anstelle eines input-orientierten Verständnisses von Lehrveranstaltungen sind die an der Ingenieurausbildung beteiligten Lehrenden gefordert, Module anzubieten, „die ihre Legitimation nicht allein aus dem stofflichen Lehrangebot, sondern vor allem aus den jeweils zu erlangenden Lernergebnissen – im Idealfall Kompetenzen – beziehen sollten“ (Fischer/Minks 2008, S. 1). In Anlehnung an Barr/Tagg (1995) wird dieser Paradigmenwechsel als shift from teaching to learning bezeichnet.

Die Entwicklung lernerzentrierter und kompetenzorientierter Lehr-Lern-Arrangements stellt die Lehrenden der Ingenieurwissenschaften vor die Herausforderung, von einer traditionell inhaltsorientierten Lehrauffassung zu einer neuen Sichtweise überzugehen, in deren Fokus nicht allein die Vermittlung von Wissen liegt. Ihre Aufgabe besteht nun darin, durch geeignete hochschuldidaktische Konzeptionen Situationen zu schaffen, in denen Studierende Kompetenzen erwerben und Professionalität entwickeln können. Diese Lernsituationen machen in ihrer Gesamtheit den berufsqualifizierenden Charakter eines ingenieurwissenschaftlichen Studiums aus. Darüber hinaus ist es Aufgabe der Lehrenden, die Studierenden zur Reflexion eigenen und fremden Handelns anzuhalten sowie eine kritisch-prüfende Lernhaltung zu fördern. Auf diese Weise kann dem persönlichkeitsbildenden Charakter eines Studiums und insbesondere dem gesellschaftlichen Kontext von Ingenieurausbildung und -beruf Rechnung getragen werden (vgl. Spoun/Wunderlich 2005). Hier ist das zunehmende Interesse der Gesellschaft am verantwortungsvollen Umgang mit Umweltbelastung und Ressourcenknappheit ebenso anzuführen wie die ethisch und moralisch einwandfreie Nutzung des technologischen Fortschritts.

Neben den bisher genannten Aspekten besteht auch aus Sicht von Unternehmen als potenzielle Arbeitgeber der Absolventinnen und Absolventen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge Verbesserungspotenzial. Dem Ingenieurstudium werden Defizite in der Integration von Theorie und Praxis sowie in der Vermittlung fachübergreifender Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen nachgewiesen (vgl. Briedis u. a. 2007; Fischer/

Minks 2008; Pankow 2008). Akuter demografisch bedingter Ingenieurmangel und der globale Wettbewerb um qualifizierte Ingenieurinnen und Ingenieure verschärfen die Problematik aus Sicht der Wirtschaft.

Welchen Beitrag können Lehrende zur Bewältigung der komplexen Ausgangslage leisten? Wie können Lehrende die Entwicklung einer forschenden und kritisch-reflexiven Haltung fördern und gleichzeitig die umfassende Entwicklung fachlicher sowie fachübergreifender Kompetenzen ermöglichen?

FORSCHENDES LERNEN – DIE EIERLEGENDE WOLL-MILCH-SAU

Mit dem Prinzip Forschendes Lernen, das Wildt (2009) als „Lernen im Format der Forschung“ definiert, hält die Hochschuldidaktik eine Strategie zur ganzheitlichen Bewältigung der beschriebenen Problematik bereit. In aktiven, lernerzentrierten und kompetenzorientierten didaktischen Settings erfahren die Studierenden zusammen mit den Lehrenden die kognitiven, emotionalen und sozialen Aspekte von Forschungsprozessen, die sich von der Neugier, von den Fragen des Anfangs über die Höhen und Tiefen des Prozesses, bis zur selbst gefundenen Problemlösung und deren Präsentation spannen (vgl. Huber 2009).

Der Lerngewinn der Studierenden geht dabei über die Einführung in wissenschaftliche Arbeitsformen hinaus: Forschungshandwerk wird ebenso gelernt wie disziplinäres Wissen. Es wird eine Haltung eingeübt, die wissenschaftliches Handeln auszeichnet: neugierig sein, etwas wissen wollen, mit kritischer Distanz einen Sach-

verhalt und die eigene Meinung in Frage stellen und reflektieren (vgl. Reiber/Tremp 2007).

Seit Mitte der 1990er Jahre hat Forschendes Lernen, ein didaktisches Prinzip, dessen Ursprung in den 1970er Jahren liegt, wieder Konjunktur. Insbesondere Hochschulen, die die Qualität der Lehre nachhaltig verbessern wollen, greifen zunehmend auf diese Konzeption zurück. Obwohl im Schatten dieser Entwicklung der Begriff des Forschenden Lernens zunehmend inflationär verwendet wird und „die Konturen des Begriffs bei so vielfältiger Ausbreitung unscharf“ zu werden drohen (Huber 2009, S. 9). Es gibt gerade unter hochschuldidaktischer Perspektive zahlreiche Gründe dafür, dieses Prinzip für Prozesse der Curriculumentwicklung zu nutzen.

Die Bundesassistentenkonferenz (BAK) versteht Forschendes Lernen als Teil einer wissenschaftlichen Ausbildung, die durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, in einer Wissenschaft, für einen auf Wissenschaft ausgerichteten Beruf stattfindet. Sie nennt **sechs wesentliche Merkmale Forschenden Lernens** (vgl. BAK 1970, Textziffer 4.21):

- Selbstständige Wahl des Themas;
- selbstständige Strategie, besonders bezüglich Methoden, Versuchsanordnungen, Recherchen;
- entsprechendes Risiko an Irrtümern und Umwegen einerseits, Chance für Zufallsfunde, fruchtbare Momente andererseits;
- dem Anspruch der Wissenschaft gemäÙes Arbeiten (z. B. hinreichende Prüfung des schon vorhandenen Wissens, Ausdauer);

- selbstkritische Prüfung des Ergebnisses hinsichtlich seiner Abhängigkeit von Hypothesen und Methoden;
- Bemühen, das erreichte Resultat so darzustellen, dass seine Bedeutung klar und der Weg zu ihm nachprüfbar wird.

Die aktuelle Attraktivität Forschenden Lernens ergibt sich u. a. aus den besonderen Konzeptmerkmalen, die vor allem die kreative, selbsttätige und zugleich wissenschaftsbezogene sowie kompetenzorientierte Seite des Lernens in der Institution Hochschule betonen. Es unterscheidet sich bei prinzipieller Anschlussfähigkeit an verwandten Konzeptionen – wie problembasiertes und projektorientiertes Lernen – dadurch, dass auf jeder Ebene des Lernprozesses ein deutlicher Bezug zum Forschungsablauf hergestellt wird. Im Gegensatz zum Erlernen von Forschungshandwerk durch den wissenschaftlichen Nachwuchs zeichnet sich Forschendes Lernen, insbesondere in der Kopplung mit Praxis, dadurch aus, dass neben der Forschungsmethodik vor allem der Forschungsgegenstand Teil der späteren professionellen Praxis ist. **Forschendes Lernen kann, wie Huber (vgl. 2009, S. 28) verdeutlicht, auf allen Komplexitätsstufen des Lernens stattfinden:**

- Recherche und Essay (Exposé): Auffinden, Strukturieren und kritische Diskussion der erreichbaren Informationen, Problemfindung und –definition, Hypothesenbildung;
- Komplexere Laboraufgaben: Offenheit der Ergebnisse, nicht nur eine richtige Lösung;
- Case Studies: Untersuchung einzelner konkreter Problemfälle und Fallstudien, dem Ansatz des pro-

blemorientierten oder fallorientierten Lernens folgend;

- Exkursionen: Feldstudien;
- Erprobung von Methoden: im kleinen, an noch nicht untersuchten Problemen;
- Hospitationen oder Volontariate: phasenweise, in Forschungs- oder Konstruktionslaboren, evtl. mit vorbereiteten Beobachtungsaufgaben;
- Simulationen: Planspiele, Rollenspiele;
- Projektstudien: Studienprojekte in unterschiedlichsten Größenordnungen und
- Thesis: Eigene Untersuchung.

Forschende Lernprozesse werden von der Motivation in Gang gesetzt und gehalten, „neues Wissen zu generieren, dessen Hervorbringung durch theoretisch und methodisch geleitete Erkenntnisvorgänge gesteuert wird“ (Schneider/Wildt 2009, S. 54). Die im Forschenden Lernen gewonnenen Erkenntnisse werden vor dem Bezugssystem des individuellen Lerngewinns interpretiert. Forschendes Lernen bedeutet, Studierende am gesamten Forschungsprozess teilhaben zu lassen, um ihnen nicht nur einen Einblick in Forschung, sondern auch ein ganzheitliches Nach- bzw. Mitempfinden des Prozesses der Erkenntnisgewinnung zu ermöglichen, der sich in Forschungsprojekten bietet (Trempp 2005, S. 344).

UMSETZUNG FORSCHENDEN LERNENS IM INGENIEURSTUDIUM

Nicht selten wird die Motivation von Lehrenden zur Veränderung eigener Lehr-Lernformate durch die Eng-

maschigkeit und curriculare Überfrachtung der Bachelor-Phase eingeschränkt. Zudem stellen die Transformation des hochschuldidaktischen Prinzips auf die Ebene von Lernaufgaben unterschiedlicher Komplexität und die Gestaltung entsprechend didaktisch begleiteter Lernprozesse Lehrende vor gewisse Herausforderungen.

Campbell (1998) stellt das Forschende Lernen („research-based learning“) als eine von fünf „Engineering Education Themes“ vor, die für die Ingenieurausbildung und insbesondere für das Lernen in interdisziplinären Fächern von Bedeutung sind. Ausgehend von seinem eigenen Aha-Erlebnis („Oh, now I get it!“), das ihn in seinem eigenen Studium prägte, stellt er die Frage, mit Hilfe welcher didaktischen, methodischen und formativen Instrumente Studierenden der Ingenieurwissenschaften eben dieses Lernerlebnis vermittelt werden kann:

„I now ask myself what tools can be effectively used to get the light bulbs to go off in my students' heads that would enable them to say 'Oh, now I get it!!' To find these tools, one must examine the vast amount of current research in engineering education. There are discussions about integrating teaching and research, learning styles, educational innovations, and the theme of FIE'98, learner-centered education. Many of these overlap, while emphasizing different, yet complementary objectives. There are, however, five important themes that recur: research-based learning, cross-disciplines and cross-fields, active learning, teamwork and communication skills, and useful new technology“ (Campbell 1998, S. 1).

Forschendes Lernen lässt sich nach Auffassung Campbells mit geringem Aufwand sowohl dadurch umsetzen, dass Studierende bereits in einem frühen Stadium ihres Studiums in einer Mentoring-ähnlichen Beziehung zu wissenschaftlichen Angestellten und Studierenden höherer Semester an übergeordneten Forschungsprogrammen beteiligt werden, als auch durch individuell oder als Gruppenarbeit angelegte studentische Forschungsprojekte. In den verschiedenen Phasen von Forschungsprojekten – von der Entwicklung der Fragestellung über die Sichtung des Forschungsstandes, die Problemdefinition, die Planung der Arbeitsschritte, die Durchführung der Untersuchung, die Einordnung der Erkenntnisse bis hin zur Veröffentlichung der Ergebnisse – können Studierende an ausgewählten Phasen beteiligt werden.

Hinsichtlich des Aufwandes ist eine differenzierte Betrachtung der äußeren Bedingungen notwendig. Mit Blick darauf, „dass sich fach- bzw. studiengangspezifisch in Lehrtradition oder Curriculum schon ‘Stationen’ finden, die manche Elemente des Forschenden Lernens enthalten und vollends dazu ausgebaut werden können, ohne das Curriculum zu sprengen“ (Huber 2009, S. 23), können beispielsweise Projektarbeiten oder Laborpraktika in den Ingenieurwissenschaften mit geringem Aufwand nach dem Prinzip Forschenden Lernens umgesetzt werden. Eine Vorlesung hingegen, an der pro Semester mehrere hundert Studierende teilnehmen, lässt sich nicht einfach umstellen. In Abhängigkeit der Rahmenbedingungen ist die konkrete Ausgestaltung Forschenden Lernens zwischen „students as audience“ vs. „students as participants“ sowie zwischen „emphasis

on research content“ vs. „emphasis on research processes and problems“ zu justieren (vgl. Healey 2005, S. 70). Hierbei entspricht die Vorstellung, dass Lehrende den Studierenden die Partizipation an Forschungsprozessen ermöglichen, eher dem Ideal des shift from teaching to learning als die gängige Praxis, einer Hörerschaft Forschungsergebnisse vorzutragen.

Welche konkreten Handlungsoptionen haben Lehrende, Lehre und Studium auf Basis Forschenden Lernens anforderungsgerecht, didaktisch effektiv und effizient zu gestalten?

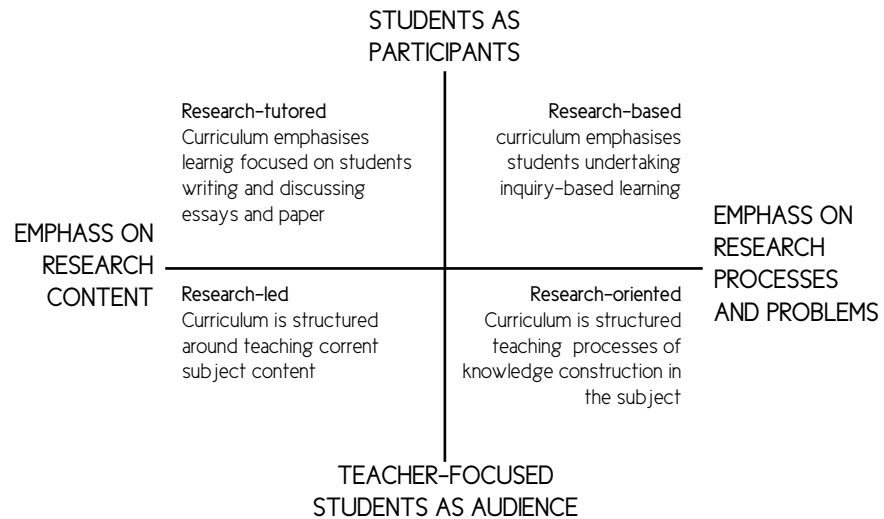
HANDLUNGSOPTIONEN FÜR LEHRENDE

Lernen im Format der Forschung: Durch Anpassung ihres Selbstverständnisses können Lehrende einen Rollenwechsel von Wissensvermittlerinnen bzw. -vermittlern zu Lernberaterinnen bzw. -beratern vollziehen. Ihre Aufgabe besteht darin, Lernumgebungen zu schaffen, in denen Studierende sich aus eigenem Interesse mit einem Themenfeld auseinandersetzen. Dies kann – der Idee Forschenden Lernens folgend – durch die didaktische Synchronisation von Forschungs- und Lernprozessen gelingen (vgl. Schneider/Wildt 2009). Konkret bedeutet dies, die Studierenden zur Durchführung eigener kleiner Forschungsprojekte anzuleiten oder sie nach Möglichkeit in größere Forschungsprojekte einzu beziehen. Dies kann z. B. in Studien- und Diplomarbeiten bzw. Bachelor- und Masterthesen sowie in Projektarbeiten oder Laborpraktika realisiert werden. Wichtig ist hierbei, den Studierenden die Verantwortung für autonomes Arbeiten zu überlassen, ihnen dabei aber

die Anleitung und Unterstützung anzubieten, die sie zur Bewältigung der Lernaufgabe benötigen.

Digitale Lernumgebungen ergänzen Präsenzveranstaltungen: Die Ausschöpfung der Vorteile digital unterstützten Lernens auf der einen Seite und präsenzbasierendes Lernen auf der anderen Seite ermöglicht die als Blended Learning bezeichnete konzeptionelle Kombination von E-Learning bzw. Mobile Learning und Präsenzveranstaltung. Die Möglichkeiten der Kombination von Präsenzformaten und E-Learning sind vielfältig. Eine Erwartungsabfrage per E-Mail im Vorfeld, Einführung in ein Themenfeld in einer Vorlesung, anschließende Vertiefung einzelner Aspekte durch selbstständiges Anfertigen schriftlicher Kleingruppenarbeiten in einem Wiki, Präsentation der Gruppenergebnisse in einem Kolloquium, Dokumentation von Lernprozessen und -ergebnissen in E-Portfolios, abschließende gemeinsame Reflexion der Lernprozesse.

Lernen im Projektformat: Diese Form organisierten Lernens führt die Studierenden aus dem Hörsaal hinaus ins richtige Leben. Studienprojekte binden die Studierenden längerfristig an Verantwortung für ein Stück Praxis, vor allem an Verantwortung für deren Weiterentwicklung und Verbesserung (vgl. Flechsig 1996). Als in der professionellen Praxis situierte Lern-



Dimensionen Forschenden Lernens (Healey 2005, S. 70)

umgebungen bilden Studienprojekte die Komplexität der Realität ab, in der sie stattfinden, deren personelle und materielle Ressourcen sie nutzen und deren Akteurinnen und Akteure sie betreffen. Die Studierenden werden im Rahmen von Studienprojekten mit Aufgaben konfrontiert, die gleichzeitig technisches, soziales und organisatorisches Handeln verlangen und Reflexion und Bewertung dieses Handelns einschließen.

FAZIT

Den Herausforderungen, welche die Situation der Ingenieurausbildung derzeit prägen, kann mit Mitteln der Hochschuldidaktik begegnet werden. Hierzu bedarf es fachbezogener Ansätze, die den besonderen Rahmenbedingungen der Ingenieurausbildung Rechnung tragen

und die speziellen Potenziale effizient nutzen. Mit dem Forschenden Lernen steht ein hochschuldidaktisches Prinzip zur Verfügung, das in besonderer Weise die allgemeinen Anforderungen an die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren mit der Förderung kritisch-reflexiven Denkens und professionellen Handelns des wissenschaftlichen Nachwuchses kombiniert. Damit ermöglicht Forschendes Lernen im Ingenieurstudium die Weiterentwicklung der Lehre, sowohl im Sinne des Studienziels Berufsfähigkeit als auch im Sinne des Studienziels Persönlichkeitsentwicklung.

Die Beispiele in diesem Band sollen Lehrenden Einblicke in die konkrete Umsetzung des hochschuldidaktischen Prinzips Forschendes Lernen geben und zu eigenem Engagement anregen.

LITERATUR

- Barr, R. B.; Tagg, J.:** From teaching to learning. A New Paradigm for Undergraduate Education. In: *Change Magazine*, Jg. 27 (1995), H. 6, S. 13–25.
- Briedis, K. u. a.:** Übergänge und Erfahrungen nach dem Hochschulabschluss. Hannover 2007.
- Bundesassistentenkonferenz:** Forschendes Lernen – Wissenschaftliches Prüfen. Bonn 1970.
- Campbell, M. E.:** Oh, now I get it! Tempe/Arizona (USA) 1998.
- Die Europäischen Bildungsminister:** Der Europäische Hochschulraum. Bologna 1999.
- Fischer, L.; Minks, K.-H.:** Acht Jahre nach Bologna – Professoren ziehen Bilanz. Ergebnisse einer Befragung von Hochschullehrern des Maschinenbaus und der Elektrotechnik. Hannover 2008.

- Flechsig, K. -H.:** Kleines Handbuch didaktischer Modelle. Eichenzell 1996.
- Healey, M.:** Linking research and teaching. Exploring disciplinary spaces and the role of inquiry-based learning. In: R. Barnett (Ed.), *Reshaping the university. New relationships between research, scholarship and teaching*. Maidenhead (UK) 2005. S. 67–78.
- Huber, L.:** Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. In: Huber, L.; Hellmer, J.; Schneider, F. (Hg.): *Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen*. Bielefeld 2009. S. 9–35.
- Pankow, F.:** Die Studienreform zum Erfolg machen. Erwartungen der Wirtschaft an Absolventen. Berlin 2008.
- Reiber, K.; Tremp, P. (2007):** Eulen nach Athen! Forschendes Lernen als Bildungsprinzip. In: Berendt, B.; Voss H.-P.; Wildt, J. (Hg.): *Neues Handbuch Hochschullehre*. Berlin 2007, Griffmarke A 3.6.
- Schneider, R.; Wildt, J.:** Forschendes Lernen und Kompetenzentwicklung. In: Huber, L.; Hellmer, J.; Schneider, F. (Hg.): *Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen*. Bielefeld 2009. S. 53–69.
- Spoun, S.; Wunderlich, W. (Hg.):** Studienziel Persönlichkeit. Frankfurt am Main 2005.
- Tremp, P. (2005):** Verknüpfung von Lehre und Forschung. Eine universitäre Tradition als didaktische Herausforderung. In: *Beiträge zur Lehrerbildung* 23, H. 3, S. 339–348.
- Wildt, J.:** Kompetenzen als Learning Outcome. In: *Journal Hochschuldidaktik*, Jg. 17 (2006), H. 1, S. 6–9.
- Wildt, J.:** Forschendes Lernen. Lernen im Format der Forschung. In: *Journal Hochschuldidaktik*, Jg. 20 (2009), H. 2, S. 4–7.
- Thorsten Jungmann**, ehem. Lehrstuhl für Fabrikorganisation, jetzt Hochschuldidaktisches Zentrum, Technische Universität Dortmund



PRAXISEINBLICKE

PROJEKTBÜRO BAUEN + UMWELT

FAKULTÄT FÜR BAU- UND UMWELTINGENIEURWISSENSCHAFTEN,
RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

UM WELCHE VERANSTALTUNG GEHT ES?

Das Projektbüro Bauen + Umwelt (kurz PBU) ist eine innovative Lehr- und Lerneinrichtung an der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften der Ruhr-Universität Bochum, die im Sommersemester 1999 ins Leben gerufen wurde. Den Vorsitz bilden Prof. Dr.-Ing. Radenberg (Lehrstuhl für Verkehrswegebau) und Prof. Dr. rer. nat. Harro Stolpe (Lehrstuhl für Ökonomie im Bauwesen).

WIE SETZEN SIE FORSCHENDES LERNEN IN IHRER LEHRVERANSTALTUNG UM?

Das Projektbüro ist bereits von seinem Grundkonzept her auf Forschendes Lernen ausgerichtet, insofern es Studierenden aus allen Semestern die Möglichkeit bietet, die für Projektarbeit notwendigen Skills zu erlernen und praxisnah einzuüben. Dieses umfasst jegliche Art von Studienarbeiten: Projektarbeiten, Bachelorarbeiten, Masterarbeiten sowie zur Bearbeitung im PBU eigens ausgegebene Case Studies. Je nach Art der Arbeit variiert der Bearbeitungszeitraum zwischen ca. 1 Monat für eine Projektarbeit und bis zu 6 Monaten für eine Masterarbeit. Die Themen der Arbeiten, die von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der verschiedenen Lehrstühle der Fakultät ausgegeben werden, werden von

den Studierenden selbst gewählt und sie melden sich mit der bereits abgesprochenen Themenstellung für die Durchführung der Arbeit im Projektbüro an. Die Arbeiten werden den Studierenden regulär innerhalb des Curriculums des jeweiligen Studiengangs angerechnet.

Im Rahmen ihrer Arbeit im Projektbüro werden die Studierenden einerseits fachlich vom Supervisor der Projektarbeit am jeweiligen Lehrstuhl betreut, andererseits erhalten sie Betreuung in Fragen des wissenschaftlichen Arbeitens von der wissenschaftlichen Betreuerin des Projektbüros, die ihnen montags bis freitags im Rahmen einer offenen Sprechstunde in ihrem nahegelegenen Büro des IA-Gebäudes zur Verfügung steht. Daneben gibt es eine Koordinatorin, die für alle organisatorischen Dinge rund ums PBU verantwortlich ist (Anmeldung, Plätzevergabe, Logistik).

Die räumlichen Gegebenheiten des Projektbüros entsprechen einem Großraumbüro mit zwölf Arbeitsplätzen in einem eigens für diesen Zweck eingerichteten Raum im IA-Gebäude. Mit der Einnahme ihres Arbeitsplatzes im PBU erhalten die Studierenden einen Raumschlüssel, der sie von den üblichen Geschäftszeiten der Universität unabhängig macht. So nutzen viele der Studierenden die Einrichtung z.B. auch am Wochenende.

Durch die selbstständige Bearbeitung von Themen im Rahmen des Projektbüros lernen die Studierenden,



Einblick ins Projektbüro – Großraumbüro mit 12 Arbeitsplätzen

ihr Wissen praxisgerecht anzuwenden, zu vertiefen und sich eigenständig neue Wissensgebiete zu erschließen. Darüber hinaus wird den Studierenden im PBU die Möglichkeit gegeben, angemessene Präsentationsformen für ihre Forschungsergebnisse zu konzipieren und diese vor einem kleinen Publikum, bestehend aus den Studierenden und der wissenschaftlichen Betreuerin im PBU sowie ggf. dem Supervisor der Arbeit, zu erproben. Zweimal im Verlauf ihrer Arbeit präsentieren die Studierenden ihre Ergebnisse: Zum einen in der Mitte des Schreibprozesses zur Dokumentation

ihres Arbeitsfortschrittes und der Zwischenergebnisse, und zum anderen am Ende zur Vorstellung der finalen Resultate ihres Projekts. Diese Art von Kolloquien wird regulär einmal im Monat sowie nach Bedarf von der wissenschaftlichen Betreuerin organisiert. In einer moderierten Sitzung erhalten die Studierenden die Möglichkeit, eventuell auftretende Probleme anzusprechen und diese in der Runde zu diskutieren.

Zudem gibt es am Ende eines jeden Semesters ein Blockseminar zum Thema wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieurwissenschaften, das PBU-übergreifend

allen Studierenden der Fakultät für Bau- und Umwelt-ingenieurwissenschaften offensteht. In Zusammenarbeit mit Gastreferentinnen und -referenten, u.a. vom RUB Schreibzentrum und dem RUB Career Service sowie wechselnden Vertreterinnen und Vertretern aus der Industrie, die einen Einblick in die Projektarbeit in der Ingenieurpraxis geben, werden den Studierenden praktische Kenntnisse und Fertigkeiten in Bezug auf wissenschaftliches Arbeiten von den beiden PBU-Vorsitzenden Prof. Stolpe und Prof. Radenberg und der wissenschaftlichen Betreuerin vermittelt. Am Ende des Seminars haben die Teilnehmenden die Option, sich ihre Seminararbeit als Studienarbeit anerkennen zu lassen, indem sie das Vorhaben einer wissenschaftlichen Arbeit anhand eines konkreten Themas (z.B. das einer bald anstehenden schriftlichen Arbeit) oder eines fiktiven Projektvorhabens im Wesentlichen strukturell skizzieren und so das im Seminar Gelernte praktisch umsetzen.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PLANUNG UND UMSETZUNG DER LEHRVERANSTALTUNG BEACHTEN?

Lehrende sollten sich bewusst sein, dass sich ihre Rolle in Lehrveranstaltungen, die auf dem Konzept Forschenden Lernens aufbauen, grundlegend verändert. Sie sind nicht mehr die Hauptakteure bzw. -akteurinnen, die Wissen mehr oder weniger monologisch vermitteln, sondern befinden sich im ständigen Dialog mit den Studierenden.

Im Idealfall steht der Lehrende den Studierenden mit Rat und Tat zur Seite wenn nötig und lässt sie gewähren wo möglich. Ein solches auf der eigenständigen Arbeit der Studierenden beruhendes Lehrkonzept sollte sich auch in der Veranstaltungsplanung und -umsetzung widerspiegeln, um den Studierenden genug Spielraum zum ‚Forschenden Arbeiten‘ zu lassen.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PRÜFUNG BEACHTEN?

In Bezug auf die Präsentation der Ergebnisse ist es wichtig, den Studierenden einen geschützten, überschaubaren Rahmen zu bieten, innerhalb dessen sie sich risikolos ausprobieren können, um so eigene Erfahrungen mit zumeist unliebsamen Anforderungen, wie z.B. Präsentieren oder wissenschaftliches Schreiben, zu machen. Beim Bewerten der schriftlichen Projektarbeit sollten die Lehrenden darauf achten, die Eigenleistung der Studierenden zu honorieren, auch wenn die Ergebnisse manchmal vielleicht noch nicht 100% wissenschaftlich exakt sein mögen oder die Darstellungsform an einigen Ecken möglicherweise noch etwas hapert.

DIE FÖRDERUNG WELCHER KOMPETENZEN GELINGT IHNEN BESONDERS?

Das Forschende Lernen im Rahmen des Projektbüros fördert insbesondere die Kreativität der Studierenden und den Erwerb übergreifender Schlüsselqualifikationen wie Präsentations-, Kommunikations- und Team-Skills. Außerdem trainiert es sie im Wissenschaftlichen Ar-

beiten und Schreiben – Fähigkeiten, deren Schulung im Ingenieurstudium zum Teil unterrepräsentiert sind.

REAKTIONEN/EINSCHÄTZUNGEN DER STUDIERENDEN:

Seit seiner Gründung haben weit über 100 Studierende im Projektbüro ihre Abschluss-, Studien- oder Projektarbeiten durchgeführt und abgeschlossen. Die Reaktionen der Studierenden sind durchweg positiv. Abgesehen davon, dass ihnen im PBU ein fester, gut ausgestatteter Arbeitsplatz unter direkter Anbindung an den betreuenden Lehrstuhl zur Verfügung gestellt wird, wird von ihnen insbesondere die Freiheit, die schriftliche Arbeit in einem von ihnen selbst festgelegten Planungs-Zeitrahmen fertig zu stellen, hervorgehoben. Darüber hinaus wird gerade auch der Aspekt des Teamworks, zu dem es im Projektbüro dank des gemeinsamen Arbeitsraumes und aufgrund der regelmäßigen Kolloquien nahezu automatisch kommt, als besonders positiv bewertet. Zitat: „Durch den Austausch mit anderen Studierenden wird eine konstruktive Atmosphäre geschaffen, in der viele Probleme gemeinsam gelöst werden können. Durch die regelmäßige Präsentation der Abschlussarbeit werden wir vor die Herausforderung gestellt, die erarbeiteten Ergebnisse vor einer Gruppe zu präsentieren und uns im freien Vortragen zu üben.“

IHR VOTUM: DER MEHRWERT FORSCHENDEN LERNENS LIEGT IN ...

Forschendes Lernen weckt die Neugierde der Studierenden. Sie gewinnen leichter Freude an wissenschaftlicher Arbeit, indem sie im Verlauf der praktischen Arbeit mehr über ihre eigenen Interessen, Stärken und Wissensschwerpunkte erfahren. Auf diese Weise vermittelt ihnen Forschendes Lernen die Grunderkenntnis über den eigentlichen Kern Wissenschaftlichen Arbeitens: In Auseinandersetzung mit bereits bestehenden Erkenntnissen eigene Ergebnisse zu entwickeln und somit den Stand der Forschung voranzubringen – Lernen, Forschen, Konstruieren, Fortschreiten, seinen eigenen Beitrag leisten.

IHRE ANREGUNGEN FÜR LEHRENDE:

Beziehen Sie die Studierenden mit ein, lassen Sie sie ausprobieren, geben Sie ihnen den Freiraum, Eigenes einzubringen, Vorschläge zu machen, eigene Projekte zu starten – auch Sie selbst werden von dieser Vorgehensweise profitieren: in der Rolle des Lehrenden und in der Rolle des Lernenden.

Julia Lippmann, M.A., Fakultät für Bau- und Umwelt-ingenieurwissenschaften, Ruhr-Universität Bochum. Koordinatorin im internationalen Master Studiengang ‚Computational Engineering‘ und wissenschaftliche Betreuerin im ‚Projektbüro Bauen und Umwelt‘

DAS INDUSTRIAL ENGINEERING-LABOR

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU, TECHNISCHE UNIVERSITÄT DORTMUND

UM WELCHE VERANSTALTUNG GEHT ES?

Der Lehrstuhl für Arbeits- und Produktionssysteme (APS) der Technischen Universität Dortmund setzt seinen Schwerpunkt in die Ausbildung von Industrial Engineers. In produzierenden Unternehmen stellt diese Disziplin der Ingenieurwissenschaften als Bindeglied zwischen technischem und wirtschaftlichem Management eine wichtige Querschnitts- bzw. Schnittstellenfunktion dar. Zentrale Aufgabe des Industrial Engineering (IE) ist die Planung, Implementierung und kontinuierliche Verbesserung soziotechnischer Arbeitssysteme. Ziel dieser Arbeitssystemgestaltung ist das optimale Zusammenwirken von Menschen, Betriebsmitteln und Arbeitsgegenständen zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe. Diese Gestaltungsaufgabe verlangt von einem Industrial Engineer fundierte Kenntnisse von Methoden, systemisches Verständnis und eine ausgeprägte Kommunikationsfähigkeit. Genau diesen Kompetenzenanforderungen begegnet das Ausbildungskonzept angehender Industrial Engineers am APS durch die Einbindung des Industrial Engineering-Labors (IE-Labor) in die Lehre.

Das IE-Labor wird seit der Eröffnung im Jahr 2008 in verschiedenen Lehrveranstaltungen des APS zur praxisorientierten Vertiefung IE-relevanter Lehrinhalte genutzt. Diese richten sich an Studierende aus den Be-

reichen Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen und Logistik.

WIE SETZEN SIE FORSCHENDES LERNEN IN IHRER LEHRVERANSTALTUNG UM?

Ziel des APS ist es, den Studierenden die Möglichkeit zu geben, bereits während des Studiums über das in den Vorlesungen bereitgestellte Wissen hinaus Lehrinhalte durch wissenschaftliches Experimentieren eigenständig zu erforschen, Lösungen selbstständig zu erarbeiten und ein tiefergehendes Verständnis verschiedener Methoden und Zusammenhänge zu entwickeln.

Dies wird beispielsweise in einer einwöchigen Praxisphase im Rahmen der Veranstaltung „Arbeitssystemgestaltung“ realisiert. Aufgabe der Studierenden ist es, in Gruppenarbeit ein Arbeitssystem zu planen und aufzubauen sowie zu validieren und anschließend Verbesserungspotenziale aufzuzeigen. Dazu stehen im IE-Labor verschiedene, modular aufgebaute Arbeitsplätze, dazugehörige Betriebsmittel und diverse Materialien bereit. Es wird somit nicht nur bestehendes Wissen angewendet und vertieft, sondern auch die Entwicklung eigener Ideen und innovativer Gedanken gezielt gefördert.



Modular aufgebaute Arbeitsplätze zur Gestaltung eines Arbeitssystems im IE-Labor des APS

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PLANUNG DER LEHRVERANSTALTUNG BEACHTEN?

Zunächst ist insbesondere die Zielgruppe mit ihren jeweiligen Vorkenntnissen zu beachten. Eine Herausforderung stellt hier das heterogene Wissen Studierender mit Bachelorabschlüssen verschiedener Universitäten dar. Desweiteren unterstützt die Formulierung konkreter Lernziele sowohl den Lehrenden bei der Strukturierung der Veranstaltung als auch den Studierenden bei der Orientierung im Lernprozess. Letztendlich ist, um die Erreichung der Lernziele sicherzustellen, auf eine geeignete Gruppengröße zu achten.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER UMSETZUNG BEACHTEN?

Während der Arbeit im IE-Labor ist es von hoher Bedeutung, den Studierenden einen möglichst großen Spielraum bei der eigenständigen Erarbeitung von Lösungen zu lassen. Dabei wird Wert auf die Anwendung der Methode wissenschaftlichen Experimentierens gelegt, d.h. das systematische Aufstellen und anschließende Testen von Hypothesen zur Erarbeitung einer Lösung. Bei Schwierigkeiten und Unterstützungsbedarf im Lernprozess ist es sinnvoll, die Studierenden mit Hilfe von gezielten Fragen anzuleiten, ohne jedoch mögliche Lösungen vorzugeben.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PRÜFUNG BEACHTEN?

Der Inhalt der Prüfung sollte an die transparenten Lernziele anknüpfen und durch geeignete Verfahren überprüft werden. Im Rahmen der Arbeitssystemgestaltung hat sich ein zweistufiges Vorgehen bewährt. Die Studierenden präsentieren im IE-Labor zunächst die Ergebnisse ihrer Arbeitssystemgestaltung und führen das aufgebaute Arbeitssystem anhand eines Montageablaufs vor. Dabei übernehmen die Prüferinnen und Prüfer in einer Art „Rollenspiel“ die Rolle der Geschäftsführung, um das entwickelte Arbeitssystem kritisch zu hinterfragen. Hierbei zeigt sich, ob die Studierenden ein Verständnis für das Arbeitssystem bzw. die Gestaltungsmethoden entwickelt haben und ihre Lösung nachvollziehbar begründen können. Im zweiten Teil der Prüfung erfolgt ein Einzel-Fachgespräch, das auf den Präsentationsergebnissen aufbauen kann und eine individuelle Benotung der/des Studierenden erlaubt.

DIE FÖRDERUNG WELCHER KOMPETENZEN GELINGT IHNEN BESONDERS?

Die angehenden Industrial Engineers entwickeln während der aktiven Teilnahme an Veranstaltungen im IE-Labor insbesondere Methodenkompetenz, d.h. die Fähigkeit, IE-bezogene Methoden zielgerichtet zur Gestaltung, Umsetzung und Optimierung von Arbeitssystemen einzusetzen. Daneben regt eine systemische Sichtweise auf Produktionsprozesse und die ganzheitliche Betrachtung der Gestaltungsaufgabe im Spannungsfeld Mensch, Technik und Organisation die

Ausprägung der Systemkompetenz an. Das Arbeiten in Projektteams und die abschließende Präsentation der Ergebnisse in der Gruppe als Prüfungsbestandteil runden das Profil durch implizite Entwicklung der Sozialkompetenz ab.

REAKTIONEN/EINSCHÄTZUNGEN DER STUDIERENDEN:

Die Erfahrungen des APS zeigen, dass die Möglichkeit, innerhalb einer solchen Experimentierumgebung zu arbeiten und zu lernen, bei den Studierenden großes Interesse weckt. Dies bestätigt sich in der kontinuierlich gestiegenen Teilnehmerzahl an Veranstaltungen, die im IE-Labor stattfinden.

IHR VOTUM: DER MEHRWERT FORSCHENDEN LERNENS LIEGT IN ...

... der Möglichkeit, Lerninhalte in einer praxisnahen Industrieumgebung selbstständig und situationsspezifisch erarbeiten bzw. anwenden und damit unmittelbar erleben sowie reflektieren zu können. Dies führt zu einem tieferen Verständnis und fördert die Fähigkeit, kreative Ideen zielgerichtet umzusetzen. Darüber hinaus trägt die Durchführung anwendungsbezogener wissenschaftlicher Experimente während der Veranstaltungen im IE-Labor dazu bei, die Studierenden auf eine spätere Arbeit als Industrial Engineer sowohl in der Industrie als auch in der Forschung vorzubereiten.



Modular aufgebaute Arbeitsplätze im IE-Labor

IHRE ANREGUNGEN FÜR LEHRENDE:

Die Erfahrungen des APS zeigen, dass die Umsetzung von Forschendem Lernen sowohl für Lernende als auch Lehrende Vorteile bietet. Einem anfänglich höheren Planungsaufwand für diese kompetenzorientierten und studierendenzentrierten Lernszenarien steht ein tieferes Verständnis der Studierenden für die Lerninhalte gegenüber. Die anwendungsorientierte Ausrichtung unterstützt sie zudem bei dem Transfer ihres Wissens auf den Praxisalltag in der Industrie. Auf der anderen Seite erweitert die Entstehung stets unterschiedlicher Lösungen den Wissenshorizont der Lehrenden, die gleichzeitig ihre Kompetenzen, beispielsweise im Anleiten durch Fragen, weiterentwickeln können. Von Forschendem Lernen können somit Lernende als auch Lehrende gleichermaßen profitieren.

Marlies Steffen/Daniel Bücken, Lehrstuhl für Arbeits- und Produktionssysteme (APS),
Technische Universität Dortmund

Dominik May, Hochschuldidaktisches Zentrum,
Technische Universität Dortmund

OBJEKT-ORIENTIERTE PROGRAMMIERUNG MIT LEJOS UND LEGO MINDSTORMS NXT

FAKULTÄT FÜR MASCHINENWESEN,
RWTH AACHEN UNIVERSITY

UM WELCHE VERANSTALTUNG GEHT ES?

Der Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau der Fakultät für Maschinenwesen, RWTH Aachen University, bietet im Rahmen der Bachelor-Studiengänge Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen, Fachrichtung Maschinenbau, die Lehrveranstaltung Informatik im Maschinenbau an. Diese Lehrveranstaltung wird von insgesamt ca. 1.400 Studierenden verpflichtend besucht. Aufgabe der Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden Grundkenntnisse in der Programmierung und der Software-Technik näherzubringen. Um diese Aufgabe zu erfüllen, wird die Lehrveranstaltung zurzeit neugestaltet und im laufenden Sommersemester 2011 erprobt. Sie besteht aus einer Vorlesung und einer Laborübung, in der objektorientierte Programmierfähigkeiten und -kenntnisse zur Softwaretechnik vermittelt und erprobt werden. Basis sind weltweite Erfahrungen in zumeist kleineren Lehrveranstaltungen, in denen nachgewiesen wurde, dass der Einsatz von Robotern in der Lehre die Studierenden im besonderen Maße zum Lernen und zur Mitarbeit motiviert. Daher wurde zur Vermittlung der Lehrinhalte zum einen die in der Lehre bewährte LEGO Mindstorms NXT Plattform im Bereich der Hardware und zum anderen Java unter

Verwendung der Lejos Plattform im Bereich der Software ausgewählt.

WIE SETZEN SIE FORSCHENDES LERNEN IN IHRER LEHRVERANSTALTUNG UM?

Im Rahmen des Schülerlabors Roboscope wurde erforscht, dass die ideale Größe für das gemeinsame Erarbeiten von Lerninhalten innerhalb dieser Thematik 2er Teams sind. Diesen Teams stehen je ein Rechnerarbeitsplatz und ein Roboter zur Verfügung. In der Lehrveranstaltung werden für einen Termin 100 aus Studienbeiträgen finanzierte Roboter eingesetzt, so dass zu jedem Termin 200 der 1.400 Studierenden ihre Laborübung absolvieren können. Da die Hardwareressourcen auf die 100 Roboter limitiert sind, bauen die Studienteams die Roboter nicht selber auf, sondern bekommen ein vorgefertigtes Roboter Modell.

Das Robotermodell simuliert einen zweiachsigen Kran. Durch die Verwendung dieses Roboterkrans wird für die Studierenden ein Anwendungsbezug zwischen der Informatik und dem Maschinenbau hergestellt.

Neben der Auswahl der Hard- und Software-Plattformen ist die Auswahl der Lehrmethodik ein wichtiger Faktor. Das Problem Based Learning (PBL) wurde

aufgrund der hohen Lerner-Zentrierung als Unterrichtsmethodik auch in den Universitäten aufgenommen. Hierbei werden Probleme kollaborativ gelöst und in verschiedenen Reflexionszyklen verfeinert und optimiert. PBL hat sich in den vergangenen Jahren in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung international führender Universitäten als state-of-the-art etabliert. Die Einführung dieses Ansatzes führt zu einer umfassenden Veränderung der gesamten Lehrkonzeption. PBL ist eine praxisorientierte Methode, die die bisherige Struktur bestehend aus Vorlesungen, Übungen und Laboren erweitert. Sie verbindet universitäres Lernen mit zukünftigen Aufgaben im Berufsumfeld. Durch die Förderung eigenverantwortlichen, selbst bestimmten, handlungsorientierten, aktiven und kreativen Lernens wird forschendes Lernen implementiert.

Wie wird problembasiertes Lernen konkret in unserem Praxisbeispiel realisiert:

Auf Basis von Mindstorm-Robotern bearbeiten Studierende in kleinen Gruppen maschinenbaunahe IT-Probleme. Dies bildet eine wichtige Brücke zwischen den Kern-Lehrveranstaltungen des Maschinenbaus und den notwendigen IT-Kompetenzen heutiger Ingenieure und Ingenieurinnen. Eine zentrale Herausforderung der Einführung dieses Ansatzes liegt in der hohen Anzahl der Studierenden.

Die Struktur der Lehrveranstaltung im Überblick:

Vorlesungen:

- In den ersten sechs Vorlesungseinheiten werden die Grundlagen der Programmierung vermittelt.



Modell des LEGO Mindstorms NXT Roboter

- In den Vorlesungseinheiten sieben bis zehn werden den Studierenden die Inhalte der Softwaretechnik nahe gebracht.
- In den Vorlesungseinheiten elf und zwölf werden die Umsetzungsoptionen des Erlernten mit ergänzenden Themen in den Anwendungsdomänen des Maschinenbaus untersucht.

Laborübung:

- Die inhaltlich begleitende und vertiefende Laborübung besteht aus zehn Terminen mit einer Dauer von je 135 Minuten. In der Laborübung werden zuerst die Programmierkenntnisse trainiert, um diese dann auf den LEGO Mindstorms NXT basierten und durch Industrieroboter inspirierten Kran anzuwenden.

Im Rahmen einer Sitzung erhalten die Studierenden einführende Informationen über die Technik und Möglichkeiten des NXT und Lejos. Danach werden nach und nach drei Gates erreicht, wobei jedes Team seiner eige-



Programmierung der technischen Befehle in Teamarbeit

nen Lerngeschwindigkeit entsprechend Gates erreichen kann. Jedes Gate ist so aufgebaut, dass sich Lernerfolge und damit Motivationen zum Weiterlernen einstellen. Des Weiteren kann das Final Gate auf unterschiedlichen Niveaus erreicht werden, so dass es Herausforderungen für lernschwache und auch lernstarke Studierende gibt. Im Gate 0 implementieren die Studierenden eine Teachbox für den Roboter, mit dem der Kran direkt gesteuert werden kann. Die Steuerbefehle werden aufgezeichnet und ergeben am Ende das Fahrprogramm des Roboters. Im Gate 1 wird eine Visualisierung der Sensordaten entwickelt und erstellt. Als Final Gate gilt die Erfüllung einer Erkennen- und Aufnehmen-Aufgabe. Hierbei muss die Technik des Krans so programmiert werden, dass der Kran einen Ball einer bestimmten Farbe erkennen und aufgreifen kann.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PLANUNG DER LEHRVERANSTALTUNG BEACHTEN?

Bei der Planung einer Lehrveranstaltung dieser Art muss noch stärker als bei „gewöhnlichen“ Lehrveranstaltungen beachtet werden, dass das Vorwissen der Studierenden sehr stark variiert. Zudem fällt auf, dass aktuell die Studierenden ein in dieser Art selbstständiges Arbeiten meist nicht gewöhnt sind.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER UMSETZUNG BEACHTEN?

Aus zuvor genannten Gründen empfiehlt es sich, sowohl bei der Planung als auch bei der Umsetzung der Lehrveranstaltung so kleinschrittig wie möglich vorzugehen.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PRÜFUNG BEACHTEN?

Da die Veranstaltung als solche zum ersten Mal im aktuellen Sommersemester 2011 durchgeführt wird und eine Prüfung zum behandelten Themenfeld noch nicht stattgefunden hat, können hier bisher keine konkreteren Angaben gemacht werden. Insbesondere im Vorlauf der Prüfung sollte jedoch beachtet werden, dass klar definiert wird, welche Inhalte der Übung prüfungsrelevant sind.

DIE FÖRDERUNG WELCHER KOMPETENZEN GELINGT IHNEN BESONDERS?

Mit dieser Lehrveranstaltung werden den angehenden Ingenieurinnen und Ingenieuren nicht nur fachliche Kompetenzen vermittelt. Es wird ihnen ermöglicht, Zusammenhänge zwischen Grundlagen und späterer Anwendungen im Studium besser einordnen und nutzen zu können. Ebenso wird die Fähigkeit geschult, in kleinen Teams problemorientiert zu arbeiten.

REAKTIONEN/EINSCHÄTZUNGEN DER STUDIERENDEN:

Ein Großteil der Studierenden wirkt zu Beginn der Übung ein wenig orientierungslos. Dies ist dadurch zu begründen, dass – wie zuvor beschrieben – die Studierenden ein solch selbstständiges Arbeiten oft nicht gewöhnt sind. Viele von ihnen gehen durch eine Art Motivationstal, insbesondere wenn sie merken, dass etwas nicht so funktioniert, wie sie es erwartet haben.

Wenn das Tal aber erst einmal überwunden ist, steigt die Motivation rapide an und die Studierenden sind mit Spaß bei der Arbeit.

IHR VOTUM: DER MEHRWERT FORSCHENDEN LERNENS LIEGT IN ...

Der Mehrwert Forschenden Lernens liegt darin, dass die Studierenden selbstständiger werden, eigene Theorien aufstellen und Rückschlüsse ziehen, somit eine eigene Erkenntnis erlangen. Sie sind darauf angewiesen, selbstständig Informationen zu finden und eine eigene Denkweise (weiter) zu entwickeln. Darüber hinaus bewirkt Forschendes Lernen bei den meisten Studierenden eine intrinsische Motivation zur Gruppenarbeit.

IHRE ANREGUNGEN FÜR LEHRENDE:

Eine Veranstaltung mit dem Ansatz des Forschenden Lernens zu entwickeln bedeutet zwar viel Arbeit, zahlt sich am Ende jedoch stets aus. Es lohnt sich, diese Arbeit vorab intensiv zu investieren und an manchen Stellen vielleicht auch, Mut zum Risiko zu haben. Die bisherige Resonanz auf die aktuelle Veranstaltung und der Vergleich mit früheren Evaluationen stützen diese Aussage.

Dr.-Ing. Daniel Schilberg/Daniel Ewert/Prof. Dr. rer. nat. Sabina Jeschke, Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau, RWTH Aachen University

PRODUKTKONFEKTIONIERUNG IN DER LEBENSMITTELTECHNOLOGIE UND PHARMAZIE

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU,
RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

UM WELCHE VERANSTALTUNG GEHT ES?

Die Veranstaltung „Produktkonfektionierung in der Lebensmitteltechnologie und Pharmazie“ wird seit dem Sommersemester 2010 auf forschendes Lernen ausgerichtet. Wegen des seminarartigen interaktiven Charakters dieser Vorlesung ist die Teilnehmerzahl auf 24 Studierende begrenzt. Die Teilnehmenden sind in der Regel Masterstudierende der Fachrichtungen SEPM, Maschinenbau und UTRM der Fakultät für Maschinenbau der RUB.

WIE SETZEN SIE FORSCHENDES LERNEN IN IHRER LEHRVERANSTALTUNG UM?

Forschendes Lernen wird in der Veranstaltung durch die problemorientierte Vermittlung von Lehrinhalten umgesetzt. Wenn das Thema der Vorlesungseinheit zum Beispiel „Mischen“ ist, werden die Studierenden zuerst mit einer Problemstellung konfrontiert, indem Sie einen Becher, Mehl, Malzextraktpulver und eventuell ein Werkzeug (z.B. Löffel) bekommen. Die Studierenden werden in kleine Gruppen eingeteilt und müssen sich verschiedene Lösungen überlegen, wie sie am Besten eine homogene Mischung erzielen können. Nachdem die Studierenden ihr Problem durch „Auspro-

bieren“ gelöst haben, werden die Ergebnisse gemeinsam diskutiert. Anschließend werden die entsprechenden wissenschaftlichen Grundlagen und Theorien zu diesem Thema vorgestellt. So stellen die Studierenden oft fest, dass die industriellen Prozesse meist auf den selbst erprobten Prinzipien basieren. Durch das „learning by doing“ werden die Inhalte besser verstanden und aufgenommen.

Darüber hinaus arbeiten die Studierenden an einem vorlesungsbegleitenden Projekt. Die Aufgabe ist es, ein neues Nahrungsmittelprodukt zu entwickeln und für die Gründung eines Unternehmens einen Business Plan zu erstellen. Dazu werden die Studierenden in acht Gruppen eingeteilt, wobei jede Gruppe einen Teilbereich bearbeitet und dabei die in der Vorlesung vermittelten Fachkenntnisse anwendet:

- **Gruppe „Markt“:** Marktdaten erheben; Zielgruppen definieren; Technologien analysieren
- **Gruppe „Gründung“:** Rechtsform auswählen; Organisation und Standort definieren; Personalgewinnungsstrategie festlegen
- **Gruppe „Marketing“:** Marketingstrategie bestimmen; Vertriebs-, Preis- und Produktpolitik definieren



Forschendes Lernen im Labor im Rahmen des vorlesungsbegleitenden Projektes

- **Gruppe „Product design and development“:** Rezepturen entwickeln; Produktdesign definieren
- **Gruppe „Technologie“:** Herstellungsprozess abstimmen; Maschinen und Anlagen auswählen; Fertigung planen; Lagerung der Produkte festlegen
- **Gruppe „Rechtsfragen und Nachhaltigkeit“:** Lebensmittelrecht analysieren; Markenrechte und Patente recherchieren; Maßnahmen zur Nachhaltigkeit ergreifen
- **Gruppe „Finanzplan“:** Investitions- und Betriebskosten planen; 5-Jahresplan erstellen
- **Gruppe „Planung und Koordination des Businessplans“:** Zusammenarbeit der anderen Gruppen koordinieren; Businessplan zusammenstellen

Für die erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben stehen den Studierenden neben Rechnerarbeitsplätzen am Lehrstuhl verschiedene Laborgeräte im institutseigenen Labor zur Verfügung.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PLANUNG DER LEHRVERANSTALTUNG BEACHTEN?

Im Vordergrund der Planung steht das Zeitmanagement. Eine optimale Vermittlung der Lehrinhalte ist nur möglich, wenn nicht zu viel Stoff in zu kurzer Zeit behandelt wird. Etwa die Hälfte der Vorlesungszeit wird für den praktischen Teil und die Diskussionen eingeplant. Die andere Hälfte wird dazu genutzt, die Inhalte zu den jeweiligen Themen zu vermitteln und zu vertiefen.

Außerdem ist es wichtig, die „richtigen“ Materialien bereitzustellen, um den Studierenden die Voraussetzungen zu schaffen, selber forschend lernen zu können.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER UMSETZUNG BEACHTEN?

Die Vorkenntnisse der Studierenden, die aus verschiedenen Fachrichtungen kommen, werden während der Diskussionen über die Lösungsansätze erkannt. Dies ist ein wichtiger Aspekt, um eine möglichst homogene Verteilung der Kenntnisse in der Gruppe zu erzielen. Die Experimente, die in der Vorlesung durchgeführt werden, sollen einfach und schnell zu verstehen und zu bearbeiten sein. Es geht hauptsächlich um das Wecken der Neugier und um das Finden verschiedener Lösungen.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PRÜFUNG BEACHTEN?

Es gibt bei dieser Veranstaltung keine mündliche Prüfung oder Klausur. Die Note ergibt sich aus der Ausarbeitung und Präsentation der Ergebnisse des vorlesungsbegleitenden Projektes.

DIE FÖRDERUNG WELCHER KOMPETENZEN GELINGT IHNEN BESONDERS?

Durch die praktische Lösungsfindung und Diskussion in der Vorlesung werden die Studierenden zu kreativem



Verkostung des von den Studierenden entwickelten Produkts in der Vorlesung

Denken und dem Erkennen von einfachen Lösungsprinzipien angeregt. Im Rahmen des vorlesungsbegleitenden Projektes werden neben der Eigeninitiative und dem Durchsetzungsvermögen vor allem die Teamfähigkeit gefördert.

REAKTIONEN/EINSCHÄTZUNGEN DER STUDIERENDEN:

Die Studierenden reagieren bisher sehr positiv auf die Vorlesung, erscheinen regelmäßig und beteiligen sich stets an den Diskussionen. Die Herausforderung, ein neues Produkt zu entwickeln und es auf dem deutschen Markt zu positionieren, bringt zusätzliche Motivation. Darüber hinaus sind aus den behandelten Themen auch schon Abschlussarbeiten entstanden.

IHR VOTUM: DER MEHRWERT FORSCHENDEN LERNENS LIEGT IN ...

... der dauerhaften Aufnahme von Lerninhalten durch praktische Anwendung. Studierende können sich mehr für ein Thema begeistern wenn sie „etwas anfassen“ können, anstatt nur „graue Theorie“ auf einer Beamerleinwand oder in einem Skript zu finden.

IHRE ANREGUNGEN FÜR LEHRENDE:

Je abwechslungsreicher eine Vorlesung ist, desto mehr können sich die Studierenden dafür begeistern. Durch die Mischung aus theoretischen Grundlagen und deren praktischer Anwendung bei der Entwicklung und

Markteinführung eines neuen Produktes, werden die Kenntnisse nachhaltiger aufgenommen. Diese Herausforderung weckt zusätzliche Motivation, was sich auch in sehr guten Ergebnissen und somit auch in der Benotung widerspiegelt.

Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner, Fakultät für Maschinenbau, Lehrstuhl für Verfahrenstechnische Transportprozesse, Ruhr-Universität Bochum

Dr. -Ing. Silvia Gallegos-Lopez, Fakultät für Maschinenbau, Lehrstuhl für Verfahrenstechnische Transportprozesse, Ruhr-Universität Bochum

PETEX: PLATFORM FOR ELEARNING AND TELEMETRIC EXPERIMENTATION

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU,
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DORTMUND

UM WELCHE VERANSTALTUNG GEHT ES?

Hinter PeTEX – Platform for e-Learning and Telemetric Experimentation – verbirgt sich eine in einem EU Projekt entwickelte internetbasierte Lernumgebung für das Gebiet der Fertigungstechnik im Maschinenbau. Diese Lernumgebung besteht aus einer prototypischen E-Learning-Plattform – basierend auf einer angepassten Moodle-Installation – zur Durchführung von ferngesteuerten Live-Experimenten für Studium und Weiterbildung. Für die ganzheitliche technische und didaktische Umsetzung der tele-operativen Versuchseinrichtungen konzentrierte sich die Entwicklung zunächst auf die Bereiche Umformtechnik, Fügen und Trennen. Das Besondere ist, dass an drei europäischen Universitäten in Schweden, Italien und Deutschland E-Learning-Prozesse mit ingenieurwissenschaftlichen Laborexperimenten der Fertigungstechnik verknüpft werden können: Live-Experimente in sogenannten „Remote Labs“ können durch die Lernenden über die Lernplattform ferngesteuert und fernbeobachtet werden. Über Schnittstellen für Internet- und computermediales Sehen, Hören, Bewegen, Manipulieren und Messfühlen des Untersuchungsgegenstands und der Versuchsanordnung werden augenscheinliche Beobachtungs- und Messdaten erzeugt und in verschieden komplexe Lehr-/Lernszenarien integriert.

WIE SETZEN SIE FORSCHENDENDES LERNEN IN IHRER LEHRVERANSTALTUNG UM?

Für das Lehr-/Lernszenario wurden neu-zugeschnittene didaktische Szenarien in der Schnittmenge der Ansätze zu experimentellem, problembasiertem und forschendem Lernen nötig. Übertragen auf das o.g. E-Learning Szenario – Einbettung von Live-Experimentier-Möglichkeiten – bedeutet es, das Experimentieren und die damit in Verbindung stehenden tatsächlichen Problemstellungen in den Mittelpunkt der Lernaufgaben zu stellen und von dort aus ganzheitlich das E-Learning Szenario, die Lehrobjekte, Lernobjekte und Lernprozesse zu designen.

Im Rahmen der Umformtechnik erfolgt der Aufbau einer Versuchseinrichtung zur Ermittlung von Materialkennwerten mit Hilfe des einachsigen Zugversuches. Für die Durchführung wird eine in Geometrie und Beschaffenheit standardisierte Probe in einer Materialprüfmaschine belastet. Durch die entsprechende Konfiguration des Experimentes und die Reaktion der Probe auf die Zugbelastung werden verschiedene Materialkennwerte ermittelt. Sie charakterisieren den Werkstoff und dienen weiterführenden Untersuchungen und Berechnungen als Eingangsgröße.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PLANUNG DER LEHRVERANSTALTUNG BEACHTEN?

Nimmt man die Erkenntnisse aus dem „Shift from teaching to learning“ als Grundlage für didaktische Konzeptualisierungen, so sollten beim Entwurf neuer E-Learning Plattformen insbesondere der Kompetenzerwerb und die Learning Outcomes in den Vordergrund des Entwurfs gerückt werden. Konstruktivistische Ansätze des Lernens betonen deshalb, dass es einer angemessenen Balance zwischen Lehr-/Lernobjekten, -inhalten und Lernprozessen, Assessments und deren subjektiv bedeutsame Anschlussfähigkeit an die jeweiligen kognitiven Strukturen der Studierenden bedarf. Mit dieser Sichtweise ist konsequenterweise ein ‚Re-Design‘ von Lehr-/Lern-Arrangements verbunden, das Lernprozesse aus der Perspektive der/des Lernenden in den Mittelpunkt stellt und entsprechend gestaltet. In diesem Sinne wird die Hochschullehre „neu kontextualisiert“ und aus Sicht der Lernenden durchdacht.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER UMSETZUNG BEACHTEN?

Die Umsetzung der entfernten Nutzung aller Versuchseinheiten wird durch eine tele-operative Ansteuerung über das Internet realisiert. Die zentrale Leitfrage für die jeweilige Umsetzung ist: Welche Aktivitäten sollen die Nutzerinnen und Nutzer (Studierende, Life-long Learners in Unternehmen) im PeTEX-e-Learning-Szenario durchlaufen? Welche Informationen benötigen sie dafür? Die Herausforderung beim Anpassen an die jeweilige Lehr-/Lernsituation des soziotechnischen

Prototyps besteht immer darin, folgende **vier Lern-Ebenen miteinander zu verzahnen:**

1. Instruktionen zum Wissensgebiet (hier: Fertigungstechnik; Umformung, Schweißen und Drehen/Fräsen),
2. Lernprozesse inkl. Feedback-Möglichkeiten zum Lernstand (z.B. ob beantwortete Fragen richtig oder falsch sind),
3. die Community-Ebene zur Kommunikation und zum Erfahrungsaustausch
4. sowie als zentrales Element: das Live-Experimentieren (als exploratives forschendes Experimentieren, als Hypothesen-geleitetes Experimentieren und/oder als Einübung von Routinen und Praktiken).
Hierbei ist es möglich, die Versuche entweder mit einer vorkonfigurierten Belegung oder einer angepassten Konfiguration durchzuführen. Dabei hat der Nutzer/die Nutzerin jederzeit die Möglichkeit, ihre/seine Aktivitäten zu verfolgen sowie das Experiment in Echtzeit zu beobachten. Die Auswertung der ermittelten Daten erfolgt plattformintegriert anschließend durch den Nutzer oder die Nutzerin.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PRÜFUNG BEACHTEN?

Die Lernenden bekommen die Aufgabe, nach dem Experiment mit den Daten, die sie erhoben haben, ein Auswertungsprotokoll zunächst als Wiki-Eintrag in der Lernplattform zu schreiben. Dafür wird ein teilstrukturierter Reflexionsleitfaden zur Verfügung gestellt, auf Basis dessen die Studierenden das Experiment, ihr Ex-



Erstellung eines Wiki-Eintrags in der Lernplattform

perimentieren und ihre Beobachtungen reflektieren sollen. Das Verfassen eines solchen Wiki-Eintrages ist eine Voraussetzung für den Leistungsnachweis. Gleichzeitig hat jede und jeder Lernende die Pflicht, einen anderen Wiki-Eintrag zu beurteilen, zu begutachten und zu diskutieren. So werden z.B. Begutachtungs-Kompetenzen erfahrbar und erlernbar gemacht. Auch dafür werden teil-strukturierte Leitfragen zur Verfügung gestellt. Der oder die Lernende hat auf Basis dessen die Möglichkeit,

seinen bzw. ihren wissenschaftlichen Bericht zum Lernstand zu überarbeiten. Die überarbeitete Version wird dann über das plattformintegrierte Video-Conferencing Tool mit Screen-Sharing Funktion zwischen Kursleiter/in und Prüfling diskutiert, und nach einer weiteren Überarbeitung wird die finale Version über das Upload-Modul in die Lernplattform hochgeladen und abschließend vom Lehrenden begutachtet und bewertet.

DIE FÖRDERUNG WELCHER KOMPETENZEN GELINGT IHNEN BESONDERS?

Mithilfe des Experimente-basierten Forschenden Lernens können für den Maschinenbau relevante fachbezogene als auch fachübergreifende Kompetenzen in individuellen und teambasierten Szenarien generiert werden.

REAKTIONEN/EINSCHÄTZUNGEN DER STUDIERENDEN:

Die plattform-integrierten didaktisch eingebundenen Remote Labs stellen wegen der räumlichen und zeitlichen Flexibilisierung des Lernortes Labor und dessen Lerngelegenheiten für die Studierenden eine willkommene Ergänzung ihrer Präsenzphasen dar und sind bei ihnen deshalb sehr beliebt.

IHR VOTUM: DER MEHRWERT FORSCHENDEN LERNENS LIEGT IN ...

... der Förderung der zunehmend eigenständiger zu entwickelnden Forschungsfragen, die sich auf unterschiedlichste Problemstellungen aus der Grundlagenvermittlung und auf anwendungsorientierte Forschungsfragen beziehen. Studierende lernen damit, sich mit für ihre Lebenskontexte sinnhaften Fragestellungen auseinanderzusetzen und dafür selbstgesteuert Lösungen zu entwickeln.

IHRE ANREGUNGEN FÜR LEHRENDE:

Sich mit den Konzepten des Forschenden Lernens als Lehrende oder Lehrender auseinanderzusetzen bedeutet immer auch, sich mit der Frage auseinanderzusetzen, wie routinierte tradierte Handlungen und Interaktionen von Lehrenden zugunsten einer Studierendenzentrierung ‚aufgebrochen‘ werden können.

Claudius Terkowsky, Hochschuldidaktisches Zentrum, Technische Universität Dortmund

Christian Pleul/Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya, Institut für Umformtechnik und Leichtbau, Fakultät für Maschinenbau, Technische Universität Dortmund

Prof. Dr. Isa Jahnke, Professor for ICT, Media, and Learning with the Department of Applied Educational Science, Umea University, Umea, Sweden

MATLAB MEETS LEGO MINDSTORMS

FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK,
RWTH AACHEN UNIVERSITY

UM WELCHE VERANSTALTUNG GEHT ES?

Mit der Einführung des Bachelor of Science Studiengangs für Elektrotechnik, Informationstechnik und Technische Informatik (ET/TI) wurde 2007 an der RWTH Aachen University das neue Lehrprojekt „MATLAB meets LEGO Mindstorms“ für Erstsemester entwickelt. In diesem Projekt sammeln die Studierenden gleich zu Beginn des 1. Semesters erste praktische Erfahrungen und wenden dabei die bis dahin aus den Vorlesungen erworbenen theoretischen Konzepte und Methoden praxisorientiert an. Vor allem werden erste Programmierkenntnisse vertieft und die Motivation zur Auseinandersetzung mit sowohl mathematisch-theoretischen Konzepten als auch ingenieurwissenschaftlichen Sichtweisen gesteigert.

WIE WIRD FORSCHENDES LERNEN IN DER VERANSTALTUNG UMGESETZT?

Gekoppelt mit der Lehrveranstaltung „Mathematische Methoden der Elektrotechnik“ (MMET) werden den Studierenden erste Grundlagen zu diskreter Signalverarbeitung, komplexen Zahlen, Fourieranalyse und linearer Algebra vermittelt. Mit diesem mathematischen Grundverständnis nehmen die Studierenden zwei Monate nach Beginn ihres Studiums bereits an dem Lehrprojekt

teil. Im Praxisanteil, welcher über reine Simulationen und rechnergestützte Demos hinaus geht, werden die Teilnehmenden motiviert, LEGO Mindstorms Roboter zu bauen und diese mit Hilfe von MATLAB-Programmen zu steuern.

Konzipiert als eine 8-tägige Blockveranstaltung nehmen alle Erstsemester des Studiengangs ET/TI jährlich kurz vor der Weihnachtspause teil. Hierbei werden die ca. 400 Studierenden zeitgleich auf alle 23 Institute des Fachbereichs verteilt und von insgesamt ca. 80 Betreuerinnen und Betreuern vor Ort unterstützt. Alle anderen Lehrveranstaltungen des 1. Semesters pausieren in dieser Zeit.

Das Projekt gliedert sich in drei Projektteile:

1. Innerhalb der ersten fünf Tage bearbeiten die Studierenden, gruppiert in Zweiertteams, mit Hilfe je eines PC und einem LEGO-Mindstorms-Roboterbaukasten sechs dokumentierte Pflichtversuche. Hierbei werden die zur Verfügung stehende LEGO Sensorik (Tast-, Schall-, Licht- und Ultraschallsensor) und Servomotoren mit Hilfe von MATLAB ausgelesen und deren Eigenschaften untersucht. Weiterführend konzipieren die Studierenden beispielsweise eine LEGO Maschine, die die Phasen zweier komplexer Zahlen darstellt. Mit Hilfe einer GUI-Ansteuerung werden einfache Rechenopera-

tionen in MATLAB realisiert und deren Ergebnisse zusätzlich mit Hilfe der Maschine angezeigt. Um den Einstieg in die Programmierung mit MATLAB zu vereinfachen, wird die eigens für das Projekt entwickelte und frei verfügbare RWTH – Mindstorms Toolbox für MATLAB verwendet. Vollständig in die MATLAB-Entwicklungsumgebung integriert, bietet diese eine intuitive und leicht erlernbare MATLAB-Mindstorms Schnittstelle.

2. Im zweiten Projektteil erhalten die Studierenden in Vierergruppen mit ihren nun erworbenen Erkenntnissen und Programmierfähigkeiten drei Tage Zeit, eigene Roboterideen zu entwickeln und zu realisieren. Um zu zeitintensive Aufgaben zu vermeiden, werden die entwickelten Projektvorschläge und Roboterrealisierungen mit den Betreuerinnen und Betreuern abgesprochen. Aufgrund der größeren Teamgröße sowie der Benutzung von zwei Baukästen und zwei PC können Aufgaben, wie das Bauen von Roboterkonstruktionen und Programmieren von einzelnen Funktionen, aufgeteilt und zeitnah und modular implementiert werden. Studierende, die keine eigene Roboteridee entwickeln, können einen von drei bereits dokumentierten Wahlpflichtversuchen (Parcoursroboter, 2D-Scanner und Greifarmroboter) bearbeiten.
3. Am letzten Projekttag und dritten Projektteil stellt jedes Studierendenteam sein bearbeitetes Projekt in Form einer 10–15 minütigen Präsentation vor. Neben Präsentationsfolien sind eine Demonstration des Roboters und Besonderheiten des MATLAB-Programms zu präsentieren. Die erbrachten Leis-

tungen werden abschließend von den Betreuerinnen und Betreuern als eine Nachweisleistung im Umfang von 3,0 Credit Points bewertet. Außerdem können die Studierenden Projektbeschreibungen und YouTube Videos ihrer Projekte auf die Projekthomepage hochladen, sowie an dem von The MathWorks gesponserten MATLAB Team Award Wettbewerb teilnehmen.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PLANUNG BEACHTEN?

Da das Lehrprojekt auf acht Tage begrenzt ist, werden grundlegende MATLAB-Kenntnisse sowie Versuchskennnisse vorausgesetzt. Zur Überprüfung müssen die Studierenden vor Projektbeginn einen onlinebasierten Selfassessment-Test absolvieren. Dabei sind Wissensfragen zum MATLAB-Primer und den Versuchsdocumentationen zu beantworten und kleinere MATLAB Programme zu entwickeln. Studierende, die diesen Test nicht bestehen (2%), werden zusätzlich in betreuten Sprechstunden angelern.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER UMSETZUNG BEACHTEN?

Da viele Erstsemester zu Beginn meist noch keine MATLAB-Programmierkenntnisse haben, wird zu Beginn der MMET-Vorlesung eine Einführung in die MATLAB-Entwicklungsumgebung angeboten, sowie ein Primer-Tutorial zum Selbststudium bereitgestellt. Vorlesungsbegleitend werden kontinuierlich kleinere



Die Studierendenteams stellen ihre Projekte im Plenum vor

MATLAB-Programme für Demos eingeführt. Hierbei soll schon früh gezeigt werden, dass Gleichungen in Vektor- und Matrixschreibweisen vielfach direkt in MATLAB Code überführt werden können.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PRÜFUNG BEACHTEN?

Da die Projektinhalte die Kreativität der Studierenden und zum Konstruieren von eigenen individuellen Mindstormsrobotern anregen, gibt es keine Abschlussprüfung im klassischen Sinne. Dennoch müssen die Studierenden ihren Roboter in einer 10-15 minütigen Präsentation vorstellen und live demonstrieren. Dies ist wichtig, um ihnen einen definierten Projektabschluss vorzugeben und die Präsentationsfähigkeiten der Studierenden zu fördern. Aufgetretene Probleme werden aktiv diskutiert und die erarbeiteten Lösungsvorschläge

den Betreuerinnen und Betreuern sowie den anderen Studierendengruppen vorgestellt.

DIE FÖRDERUNG WELCHER KOMPETENZEN GELINGT IHNEN BESONDERS?

Unsere Erfahrungen und die erhobenen Umfragen unter Studierenden der letzten vier Jahre zeigen, dass die Lernziele vielfach erreicht, die Motivation der Studierenden an Ingenieurstätigkeiten stark gesteigert und das Verständnis zur Umsetzung von theoretischen mathematischen Konzepten auf Praxisanwendungen gestärkt werden. Zudem werden die MATLAB-Programmierkenntnisse der Studierenden deutlich vertieft und zur Verwendung von MATLAB zur Lösung zukünftiger ingenieursnaher und mathematischer Problemstellungen motiviert.

REAKTIONEN/EINSCHÄTZUNGEN DER STUDIERENDEN:

Studierende gaben uns folgende, beispielhafte Rückmeldungen zur Veranstaltung: „Konfrontationen mit praktischen Problemen, die nicht in der Theorie und in den Vorlesungen behandelt werden“, „Theoretische Zusammenhänge werden mit der Praxis verknüpft und führen zu einem tieferen Verständnis“, „Praxis-orientierte Anwendung mit MATLAB selber programmieren“. Aber auch kritische Stimmen wie „Ich kam nicht wirklich mit meinem Teamkollegen klar“ und „Es war zu wenig Zeit, alle Ideen umzusetzen“ bekräftigen eine realitätsnahe Projektdurchführung.

IHR VOTUM: DER MEHRWERT FORSCHENDEN LERNENS LIEGT IN ...

Dadurch, dass den Studierenden viel Zeit während des Projektes zur Entwicklung und Gestaltung von eigenen Roboterkonstruktionen gegeben wird und das Blockkurskonzept die Konzentration der Studierenden auf die Laborversuche lenkt, entwickeln die meisten Studierenden (93%) eigenständig sehr kreative und innovative Anwendungen und Problemlösungen. Es zeigt sich, dass selbst Erstsemester auch ohne intensive und breite Grundlagenvorlesungen bereits in der Lage sind, hohe Leistungen und Anwendungsverständnis zu erbringen. Dieser Effekt wird vor allem auch durch die geeignete Wahl zwischen intuitiver Programmierung (MATLAB), leichter Hardwaresteuerung (RWTH - Mindstorms NXT Toolbox) und modularen Konstruktionen (LEGO Mindstorms NXT) gefördert. Neben großen zeit-

lichen Freiräumen stellen auch eine frühe Teamarbeit und Präsentationspflicht gleich zu Beginn des Studiums wichtige Faktoren zur Schulung von Social Skills dar, welche zu den wichtigen Fähigkeiten des Ingenieurs und der Ingenieurin von heute gehören. Darüber hinaus demonstrieren auch viele internationale Nachfolgeprojekte an anderen Hochschulen, dass dieses Lehrkonzept mit großem Erfolg zur praxisorientierten Ausbildung und Motivation von Studienanfängern und -anfängerinnen beitragen kann.

IHRE ANREGUNGEN FÜR LEHRENDE:

Moderne Lehrkonzepte mit praktischen Anwendungen im Studienfach Elektrotechnik, Informationstechnik und Technische Informatik sollten ein hohes Lerninteresse und eine anhaltende Motivation hervorrufen. Für die Studierenden ist dies besonders gleich zu Beginn ihres Studiums wichtig, um die Bedeutung der theoretischen Inhalte von Grundlagenvorlesungen zu verstehen. Wir stellen fest, dass Aufgabenstellungen, in denen die Studierenden Zeit haben, eigene Ideen und Anwendungen in Teams zu entwickeln, selbst bei Erstsemestern mit wenigen Vorkenntnissen zu hervorragenden Lernleistungen und Studieninteresse führen. Die Kombination aus Digitaler Signalverarbeitung, MATLAB Programmierung und einem LEGO Mindstorms Roboter erweist sich dabei als ideal.

[Alexander Behrens/Prof. Dr.-Ing. Til Aach](#), Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Lehrstuhl für Bildverarbeitung, RWTH Aachen University

PRAXISTAGE

FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK,
RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

UM WELCHE VERANSTALTUNG GEHT ES?

Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Ruhr-Universität Bochum bietet die Lehrveranstaltung „Praxistage“ seit dem Wintersemester 2010/11 an. Der dreitägige Kompaktworkshop ist für alle Erstsemester der Bachelorstudiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik, IT-Sicherheit/Informationstechnik und Angewandte Informatik konzipiert. Insgesamt nehmen einmal im Jahr rund 300 Studierende teil, begleitet von rund 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Fakultät unter Federführung des Lehrstuhls für Automatisierungstechnik und Prozessinformatik.

WIE SETZEN SIE FORSCHENDES LERNEN IN IHRER LEHRVERANSTALTUNG UM?

Während der „Praxistage“ arbeiten die Studierenden in getrennten Arbeitsräumen mit je rund 25 Personen in zufällig kombinierten 2er Teams. Jedem Team stehen ein PC und ein 30 cm großer humanoider Roboter zur Verfügung. Das Wettbewerbsverfahren besteht aus einem Pflichtteil und einer Kür. Zunächst geht es darum, den Roboter eine vorgegebene Aufgabe erfüllen zu lassen, dann folgt – ähnlich wie beim Eiskunstlauf – eine freie Kombination von Bewegungsfolgen. Hier sind der Phantasie der Gruppe keine Grenzen gesetzt.

Eine gemeinsame Einführungsveranstaltung für alle ca. 300 Studierenden bereitet vorab auf diese praktische Phase vor. Die Aufgabe der Teilnehmenden ist es, in 15 Arbeitsstunden gemeinschaftlich Ideen zu entwickeln und diese anschließend über eine geeignete Programmierung umzusetzen. Vorentscheidungen fallen bereits in den Arbeitsräumen. Welche Roboter-Performance letztendlich aber die Beste ist, entscheiden alle Beteiligten in der gemeinsamen Abschlussveranstaltung, in der die Finalisten gegeneinander antreten.

Im Finale treten die Raumsieger des Pflichtteils im Wettbewerb „Schnellster Treppenlauf“ gegeneinander an. Schon in der Vorbereitungsphase hat sich herauskristallisiert, dass eine dem „menschlichen Treppensteigen“ folgende Lösung hier nicht zwangsläufig von Erfolg gekrönt ist. Schneller scheinen indessen bodenahes Kraxeln oder dynamische Purzelbäume. Denn mit zunehmender Geschwindigkeit fällt es dem Roboter immer schwieriger, die Balance zu halten. „Es ist ein kleiner Schritt für die Menschheit, aber ein großer Schritt für unsere Roboter“, kommentiert ein Teilnehmer das Dilemma. „Diese Aufgabe hat es wirklich in sich.“ Trotz unterschiedlicher Bewegungsmuster liegen die gestoppten Zeiten im Finale relativ nah beieinander.

„Auf der Showtreppe“ lautet die Devise im zweiten Wettbewerb. Ziel der Küraufgabe ist eine möglichst



30cm großer humanoider Roboter

eindrucksvolle Performance. Das Zeitfenster: Minimum eine Minute, Maximum zwei Minuten. Weitere Vorgaben: Treppe und Sensoren sollen einbezogen werden.

Auch hier starten die Vorrundensieger, jedoch ist weder die Anzahl der Studierenden, noch die der Roboter begrenzt. Das Plenum entscheidet, welcher der elf Auftritte ihnen am Besten gefällt: Ungewöhnlich dreschen Roboter in Heavymetal-Manier auf Kaffeebecher-Schlagzeuge, manche springen überraschend aus Pappkartons und einer schwebt, abgestützt auf zwei Kumpanen, wippend hin und her. Die Entscheidung fällt dann ohrenbetäubend laut. Das Applausometer kürt die „Ghostbusters“ mit ihrem Synchronanz zur Filmmusik und 109,9 Dezibel zum Sieger.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PLANUNG DER LEHRVERANSTALTUNG BEACHTEN?

Bei der Planung dieser und ähnlicher Veranstaltungen sollten die Organisatorinnen und Organisatoren schon im Vorfeld einkalkulieren, dass ein hoher Vorbereitungs- und Nachbereitungsaufwand notwendig ist. Aus unserer Perspektive sind die „Praxistage“ vor allem durch die hohe Bereitschaft zur Mitarbeit und Unterstützung innerhalb der gesamten Fakultät so erfolgreich.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER UMSETZUNG BEACHTEN?

Frei nach dem Motto „Nach der Veranstaltung ist immer vor der Veranstaltung“ füllen Vor- und Nachbereitung viele Monate. So folgt den drei Workshop-Tagen ein umfassender Funktionstest aller Roboter inklusive Fehleranalyse und Reparaturen. Während der „Praxistage“ ist der Betreuungsaufwand



Die Vorentscheidungen fallen bereits in den Arbeitsräumen

hoch. Unserer Erfahrung nach muss das Verhältnis von Studierenden pro Betreuerin oder Betreuer vor allem am ersten Tag möglichst klein sein, damit den Studierenden der Einstieg problemlos gelingt.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PRÜFUNG BEACHTEN?

Da dieses Konzept keine mündliche oder schriftliche Prüfung vorsieht, kontrollieren wir die Anwesenheit

während aller Veranstaltungsbestandteile von der Einführungsveranstaltung über die Arbeitsphasen bis hin zum Finale.

DIE FÖRDERUNG WELCHER KOMPETENZEN GELINGT IHNEN BESONDERS?

Durch die „Praxistage“ lernen alle Studienanfängerinnen und -anfänger der Fakultät zu Beginn des ersten Studiensemesters gemeinsam an einer Aufgabe zu arbeiten:

Der Programmierung humanoider Roboter. In der Veranstaltung entdecken die Teilnehmenden die Vielfalt des technisch Möglichen und können ihre Ideen verwirklichen. Geschult werden neben den Programmierkenntnissen auch das konzeptionelle Arbeitsvermögen, die eigene Kreativität und Teamfähigkeit.

REAKTIONEN/EINSCHÄTZUNGEN DER STUDIERENDEN:

Die „Praxistage“ kommen – soviel lässt sich nach zweifacher Erfahrung feststellen – bei den Erstsemestern richtig gut an. So schreibt einer der Studierenden auf die Frage, was ihm gefallen hat, in seinen Evaluationsbogen: „Dass wir frei an den Geräten arbeiten konnten! Die Roboter an sich sind super Geräte, die mit Spaß Programmierkenntnisse schulen! Gerne wieder!“. Neben der technischen Komponente gefällt auch die Gruppenarbeit. Die Teilnehmenden loben, dass sie mit anderen zunächst noch unbekanntem Studierenden zusammen arbeiten, sich austauschen und dadurch einander kennen lernen können.

Einen besonderen Stellenwert nimmt die praktische Komponente ein. „Gut gefallen hat mir, dass wir kreativ mit dem Roboter arbeiten und eine andere Seite der Technik kennen lernen konnten“, berichtet die eine. Ein anderer findet gut, dass er sein Wissen praktisch und spielerisch nutzen konnte. Auch dass selbstständiges und freies Arbeiten möglich war, „einem eigentlich kaum Grenzen gesetzt waren“, „man individuell sein konnte“ und „wir selber unsere Gedanken umsetzen konnten“ wissen die Studierenden zu schätzen. Und das bei ei-

ner so wörtlich „positiven Gesamtstimmung“ und „entspannten Atmosphäre“. Die „Praxistage“ sind eben, um es mit den Worten eines Teilnehmers zu sagen, eine wirklich „interessante Abwechslung im Studienalltag“.

IHR VOTUM: DER MEHRWERT FORSCHENDEN LERNENS LIEGT IN ...

... der Abwechslung! Wir sehen unsere „Praxistage“ als wichtige Ergänzung und damit als Mehrwert zu herkömmlichen akademischen Konzepten.

IHRE ANREGUNGEN FÜR LEHRENDE:

Weitere Informationen finden Sie online unter <http://www.ei.rub.de/studium/praxistest/praxistage>. Bei Fragen und Anregungen stehen wir Ihnen gerne unter dekanat-ei@rub.de zur Verfügung. Sollten Sie die Praxistage live erleben wollen, möchten wir Sie herzlich einladen, um beim nächsten Mal als Beobachterin oder Beobachter dabei zu sein.

Meike Klinck, Marketing und Public Relations, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Ruhr-Universität Bochum

Dr.-Ing. Robert Grosche, Dekanatsgeschäftsführer, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Ruhr-Universität Bochum

INDUSTRIELLES PROJEKTMANAGEMENT

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU,

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DORTMUND

UM WELCHE VERANSTALTUNG GEHT ES?

Im Fokus dieses Beitrags liegt die Lehrveranstaltung „Industrielles Projektmanagement 1“. Sie wird den Studierenden der Studiengänge Logistik, Wirtschaftsingenieurwesen und Maschinenbau als Wahlpflichtfach im Hauptstudium der Diplomstudiengänge sowie im zukünftigen Masterstudium am Lehrstuhl für Fabrikorganisation (LFO) an der Fakultät Maschinenbau der Technischen Universität Dortmund angeboten. Sie umfasst 4 ECTS-Leistungspunkte.

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden die Grundlagen des industriellen Projektmanagements und können Methoden und Instrumente des industriellen Projektmanagements zur Bewältigung typischer beruflicher Situationen anwenden. Sie haben ihre Fertigkeiten im wissenschaftlichen Arbeiten und Schreiben erweitert und haben eine kritisch-reflexive Haltung gegenüber eigenem und fremdem Denken und Handeln entwickelt. Sie arbeiten im Team, wenden dabei Zeit- und Selbstmanagement sowie Kommunikations- und Präsentationstechnik angemessen an.

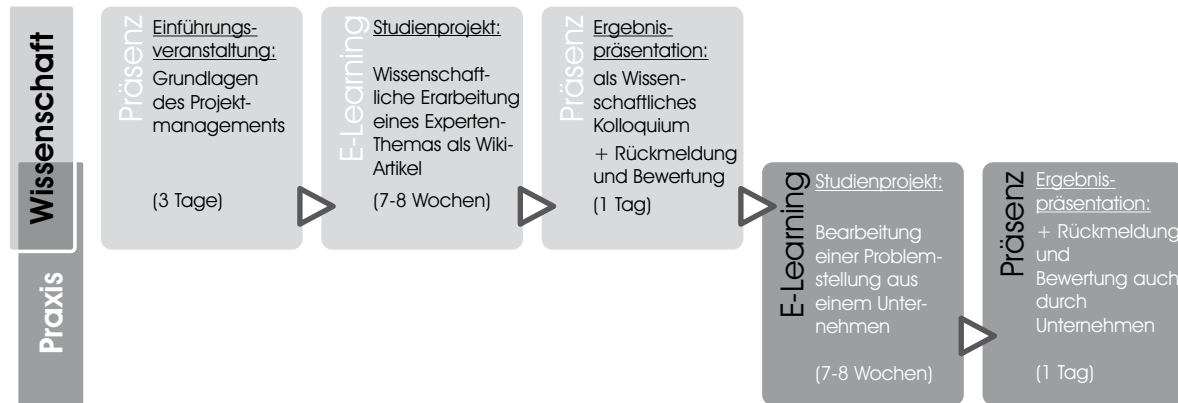
WIE SETZEN SIE FORSCHENDES LERNEN IN IHRER LEHRVERANSTALTUNG UM?

Die einsemestrige Veranstaltung gliedert sich in fünf Phasen. Die ersten drei Phasen orientieren sich am Wissenschaftssystem. Die Phasen 4 und 5 sind in der betrieblichen Praxis verortet.

Das Forschende Lernen wird zum einen verwirklicht, indem die Studierenden Forschungshandwerk erlernen. Sie recherchieren in der wissenschaftlichen Literatur, schreiben einen wissenschaftlichen Beitrag zu einem veranstaltungsinternen Wiki und präsentieren diesen auf einem ebenfalls internen Kolloquium. Zum anderen wird das kritisch-reflexive Denken gefördert, indem die Studierenden ihre eigene und die Leistung der Kommilitoninnen und Kommilitonen nach zuvor erarbeiteten Kriterien guten wissenschaftlichen Arbeitens beurteilen und kritisch hinterfragen.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PLANUNG DER LEHRVERANSTALTUNG BEACHTEN?

Im Ingenieurstudium gibt es schon Stationen, die Elemente des Forschenden Lernens enthalten. Diese können vollends dazu ausgebaut werden, ohne das Curriculum zu sprengen. So können beispielsweise Projektarbeiten oder Laborpraktika in den Ingenieurwis-



Ablauf der fünf Phasen mit Wissenschafts- und Praxisbezug

senschaften mit geringem Aufwand nach dem Prinzip Forschenden Lernens gestaltet werden. Hier können Studierende aktiv eingebunden werden. Aber auch eine Vorlesung, an der pro Semester mehrere hundert Studierende teilnehmen, kann durch Forschendes Lernen positiv beeinflusst werden. Den Studierenden können hier nicht nur die Ergebnisse von Forschung präsentiert werden, sondern auch die Frage, die am Anfang des Forschungsprozesses stand, und die Methodik, die zu den Ergebnissen hingeführt hat.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER UMSETZUNG BEACHTEN?

Sicher ist, dass Forschendes Lernen auch etwas kostet: Verzicht auf andere Inhalte, um den Studierenden die Zeit für die eigene Arbeit zu geben, mehr Aufwand für die Organisation der Lehrveranstaltung; Prüfungsformen, die an die kompetenzorientierten Lernziele

anschließen und diese messen. Zeitaufwand auch, um die Lehrenden für die aktuellen Anforderungen an die didaktische Effektivität und Effizienz der Ingenieurausbildung zu sensibilisieren. Hilfreich ist es, hochschuldidaktische Beratungs- und Professionalisierungsangebote in Anspruch zu nehmen, um die Potenziale des Forschenden Lernens voll auszuschöpfen.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PRÜFUNG BEACHTEN?

Die Prüfung misst die Erreichung von Lernzielen. Basieren die Lernziele auf Kompetenzen, so muss auch die Prüfung Kompetenzen messen. Dies ist i.d.R. nur möglich, indem Studierende in Handlung geraten und diese Handlung hinsichtlich Angemessenheit beurteilt wird. Ebenfalls möglich ist die Simulation, im ungünstigsten Fall in Form einer Textaufgabe: „Stellen Sie sich vor, Sie sollten... . Wie würden Sie vorgehen?“. Als zielführend



Studierende erarbeiten sich Inhalte in der Kleingruppe

in der hier dokumentierten Veranstaltung hat sich die semesterbegleitende Erbringung kleiner Prüfungsleistungen gegenüber der umfangreichen abschließenden Prüfung am Semesterende erwiesen.

DIE FÖRDERUNG WELCHER KOMPETENZEN GELINGT IHNEN BESONDERS?

Die Studierenden werden im Rahmen des Forschenden Lernens mit Aufgaben konfrontiert, die gleichzeitig

technisches, soziales und organisatorisches Handeln verlangen und Reflexion und Bewertung dieses Handelns einschließen. So entsteht ein Lernraum, in dem sich Kommunikation-, Zeit- und Selbstmanagement ebenso entwickeln können wie die Fähigkeit, Projekte und Teamarbeit zu organisieren und zu steuern.

REAKTIONEN/EINSCHÄTZUNGEN DER STUDIERENDEN:

„Es war zwar sehr viel Arbeit, aber es hat richtig Spaß gemacht und ich habe mehr gelernt als in den Vorlesungen, die ich bis jetzt besucht habe.“

„Besonders viel habe ich im Praxisprojekt gelernt: Den Umgang mit Chefs und Arbeitern im Unternehmen und dass nicht alles immer so funktioniert, wie man es plant. Das war für mich sehr wichtig.“

„Ich habe Bücher gelesen und mich in Dinge eingearbeitet, die ich sonst nicht kennen gelernt hätte. Dabei ist gerade das Wissen um die Zusammenhänge mit anderen Fachdisziplinen wichtig für Ingenieure.“

IHR VOTUM: DER MEHRWERT FORSCHENDEN LERNENS LIEGT IN ...

Mit dem Forschenden Lernen steht ein hochschuldidaktisches Prinzip zur Verfügung, das in besonderer Weise die allgemeinen Anforderungen an die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren erfüllt. Gleichzeitig verbindet es die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses mit der Förderung kritisch-reflexiven Denkens und professionellen Handelns. Damit ermöglicht Forschendes Lernen im Ingenieurstudium die Weiterentwicklung der Lehre, sowohl im Sinne des Studienziels Berufsfähigkeit als auch im Sinne des Studienziels Persönlichkeitsentwicklung.

IHRE ANREGUNGEN FÜR LEHRENDE:

1. Durch Anpassung ihres Selbstverständnisses können Lehrende einen Rollenwechsel von Wissensvermittlern und -vermittlerinnen zu Lernberaterinnen und -beratern vollziehen. Ihre Aufgabe besteht darin, Lernumgebungen zu schaffen, in denen Studierende sich aus eigenem Interesse mit einem Themenfeld auseinandersetzen.
2. Studieren im Projektformat führt die Studierenden aus dem Hörsaal hinaus ins richtige Leben. Studienprojekte binden die Studierenden längerfristig an Verantwortung für ein Stück Praxis, vor allem an Verantwortung für deren Weiterentwicklung und Verbesserung. Als Lernumgebungen bilden Studienprojekte die Komplexität der Realität ab, mit der Studierende im späteren Berufsleben konfrontiert sein werden.

Thorsten Jungmann, ehem. Lehrstuhl für Fabrikorganisation, jetzt Hochschuldidaktisches Zentrum, Technische Universität Dortmund

WISSENSBASIERTES COMPUTERSPIEL

FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK,
RWTH AACHEN UNIVERSITY

UM WELCHE VERANSTALTUNG GEHT ES?

Im ersten Semester des Bachelorstudiengangs Elektrotechnik an der RWTH Aachen besuchen die Studierenden die Vorlesung „Grundgebiete der Elektrotechnik I“, die ihnen einen ersten Einblick in die Grundlagen der Elektrotechnik sowie die grundlegenden Funktionsweisen von Widerständen, Kondensatoren, Transistoren und Operationsverstärkern gibt.

Im zweiten Semester schließt sich das Elektrotechnische Praktikum I an. Es handelt sich hierbei um eine praktische Laborübung, bei der ausgewählte Inhalte der Vorlesung nochmals praktisch „hands-on“ erarbeitet und vertieft werden. Dieses Praktikum wird am Institut für Hochspannungstechnik durchgeführt.

Die Ausrichtung auf Forschendes Lernen ist noch nicht erfolgt, sondern befindet sich derzeit in der Umsetzung. Ein Einstieg ist für die nächste Umsetzung des Elektrotechnischen Praktikums im Sommersemester 2012 geplant.

WIE SETZEN SIE FORSCHENDES LERNEN IN IHRER LEHRVERANSTALTUNG UM?

Im Ansatz handelt es sich um ein wissensbasiertes Computerspiel. Im Setting des Spiels werden die Studierenden in die Zukunft versetzt, wo sie als Techni-

kerinnen und Techniker ein verschollenes Raumschiff bergen sollen. Hierzu müssen defekte Schaltungen und Bauteile ausfindig gemacht und repariert werden. Dazu stehen den Studierenden ein Messgerät, verschiedene Werkzeuge und Ersatzteile zur Verfügung. Um die gestellten Aufgaben lösen zu können, müssen die Studierenden Kenntnisse der Elektrotechnik anwenden. Diese können auch während des Spiels in einer entsprechend eingebetteten Dokumentation erworben werden.

Das wissensbasierte Computerspiel dient dazu, direkt zu Beginn des Studiums die Motivation der Studierenden zu steigern und eine höhere Lernbereitschaft, Lernqualität und bessere Lernerfolge zu erzielen. Die Vermittlung der Lerninhalte mittels Computerspiel ist besonders ansprechend, da in der Elektrotechnik – wie in Ingenieurwissenschaften allgemein – ein hohes Abstraktionsniveau zur Vorstellung komplexer technischer Zusammenhänge und Abläufe notwendig ist, das im beschriebenen Kontext „spielerisch“ angewendet wird. Ein Blick in die Literatur (u.a. Prensky, M. (2001): The digital game based revolution) zeigt, dass die Nutzung von Computerspielen in den Ingenieurwissenschaften ein besonders geeigneter Ansatz sein kann. Es konnte beispielsweise belegt werden, dass ein solcher Game-based learning Ansatz sich speziell für Zielgruppen eignet, die mit technischen und schwer verständlichen



Fehlersuche durch Messung: Nachbildung eines Multimeters

Inhalten arbeiten und zudem auch dann wirkt, wenn die Zielgruppe eine eher schlechte Lernmotivation aufweist. Dazu kommt, dass die vorliegende Zielgruppe der Studierenden der Elektrotechnik tendenziell affin gegenüber Computerspielen ist.

Aufgrund dieser Überlegungen wurde Anfang 2011 mit der Umsetzung des Spiels begonnen. Die Fertigstellung einer Testversion ist für Mitte Juni 2011 geplant. Anschließend soll das Spiel von einer Gruppe von Studierenden getestet werden. Die Studierenden werden dabei beobachtet und befragt. Auf der Grundlage der so gewonnenen Daten wird eine Evaluation durchgeführt. Datenerhebung und Evaluation erfolgen in enger Kooperation mit dem Lehr- und Forschungsgebiet empirische Bildungsforschung des Institutes für Erziehungswissenschaft.

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PLANUNG DER LEHRVERANSTALTUNG BEACHTEN?

Die entsprechenden Inhalte, die durch das Computerspiel abgebildet werden, sind so ausgewählt, dass sie zwar auf den Inhalten der Vorlesung Grundgebiete der Elektrotechnik I sowie dem Elektrotechnischen Praktikum aufbauen, jedoch in ihrer Natur exemplarisch sind. Somit eignet sich das Spiel auch für andere Einführungsvorlesungen in die Elektrotechnik, sofern die Inhalte der Vorlesung mit denen des Spiels prinzipiell deckungsgleich sind.

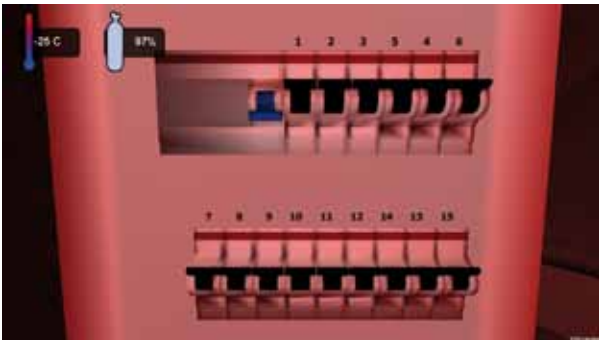
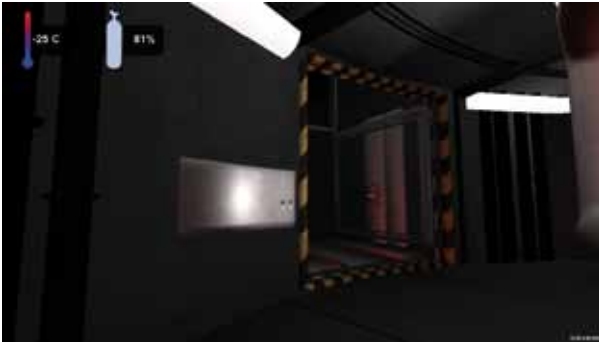


Das Setting des Spiels: Ansicht eines Flures im Raumschiff

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER UMSETZUNG BEACHTEN?

Im optimalen Fall sind die Inhalte der Lehrveranstaltung so auf das Computerspiel abgestimmt, dass die Studierenden die in der Veranstaltung vermittelten Inhalte direkt im Computerspiel anwenden können. Dies ist jedoch nicht zwingend notwendig. Durch die Hinterlegung der relevanten Inhalte in der Dokumentation des Spiels kann ein gewisser Unabhängigkeitsgrad erreicht werden. In diesem Fall wirkt sich hauptsächlich der motivationale Effekt des Spielens positiv aus.

Das Spiel ist wie oben bereits erwähnt derzeit noch ein Prototyp. Im Falle einer Fortführung des Projektes werden zusätzliche Lerneinheiten in weiteren Levels eingebaut. Diese Spielstufen können dann sukzessive mit dem Fortschreiten der Veranstaltung freigeschaltet werden. Dadurch soll es in Zukunft möglich sein, falls vom Dozenten oder der Dozentin erwünscht, die Lerninhalte der Lehrveranstaltung gezielt mit den Lerninhalten des Computerspiels zu verbinden.



Aufgaben der Spieler: Wiederherstellung der Stromversorgung (unten) Reparatur eines Aufzugs (oben)

WAS MÜSSEN LEHRENDE BEI DER PRÜFUNG BEACHTEN?

Das Computerspiel wird zur Vertiefung der Lerninhalte und zur Verbesserung der Lernmotivation eingesetzt.

DIE FÖRDERUNG WELCHER KOMPETENZEN GELINGT IHNEN BESONDERS?

Der Einsatz des Lernspiels soll insbesondere den Wissenstransfer befördern. Indem Wissen zur Lösung von Problemen, die im Lernspiel auftauchen und die an reale

Probleme angelehnt sind, angewendet wird, soll passives Wissen aktiviert werden.

Durch den Ansatz des Spiels bleibt es dem Spieler oder der Spielerin überlassen, auf welchem Wege er bzw. sie sich die notwendigen Informationen zur Lösung der Probleme beschafft. Prinzipiell kann gerechnet oder gemessen werden. Im Ausnahmefall kann auch Ausprobieren zum Erfolg führen, jedoch mit dem Risiko des Scheiterns.

Insgesamt wird daher vor allem die Problemlösekompetenz gefördert.

REAKTIONEN/EINSCHÄTZUNGEN DER STUDIERENDEN:

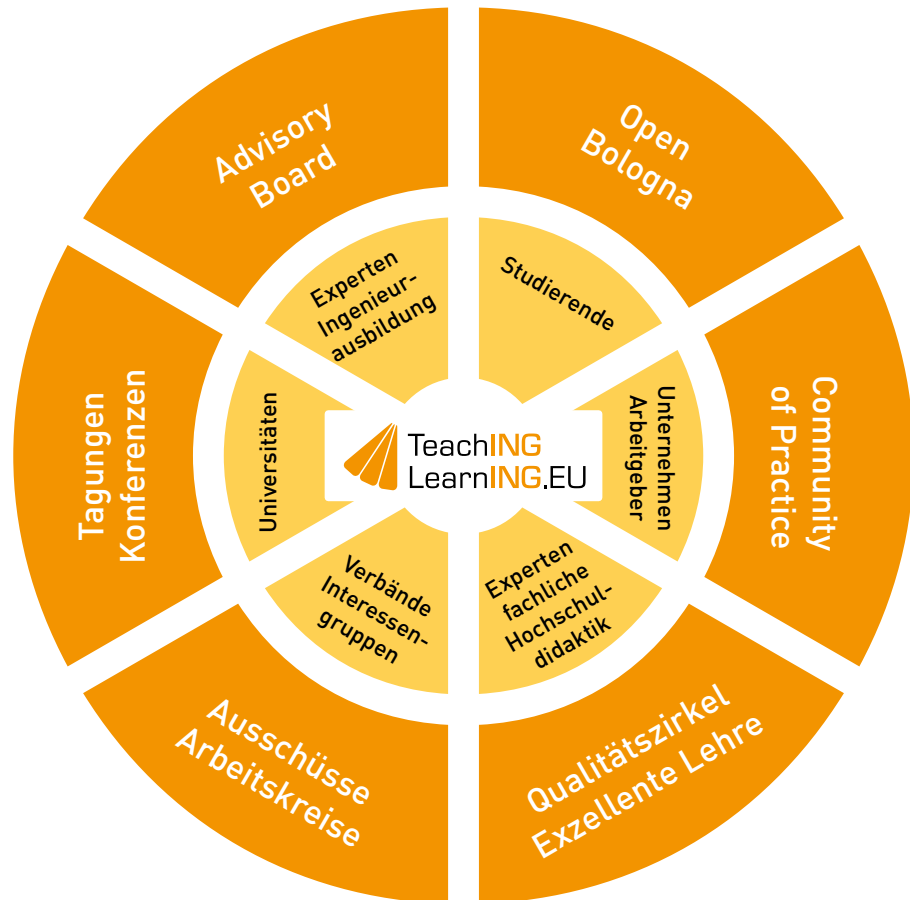
Noch keine. Das Spiel ist noch in der Umsetzungsphase und wurde den Studierenden noch nicht vorgestellt.

Dipl.-Gwl. Maximilian Keller, Institut für Hochspannungstechnik, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, RWTH Aachen University

TEACHING-LEARNING.EU IM ÜBERBLICK

Anhand der Praxisbeispiele von Lehrenden der Ingenieurwissenschaften aus Aachen, Bochum und Dortmund konnten Sie sich Einblicke verschaffen, wie Forschendes Lernen an den drei Universitäten beispielhaft mit Leben gefüllt wird.

Mit der Grafik „Alle Akteurinnen und Akteure an einen Tisch“ schließen wir diesen Sammelband mit einem Überblick der beteiligten Personengruppen und Handlungsfelder des Kompetenz- und Dienstleistungszentrums TeachING-LearnING.EU. Wir freuen uns, bei Interesse mit Ihnen ins Gespräch über das Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften zu kommen!



Alle Akteurinnen und Akteure an einen Tisch!

Sie erreichen uns unter www.teaching-learning.eu

Gefördert von:



Im Rahmen der Initiative:

**BOLOGNAZUKUNFT
DERLEHRE**

Durchgeführt von:

**RWTHAACHEN
UNIVERSITY**

**RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM**

RUB

tu technische universität
dortmund

ISBN 978-3-9814593-0-2