



# Tagungsband zum 1. **HD**MINT Symposium 2013

7./8. November

Technische Hochschule Nürnberg  
Georg Simon Ohm



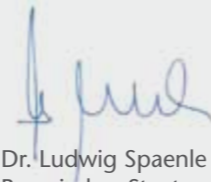
GEFÖRDERT VOM



Das aktuelle HD-MINT-Symposium ist ein wichtiger Meilenstein des Bund-Länderprogramms „Qualitätspakt Lehre“ und steht beispielhaft für das bayerische Engagement auf dem Gebiet der Hochschuldidaktik. Es gilt, die Potenziale der MINTStudierenden durch praxis- und forschungsnahe Didaktik zur Entfaltung zu bringen.

So können die jungen Menschen die Herausforderungen im Studium meistern und zu einem erfolgreichen MINT-Abschluss gelangen.

München, im Oktober 2013



Dr. Ludwig Spaenle  
Bayerischer Staatsminister für  
Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst





Herzlich willkommen an der Technischen Hochschule Nürnberg!

Es freut mich, dass wir Sie als Teilnehmerinnen und Teilnehmer der ersten Konferenz für Hochschuldidaktik in den MINT-Studienfächern begrüßen dürfen.

MINT hat sich in den letzten Jahren zu einem Schlüsselbegriff für unsere, aber auch für die meisten Hochschulen in Deutschland entwickelt. Warum? Politik und Wirtschaft rufen immer lauter nach hervorragend ausgebildetem Nachwuchs in den Ingenieur- und Naturwissenschaften. Der Engpass an akademisch qualifizierten Fachkräften wirkt heute schon als Wachstums- und Innovationsbremse. Deshalb kommt den Hochschulen die Aufgabe zu, die Studierenden- und Absolventenzahlen in diesen Fächern zu erhöhen.

Als Technische Hochschule ist unsere Hochschule hier besonders in der Verantwortung. Das ist keine leichte Aufgabe! Doch durch die zusätzliche Förderung aus dem „Qualitätspakt Lehre“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und durch die enge Zusammenarbeit der Hochschulen untereinander konnten große Schritte auf dem Weg dorthin geschafft werden. Die Hochschuldidaktik ist, neben vielen anderen, ein wichtiger Baustein, um das Ziel „Mehr MINT-Absolventen“ zu erreichen.

Die zentrale Aufgabe der Lehre, das Lernen der Studierenden bestmöglich zu fördern, ist eine anspruchsvolle und abwechslungsreiche Aufgabe. Es geht dabei um die Entwicklung von persönlichen Lehrstilen und das Anwenden verschiedener methodischer Ansätze in der Lehre. Die Initiative HD MINT entwickelt sich in diesem Bereich als Motor und Impulsgeber für die Lehrenden an allen beteiligten Verbundhochschulen. Wir freuen uns darauf, auf dieser Tagung erste Erfahrungen und Ergebnisse zu präsentieren und gemeinsam mit Ihnen offene Problemstellungen zu diskutieren.

Die Technische Hochschule Nürnberg sieht ein enormes Potential darin, die angewandte Forschung verstärkt in die Lehre zu integrieren und zugleich die Lernprozesse der Studierenden für Forschungsvorhaben zu nutzen. Hierzu sind Methoden erforderlich, die die Eigenverantwortlichkeit und Teamfähigkeit der Studierenden stärken und das Erarbeiten von Problemstellungen über die jeweilige Fachdisziplin hinaus ermöglichen.

Das HD MINT Projekt bündelt die vielfältigen Kompetenzen der Verbundhochschulen und bietet mit dem gleichnamigen Symposium eine hervorragende Plattform, um sich auszutauschen, zu vernetzen und gemeinsam die Qualität der MINT-Bildung weiter voranzubringen. Daher danke ich den Initiatoren bei uns an der Hochschule und auch am DiZ für ihr Engagement. Allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern wünsche ich ein erfolgreiches Symposium, viele wertvolle Anregungen für die weitere Arbeit und einen schönen Aufenthalt in Nürnberg.

Prof. Dr. Michael Braun  
Präsident der Technischen Hochschule Nürnberg



Sehr geehrte Professorinnen und Professoren,  
sehr geehrte Lehrende,

es ist mir eine große Freude, Sie zu Beginn meiner Tätigkeit im Projekt HD-MINT beim 1. Symposium „MI(N)TTendrin – Lehre erleben“ an der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm zu begrüßen. Es erwarten uns qualitativ hochwertige Beiträge zur Didaktik in den MINT-Fächern, die von Ihnen diskutiert und erörtert werden. Der Austausch mit den Kolleginnen und Kollegen über die Lehre in den MINT-Fächern kommt in der Praxis häufig zu kurz, so dass diese zwei Tage in Nürnberg der Anlass sind, sich durch Vorträge und Workshops auf neue Gedanken bringen zu lassen und diese im Diskurs mit den KollegInnen zu vertiefen.

Den Schwerpunkt des Symposiums bilden Workshops, in denen Akteure der MINT Fächer – gemäß dem Motto der Tagung „MI(N)TTendrin – Lehre erleben“ ihre Projekte vorstellen und von Methoden der aktivierenden Lehre berichten. Welche praktischen Erfahrungen, Beispiele und Ergebnisse gibt es bereits?

Es werden Konzepte und Lehrmethoden vorgestellt, die das Engagement der Studierenden fördern und grundlegende Lernschwierigkeiten der Studierenden in den MINT-Fächern berücksichtigen. Viele der erwarteten Beiträge berichten von Erfahrungen mit Peer Instruction, Just-in-Time Teaching oder anderen lernerorientierten Konzepten. Es werden im Rahmen des Symposiums 28 Workshops und eine Postersession mit 22 Postern angeboten. Hier erhalten Sie Anregungen für Ihre konkrete Lehre und einen Einblick in die Arbeit der einzelnen Hochschulen sowie Institutionen.

Es gelang uns Prof. Paula Heron (University of Washington) und Prof. Dr. Norbert Hoffmann (TU Hamburg-Harburg) als Keynotespeaker und Diskussionspartner einzuladen. Beide berichten von ihren langjährigen Erfahrungen aus unterschiedlichen Perspektiven.

Das Symposium zur Didaktik in den MINT-Fächern wird maßgeblich durch die sechs am Projekt HD-MINT beteiligten bayerischen Hochschulen gestaltet. Als Partner stehen uns die Projektinitiatoren, das Bayerische Institut für Hochschulforschung (IHF) und das Zentrum für Hochschuldidaktik (DIZ) zur Seite. Ziel des Projekts ist einerseits die Professionalisierung der Lehre und andererseits die Verbesserung sowie nachhaltige Sicherung der Lernerfolge bei den Studierenden.

Allen, die an der Vorbereitung des Symposiums beteiligt waren, danke ich sehr herzlich für die inhaltliche Gestaltung sowie die arbeitsintensive Organisation in den vergangenen Monaten!

Wir freuen uns auf die Tage mit Ihnen in Nürnberg.

Prof. Dr. Georg Stippler  
Projektleitung Verbundprojekt „HD MINT“

<b>Keynotes</b> .....	8	E-Assessment und Kompetenzorientierung in der Mathematik .....	89	Open MINT Labs – Virtuelle Labore für besseren Lernerfolg .....	171	Institut für Mathematik- und Technikdidaktik – ein neuer Weg für das Lehren und Lernen in angewandten Studiengängen .....	230
<b>■ Workshop-Beiträge</b>		Diversity- und Genderkompetenz in technischen Studiengängen – Weiterbildungsangebote für Dozierende .....	95	Zwei Seiten des Online-Lernens in mathematischen Grundlagenveranstaltungen: Unterstützung Lehrender und Betreuung Studierender im Selbststudium .....	177	Projekt DegTrepE – die Deggen-dorfer Treppe zum Erfolg .....	234
Peer Instruction in der Anwendung...	12	Möglichkeiten und Grenzen der Wirksamkeitsmessung interaktiver Lehrmethoden – Ein erster Erfahrungsbericht .....	102	Der Einfluss von Beliefs der Lehrenden auf den Einsatz von Peer Instruction .....	184	Aufbau einer fachspezifischen Tutorenqualifizierung im interdisziplinären Team-Teaching für Tutor/-innen einer Rechenübung im Seminarrahmen .....	238
„Problembasiertes Lernen“ (PBL) in Mathematik und Technik – Ein Ansatz für mehr Anwendungsbezug und Praxisnähe .....	19	Mehr Prüfen als nur Algorithmen – alternative Prüfungsaufgaben für die Mathematik .....	109	<b>■ Poster-Beiträge</b>		FLExperimente als erster Schritt in der Laborausbildung Wissenschaftliche Kompetenz aus dem Baukasten .....	245
Wissensvermittlung in den MINT-Fächern durch innovative berufsgruppenorientierte Lehr-Lern-Konzepte .....	28	Nachhaltige Kompetenzfestigung bei Informatikfächern .....	116	Effiziente Gruppenarbeit durch Bearbeitungsstreifen .....	188	Videos in der Lehre: Ein Versuch .....	255
Transdisziplinäres Lernen und Lehren in der environment-focused learning and operative platform (elop*) .....	35	Lehrlabor – Förderung von Innovationen in der Lehre .....	124	Praktische Erfahrungen eines ganzheitlichen Blended-Learning-Konzepts für den Einstieg in das Ingenieurstudium im Fach Mathematik an der Fakultät für Technik der Hochschule Pforzheim .....	197	Software Engineering aktiviert lernen – Erfahrungen mit dem konstruktivistischen Methodenbaukasten .....	264
Erhöhung der Lehrqualität durch Integration von Forschung und Praxis in ingenieurwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen .....	45	Die Studieneingangsphase als Weichensteller im Ingenieurstudium – Herausforderungen begegnen .....	132	Studieneingangsphase an der Hochschule Aalen – fachlich fördern und Defizite analysieren .....	200	Projekt TREFFER Informatik, Hochschule Furtwangen .....	273
Produktentwicklung in der Chemie – Studium als Vorbereitung für die Arbeitswelt?! .....	52	Mathematik-Studienvorbereitung im Selbststudium: Didaktische Aspekte des Selbst-Assessment .....	138	Schlüsselqualifikationen praxisnah! BO-RapiD – Handlungsorientierung zwischen Virtualität und Realität .....	210	Zentrales Mathe-Vorkursmodell „MATHE@OVGU“ .....	279
MINT-spezifische Tutorenschulungen in Kooperation mit Fachdozenten an der Uni Bielefeld .....	59	Fordern und Fördern in der Studieneingangsphase .....	144	Studentische Lernprozessbegleitung in MINT-Fächern durch „Angeleitete Selbstlerngruppen“ an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe .....	217	Interaktive Vorlesungen mit Clickern und Peer Instruction – praktische und didaktische Aspekte .....	283
Wir lesen ein Buch .....	64	Kreativität im Ingenieurstudium .....	151	Methoden zur diversitätsorientierten Entwicklung der Lehre – Impuls-Feedback und Studienverlaufs-analyse .....	223	E-Learning Courses in Physics, Chemistry and Engineering.....	291
Neue Lehrmethoden – Neue Prüfungsmethoden? .....	72	Erfolgsfaktor Student – Wie und wann können aktivierende Methoden funktionieren? .....	158			Projektorientiertes Lernen: Das Projekt Felsensteinhaus – ein Beispiel aus der Praxis .....	299
Just-in-Time Teaching: Vorbereitete Studierende, maßgeschneiderte Lehre – geht das? .....	80	Tutorien zur Physik .....	167				

Prof. Paula Heron – University of Washington  
„Designing and evaluating new approaches to instruction“

Results from research indicate that many students emerge from traditional undergraduate science courses without having developed a functional understanding of important basic concepts. These findings have motivated changes in undergraduate courses in the sciences, mathematics, and engineering. Many newer strategies are described as “interactive” in that students are expected to engage in discussions with each other, and with professors during class time. Many strategies also involve paying attention to the ideas and beliefs that students have upon entering the classroom, ideas and beliefs that have they developed during previous formal instruction, and through their everyday experience with the natural world. Evaluating the effectiveness of these strategies requires a careful assessment of the goals of instruction and attention to a number of variables, many of which cannot be controlled. Examples will be used to illustrate the process of designing and evaluating instructional approaches and materials. The context will be physics but analogies can be made to other disciplines.

Prof. Dr. Norbert Hoffmann – TU Hamburg-Harburg  
„Teaching and Learning in MINT: Best Practice versus Innovation?“

Teaching and learning in MINT subjects is largely perceived as very successful in German universities. Reflecting on personal experience in teaching and advancing large core courses of engineering curricula, an attempt is made to identify some of the underlying difficulties, challenges and myths in today’s engineering university education.



# Workshop-Beiträge



## Peer Instruction in der Anwendung

Anna-Victoria Benedikt, HaW Augsburg  
 Michael Brunnhuber, HaW München  
 Oliver Franzen, TH Nürnberg  
 Susanne Herdegen, OTH Amberg-Weiden

### 1. Ziele und Umsetzung der Methode Peer Instruction

Peer Instruction ist eine auf Eric Mazur<sup>1</sup> zurückgehende didaktische Methode, die er im Rahmen seines Physikunterrichts an der Harvard University entwickelt hat und die mittlerweile in naturwissenschaftlichen Fächern ihre Verbreitung findet. Die Methode bietet die Möglichkeit, sowohl in kleineren als auch in sehr großen Gruppen Studierende aktiv einzubinden und Lernprozesse eigenständig erarbeiten zu lassen<sup>2</sup>. Vor allem die Förderung von grundlegendem Konzeptverständnis bei den Studierenden liegt im Fokus der Methode. Zudem bietet Peer Instruction auch für den Dozierenden einen Vorteil: Er erhält eine direkte Rückmeldung über den Stand von Wissen und Verständnis seiner Studierenden.

#### 1.1 Das Ziel Aktivierung

Vor allem beim Unterrichten großer Studierendengruppen steht man vor der Herausforderung, Lernende in eine aktiv-teilnehmende Haltung während der Veranstaltung zu bringen. Peer Instruction bietet die Möglichkeit auch mit relativ geringem zeitlichem Aufwand in der Veranstaltung genau dies zu bewirken. Gleichzeitig hat die Methode den Effekt, dass Gespräche unter den Studierenden in konstruktive Bahnen gelenkt werden.

#### 1.2 Das Ziel Konzeptverständnis

Gerade in naturwissenschaftlichen Fächern wie der Physik häufen sich falsche Konzeptverständnisse, die durch Alltags- oder Schulwissen entstanden sind. Ein Beispiel für ein solches Fehlverständnis ist die Vorstellung von Strom in der Physik. So wird häufig angenommen, dass er wie Wasser durch die Leitungen „fließt“. Dieses Bild hat in der Schulzeit geholfen, abstrakte physikalische Konzepte zu veranschaulichen. Für das weiterführende Hochschulwissen reicht ein derartiger Vergleich jedoch nicht mehr aus, unter Umständen ist er für den Prozess des Verstehens sogar hinderlich. Die Methode Peer Instruction schafft es, durch geeignete Fragestellungen und ihren Ablauf Prozesse des Verstehens bei den Studierenden in Gang zu setzen, Fehlkonzepte aufzuspüren und die Reflexion darüber anzustoßen.

<sup>1</sup> Mazur, E. (1997). Peer instruction: a user's manual. New Jersey: Prentice Hall.

<sup>2</sup> Crouch, C. H. & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. In American Journal of Physics 69 (9), 970–977.

#### 1.3 Das Ziel Rückmeldung für den Dozierenden

Die Rückmeldung für den Dozierenden, wie viel die Studierenden bisher verstanden haben, sollte als Nebeneffekt der Methode nicht unterschätzt werden. Dies bietet dem Lehrenden die Möglichkeit, flexibel und schnell auf die Bedürfnisse der Studierenden zu reagieren. Damit kann er die Gestaltung der Lehrveranstaltung wesentlich näher am Bedarf der Studierenden ausrichten.

#### 1.4 Der Ablauf der Methode

Der Ablauf der Methode gestaltet sich im Wesentlichen aus den folgenden Schritten (Abb. 1):

1. Multiple Choice Frage
2. Abstimmung
3. Diskussion mit dem Nachbarn
4. erneute Abstimmung
5. Erklärung

Die einzelnen Schritte werden weiter unten im Text unter Berücksichtigung von Umsetzungsvarianten erläutert.

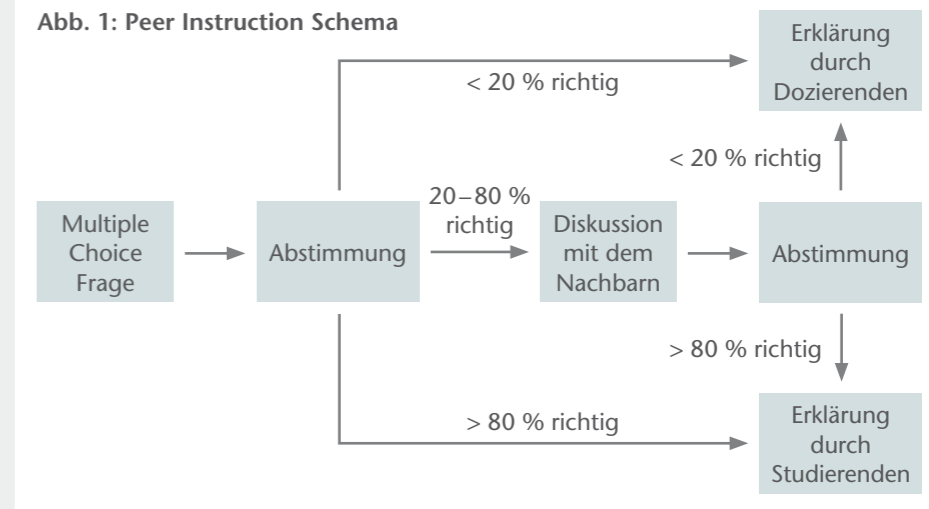
Die Methode eignet sich sowohl zum Abschluss eines Kapitels, zur Wiederholung bereits gelernter Inhalte, als auch als Einstieg in ein neues Thema oder um neuen Stoff zu erarbeiten. Lediglich die Fragestellung muss dabei jeweils adäquat gewählt sein.

Innerhalb des HD MINT Projektes haben sich bei der Umsetzung einige Vorgehensweisen bewährt, die im Folgenden beschrieben werden.

#### 1.5 Intensität des Methodeneinsatzes

Die Methode kann während der Vorlesung als kurze Interaktion (ca. 1–3 Peer Instruction Sequenzen pro Vorlesung) oder über die gesamte Vorlesungsstunde eingesetzt werden. Da bei Letzterem in der Regel keine Zeit mehr für frontale, dozentenorientierte Lehrphasen innerhalb der Stunde verbleibt, wird diese Variante häufig mit der Methode Just in Time Teaching (Novak, 1999) kombiniert. Bei dieser werden die wesentlichen Inhalte der Veranstaltung in die Selbstlernzeit verlagert, so dass während der Präsenzphase Zeit für Peer Instruction Sequenzen bleibt.

Abb. 1: Peer Instruction Schema



## 2. Die Multiple Choice Frage: Verständnis vs. Wissen

Der größte Lerneffekt findet im Rahmen der Diskussion mit dem Nachbarn statt. Damit in dieser Phase möglichst viele kognitive Prozesse in Gang gesetzt werden können, ist die Art der Fragestellung für den Erfolg der Methode ausschlaggebend. Bei der Auswahl der Fragen kann man sich an folgenden Punkten orientieren:

- didaktisches Ziel der Fragestellung
- Formulierung
- Antwortmöglichkeiten
- Diskussionspotential

### 2.1 Didaktisches Ziel – Konzeptverständnis

Das didaktische Ziel, das mit der Fragestellung verfolgt wird, sollte immer darauf ausgerichtet sein, das Verständnis der Studierenden zu vertiefen. Diese Vertiefung findet vor allem in der Diskussionsphase statt. Für das Abrufen von deklarativem Wissen oder das Abfragen von erlernten Schemata ist Peer Instruction nicht geeignet.

Die Fragen sollten daher so formuliert werden, dass zu deren Beantwortung die richtige Anwendung von Konzepten nötig ist, d. h. Konzeptverständnis geprüft wird. Da aktivierende Lehrmethoden den Anspruch haben Lernende neben theoretischem Input auch anwendungsnahes Wissen zu vermitteln<sup>3</sup>, steht bei der Formulierung der Fragen die Ermunterung zum Denken und Transferieren im Vordergrund. Gelerntes soll verinnerlicht und adaptiert werden.

Die Schwierigkeit für Dozierende liegt darin, anspruchsvolle und dem Niveau der Studierenden angepasste Fragen und Antworten anzubieten. Die Formulierung spannender und relevanter Fragen hilft, die Aufmerksamkeit der Studierenden ausschließlich auf die „Clicker“-Sequenz zu lenken. Sehen die Lernenden keinerlei oder nur einen entfernten Zusammenhang zu bereits erschlossenen Themen, kann die Motivation möglicherweise auf Dauer nicht aufrechterhalten werden.

### 2.2 Formulierung

Bei der Formulierung der Frage, kann man sich an den üblichen Regeln für die Erstellung guter Multiple Choice Fragen orientieren.

Eine klare Formulierung der Fragen und die Vermeidung komplizierter Formulierungen und irrelevanter Details ist äußerst hilfreich, um Missverständnisse zu vermeiden. Die Aufgaben sollten in regelmäßigen Abständen überprüft und überarbeitet werden, um sie an das variierende Niveau der Studierenden anzupassen. Dies bezieht sich ebenfalls auf die Einbindung notwendiger Angaben in einer Aufgabe, sowie die Untermalung durch eine Grafik. Die visuelle Aufmachung einer Aufgabe sollte dem Studierenden keine Schwierigkeiten bereiten. In diesem Zusammenhang sei zur Verwendung von Grafiken und Schaubildern

<sup>3</sup> Mazur, E. (2006). Wie man es schafft, Studenten zum Nachdenken zu bringen. In PdN-PhiS 55 (4), 11–15.

angemerkt, dass das Prinzip „weniger ist mehr“ empfehlenswert ist. Peer Instruction läuft aufgrund der Abstimmungsmöglichkeiten oft Gefahr, einem Quizcharakter zu unterliegen. Dies sollte auf jeden Fall vermieden werden, um die Aufarbeitung und Verinnerlichung der zu erfassenden Inhalte zu fördern. Die Vermeidung von reinen Wissensfragen spielt dabei eine große Rolle.

### 2.3 Antwortmöglichkeiten

Die Antwortmöglichkeiten sollten möglichst ausgewogen sein, so dass keine davon besonders hervorsticht. Eine weitere Möglichkeit, um zum Denken und Nachvollziehen anzuregen, ist die Verwendung mehrerer richtiger Antwortmöglichkeiten. Ist ein Student davon überzeugt, dass bei jeder Durchführung nur eine Antwort richtig ist, verleitet dieser Umstand zu geratenen Abstimmungen. Bietet der Lehrende jedoch auch vereinzelt mehrere richtige Möglichkeiten an, kann die Aufmerksamkeit gegenüber den Aufgabenstellungen erhöht werden. Die Lernenden müssen von der Ernsthaftigkeit der Durchführung überzeugt sein, um motiviert und aufmerksam teilzunehmen. Vermieden werden sollten deshalb unsinnige falsche Antworten, denn auch diese müssen plausibel sein, um einen gewissen Denksanspruch zu gewährleisten und mögliche Fehlvorstellungen herauszustellen.

### 2.4 Diskussionspotential

Sehr wichtig ist das Diskussionspotential einer Frage. Fragen, die zu schwer oder zu einfach sind, führen selten zu einer gewinnbringenden Diskussion. Bei guten Peer Instruction-Fragen liegen die richtigen Antworten in der ersten Abstimmungsrunde häufig zwischen 30 und 80 Prozent.

Abschließend kann gesagt werden, dass die beste Aneignung dieser Methode darin liegt, sie auszuprobieren. Den Feinschliff guter Fragen erhält man durch mehrmaliges Ausprobieren, Verändern und Anpassen.

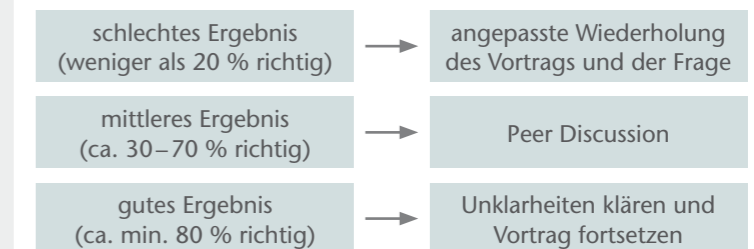
## 3. Die Abstimmung: Worauf sollte man achten?

Das Ergebnis der Abstimmungen ermöglicht es den Dozierenden, die Vorlesung entsprechend anzupassen.

Je nach Ergebnis ergeben sich die folgenden nächsten Schritte:

Ermittelt die Frage ein Ergebnis von weniger als 20 % richtiger Antworten, so sollten zusätzliche Erklärungen folgen. Die Frage wird dann noch einmal wiederholt. Beantworten 30–70 % der Studierenden die Frage richtig, so ist es an dieser Stelle sinnvoll, eine Peer Discussion mit anschließender zweiter Abstimmung durchzuführen. Sollten bei der

Abb. 2: Abstimmungsergebnisse





ersten Abstimmung mehr als 80 % oder weniger als 20 % der Lernenden die Frage richtig beantworten, so kann die Diskussionsphase ausgelassen werden. Es ist aber wichtig, dass die Fragestellung auf alle Fälle aufgelöst wird und nicht unbeantwortet im Raum stehen bleibt. Bei der Auflösung der Fragen ist es dem Dozierenden als Feedback möglich, die Lösungen von den Studierenden selbst erklären zu lassen.

Genauso wichtig wie die Auflösung der Fragestellung ist es, den Studierenden Rückmeldung zu geben und wenn nötig noch einmal ausführlich auf ihre Probleme einzugehen.

### 3.1 Erste Abstimmung

Die erste Abstimmung zeigt die spontanen individuellen Reaktionen der Studierenden auf die gestellte Frage. Deshalb sollte darauf geachtet werden, dass zu diesem Zeitpunkt keine Diskussion entsteht und jeder für sich alleine abstimmt. Diese Phase führt im besten Fall zu einem Commitment mit der eigenen Antwort, welches dazu motiviert, sich bei der Diskussion (auch kognitiv) zu engagieren. Die zweite Abstimmung spiegelt dann das Ergebnis der Diskussion mit dem Kommilitonen wider.

Bei der Abstimmung sollte der Ablauf für die Studierenden stets klar und eindeutig sein und auch von den Dozierenden eingehalten werden. Sinnvoll ist es, wenn die Fragestellung dazu mittels Beamer an der Leinwand präsentiert wird. Dabei ist darauf zu achten, dass alle Studierenden ausreichend Zeit erhalten, um sich die Frage gründlich durchzulesen. Es ist davon abzuraten, die Frage als Lehrender vorzulesen, damit ausgeschlossen werden kann, dass die Frage unbewusst suggestiv gestellt wird.

### 3.2 Zweite Abstimmung

Die zweite Abstimmung erfolgt, nach Eric Mazur folgend auf die Diskussion. Ist die Diskussion Teil der Sequenz (ab einer Prozentzahl von ungefähr 30 % bis maximal 70 %), so zeigt die zweite Abstimmung in der Regel einen Zuwachs an richtigen Antworten. Der Dozierende erhält nun die Möglichkeit, durch gezielte Fragen, wie zum Beispiel „warum haben Sie Antwort C gewählt?“, die Vorgehens- und Denkweisen nachzuvollziehen. Bei einem geringeren Anteil als 20 % richtiger Antworten sollten die Erklärungen von Seiten des Dozierenden ausgeführt werden, um Missverständnisse zu vermeiden und den Lernerfolg zu erhöhen. Ab einem Anteil von über 80 % richtig gewählter Antworten, ist es durchaus möglich, einen Studierenden zu bitten das Ergebnis zu erklären.

### 3.3 Systeme für die Abstimmung

Für die Umsetzung von Peer Instruction gibt es verschiedene Möglichkeiten Grundsätzlich bietet sich die Abstimmung über Handzeichen an. Dies ist jederzeit möglich, hat aber den Nachteil, dass es nicht anonym ist und generell eine geringe Beteiligung zu erwarten ist. Eine erweiterte Variante ist die Abstimmung per Zettel. Diese können von den Studierenden selbst erstellt oder ausgeteilt werden. Dabei wird das Blatt in vier Teile geteilt und mit

den Antwortmöglichkeiten (A, B, C, D oder Zahlen) versehen. Mit dieser Methode kann man der Tendenz entgegenwirken, dass sich Studierende im Antwortverhalten aneinander orientieren, da etwas mehr Anonymität gewährleistet ist. Ein exklusiver Vorteil dieser Methode liegt darin, dass Lehrende die räumliche Verteilung der Antworten erkennen können.

Systeme mit technischer Unterstützung werden ARS (Audience Response System) oder auch CRS (Classroom Response System) genannt. Dabei werden sogenannte Clicker verwendet, um die Antworten der einzelnen Studierenden einzuholen und zentral zu verarbeiten. Nicht nur bei Peer Instruction können diese Systeme sinnvoll eingesetzt werden, sondern auch bei generellen Abfragen oder Feedbacksequenzen können sie eine Hilfe sein, da durch sie Interaktion in großen Veranstaltungen ermöglicht wird, sodass Lehrende in der Lage sind bidirektional mit dem Publikum zu kommunizieren. Normalerweise scheitert eine sinnvolle Kommunikation im Hörsaal daran, dass nur Interaktion mit einzelnen Personen entstehen kann. Bei Clickersystemen kann man mit einem kurzen Blick die verschiedenen Antworten erfassen und die eigene Vorgehensweise dynamisch an die Bedürfnisse der Zuhörerschaft anpassen.

### 3.4 Hardware

Bei der hardwarebasierten Methode wird an den HD MINT-Verbundhochschulen das System von Turning Technologies<sup>4</sup> verwendet. Dieses besteht aus einer Software (Turning-Point), einem USB-Funkempfänger und den Clickergeräten, die je nach Ausstattung über ein LCD-Display verfügen oder auch die Möglichkeit Textnachrichten/Zahleneingaben als Antwort einzugeben. Die Reichweite des Funksystems liegt laut Hersteller bei 60 Metern<sup>5</sup> und durch die Auswahl eines Kanals können mehrere Systeme gleichzeitig aktiv sein. Die Software gibt es sowohl für Windows als auch für MAC.

Ein großer Vorteil für Lehrende ist die Tatsache, dass die Software direkt in PowerPoint eingebunden werden kann, sodass Vortrag und Fragen nahtlos ineinander übergehen. Allgemein erweist sich das System als sehr komplex mit einer großen Funktionsvielfalt, besonders was die Speicherung und Verarbeitung der Abstimmungsergebnisse betrifft. Dadurch entstehen jedoch auch gewisse Nachteile hinsichtlich der Bedienbarkeit, sodass eine Einweisung/Einarbeitung in das System auf jeden Fall notwendig ist. Beachtet werden muss auch der Kostenfaktor, der bei diesen Systemen nicht unerheblich ist.

### 3.5 Software

Für eine softwarebasierte Lösung gibt es viele unterschiedliche Systeme. U. a. wird an der TH Nürnberg das webbasierte System PINGO<sup>6</sup> eingesetzt. Dies steht für Peer INstruction for very large GrOups und wurde von der Universität Paderborn entwickelt und dort auch weiterhin optimiert. Der größte Vorteil ist, dass es komplett kostenlos verwendet werden

<sup>4</sup> <http://www.turningtechnologies.com/>

<sup>5</sup> <http://www.turningtechnologies.com/receivers/rf-receiver>

<sup>6</sup> <http://wiwi.uni-paderborn.de/dep3/winfo2/forschung/projekte/peer-instruction-for-very-large-groups/>

kann. Zudem ist die Bedienung sehr intuitiv, sodass eigentlich keine Einarbeitungszeit notwendig ist. Abstriche gibt es natürlich hinsichtlich Komplexität und Funktionsvielfalt, wobei in der Praxis festgestellt wurde, dass die meisten Funktionen sowieso nicht genutzt werden.<sup>7</sup> Die Anforderungen für PINGO und damit die größte Einschränkung sind ein internetfähiges Endgerät der Studierenden (Laptop, Smartphone, Tablet), sowie ein vorhandener Internetzugang. Die Abstimmung erfolgt dann über die PINGO-Webseite. Ein weiteres Problem ist die Tatsache, dass hierbei die Studierenden animiert werden ihre mobilen Endgeräte zu verwenden, wodurch sie eventuell zu unterrichtsfremden Aktivitäten verleitet werden.

#### 4. Die Diskussion: Worauf kommt es an?

Als ein zentraler Teil von Peer Instruction gilt die Diskussion. Lernende sollen nach der ersten Abstimmung angeregt werden, das ihrer Meinung nach richtige Ergebnis vor einem oder mehreren Partnern plausibel zu erklären und somit das Gegenüber davon zu überzeugen. Der Lehrende sollte deshalb versuchen in die einzelnen Diskussionen hineinzuhören, also vor allem eine beobachtende und moderierende Rolle einzunehmen. Er sollte jetzt keine Fragen beantworten, sondern bestenfalls durch die Reihen gehen und die Studierenden falls nötig zum Mitmachen auffordern und sich darum kümmern, dass jeder Lernende zur Diskussion findet. In dieser „heißen Phase“ von Peer Instruction hat der Dozent die Gelegenheit, sich einen Eindruck von der Denkweise seiner Studierenden zu verschaffen.

#### 5. Fazit

Peer Instruction bietet sowohl Lernenden als auch Lehrenden die Möglichkeit, Wissen während der Vorlesungszeit zu überprüfen. Dies geschieht nicht auf herkömmliche Weise in Form von Frontalunterricht, sondern auf aktivierende Art. Wie in den vorangegangenen Abschnitten ersichtlich, ist diese Methode sehr flexibel und auf verschiedene Gruppen von Studierenden, sowie auf unterschiedliche Vorgehensweisen von Seiten der Professoren hin anwendbar. Die Einbindung der Studierenden in den Unterricht ist eine wichtige Voraussetzung für nachhaltiges und selbstständiges Lernen und sollte daher vermehrt Einzug in Bildungstätten haben. Dafür ist Peer Instruction eine Möglichkeit, bei der es jedoch keine explizit richtige Art und Weise gibt. Die Erfahrungen an den HD-MINT-Verbundhochschulen haben gezeigt, dass die Methode individuell angepasst stets zu positiven Lehr- und Lernerlebnissen für beide Seiten führt, wenn man sich mit der Methode auseinandersetzt.

<sup>7</sup> Dozenten der TH Nürnberg verwendeten bisher lediglich Multiple-Choice-Fragen mit einfacher Auswertung ohne eine weitergehende Speicherung der Daten oder statistischer Auswertung.

## „Problembasiertes Lernen“ (PBL) in Mathematik und Technik – Ein Ansatz für mehr Anwendungsbezug und Praxisnähe

Kathrin Wolf, Andreas Kämper, Antje Nissler  
Hochschule München, Projekt „HD MINT“, Dachauer Str. 100a, 80636 München,  
E-Mail: {kathrin.wolf, andreas.kaemper, antje.nissler}@hm.edu

### Zusammenfassung

Im Rahmen des HD-MINT-Projekts werden aktivierende und studierendenzentrierte Lehrmethoden eingesetzt. Einen Ansatz, um Studierende weg vom sturen Anwenden von Kochrezepten hin zum selbstständigen Lösen von komplexen Aufgaben zu bringen und zudem den Anwendungsbezug und die Praxisnähe zu fördern, liefert die Methode „Problembasiertes Lernen“ (PBL). Anwendungsorientierte und praxisbezogene Aufgaben sollen die Studierenden stärker motivieren und sie auf den beruflichen Alltag vorbereiten. Eine klar strukturierte Herangehensweise, der sogenannte „Siebensprung“, gibt den Studierenden Hilfestellung beim selbstständigen, z. T. kooperativen Lösen und Bearbeiten der Problemstellungen. Sie lernen mathematisches/technisches Modellieren, indem sie das gegebene Problem identifizieren und analysieren, Lösungsideen in Form von Lernzielen formulieren, sich in der Selbstlernphase eigenständig in neue Themen einarbeiten und schließlich eine Strategie entwickeln, um das Problem zu lösen. Durch die Gruppenarbeitsphase sollen insbesondere personale und soziale Kompetenzen geschult werden.

Im Workshop zeigen wir konkrete Umsetzungsbeispiele von PBL aus Veranstaltungen an der Hochschule München aus dem Sommersemester 2013. Wir setzten PBL in den Veranstaltungen „Angewandte Mathematik“ (2. Semester, Studiengänge Informatik und Scientific Computing) und „Finite Elemente für Flächentragwerke“ (6. Semester, Studiengang Bauingenieurwesen) ein. Wir stellen den Ablauf der Methode, exemplarische Problemstellungen, die konkrete Einbettung von PBL in die gesamten Veranstaltungskonzepte sowie bereits gewonnene Erfahrungswerte vor.

## Einleitung

Als eines der Ziele des Bologna-Prozesses wurde die Verbesserung der Berufsbefähigung der Studierenden festgelegt. Der Bericht der Kultusministerkonferenz 2012 zeigt, dass in diesem Punkt noch Handlungsbedarf besteht (KMK 2012). Dies belegt auch die vom Deutschen Industrie- und Handelskammertag 2010 durchgeführte Befragung zu den Erwartungen der Unternehmen an die Hochschulabsolventen (Heidenreich 2011): Als wichtigste Forderung an die Hochschulen geben die Unternehmen an, den Praxisbezug zu erhöhen und eine aktive Lernkultur zu schaffen, sodass die Studierenden das Wissen forschungs- und praxisbezogen selbst erlernen können. Für Unternehmen ist es von zentraler Bedeutung, dass die Studieninhalte anwendungsorientiert sind, damit die Absolventen in der Lage sind, ihre theoretischen Fachkenntnisse in der Unternehmenspraxis anzuwenden. Sie erwarten zudem eine stärkere Vermittlung von sozialen und persönlichen Kompetenzen. Als wichtigste Fähigkeiten wünschen sie sich Einsatzbereitschaft, Verantwortungsbewusstsein, selbstständiges Arbeiten, Kommunikationsfähigkeit und Teamfähigkeit. Ein Ansatz, um diesen Zielsetzungen in der Hochschullehre zu begegnen, bietet die Methode „Problembasiertes Lernen“ (PBL).

Der Beitrag umfasst einen kurzen Überblick über die Methode, insbesondere ihren Nutzen und Ablauf, legt aber den Schwerpunkt auf zwei konkrete Beispiele aus den Fachbereichen Mathematik und Bauingenieurwesen, die an der Hochschule München im Rahmen des HD-MINT-Projekts umgesetzt wurden. Abschließen werden wir mit Erfahrungswerten und Tipps für die erfolgreiche Umsetzung.

## Problembasiertes Lernen – Was ist das?

### Ziel und Nutzen

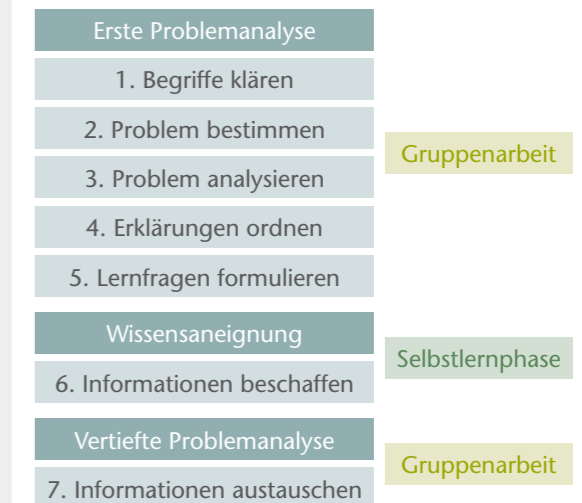
Die Methode PBL soll durch die Verwendung von anwendungsorientierten Aufgaben die Motivation der Studierenden fördern und sie auf den beruflichen Alltag vorbereiten. Durch abwechselnde Phasen von eigenständiger Erarbeitung und kollaborativer Teamarbeit, soll neben dem Erlernen von fachlichen Inhalten auch eine Verbesserung der sozialen und personalen Kompetenzen einhergehen. In erster Linie werden mit der Methode in der Selbstlernphase Fähigkeiten des selbstgesteuerten Arbeitens geschult, in der Gruppenarbeitsphase vor allem soziale und kommunikative Kompetenzen (Prpic, Hadgraft 1999). Außerdem ist durch den handlungs- und praxisorientierten Lehr-Lernprozess, der Transfer- und teilweise auch das interdisziplinäre Denken fördert, nachhaltiges Lernen möglich. Zudem werden auch Problemlösefähigkeiten sowie der Umgang mit der Informationstechnologie geschult.

## Funktionsweise

Die Methode PBL hat ihren Ursprung in der medizinischen Ausbildung und wurde erstmalig in den sechziger Jahren an der kanadischen McMaster-Universität eingesetzt (Kassebaum 1989). Inzwischen ist es eine vielfältig eingesetzte und erprobte Methode, die hilft, den Lernprozess der Studierenden effektiv zu gestalten und zu steuern (Weber 2007, S. 15). Guilbert (1998, übersetzt von Weber 2007, S. 12) definiert die Methode PBL folgendermaßen: „Problembasiertes Lernen ist der Prozess, in dem anhand eines Problems gelernt wird. Das Problem dient als Stimulus, um herauszufinden, welche Informationen es braucht, um es zu verstehen und lösen zu können. Das Problem steht zu Beginn des Lernprozesses.“ Ausgangspunkt der Methode sind daher authentische Problemstellungen, die so komplex sind, dass der Lösungsweg nicht vorgezeichnet ist, sondern Raum für die Studierenden lässt, den Problemlöseprozess selbstständig zu gestalten (Zumbach 2006). Zentrale Vorgehensweise und Kerngedanke der Methode ist der sogenannte „Siebensprung“ (Moust et al. 1999). Diese klar strukturierte Herangehensweise hilft Studierenden sich schrittweise Problemstellungen zu nähern und diese zu lösen. Der Siebensprung kann als Leitfaden verstanden werden. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über die sieben Schritte, die sich in drei Phasen zusammenfassen lassen: erste Problemanalyse in der Gruppe, Wissensaneignung im Selbststudium und vertiefte Problemanalyse (Weber 2007, S. 31).

- **Erste Problemanalyse (Gruppe).** Nach Ausgabe der Problemstellung klären die Studierenden zunächst die unklaren Begriffe (Schritt 1). Dies stellt ein gemeinsames Verständnis in der Gruppe sicher. Im zweiten Schritt wird dann das mögliche Problem identifiziert und evtl. auftretende Teilprobleme werden formuliert. Daran schließt sich Schritt 3, die Problemanalyse, an. Ein Brainstorming kann beispielsweise helfen, vorhandenes Wissen zusammenzutragen. Die Strukturierung und Priorisierung der genannten Aussagen erfolgt im nächsten Schritt. Auf Basis dieser Diskussion werden im fünften Schritt die Lernfragen formuliert, die vorhandene Wissens- und Verständnislücken widerspiegeln. Die Lernenden können sich bei diesen Schritten gegenseitig unterstützen. Durch das Kennenlernen unterschiedlicher Perspektiven profitieren sie voneinander und erste gemeinsame Wissenskonstruktionen setzen ein (Zumbach 2006).
- **Wissensaneignung (Selbststudium).** Im Selbststudium beschäftigen sich die Studierenden mit den Lernfragen. Dabei beschaffen sie sich die nötigen Informationen, bearbeiten diese und geben erste Antworten auf die Lernfragen.
- **Vertiefte Problemanalyse (Gruppe).** Im letzten Schritt trägt die Gruppe, die im Selbststudium gewonnenen Erkenntnisse zusammen, tauscht Informationen aus, klärt Fragen und diskutiert Probleme. Mit diesem neuen Wissen werfen die Studierenden erneut einen Blick auf die Ausgangs-Problemstellung, um diese nun abschließend zu klären.

Abb. 1: PBL „Siebensprung“ (Weber 2007, S. 31)



Der Dozierende nimmt während der Kleingruppentreffen die Rolle eines Tutors ein: Er begleitet den Lernprozess, indem er in erster Linie zurückhaltend moderierend und organisierend den Studierenden zur Seite steht. Er berät die Studierenden, fördert die aktive Teilnahme aller, stellt – falls nötig – offene stimulierende Fragen und gibt der Gruppe Feedback. Durch die Konstruktion der Problemstellungen stellt der Dozierende sicher, dass die Studierenden das erlernt haben, was sie können sollen (Weber 2007, S. 42).

### Umsetzungsbeispiele

Der Einsatz von PBL ist in verschiedenen Variationen möglich: für einzelne Lehrsequenzen oder auch für gesamte Lehrveranstaltungen. Der Umfang sowie die Rahmenbedingungen müssen individuell auf die Veranstaltung angepasst werden. Daher zeigen wir im Folgenden exemplarisch zwei unterschiedliche Umsetzungsvarianten von PBL: Im Rahmen des Projekts „HD MINT“ wurden im Sommersemester 2013 zwei Lehrveranstaltungen an der Hochschule München mit der Methode gestaltet.

#### PBL in der Veranstaltung „Angewandte Mathematik“

Das erste Beispiel beschreibt die Umsetzung in der Veranstaltung „Angewandte Mathematik“ von Prof. Dr. Edda Eich-Soellner und Prof. Dr. Rainer Fischer. Bei der Veranstaltung handelt es sich um eine Pflichtveranstaltung für Studierende im zweiten Semester der Bachelor-Studiengänge Informatik und Scientific Computing an der Fakultät für Informatik und Mathematik (s. auch Eich-Soellner 2010).

Die Lernziele der Veranstaltung lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Studierenden sind in der Lage, einfache mathematische Modelle für praktische Problemstellungen zu entwickeln. Diese Modelle und Lösungsmethoden implementieren sie mit Hilfe des Computeralgebrasystems Mathematica. Die Problemlösefähigkeit, Teamfähigkeit und Präsentationstechniken der Studierenden werden gefördert, indem die Studierenden in Zweier-Teams die Ergebnisse kooperativ erarbeiten, interpretieren, visualisieren und präsentieren (Modulhandbuch Angewandte Mathematik).

Der Ablauf der Veranstaltung ist in Abbildung 2 zu sehen und gliedert sich in drei aufeinander aufbauende Abschnitte:

- 1) **Erlernen der Grundlagen des Computeralgebrasystems Mathematica.** Die Studierenden lernen in der ersten Phase als Basis für die PBL-Einheiten den Umgang mit Mathematica kennen, sodass sie mit den Grundfunktionen vertraut sind. Dies erfolgt über eine Mischung aus Frontalunterricht und Übungsphasen sowie mit der Methode Just-in-Time-Teaching.
- 2) **1. PBL-Phase: einfache anwendungsorientierte Problemstellungen.** Die PBL-Phase startet nach vier Wochen mit einer Einführung der Methode und einem einfachen Einstiegsbeispiel (Abb. 3), um die Studierenden die Methode „erleben“ zu lassen. Das Beispiel ist so gewählt, dass es kaum neuen Stoff behandelt, und in einer Doppelstunde

von den Studierenden vollständig bearbeitet werden kann. Nach dem Kennenlernen der Methode schließen drei PBL-Phasen mit einer Dauer von jeweils ca. 1,5 Wochen an. Die Sequenzen enden jeweils mit einer bewerteten Abgabe der Arbeitsergebnisse. Zusätzlich findet als unterstützende Maßnahme nach der ersten PBL-Aufgabe eine Sequenz zum Thema „Gruppendynamik und Kommunikation“ statt, da die Zusammenarbeit in Teams für die Studierenden neu und daher auch problembehaftet ist. Die Zweier-Teams werden für jede der drei PBL-Aufgaben von den Dozierenden zugeteilt, wobei jedes Team dieselbe Aufgabenstellung bearbeitet.

- 3) **2. PBL-Phase: komplexe anwendungsorientierte Problemstellung.** Auf die erste PBL-Phase aufbauend schließt nun eine komplexere Problemstellung an. Diese erfordert mehr Einsatz in der Selbstlernphase und dauert ca. drei Wochen. Die Zweier-Teams können sich nun freiwillig finden und bekommen jeweils verschiedene Aufgabenstellungen. Abschließender Teil dieser Phase ist die bewertete Präsentation und Dokumentation der Arbeitsergebnisse jedes Teams.

#### PBL in der Veranstaltung „Finite Elemente für Flächentragwerke“

Das zweite Beispiel beschreibt die Umsetzung von PBL in der Veranstaltung „Finite Elemente für Flächentragwerke“ von Prof. Dr.-Ing. Christof Hausser. Hierbei handelt es sich um eine Veranstaltung im Wahlpflichtbereich für Studierende im sechsten Semester des Bachelor-Studiengangs Bauingenieurwesen.

Die Lernziele der Veranstaltung lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (FEM). Sie erlangen die Fähigkeit, mit Hilfe der FEM Beanspruchungen von Platten- und Scheibentragwerken am PC zu ermitteln. Die

Abb. 2: Ablauf der Veranstaltung „Angewandte Mathematik“

Angewandte Mathematik		
Wochen	Inhalt	Methode/Ablauf
1	Grundlagen „Mathematica“	Frontalunterricht
2		Abwechselnde Phasen: Just-in-Time-Teaching „Live-Programming“ & Frontalunterricht
3		
4		
5	Einfache anwendungsorientierte Problemstellungen (PBL) Mathematische Modellierung & Implementierung in Mathematica	Einführung PBL & Beispiel
6		1. PBL-Aufgabe (ca. 1,5 Wochen)
7		Workshop Gruppendynamik
8	Komplexe anwendungsorientierte Problemstellungen (PBL) Mathematische Modellierung & Implementierung in Mathematica	2. PBL-Aufgabe (ca. 1,5 Wochen)
9		3. PBL-Aufgabe (ca. 1,5 Wochen)
10		Komplexe PBL-Aufgabe Dauer (ca. 3 Wochen)
11	Präsentationen	
12		
13		
14		
15		

Abb. 3: Beispielaufgabe zum Einstieg in die Methode PBL in der Veranstaltung „Angewandte Mathematik“

#### Beispielaufgabe

##### Renovierung eines Gutshofs

Ein alter Gutshof wird renoviert. Dabei soll der Buntsandstein in der Scheune frei gelegt werden, indem der Putz von den 7,80m hohen Wänden abgeschlagen wird.

Auf dem Boden der Scheune liegen allerdings noch andere Materialien im Weg, die nicht verschoben werden können. So steht eine würfelförmige Kiste direkt an der Wand mit der Seitenlänge von 1,60m. Reicht eine 6,50m lange Leiter die an der Wand anlehnt und die Kiste in einem Punkt berührt aus, um den Putz an der kompletten Wand abzuschlagen?



Abb. 4: Ablauf der Veranstaltung „Finite Elemente für Flächentragwerke“

Finite Elemente für Flächentragwerke		
Wochen	Inhalt	Methode/Ablauf
1	Grundlagen „Finite Elemente“	Frontalunterricht & Arbeiten am PC mit dem System
2		
3		
4	Einführung PBL	Einführung PBL & Gruppendynamik
5		1. PBL-Aufgabe (1 Woche)
6		Reflexion & „Feedback & Kommunikation“
7	Anwendungsorientierte Problemstellungen (PBL)	2. PBL-Aufgabe (1 Woche)
8		3. PBL-Aufgabe (1 Woche)
9		4. PBL-Aufgabe (1 Woche)
10		Komplexe 5. PBL-Aufgabe Studienarbeit (2 Wochen)
11	Komplexe anwendungsorientierte Problemstellungen (PBL)	Frontalunterricht & 6. PBL-Aufgabe
12		
13	Abschluss & Prüfung	7. PBL-Aufgabe (ca. 1 Woche)
14		Fragestunde, Resümee
15		Prüfung

Studierenden kontrollieren erhaltene Rechenergebnisse und beurteilen diese, lesen und interpretieren Grafiken und Diagramme und setzen die Ergebnisse in eine Stahlbetonbemessung um (Modulhandbuch Bauingenieurwesen). Der Schwerpunkt der Veranstaltung liegt in der Anwendung des Finite-Elemente-Programmes RFEM. Jeder Studierende wird dabei in die Lage versetzt, Berechnung und Beurteilung sowohl alleine als auch im Team durchzuführen. Nach der Synthese stellen einzelne Freiwillige ihre Ergebnisse im Plenum vor. Unstimmigkeiten und offene Fragen werden dabei im Plenum mit dem Dozierenden diskutiert. Der Lernstoff wird dabei auch geordnet und stellenweise ergänzt.

Der Ablauf der Veranstaltung (Abb. 4) gliedert sich, analog zur Veranstaltung „Angewandte Mathematik“, in drei aufeinander aufbauende Abschnitte:

- 1) Erlernen der Grundlagen der Finite-Elemente-Methode.** Die Studierenden erhalten in der ersten Phase als Basis für die PBL-Einheiten einen Einblick in die theoretischen Grundlagen der FEM. Zudem erhalten sie eine Einführung in das Arbeiten mit dem Finite-Elemente-Programm RFEM. Dies erfolgt über eine Mischung aus Frontalunterricht und angeleiteten Übungsphasen.
- 2) 1. PBL-Phase: einfache anwendungsorientierte Problemstellungen.** Die PBL-Phase startet in der vierten Woche mit einer theoretischen Einführung in die Methode sowie einem ergänzenden Kurzvortrag zum Thema „Gruppendynamik“. Anschließend wird anhand eines bewusst einfach gewählten Problems der Siebensprung mit den Studierenden eingeübt. In der darauf folgenden Woche werden die ersten Erfahrungen mit PBL von den Studierenden reflektiert. Aufgrund von wahrgenommen Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der einfachen Problemstellung erhalten die Studierenden einen

Vortrag über „Feedback und Kommunikation“. Im Anschluss daran wird eine neue Problemstellung zur selbstständigen Bearbeitung an die Studierenden herausgegeben. Abbildung 5 zeigt hierzu exemplarisch die zweite Problemstellung.

- 3) 2. PBL-Phase: komplexe anwendungsorientierte Problemstellung.** Mit der zweiten PBL-Phase steigern sich Komplexität und Schwierigkeitsgrad der Problemstellungen. Die Aufgaben ähneln mehr und mehr realen Aufgabenstellungen aus dem künftigen Berufsleben der Studierenden. Bereits erworbene Kenntnisse und Fähigkeiten werden z. T. für die Bearbeitung der Probleme vorausgesetzt. Eine Problemstellung während dieser Phase wird als Studienarbeit herausgegeben. Neben den fachlichen Anforderungen, sollen die Studierenden auch über das persönliche Vorgehen in der Gruppe und die Methode PBL reflektieren. Die Studienarbeit wird durch den Dozierenden korrigiert, sodass die Studierenden Rückmeldung zu ihrem Leistungsstand erhalten. Zur Vorbereitung auf die letzte Aufgabenstellung, erhalten die Studierenden in der 12. Woche eine Vorführung am PC. Die letzte Veranstaltung vor der Klausur dient der Klärung offener Fragen und dem Resümee der gesamten Lehrveranstaltung.

### Diskussion: Erfahrungswerte

Aus den Erfahrungen des Sommersemesters, aber auch aufgrund der Erkenntnisse, die man aus einschlägiger Literatur gewinnt, empfiehlt es sich, die Methode PBL zu Beginn des Einsatzes einzuführen und zu erklären. Eine Möglichkeit ist dabei, einen kurzen Vortrag zu halten und dann die Studierenden die sieben Schritte anhand eines einfachen Beispiels erleben zu lassen. Dieses Beispiel sollte so einfach gewählt sein, dass sich die Studierenden auf die Methode konzentrieren können und nicht zu stark von den Inhalten „beansprucht werden“. Nach Möglichkeit sollte dieses Kennenlernen der Methode innerhalb einer Präsenzphase (z. B. einer Doppelstunde) durchgeführt werden. Das zur Lösung des Einführungsbeispiels benötigte Material sollte im Idealfall bereits im Voraus ausgewählt und als Kopie bereitgestellt werden.

Es hat sich auch bewährt, die Problemstellungen so zu verteilen, dass jeweils in der Präsenzzeit mit dem PBL-Siebensprung begonnen werden kann (Schritte 1–5). Die Studierenden können bei Fragen so auf die Expertise des Tutors zurückgreifen und Unklarheiten rasch klären. Außerdem erleichtert es den Studierenden die Kommunikation und Organisation in den Gruppen bzw. Teams, da alle bereits anwesend sind. Die Selbstlernphase (Schritt 6) findet dann außerhalb der Präsenzzeit statt. Die Studierenden können so das Bearbeiten der Lernfragen individuell steuern. Dies hilft auch, um der Heterogenität der Studierendengruppe Rechnung zu tragen. Nach einer Woche findet dann die Synthese in der Präsenzzeit statt. Die Gruppenmitglieder haben die Möglichkeit ihre Ergebnisse

Abb. 5: Beispielaufgabe für die Veranstaltung „Finite Elemente für Flächentragwerke“

#### Beispielaufgabe

##### Wie erkläre ich's Laien? – Bange Minuten

Mittlerweile haben Sie sich als frisch eingestellter Angestellter des Büros für Tragwerksplanung schon etwas in die Finite-Elemente-Methode einarbeiten können. Ihr Chef, der zu wichtigen Gesprächsterminen außer Haus ist, hat gerade eine Nachricht auf Ihrem Anrufbeantworter hinterlassen: „Hören Sie! Der wichtige Kunde, Herr Maier von Maier & Meyer-Bau, der die Platte mit 6,0 m Spannweite plus Auskragung von Ihnen berechnen ließ, Sie erinnern sich ... (vgl. „1. Übung Finite Elemente“) hat mich auf dem Handy angerufen. Er hat noch einige Fragen zu den Ergebnissen, die Sie ihm geliefert haben. Er versteht nicht, warum Sie ihm mehrere Höhenlinien- und Konvergenzdiagramme geschickt haben. Er meint, das wäre unnötig, wenn Sie die richtige Querdehnzahl und eine passende Elementgröße verwendet hätten. Dann würde das schon passen! Ich muss Sie warnen, der Herr Maier ist ein notorischer Schwerversteher, dem muss ich immer alles haarklein erklären! Heute schaffe ich es leider nicht rechtzeitig vom Außertermin zurück. Daher bitte ich Sie, die offenen Fragen mit Herrn Maier zu klären. Sie schaffen das schon! Ach ja, Herr Maier ist schon unterwegs zu Ihnen ... müsste in einer Stunde da sein! So, ich muss weg ... Besprechung ...! Servus!“

zusammenzutragen und abzugleichen. Die Präsentation und Reflexion im Plenum hat weiterhin den Vorteil, dass auch hier wieder die Lehrperson bzw. der Tutor anwesend ist und bei Bedarf korrigierend, strukturierend oder ergänzend eingreifen kann.

Zur erfolgreichen Umsetzung ist es ebenfalls wichtig, dass die Lehrkraft während der sieben Phasen, statt der gewohnten Rolle eines Dozierenden, nun die Rolle eines Tutors einnimmt. Dies bedeutet eine nicht unerhebliche Umstellung, da Dozierende allzu leicht in ihre gewohnte Rolle zurückfallen. Für die Studierenden ist es jedoch ein wichtiges Signal, dass sie nun gefordert sind und Aktivität zeigen müssen. Dennoch sollen sie das Gefühl haben, bei Bedarf auf Unterstützung zählen zu können. Insbesondere beim Einführungsbeispiel ist es notwendig, dass die Tutoren stärker steuernd und erklärend eingreifen, als bei den späteren Aufgabenstellungen. Dies wurde auch seitens der Studierenden aus dem Kurs „Finite Elemente“ als Feedback am Semesterende geäußert.

Neben der wahrgenommenen Unterstützung sollten auch die Anforderungen, die an die Problemstellungen geknüpft werden, den Studierenden klar und transparent kommuniziert werden. Es erwies sich im Kurs „Angewandte Mathematik“ als hilfreich, die Bewertungskriterien bei der Abgabe der Ergebnisse konkret aufzuzeigen. Im Kurs „Finite Elemente“ wurde der transparente Umgang mit dem Anforderungsniveau als Zielsetzung für das kommende Semester festgelegt, da hier noch Optimierungspotenzial erkennbar war.

Als gute Möglichkeit die Studierenden beim Durchlaufen der sieben Schritte zu unterstützen, hat sich in der Veranstaltung „Finite Elemente“ ein kleiner Leitfaden herausgestellt. Dieser Leitfaden umfasst die sieben Schritte sowie Erklärungen und Hilfsfragen zum Vorgehen in den verschiedenen Phasen. Zudem enthält der Ablaufplan ungefähre Zeitangaben für die Einzelschritte des Siebensprungs. Um ein „Verzetteln“ der Gruppe zu vermeiden, sollten die Teams oder Gruppen zu einer Einhaltung der vorgegebenen Zeiten aufgefordert werden.

Die Erfahrung aus der Umsetzung von PBL in Lehrveranstaltungen zeigt, wie wichtig es ist, die begleitenden Maßnahmen gut auf die Zielgruppe der Studierenden und das jeweilige Fachgebiet anzupassen. Bei Interesse können weitere Beispielaufgaben und Materialien bei den Autoren angefordert werden.

### Danksagung

Wir danken Prof. Dr. Edda Eich-Soellner, Prof. Dr. Rainer Fischer und Prof. Dr.-Ing. Christof Hausser für die Kooperation im Rahmen des Projekts „HD MINT“. Insbesondere möchten wir für die vielen anregenden Diskussionen danken. Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL12023F gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

### Literatur

Eich-Soellner, E. (2010): Mathe aktiv! In: Waldherr, F., Walter, C. (Hrsg.): Lernen Leben Lehren. Bildungsqualität für eine gemeinsame Zukunft. Forum der Lehre 2010, Didaktische Nachrichten Sonderausgabe, DiZ, Ingolstadt, S. 48.

Guilbert, J.-J. (1998): Educational Handbook for Health Personnel. 6. Auflage, 1987, Nachdruck 1998, WHO, Genf, S. 3.51.

Heidenreich, K. (2011): Erwartungen der Wirtschaft an Hochschulabsolventen. DIHK, Berlin.

Kassebaum, D. (1989): Change in medical education: the courage and will to be different. Academic Medicine, 64, S. 446.

Kultusministerkonferenz (KMK) 2012. URL <http://www.kmk.org/wissenschaft-hochschule/internationale-hochschulangelegenheiten/> [Stand: 15.09.2013]

Modulhandbuch Angewandte Mathematik. URL <http://fi.cs.hm.edu/fi/rest/public/modul/title/angewandtemathematik?style=http://w3-o.cs.hm.edu/hmcms.css> [Stand: 15.09.2013]

Modulhandbuch Bauingenieurwesen, Teil Wahlpflichtmodule. URL [http://w3-mediapool.hm.edu/mediapool/media/fk02/fk02\\_lokal/studienangebot\\_5/pdfstudiengnge/module/wahlpflichtmodule.pdf](http://w3-mediapool.hm.edu/mediapool/media/fk02/fk02_lokal/studienangebot_5/pdfstudiengnge/module/wahlpflichtmodule.pdf) [Stand: 15.09.2013]

Moust, J., Bouhuijs, P., Schmidt, H. (1999): Problemorientiertes Lernen. Ullstein Medical, Wiesbaden, S. 21.

Prpic, J. K., Hadgraft, R. G. (1999): Skills in Problem-Based Learning. URL <http://web.archive.org/web/20040617185354/http://cleo.eng.monash.edu.au/teaching/subjects/learning/strategy/pblskills.html> [Stand: 15.09.2013]

Weber, A. (2007): Problem-Based Learning: Ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe II und der Tertiärstufe. 2. Auflage, h.e.p., Bern.

Zumbach, J. (2006): Problembasiertes Lernen: Überlegungen und Ansatz für eine lernerzentrierte Didaktik. In: Krampen, G., Zayer, H. (Hrsg.): Psychologiedidaktik und Evaluation V. Hogrefe, Göttingen, S. 245.

## Wissensvermittlung in den MINT-Fächern durch innovative berufsgruppenorientierte Lehr-Lern-Konzepte

Prof. Dr. habil. Olga Wälder  
 Professur für mathematische Grundlagen und interkulturellen Wissenstransfer,  
 Koordinatorin vom E-Learning-Team der Brandenburgischen Technischen Universität  
 Cottbus-Senftenberg, Großenhainer Str. 57, D-01968 Senftenberg  
 olga.waelder@hs-lausitz.de

### Zusammenfassung

Die Hörsäle der deutschen Hochschulen sind heute mit über 2 Millionen Studenten so voll wie nie. Daher haben Bund und Länder den sogenannten Hochschulpakt ins Leben gerufen. Unser Projekt konnte dank dieses Programms finanziert werden.

Die Studienanfänger der Doppeljahrgänge und die Berufstätigen, die sich doch für ein Studium entschieden haben, finden an unserer Hochschule zum Glück noch einen Tisch in der Mensa oder das richtige Buch in der Bibliothek. Allerdings rechnen Universitäten mit der weiteren Erhöhung der Studierendenzahlen. Laut Presse muss in den Jahren 2011 – 2016 für etwa 620.000 Studienanfänger mehr Platz in Seminaren, Hörsälen und Bibliotheken geschaffen werden. Diese Studienanfänger weisen eine starke Heterogenität in ihrem vor allem technischen und naturwissenschaftlichen Wissensstand auf. Sie erwarten aber stets eine angemessene Betreuung. Die Lehrenden in den Bildungseinrichtungen sind dadurch herausgefordert, eine qualitative Lehre anzubieten, die bei verschiedenen Gruppen von Studierenden gleich gut ankommt. Die Aufgabe kann nur dann lösbar werden, wenn diese Lehrenden innovative Lehr-Lern-Konzepte anpassen bzw. entwickeln und erfolgreich umsetzen.

### 1. Motivation und kurze Konzertdarstellung

Das vom BMBF geförderte Projekt „Anfangshürden erkennen und überwinden: Blended Learning zur Unterstützung der fachspezifischen Studienvorbereitung und des Lernerfolges im ersten Studienjahr“ hat u. a. zum Ziel, die Kluft zwischen den Studienanforderungen in den MINT-Fächern und den Schulkenntnissen zu schließen.

Insbesondere die Studienanfänger an Hochschulen weisen eine starke Heterogenität auf: Neben den Schulabsolventen gibt es zum Beispiel viele Studierende mit einem Berufsabschluss, die eher eine praxisorientierte Wissensvermittlung gewöhnt sind. Zum einen

werden für unsere Studienanfänger studienbegleitende Präsenzveranstaltungen und Tutorien in Kleingruppen angeboten. Zum anderen wird das Blended-Learning-Angebot u. a. mit Sachaufgaben und Selbsttests erweitert. Die Arbeitsgruppe „eLearning & Informatik“ befasst sich unter anderem mit der Entwicklung von intelligenten Lernprogrammen (e-Tutoren) sowie der Erweiterung der Kurse auf der Lernplattform MathBridge. Den Studienanfänger wird dadurch ein individuelles Trainingsprogramm angeboten, mit dem die Kenntnislücken in den MINT-Fächern aufgespürt und geschlossen werden können.

Genau an dieser Stelle knüpfen unsere Lehr-Lern-Konzepte zur Wissensvermittlung an. Durch ein stets erweitertes Angebot an diversen online-Materialien auf der von außerhalb erreichbaren Lernplattform Moodle können die Berufstätigen und die Wohnhaften in ländlichen Regionen viel besser zum Studium motiviert werden. Andererseits bieten die Präsenztutorien in kleinen, thematisch homogenen Gruppen die Möglichkeit an. Unsere Hochschule verfügt über zahlreiche Kooperationen mit ausländischen Hochschulen. Dortige Dozierende bieten ihre Lehrveranstaltungen teils online, teils als Präsenzveranstaltungen (meistens in englischer Sprache) unseren Studierenden an.

Die Lernplattform Moodle, die sich seit einigen Jahren an unserer Hochschule etabliert hat, stellt eine hervorragende Möglichkeit für einen derartigen länderübergreifenden Wissensaustausch dar. In den letzten Jahren ist das Lernmanagementsystem (LMS) Moodle zu den am häufigsten eingesetzten virtuellen LMS in der Welt aufgestiegen. Es ist modular und objektorientiert aufgebaut und steht auf Open Source Basis frei zur Verfügung. Die Lernräume sind in Kursen organisiert, auf die ein personalisierter Nutzerzugriff erfolgt. Moodle eignet sich hervorragend zur Vermittlung von Lerninhalten, dazu stellt es sowohl den Lehrenden als auch den Lernenden eine Vielzahl an Werkzeugen zur Verfügung. So unterstützt es den Zugriff auf Lernmaterial, die Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden. Die zahlreichen zur Verfügung stehenden Sprachmodule erleichtern die Bedienung auch für ausländische Studierende. Auf die webbasierte Lernplattform kann rund um die Uhr von der ganzen Welt aus zugegriffen werden.

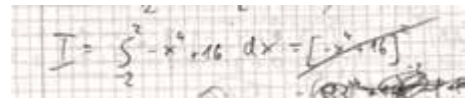
In den nächsten Abschnitten sollen die ersten Ergebnisse der Umsetzung des oben beschriebenen Konzepts erläutert werden.

### 2. Den Schwierigkeiten in der Mathematik auf den Grund gehen

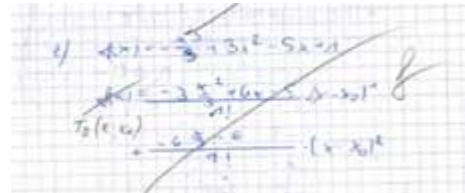
Die mathematische Behandlung von mehrdimensionalen Funktionen, ihren Ableitungen sowie die Integralrechnung gehören zu den Inhalten der Lehrveranstaltung „Ingenieurmathematik“ an unserer Hochschule. Diese Lehrveranstaltung wird den Studienanfänger im ersten Studienjahr angeboten. Laut den regelmäßigen Befragungen unter den Studierenden gehört das Fach „Ingenieurmathematik“ neben der Physik zu den anspruchsvollsten im ersten Studienjahr.

Abb. 1(a–d): Übliche Fehler in einer Klausur zu mathematischen Grundlagen mit den Kommentaren des Prüfenden

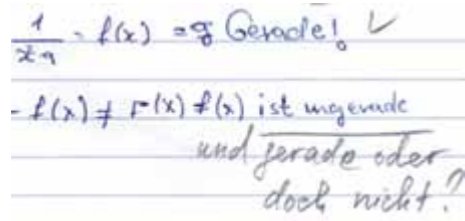
(a)



(b)



(c)



(d)



Die Schwundquote bei den Studierenden spielt im Zusammenhang mit der Evaluierung der Lehre eine große Rolle. Auf dem ersten Platz bei den Begründungen eines Studienabbruchs stehen bei den Studienanfängern mangelnde mathematische Kenntnisse. Es besteht eine sichtbare Schere zwischen Studienanforderungen und schulischen Voraussetzungen.

Den Studierenden fehlen solche elementare Grundlagen wie zum Beispiel die Bruch- und Potenzrechnung, die Fähigkeit, einfache logische Schlussfolgerungen zu ziehen sowie der „saubere“ Umgang mit der mathematischen Symbolik, vgl. Henn, Polaczek (2007), Schwenk, (2006). Der Abbildung 1 können einige Beispiele aus der Klausur „Ingenieurmathematik I“ entnommen werden. Selbstverständlich führt das Fehlen dieser schulischen Grundlagen unmittelbar zum nachfolgenden Misserfolg in den Prüfungen in der Ingenieurmathematik im ersten Studienjahr.

Im Sommersemester 2013 wurde im Rahmen unseres Projektes eine empirische Studie durchgeführt. In dieser Untersuchung wurden zwei Klausuren mit insgesamt ca. 100 Teilnehmern aus den Jahren 2012 und 2013 analysiert. Das Hauptziel dieser Studie bestand darin, eine gewisse Systematik dieser „Lücken“ in den mathematischen Kenntnissen aufzudecken und anhand eines, gezielt auf diese Problematik hin orientierten, Studienvorbereitungsprogramms zum größten Teil noch vor dem Studium oder im ersten Jahr zu schließen. Zu diesem Studienvorbereitungsprogramm gehören (1) die Vorkurse, die einige Wochen vor dem Studienbeginn angeboten werden, (2) die studienbegleitenden Auffrischkurse, die mehrmals pro Woche in Form von Tutorien organisiert sind und (3) die zahlreichen Angebote aus dem Bereich des E-Learning und Blended Learning.

In den letzten Jahren hat das Interesse an einem computergestützten Studienverlauf merklich zugenommen. Semi- bzw. vollautomatische Tests- und Prüfungsdurchführung sowie ihre Auswertung gewinnen zunehmend immer mehr daran interessierte Fachrichtungen, vgl. Derr, Hübl (2010). Man hofft mittels multimedialer E-Assessments innovative Prüfungsformen erfolgreich etablieren zu können. In Arroyo u. a. (2011) wird ein intelligenter e-Tutor (ein Lernprogramm) vorgestellt. Mithilfe dieses Lernprogramms soll u. a. die Geschwindigkeit bei der Lösung von mathematischen Aufgaben verbessert werden. Roll u. a. (2011) setzten ebenfalls große Hoffnung in die Anwendung von intelligenten Lernprogrammen.

Zu den klassischen Formen des Lehrens und Lernens gehören beispielsweise Vorlesungen, Seminare etc. im sogenannten Frontalunterricht oder auch in Form von Gruppenarbeit. Eine Frage ist, ob und wie diese Formen sinnvoll und gewinnbringend auf virtuelle Welten übertragbar wären. Die weitere Frage, zu der in der Fachliteratur heftige Diskussionen stattfinden, befasst sich mit der quantitativen Messbarkeit des daraus resultierenden Erfolges.

Es ist unbestritten, dass heutzutage digitale Medien zunehmend als selbstverständliches Werkzeug des Lehrens und Lernens wahrgenommen werden müssen. Die jungen Leute gehören zu der so genannten Generation „facebook“, für die der Umgang mit der modernen digitalen Welt etwas absolut Selbstverständliches ist und zum Alltag gehört. Die erforderlichen E-Learning-Infrastrukturen werden von vielen Hochschulen bereitgestellt werden, weil diese Hochschulen herausgefordert sind, sich vom Bild des „klassischen Studierenden“ zu lösen. Allerdings ist ein essentieller Zusatznutzen im Hinblick auf die Qualität des Lernens kaum erkennbar. Und man sollte zudem die Spezifik einzelner Studiengänge bei der Gewichtung des Frontalunterrichts und des Selbststudiums stark berücksichtigen: Es macht sicherlich mehr Sinn, sich ein professionell aufgenommenes Video zur Patientenanamnese von zu Hause anzuschauen, als während des Abendessens ein Video zu mathematischen Ableitungsregeln quasi nebenher laufen zu lassen.

Bezogen auf die Mathematik ist inzwischen ein neuer Trend, den wir in diesem Beitrag kurz als „back to the roots“ bezeichnen werden, vgl. Kloepner (2012), erkennbar. Aus einer aktuellen empirischen Studie auf der Basis von Daten aus den Vereinigten Staaten fanden Forscher heraus, dass Kinder immer noch am besten lernen, wenn sie in guter alter Manier frontal unterrichtet werden. Das erfordert aber in erster Linie das Vorhandensein eines hochqualifizierten Lehrers.

Ableitinger (2012) diskutiert über den Einsatz von Musterlösungen im Studium der Mathematik. Der Frage, ob es wirklich sinnvoll ist, auf diesem Wege die zukünftigen Gymnasiallehrer auszubilden, möchten wir hier nicht nachgehen. In der Ingenieurmathematik für Nicht-Mathematiker ist es dagegen verständlich, sich auf bestimmte Themenbereiche aus der Mathematik, die für einen zukünftigen Ingenieur relevant sind, zu beschränken. So entsteht ein gewisser Pool von Aufgaben, zu welchen in den Übungen und im Bereich des E-Learning Musterlösungen gezeigt werden. Allerdings sollte man nicht vergessen, dass dadurch nicht alle möglichen mathematischen Probleme gelöst werden können und zwar schon deswegen, weil die Anzahl der reellen Zahlen, die bei den Aufgabenstellungen verwendet werden, unendlich ist. Viele Studierende erwarten heutzutage allerdings, dass sie nur auf die Prüfungsaufgaben vorbereitet werden und sind nicht bereit, sich auf ein breites Spektrum an weiteren Aufgaben einzulassen. Diesen Fakt beweist die geringe Teilnahme an der Lösung so genannter Bonusaufgaben, die für die Studierenden gedacht sind, die mehr als eine „Standardinstallation des Wissens“ im Studium durchführen wollen.

Viele Hochschulen bieten flexible Masterstudiengänge (teils Präsenz-, teils Fernstudium) an. Man versucht, durch E-Learning sowie Blended Learning die daraus resultierenden Herausforderungen studienorganisatorisch zu bewältigen. Es ist selbstverständlich, dass einem Dozierenden bei einer automatisch korrigierten Klausur viel Arbeit erspart bleibt. Die wichtigste Herausforderung stellt aber gerade die Suche nach einer fachspezifischen sinnvollen Gewichtung der beiden Komponenten dar: Frontalunterricht und Selbststudium in Form von E-Learning und Blended Learning. Aus unserer Erfahrung und laut der Evaluierungen ziehen Studierende den Frontalunterricht in der Mathematik dem Selbststudium eindeutig vor.



### 3. Fazit und Diskussionsanregung

Laut den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife im Fach Mathematik sollen die Schüler Grunderfahrungen in der Mathematik als nützliche Disziplin, geistige Schöpfung und als Schule des Denkens vermittelt bekommen. Allerdings lassen sich diese Grunderfahrungen bei den Studienanfängern an den Hochschulen nicht sofort erkennen.

Der Wissenstand unserer Studienanfänger unterscheidet sich im Wesentlichen nicht von dem der Schüler in den Klassen 10 bis 12. Allerdings besteht eine starke Heterogenität unter den Studienanfängern an den Hochschulen wegen der unterschiedlichen Kriterien zur Studienzulassung. Es gibt viele Studierenden, die nach einem Berufsabschluss und entsprechender Berufserfahrung ihr Studium beginnen. Solchen Studierenden fehlen Kompetenzen in elementaren Rechenregeln, die dann im ersten Jahr nachgeholt werden müssen. Hierzu erweisen sich studienbegleitende Auffrischkurse und zahlreiche Angebote auf dem Gebiet E-Learning und Blended Learning als sehr nützlich.

Der Frontalunterricht sollte nach wie vor die wichtigste Unterrichtsform an den Hochschulen bleiben: Trotz der zahlreichen Hilfen auf der Lernplattform wurden die Präsenzveranstaltungen bei den studentischen Evaluierungen bevorzugt.

Lernprogramme ähnlich wie Taschenrechner sollten als ergänzende Hilfsmittel im Studium betrachtet werden: Eine gute Lehrperson kann zehn verschiedene Erklärungswege finden, ein Lernprogramm nicht.

Ähnlich wie in Krämer u. a. (2012) wurde von uns im Rahmen der Studie ein Codebuch entwickelt. Mit seiner Hilfe können Klausuren deutlich gründlicher untersucht werden. Die Anzahl der erreichten Punkte liefert zwar ein quantitatives Kriterium für studentische Leistungen, erklärt aber nicht den kausalen Zusammenhang „woran es lag“.

Im Unterschied zu Krämer u. a. (2012) handelt es sich bei der Klausur „Ingenieurmathematik II“ ausschließlich um den so genannten algebraischen/funktionalen Lösungsweg (keinen grafischen, inhaltlichen etc.). Unser Codebuch erweist sich unter anderem als ein nützliches Instrument zum Aufdecken von latenten Parametern sowie zur Modellbildung für die Klausurbenotung.

Mithilfe der deskriptiven Analyse im Rahmen der Studie konnte die langjährige Vermutung der Autorin bestätigt werden, dass Studierende mit solchen Aufgaben deutlich schlechter zurechtkommen, die eine gewisse mathematische Intelligenz erfordern und nicht nach einem Allgemeinmuster zu lösen sind. Viel sicherer fühlen sich Studienanfänger bei den Fragestellungen, die auf eine schlichte Ausführung einer gewissen Gebrauchsanweisung in Form von fertigen Regeln oder Formeln zurückgehen.

Die Clusteranalyse im Rahmen unserer Studie deckte logische Verbindungen zwischen den Parametern und deren hierarchischer Aufbau auf. Die Hauptkomponentenanalyse deutete auf zwei latente Parameter wie etwa die quantitative Richtigkeit (überwiegend korrekte/falsche Antwort) und die Qualität der Darstellung (korrekte mathematische Sprache, zum Teil korrekt dokumentierte Zwischenschritte etc.) hin.

Zum Gegenstand der weiteren Untersuchungen gehört die weitere Analyse des postschulischen Wissenstandes unter Berücksichtigung der verschiedenen Abschlüssen: Gymnasium, Oberschule, Realschule, Hauptschule, Berufsausbildung etc. Diese Untersuchung soll der besseren Anpassung der Vorkurse und der studienbegleitenden Auffrischkurse dienen: Es sollen bei Bedarf unterschiedliche Gruppen mit unterschiedlichen Lehr-Lern-Strategien gebildet werden. Zudem ist eine langzeitige statistische Analyse der Ergebnisse geplant. Diese hat zum Ziel, die Hypothese über signifikante Notenunterschiede zwischen den Teilnehmern und den Verweigerern unserer Mathematik-Nachhilfe-Angebote zu prüfen. Eine Zusammenarbeit mit den regionalen Schulen ist geplant, um den Übergang „Schule - Hochschule“ optimal zu gestalten.

### 4. Anmerkung

Die Aktivitäten des E-Learning Teams der Hochschule Lausitz, die in diesem Artikel vorgestellt werden, werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Projekts „Anfangshürden erkennen und überwinden: Blended Learning zur Unterstützung der fachspezifischen Studienvorbereitung und des Lernerfolges im ersten Studienjahr“ gefördert.

#### Literatur

Ableitinger, Ch. (2012): Typische Teilprozesse beim Lösen hochschulmathematischer Aufgaben: Kategoriebildung und Ankerbeispiele. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 33, S. 87–111.

Arroyo, I., Royer, J. M., Woolf, B. P. (2011): Using an Intelligent Tutor and Math Fluency Training to Improve Math Performance. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, Selected Best Papers from IST 2010 conference*, Vol. 21, Issue 1-2, 135–152.

Derr, K., Hübl, K. (2010): Durchführung und Analyse von Online-Tests unter Verwendung einer E-Learning-Plattform. Technische und methodische Aspekte. In: Mandel, S., Rutishauser, M., Seiler Schiedt E. (Hrsg.): *Digitale Medien für Lehre und Forschung, Medien in der Wissenschaft*, Band 55, Waxmann, Münster, 263–274.

Henn, G., Polaczek, C. (2007): Studienerfolg in den Ingenieurwissenschaften. *Das Hochschulwesen*, 55, H. 5, 144–146.

Kloepner, I. (2012): Frontalunterricht macht klug. Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung, 16. Dezember 2012, Nr. 50.

Krämer, J., Schukajlow, S., Blum W. (2012): Bearbeitungsmuster von Schülern bei der Lösung von Modellierungsaufgaben zum Inhaltsbereich Lineare Funktionen. *Mathematica Didactica* 35, 50–70.

Roll, I., Alevan, V., Bruce, M. M., Koedinger K. R. (2011): Improving students' help-seeking skills using metacognitive feedback in an intelligent tutoring system. *Learning & Instruction*, 21, 267–280.

Schwenk, A., Berger, M. (2006): Zwischen Wunsch und Wirklichkeit: Was können unsere Studienanfänger? *Die neue Hochschule*, 2, 36–40.

## Transdisziplinäres Lernen und Lehren in der environment-focused learning and operative platform (elop\*)

Jürgen Melzner<sup>1</sup>, juergen.melzner@uni-weimar.de  
Hans-Joachim Bargstädt<sup>1</sup>, hans-joachim.bargstaedt@uni-weimar.de  
Kathrin Merz<sup>2</sup>, kathrin.merz@bfh.ch  
Key Portilla Kawamura<sup>2</sup>, key.kawamura@bfh.ch

### Abstract

Engineers in the field of Architecture, Engineering and Construction (AEC-Industry) in combination with applied social sciences and communication design people cooperate more and more across borders and in trans-disciplinary project teams. They will soon after graduation be faced with different challenges in their professional life. As a consequence and to prepare students for these challenges, in the construction business sector the international and trans-disciplinary learning platform elop\* was introduced by universities around the world. elop\* stands for environment-focused learning and operative platform and is formed in an alliance initiated and led by the Bern University of Applied Sciences, Switzerland. Especially modern IT-tools for communication and collaboration are in the focus of research and will be evaluated each semester. In the last years, five complex real design and construction project studies have been realized. This paper gives a general overview about these international and trans-disciplinary teaching projects and explains the learning method of elop\*. The scope in this paper is focused on, but not limited to the experiences of the construction project managers in the projects. A discussion of the lessons learned during the five years will be provided.

**Keywords:** trans-disciplinarity, collaborative project work, learning platform, environment-focused learning

<sup>1</sup> Bauhaus-Universität Weimar

<sup>2</sup> Berner Fachhochschule

## Kurzfassung

Der eingereichte Beitrag beschreibt die internationale und transdisziplinäre Lernplattform elop\*. Das Akronym elop\* steht für environment-focused learning and operative platform und wird von Universitäten und Hochschulen angewandter Wissenschaften weltweit getragen. Ingenieure der Bereiche Architektur, Gebäudetechnik, Tragwerksplanung, Baubetrieb, Umweltwissenschaften sowie Sozialwissenschaften stehen in ihrem Berufsleben vor der Herausforderung, über Grenzen hinweg und in multidisziplinären Projektteams zu kooperieren.

Als gute Vorbereitung darauf ist vor einigen Jahren die Lernplattform elop\* entstanden. Die im jährlichen Turnus organisierten Studienprojekte geben Studenten verschiedener Fachrichtungen die Möglichkeit, über ein Semester hinweg an realen Problemstellungen zu arbeiten. elop\* steht auf einem Fundament von derzeit acht Partneruniversitäten aus der Schweiz, Deutschland, Mexiko, USA, Frankreich, Italien (u. a. der Berner Fachhochschule und der Bauhaus-Universität Weimar<sup>3</sup>), aus denen die Studierenden unterschiedlicher Fachrichtungen entsandt werden. Entsprechend den Problemstellungen werden individuell weitere Hochschulen und Industriepartner zu den Projekten hinzugezogen.

Der Projektablauf ist in vier Phasen gegliedert. Zu Beginn werden die Studierenden per Videokonferenz im virtuellen Projektraum mit Fachvorträgen auf die bevorstehende Aufgabe vorbereitet und die beteiligten Tutoren vorgestellt. Das einwöchige „Physical Kick-Off“ ist die Auftaktveranstaltung am Austragungsort. Dort werden die Studierenden etwa drei bis vier Wochen später mithilfe von Assessment-Verfahren in internationale, möglichst heterogene und multidisziplinäre Teams zusammengestellt. Ebenfalls im Physical Kick-Off werden in kleinen Workshops und Vorortbesuchen die Aufgabenstellungen für das weitere Semester erarbeitet. Zurückgekehrt an die Heimuniversitäten kommunizieren die Projektbeteiligten mittels moderner Kommunikations- und Kollaborationsmittel. Die Herausforderung der Projektbearbeitung über eine große räumliche Distanz über nationale und kulturelle Grenzen und Zeitzonen hinweg stellt in der dritten Phase ein zentrales Thema dar. Die dritte Phase beinhaltet zwei virtuelle Reviewrunden in denen die Studierenden ihre aktuellen Zwischenstände präsentieren und ein umfassendes Feedback der betreuenden Professoren erhalten. Den Projektabschluss bildet die finale Abschlusspräsentation wiederum am Austragungsort. Dabei werden alle Studierenden ihre Projekte vor einer internationalen Jury, bestehend aus den Professoren der teilnehmenden Hochschulen, geladenen Experten sowie den Interessensvertretern der Stakeholder präsentieren. Die Ergebnisse des Projekts werden jährlich hinsichtlich der Wirksamkeit der Methodik und der gruppendynamischen Prozesse in einer umfassenden Befragung der teilnehmenden Studierenden bewertet und analysiert.

**Stichworte:** Transdisziplinarität, kollaborative Projektarbeit, Kommunikation, Lernplattform, Kontext-fokussiertes Lernen

<sup>3</sup> Die Liste aller teilnehmenden Hochschulen ist am Ende aufgeführt.

## 1. Einleitung

Die Arbeit in transdisziplinären Gruppen erlangt eine zunehmend größere Bedeutung. Die Globalisierung hat nicht erst seit gestern Einzug in die AEC (Architecture, Engineering and Construction)-Industrie gefunden, wodurch Ingenieure grenzüberschreitend in Projektteams zusammenarbeiten müssen. Die damit verbundene Notwendigkeit zu kommunizieren und Projektdetails effektiv koordinieren zu können macht den Einsatz spezieller Werkzeuge in Bauprojekten unumgänglich (O'Brien et al. 2003). Projektingenieure müssen die daraus resultierenden Herausforderungen bezüglich Interkulturalität, geografischen Distanzen und dem Einsatz moderner und leistungsfähiger Kommunikationswerkzeuge lösen. Andererseits wird die Bauindustrie nicht selten als wenig innovativ, kommunikativ und kooperativ charakterisiert.

Die Ausbildung von Ingenieuren und Architekten ist im Studium traditionell häufig von disziplinären Kursangeboten und Einzelprojekten während des gesamten Studiums geprägt (Halpin et al. 1987). elop\* (environment-focused learning and operative platform) stärkt sowohl die Ausprägungen der einzelnen Fachrichtungen, lehrt die Studierenden dabei aber gleichzeitig transdisziplinäre Arbeitsweisen einzusetzen. Die entwickelte Lehrmethodik entstand in Zusammenarbeit von Hochschullehrern, externen Experten, Studierenden und anderen Interessenvertretern, um zukünftige Fach- und Führungskräfte in disziplinübergreifenden Projektteams weiter auszubilden. Seit 2005 konnten bereits fünf Projekte in Zusammenarbeit mit Universitäten aus Europa, Nord-, Mittelamerika und Asien realisiert werden. Die zusammengestellten transdisziplinären Projektteams entwickelten nachhaltige Lösungen für Sportstätten, Krankenhäuser oder universitäre Einrichtungen. Zur Aufgabenstellung gehörte dabei sowohl die Arbeit an realen Infrastrukturprojekten, als auch die simultane Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen. Alle fünf durchgeführten Projekte hatten reale Kundeninteressen im Hintergrund und wurden von internationalen Fachjurs bewertet.

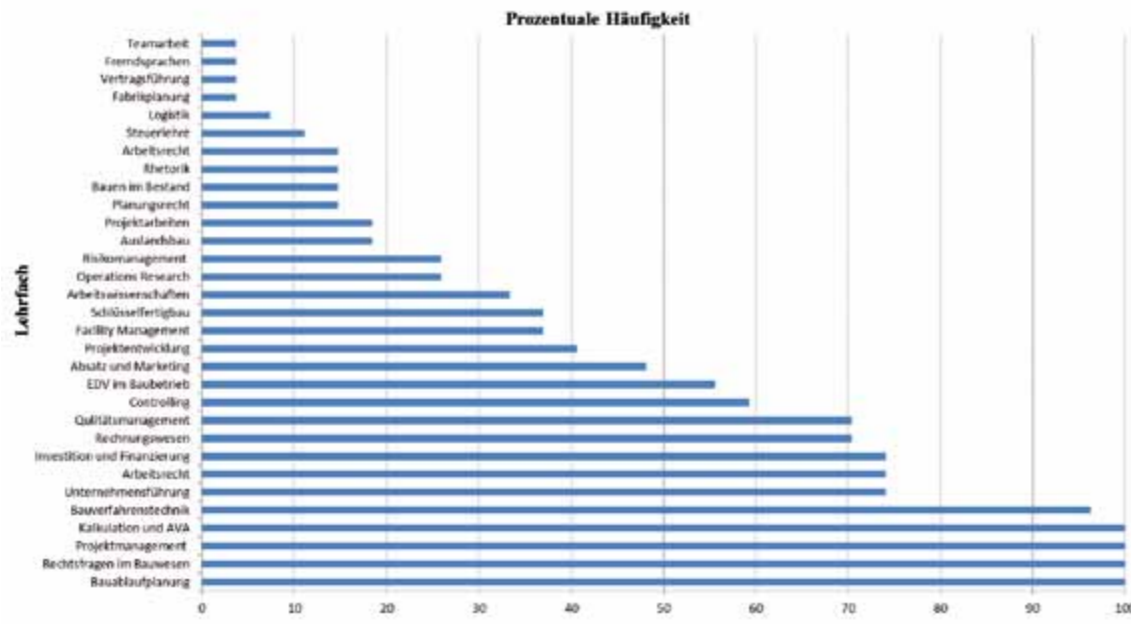
## 2. Motivation

Bauprojekte führen häufig eine Vielzahl Beteiligter verschiedenster Fachdisziplinen, in lokalen, aber auch international verteilten Planungsteams, zusammen. Dadurch gewinnen leistungsstarke Kommunikations- und Koordinierungswerkzeuge in der Projektarbeit und die entsprechende Erfahrung im Umgang mit ihnen an Bedeutung. Die rasant fortschreitenden Entwicklungen der Internet-basierten Kommunikation durch Highspeed-Verbindungen und bedienerfreundliche Software führen zu einer ständigen Erreichbarkeit der Projektbeteiligten und eröffnen ein breites Feld neuer Möglichkeiten, stellen damit aber auch besondere Herausforderungen an die Mitwirkenden in derartigen Projekten. Häufig leiden Projektmitglieder unter überfüllten Posteingängen oder unnötig vervielfältigten Informationen in schlecht strukturierten Datenbanken, welche das Suchen nach Informationen verkomplizieren und somit die Konzentration auf die eigentliche Projektarbeit erschweren und verzögern.

Als Konsequenz daraus und um die Studierenden besser auf diese Herausforderungen vorzubereiten, macht elop\* die Studierenden mit innovativen Organisations- und Kommunikationswerkzeugen vertraut. In den bisherigen Projekten wurden immer wieder diverse Informations- und Kommunikationstechnologien in mehreren Arbeitsprozessen angewendet. Einige von ihnen sind in letzter Zeit bereits Routine in den alltäglichen Arbeitsprozessen der AEC-Industrie geworden.

Die Ausbildung in Fachdisziplinen des Ingenieurwesens setzt stark auf die Kernkompetenzen der entsprechenden spezifischen Wissensbereiche. Umfrageergebnisse zeigen, dass sich selbst dort, wo Arbeitsorganisation und Kollaboration ein wesentlicher Aspekt sind, nämlich in Baubetrieb und Baumanagement, nur lediglich 3,7 % des Lehrinhalts mit Teamwork beschäftigt (Berner und Hahr, 2006), Abbildung 1. Lehrmodule, die soziale Kernkompetenzen herausbilden sollen, werden lediglich fakultativ angeboten oder haben einen rein additiven Charakter in der Ausbildung von Ingenieuren. Es ist aber wichtig, frühzeitig das Bewusstsein für die Notwendigkeit von kommunikativen und sozialen Kompetenzen zu stärken und diese als Pflichtbestandteile in der Ausbildung zu fördern.

Abb. 1: Häufigkeit der Lehrfächer an den deutschsprachigen, universitären Lehrstühlen im Bereich Baubetrieb und Bauwirtschaft (Berner und Hahr 2006).



Die zunehmende Komplexität von Bauprojekten, das steigende Bewusstsein für nachhaltiges Bauen und die soziale Verantwortung führten zu einem Umdenken in der Unterrichtsgestaltung und -durchführung. Spezialisten müssen disziplinenübergreifend parallel und nicht sequentiell arbeiten. Um auf diese Veränderungen in den Anforderungen aus komplexen Strukturen und Abläufen erfolgreiche Antworten zu geben, müssen die einzelnen Spezialisten lernen, interoperabel an einem Projekt zu arbeiten. Die elop\*-Projekte ermöglichen es den Teilnehmern, genau diese Lücken in ihrer Ausbildung zu schließen.

### 3. Hintergrund

Das effektive Arbeiten in multidisziplinären und geografisch weit verteilten Projektteams ist ein Schlüsselfaktor für zukünftig erfolgreiche und effiziente Bauabwicklungen. Momentan ist dies jedoch nicht zufriedenstellend in den üblichen Lehrkonzepten berücksichtigt. Transdisziplinäre Forschung in diesem Sinne kann definiert werden als die "integration of academic researchers from different unrelated disciplines and non-academic participants", um neue Ideen und Wissen zu erarbeiten (Cronin 2008).

Bereits 1993 etablierte sich an der Stanford University das „Problem-, Project-, Product-, Process-, People-Based Learning (P5BL) laboratory“. Es bietet eine Plattform für eine fachübergreifende, kollaborative und geografisch getrennte Lernumgebung. Fruchter entwickelte in dieser Lernumgebung eine Methode, um Projektwissen zu sichern und zu verteilen, welche im Zusammenspiel von sechs Universitäten aus Europa, den Vereinigten Staaten von Amerika und Japan getestet wird. Ihr Programm „A/E/C Global Teamwork“ basiert auf dem im P5BL entwickelten pädagogischen Ansatz (Fruchter 1999).

Im Jahr 2000 initiierte die Fachhochschule Nordwestschweiz im Zusammenspiel mit dem Center of Facility Engineering (CIFE) und dem „Stanford Learning Lab“ zwei „Project Oriented Learning Environment“ (POLE) Pilotprojekte, um moderne Informations- und Teamworktechnologien zu fördern (Kündig et al. 2004). POLE begründete sich auf der existierenden Plattform des P5B Laboratory (Hollinger und Breit 2001). Seit 2000 konnten 14 POLE Projekte erfolgreich durchgeführt werden, welche sich auf transdisziplinäres Produktdesign fokussieren (POLE 2013, Hollinger et al. 2013). Aufgrund der positiven Erfahrungen aus den POLE Kursen und als Antwort auf den Bedarf an transdisziplinärer Ausbildung in der AEC-Industrie wurde fünf Jahre später das elop\* Projekt (bis 2012 unter dem Namen elope – embedded learning oriented project environment) aufgesetzt.

### 4. Die elop\* Methode

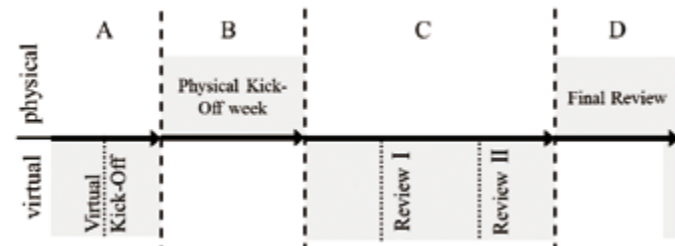
Bei elop\* steht die Ausbildung von Studierenden im Fokus der Lern- und Lehrmethode. Die multidisziplinären Teams bestehen aus je ein bis zwei Studierenden aus jeder Spezialisierung. elop\* ist projektbasiert und integriert praktische Arbeitsprozesse. Dies bedeutet, dass hinter den bearbeiteten Projekten quasi realitätsaffine Kunden und Interessensvertreter stehen. Die elop\*-Projekte fordern die Studierenden in vielerlei Hinsicht.

- (1) Die teilnehmenden Studierenden befinden sich überwiegend in ihrer Masterphase und beherrschen die theoretischen Grundlagen ihrer Disziplin. Die elop\*-Projekte sind große und hochkomplexe Bau- oder Entwicklungsprojekte mit vielen Beteiligten, wodurch das Fachwissen der Studierenden gefordert wird.
  - (2) Die Aufgabe von elop\*-Projekten zielt immer darauf ab, eine umfassende, nachhaltige und soziale Lösung in einem komplexen Umfeld abzubilden. Das macht es nötig, dass die beteiligten Disziplinen bereits in den frühen Planungsphasen auf hohem Niveau miteinander interagieren. Weiterhin stehen die Studierenden im dauernden Konflikt, ihr Fachwissen und ihre Fähigkeiten anzuwenden und gleichzeitig die Bedürfnisse anderer Disziplinen zu berücksichtigen.
  - (3) Die Teams in den elop\*-Projekten setzen sich aus Studierenden verschiedener Länder und mit unterschiedlichen soziokulturellen Hintergründen zusammen. Eine zusätzliche Herausforderung sind die Unterschiede in der universitären Ausbildungsstruktur der Partner, wie zum Beispiel Differenzen der Lehrinhalte, abweichende Gewichtung von Unterrichtsschwerpunkten oder auch die gegeneinander verschobenen Semesterzeiten. Die Basis, um virtuell und physisch zusammenarbeiten zu können, stellt eine gemeinsame Sprache zwischen den einzelnen Disziplinen dar, meistens Englisch.
  - (4) Aufgrund der räumlichen Separation während des Projektverlaufs sind die Studierenden auf virtuelle Kommunikationsmöglichkeiten angewiesen.
- Die Kombination all dieser Faktoren bildet die zukünftige Realität ab, wie sie allerdings in der normalen akademischen Ausbildung selten vorgefunden wird.

#### 4.1 Semesterablauf

Die elop\*-Projekte unterteilen sich in vier Phasen und sind ausgelegt für den Zeitraum eines Semesters (Abb. 2). Die Phase (A) startet mit der virtuellen Kick-Off Sitzung über das Videokonferenzsystem. Dieses erste Meeting dient dazu, das Thema vorzustellen und die Teilnehmer in das Projektumfeld einzuführen. Anschließend arbeiten die Studierenden in dieser Phase lokal in ihren fachspezifischen Teams, um ein tieferes Verständnis für die Problematik des Themas, bezogen auf ihr Spezialgebiet, zu entwickeln.

Abb. 2: Struktur des Semesters



In der zweiten Phase (B) des Projektes, der „Physical Kick-Off Week“, durchlaufen die Studierenden ein Assessment, welches zur Bildung möglichst heterogener Teamzusammensetzungen dient, sowie weitere Workshops, welche die Teamfähigkeit fördern und eine erste Vertrauensbildung ermöglichen. In dieser Phase lernen sie den Umgang mit verschiedenen Kommunikationsmodulen und bekommen Werkzeuge zur Verbesserung der Zusammenarbeit sowie zur Projektplanung vorgestellt. Ebenso steht die gemeinsame Problemerkennung und die Definition einer gemeinsamen Sprache im Zentrum. Nach

der physischen Kick-Off Woche beginnt die Phase (C) der elop\*-Projekte, die die Studierenden an ihren Heimatuniversitäten verbringen. Aufbauend auf den Aufgabenstellungen bearbeiten die Studierenden nun intensiv die zu lösenden Probleme in einem transdisziplinären Prozess, wobei sie durch Einsatz virtueller Kommunikationswerkzeuge die Zusammenarbeit mit ihren weltweit verteilten Teampartnern und den Coaches pflegen. Zur weiteren Steigerung der Ergebnisse und um den Ablauf optimal zu steuern, bekommen die Studierenden in zwei virtuellen Sitzungen zur Berichterstattung über ihren Projektfortschritt jeweils ein ausführliches Feedback von der verantwortlichen Coaches. Die Phase (D) ist der Fertigstellung der Projekte vorbehalten. Hierzu kommen die Studierenden wie zur Kick-Off-Week wieder an einem gemeinsamen Ort zusammen und vollenden dort ihre Projektarbeit. Die Studierenden präsentieren ihre abschließenden Ergebnisse unter Einsatz verschiedener medialer Möglichkeiten, wie zum Beispiel Poster, Videos, Visualisierungen oder Modelle.

#### 4.2 Beurteilung

Die internationale Jury besteht aus Fachexperten aller beteiligten Disziplinen, aus Repräsentanten der Interessenvertreter des Bauprojektes, der elop\*-Teamleitung und weiteren externen Experten. Diese begutachten den Verlaufsprozess über die vergangenen Monate ebenso wie die erbrachten Leistungen der Teams in der Abschlusspräsentation und die Verlaufsdocumentationen. Besonderer Wert wird auf die erbrachten etappenweisen Leistungen während des Semesters gelegt, wie zum Beispiel die Gestaltung des Entscheidungsfindungsprozess oder das Teammanagement.

### 5. Kommunikations- und Kollaborationstechniken

Effektive und effiziente Kommunikation zwischen allen Projektbeteiligten ist ein Schlüsselfaktor, um erfolgreich Projekte zu bearbeiten. Aktuell setzen die elop\*-Projekte das SCOPIA Desktop-Videokonferenzsystem ein, welches von der ETH Zürich zur Verfügung gestellt wird. SCOPIA ermöglicht die direkte Kommunikation zwischen den Teilnehmern mittels Audio- und audiovisueller Verbindungen, durch Chaträume und mit der Möglichkeit Dateien zu teilen (Abb. 3). In den Videokonferenzen zur Berichterstattung über den Projektfortschritt und den Feedback-Runden mittels SCOPIA sind für gewöhnlich in 10 bis 15 Konferenzräumen bis zu 50 Teilnehmer zusammengeschaltet.

Weiterhin wird E-Mail immer noch als Werkzeug zur Kommunikation und zum einfachen Versenden von Daten innerhalb der Teams genutzt. Der flexible Charakter von E-Mails ermöglicht es den Teams, Nachrichten und Daten unabhängig voneinander zu versenden. Hier liegt allerdings gleichzeitig einer der größten Kritikpunkte und Spannungsherde in der teamgerechten Zusammenarbeit. Denn mit dieser Technologie werden Daten nicht versionsgerecht synchronisiert, da sie dezentral und redundant auf mehreren Computern abgelegt sind, wodurch eine Vielzahl an inhaltlich nicht mehr konsistenten Dateien im Umlauf sind.

Abb. 3: SCOPIA Konferenzraum



Um effektiv mit großen Mengen an Daten, wie sie unter anderem in Bauprojekten vorkommen, umgehen zu können, braucht es strukturierte und gleichzeitig flexible Datenaustauschsysteme. Daher sind die elop\*-Projektteams mit einem ausreichend großen Dropbox-Account ausgestattet. Mittels Dropbox ist eine freie Gestaltung der Ordnerstrukturen möglich. Nachdem Dateien hinzugefügt, gelöscht oder verändert wurden, nimmt Dropbox automatisch eine Aktualisierung bei allen eingeladenen Dropbox-Gruppenmitgliedern vor. In der bisherigen Projektarbeit ist bei dem Einsatz der verfügbaren Kommunikationsmittel durchaus ein Zwiespalt zu beobachten. Einerseits werden verlässliche Strukturen

und Datenplattformen zur Verfügung gestellt, die möglichst genutzt werden sollen. Dabei ist es erstrebenswert, dass gleichzeitig eine ausreichende Datensicherheit gewährleistet wird, auch wenn die Projektaufgaben im Einzelnen nicht unbedingt einen besonders abgeschirmten Umgang mit den Daten erforderlich machen. Andererseits gehört es zur Dynamik des studentischen Arbeitsumfeldes in den elop\*-Projekten, dass die Studierenden sich immer wieder neue und innovative Kommunikationsformate und entsprechende frei verfügbare Software zunutze machen, mit denen sie ihre Zusammenarbeit optimiert gestalten. Denn für ihre Aufgaben von morgen kann als gesichert angenommen werden, dass dann in der späteren Berufspraxis die hard- und softwareseitigen Voraussetzungen noch um ein Vielfaches verbessert zur Verfügung stehen werden.

## 6. Validierung und kontinuierliche Verbesserung

Um die elop\* Methodik zu evaluieren, wurde eine umfassende Umfrage unter allen beteiligten elop\* Studierenden der letzten fünf Jahre durchgeführt. Insgesamt haben 168 Studierende an den bisherigen fünf elop\*-Projekten teilgenommen. Davon nahmen 43 % an der Umfrage teil. Die Umfrage betraf Fragen zu vier Bereichen: Allgemeines, Kommunikationsverhalten, Datenaustausch und Ausbildungsaspekte. Der Fragebogen umfasste sowohl offene als auch geschlossene Fragen.

Die Umfrage ging der Frage nach, wie sich die Erfahrung mit virtueller Kommunikation und Zusammenarbeit ausprägte. Während des elop\*-Projektes waren die teilnehmenden Studierenden sehr daran interessiert, selbst das effiziente Arbeiten in einer virtuellen Umgebung zu lernen und zu praktizieren. 85 % der befragten Studierenden bestätigten, dass die angewandten Methoden und Werkzeuge äußerst effektiv für transdisziplinäre Problemlösungsprozesse sind.

Die Abbildungen 4 und 5 veranschaulichen die wichtigsten Umfrageergebnisse. Vor Projektbeginn hatte lediglich ein Drittel der Studierenden den subjektiven Eindruck, gute bis exzellente Kenntnisse im Umgang mit virtuellen Kommunikationsanwendungen zu haben. Nach Abschluss des Semesterprojekts schätzen bereits 77 % aller Befragten ihre Fähigkeiten auf diesem Gebiet als gut bis exzellent ein, Abbildung 4. Eine noch leicht deutlichere Tendenz zur besseren Befähigung ist bei der Frage nach der Verwendung von Dateiverwaltungsanwendungen (Data-Sharing-Tools) zu erkennen, Abbildung 5.

## 7. Zusammenfassung

Das hier vorgestellte elop\*-Projekt ist eine Lehr- und Lernplattform für transdisziplinäre AEC-Projekte mit Integration weiterer Disziplinen auch außerhalb des Kernspektrums des Bauwesens. Die Interaktion zwischen akademisch orientierten Lernmethoden und der praktischen Anwendung virtueller Kommunikationswerkzeuge und -methoden stellt eine wesentliche Komponente der elop\* Methode dar. Während der letzten fünf Jahre konnten wertvolle Bereicherungen des Ursprungskonzepts hin zu einem effektiven Lehrgerüst für die international ausgerichtete Baumanagementausbildung implementiert werden. Die Methode wurde mittels einer Befragung unter allen bisherigen elop\* Studierenden evaluiert. Die Ergebnisse zeigen die sehr positive Ausstrahlung von elop\* auf die Arbeitsweise unserer Architekten und Ingenieure von morgen.

Abb. 4: Erfahrung der Studierenden im Umgang mit virtuellen Kommunikationsanwendung vor und nach der Teilnahme an elop\*

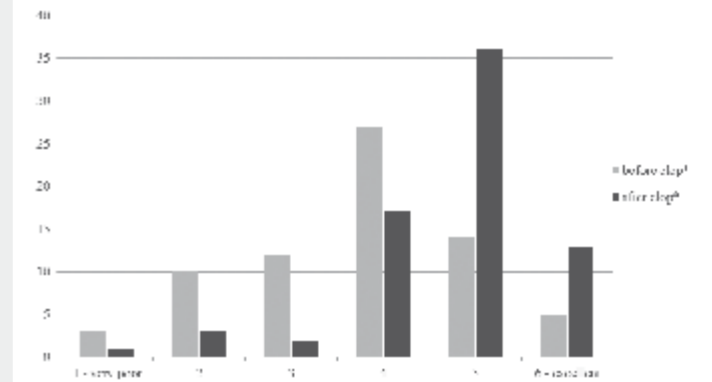
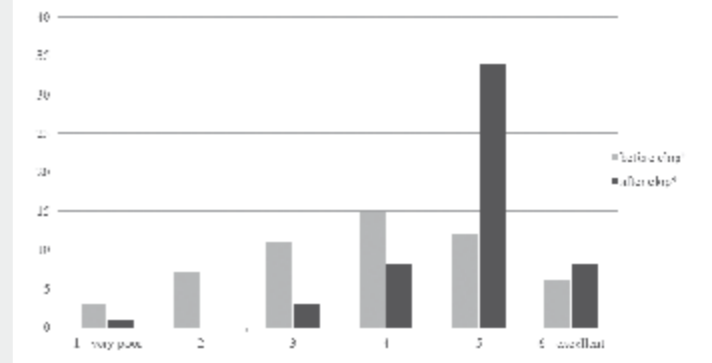


Abb. 5: Erfahrung der Studierenden im Umgang mit virtuellen Dateiverwaltungsanwendungen vor und nach der Teilnahme an elop\*



### Danksagung

Die elop\*-Projekte werden in jedem Jahr von Firmen, Universitäten und anderen Institutionen großzügig materiell und ideell unterstützt. Hierfür bedanken wir uns bei allen Unterstützern des Programms und allen beteiligten Alliance-Partnern, Bauhaus-Universität Weimar, DE, Berner Fachhochschule BFH, CH, Fachhochschule Köln, DE, Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale (HEPIA) Genève, CH, Politecnico di Milano, IT, Polytech' Marseille, FR, Stanford University, Palo Alto, US, Tecnológico de Monterrey ITESM, Querétaro, MX.

### Literatur

Berner, F., & Hahr, H. (2006). „Hochschullehrer – Memorandum: Baubetrieb und Bauwirtschaft – Universitäre Lehre und Forschung“, Bauingenieur, Eds Zilch, K. et al., 110–116.

Cronin, K. (2008). „Transdisciplinary Research (TDR) and Sustainability. Overview report prepared for the Ministry of Research“, Science and Technology (MoRST), September 2008.

Fruchter, R. (1999). „Architecture/Engineering/Construction teamwork: A collaborative design and learning space“, Journal of Computing in Civil Engineering, pp. 261–270.

Halpin, D.W., Paulson, B.C., Schub, A., & Willenbrock, J.H. (1987). „Construction Education and Research in Central Europe“, Journal of Construction Engineering and Management, 468–479.

Holliger, C., & Breit, M. (2001). „Interkontinental Lernen: Lernen im Bauwesen über POLE (Project Oriented Learning Environment)“, pp. 15–18. Available from: <http://dx.doi.org/10.5169/seals-80210>.

Holliger C., Flores R. I., Monterrubio C., & Stroschein S. (2012). „Project Oriented Learning Environment, Bridging Academia and Industry“, Proceedings of DESIGN 2012 Conference, Dubrovnik, p.p. 2053–2058.

Kündig, D., Häubi, F., & Breit, M. (2004). „Project oriented learning environment (POLE-Europe)“, X. International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Ed Beucke, K., Weimar, Germany.

O'Brien, W., Soibelman, L., & Elvin, G. (2003). „Collaborative Design Processes: An Active- and Reflective- Learning Course in Multidisciplinary Collaboration“, Journal of Construction Education, 78–93.

POLE (2013). Available from: <http://www.pole-project.ch>. (Jan. 17, 2013).

## Erhöhung der Lehrqualität durch Integration von Forschung und Praxis in ingenieurwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen

Andreas Besse, M.Sc.  
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)  
Institut für Nachhaltige Entwicklung  
Schwerpunkt Integrale Logistik

### 1. Einleitung

Technisch-ingenieurwissenschaftliche Lehrveranstaltungen sind oftmals geprägt von klassischen Vorlesungskonzepten. Dabei wird größtenteils auf das Instrument des Frontalunterrichts zurückgegriffen. Hohe Studierendenzahlen, komplexe Lehrinhalte und erweiterte Lehrpläne sind vor allem nach der Umstellung auf Bachelor- und Masterprogramme im Sinne des Bologna-Prozesses als Gründe dafür aufzuführen. Auch in Logistiklehrveranstaltungen im Speziellen ist dieser Trend zu verzeichnen. In frontal geführten Vorlesungen und ergänzenden Übungen wird versucht, den diffizilen Rahmenbedingungen im Kontinuum von komplexen Lehrinhalten auf der einen Seite und steigenden Studierendenzahlen auf der anderen Seite gerecht zu werden. Dabei bleiben inhaltliche und konzeptionelle Anforderungen an die Qualität der Lehre und den notwendigen Praxisbezug oftmals unberücksichtigt.

Moderne didaktische Konzepte, alternative Lehr- und Lernformen sowie die Integration von Blended-Learning-Konzepten stellen wesentliche Bestandteile qualitativ hochwertiger und adressatengerechter Lehre dar. Die Logistik als interdisziplinäre Querschnittsfunktion zwischen betriebswirtschaftlicher Prozessgestaltung und technischer Umsetzung erfordert zudem eine stark praxisbezogene, aktuelle und projektorientierte Lehre, um die Studierenden insbesondere an Fachhochschulen für den späteren Einsatz in Unternehmen zu befähigen. Dies steht allerdings im Widerspruch zu den oftmals eingesetzten Lehrmethoden an Universitäten und Fachhochschulen.<sup>1</sup> Nach dem Prinzip des „Nürnberger Trichters“ nehmen die Studierenden Lehrinhalte mehr oder weniger passiv auf und erzielen Lernerfolge durch Wiederholungen.<sup>2</sup> Anforderungen der Logistik an Methodenkompetenzen sowie die konkrete Anwendung des Gelernten bleiben unberücksichtigt.

<sup>1</sup> Vgl. Haid (2012), o. S.

<sup>2</sup> Vgl. Webler (2011), S. 101

## 2. Integration von Forschung und Praxis in die Lehre

### 2.1 Heterogene Rahmenbedingungen

Vor dem Hintergrund steigender Studierendenzahlen und straff ausgestalteter Lehrpläne, insbesondere in Bachelorstudiengängen, gilt es nun, aktivierende, praxisorientierte Projekte und Beispiele in die Lehrveranstaltung zu integrieren – mit dem Ziel, die Lehrqualität zu erhöhen und die Studierenden in technisch-naturwissenschaftlichen Modulen fachlich, aber auch methodisch zu qualifizieren. Die Auswahl geeigneter Verfahren orientiert sich dabei stets an den inhärenten Rahmenbedingungen. Sowohl die Eingangsqualifikation der Studierenden, die maßgeblich durch den Studiengang und das Fachsemester determiniert ist, als auch die Gruppengröße und nicht zuletzt die Art des zu konzipierenden Moduls sind in diesem Zusammenhang zu nennen. Wahlpflichtmodule mit einer überschaubaren Teilnehmeranzahl erfordern im Vergleich zu Grundlagenveranstaltungen in frühen Semestern einen differenzierten didaktischen Methodeneinsatz.

### 2.2 Konzeptionelle Gestaltung

Zunächst sollte das Grundkonzept der Veranstaltung skizziert und wesentliche Parameter, wie zur Verfügung stehende Semesterwochenstunden, Gruppengrößen und inhaltliche Lernziele definiert werden. Insbesondere in logistischen Lehrveranstaltungen höherer Semester bietet sich eine Vorgehensweise nach dem integrativen projektbasierten Lernmodell an. Bei dieser Methodik wird eine Problemstellung, beispielsweise ein Praxisprojekt, bearbeitet, ohne dass die Beteiligten schon über sämtliche Grundkenntnisse verfügen. Diese werden im Verlauf des Projektes in integralen Informationsblöcken parallel zur Projektbearbeitung vermittelt.<sup>3</sup> Der Vorteil dieses Verfahrens liegt im Gegensatz zum linearen Modell in der Förderung der problembasierten Wissensaneignung. Die Studierenden erhalten zwar relevante Grundinformationen zur Bearbeitung eines Projektes oder einer Fallstudie, werden aber gefordert und gefördert, notwendiges, für die Lösung des Projektes erforderliches Wissen selbstständig zu akquirieren. Diese Methode eignet sich insbesondere für den Einsatz in höheren Semestern, da sie einen gewissen Grad an Selbstmanagement der Studierenden voraussetzt und die Analogie zur Praxis in einem Unternehmen viel stärker fokussiert.

Die Gefahr einer Überforderung der Studierenden, sowohl was die Komplexität der Aufgabenstellung, als auch die zeitliche Herausforderung betrifft, darf dabei nicht außer Acht gelassen werden. Die Wahl eines geeigneten Projektes mit einem Industriepartner oder einer Forschungsinstitution sollte daher durch den Lehrenden hinsichtlich der Durchführbarkeit und des Projektumfangs sowie nicht zuletzt unter Berücksichtigung zum Teil heterogener Interessenslagen kritisch hinterfragt werden.

Die Art der Vorlesungsgestaltung verknüpft die Vermittlung von Grundlagenwissen oder projektrelevanten Informationen in den integralen Informationsblöcken mit dem Prinzip

des Lerncoachings.<sup>4</sup> Die oder der Lehrende sollte vorher den Grad der Autonomie durch die Studierenden anhand definierter Meilensteine bestimmen. Zwar erhöht beispielsweise die Durchführung von Diskussionsrunden durch die Studierenden den Projektcharakter, es besteht allerdings die Gefahr, dass sich die Teilnehmenden in endlosen Diskussionen verlieren. Bearbeitungsphasen, Diskussionsphasen und Moderationsphasen sollten daher klar definiert sein.

In einem letzten Schritt sollten zulässige Prüfungsformen in Abstimmung mit der gültigen Prüfungsordnung lehrveranstaltungsgerecht eingesetzt werden. Die Prüfung des Erlernten in Form einer Klausur ist insbesondere in stark projektorientierten Lehrveranstaltungen wenig empfehlenswert. Hier bieten sich Möglichkeiten von Lerntagebüchern, Projektberichten, Lastenheften sowie Präsentationen im Rahmen von Portfolio- und Teilprüfungsleistungen an.

Einen besonderen Stellenwert nimmt die Evaluation der Veranstaltung sowohl durch die Studierenden, als auch durch den beteiligten Projektpartner ein. Neben der Vermittlung von Fachwissen stehen insbesondere auch die Anwendung von Methoden unter realen Rahmenbedingungen sowie der Erwerb von Projektmanagementenerfahrung, Selbst- und Sozialkompetenz im Vordergrund. Die Heterogenität der Anforderungen führt oftmals dazu, dass standardisiert eingesetzte Evaluationsbefragungen nicht zielführend sind und jene Kriterien nur unzureichend berücksichtigen. Kriterien, wie der tatsächliche Workload oder die organisatorische Betreuung durch den Lehrenden, sollten in die Evaluation einbezogen werden.

## 3. Projektorientiertes Lernen

### 3.1 Kooperation mit Unternehmen

Um besonders den Praxisbezug und die Vermittlung von Methodenkompetenz in der Logistik zu fördern, bietet sich die Integration eines Best-Practice-Beispiels in die Lehrveranstaltung an. Die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) kooperierte zu diesem Zweck mit einem lokal ansässigen Unternehmen der Kies- und Bauindustrie. 17 Studierende des ingenieurwissenschaftlichen Bachelorstudiengangs Verkehrssysteme nahmen im sechsten und damit letzten Fachsemester an der Veranstaltung „Logistik für Verkehrssysteme“ teil. Im Rahmen dieses Moduls werden grundlegende Inhalte der Logistik gelehrt. Es handelt sich hierbei um ein Pflichtmodul mit einem Workload von sechs Semesterwochenstunden. Die Herausforderung bestand in der Vermittlung von Logistikinhalten, angefangen von der Beschaffung bis hin zur Distributionslogistik auf der einen Seite, und der praxisorientierten Anwendung auf der anderen Seite. Während im Rahmen der Wissensvermittlung die Lehrinhalte durch Vorlesungen vermittelt werden, erfolgt die Vertiefung des Erlernten in praxisnahen Übungen, oftmals angereichert um Beispiele aus der betrieblichen Umwelt. Die dritte Säule bildet die Anwendung des Erlernten und die Vermittlung von Methoden- und Selbstkompetenzen im Rahmen des projektorientierten Studiums.

<sup>3</sup> Vgl. Markowitsch, Messerer, Prokopp (2004), S. 76

<sup>4</sup> Vgl. Faulstich et al. (2002), S. 226 ff.



Abb. 1: Aufbau der Veranstaltung „Logistik für Verkehrssysteme“



Der Autor entschied sich für einen integrativen Ansatz aus klassischer Lehrveranstaltung, Übung sowie zwei Praxisprojekten, die im Folgenden näher erläutert werden.

Das Praxisbeispiel startete mit einer Exkursion in das beteiligte Unternehmen, um die branchenspezifischen Logistikprozesse kennenzulernen. Die Exkursion bildete gleichzeitig die Kick-Off-Veranstaltung für das Praxisprojekt. In den folgenden 14 Wochen sollten die Studierenden die Ist-Situation von Kies- und Aushubtransporten im Kanton Zürich abbilden und nach ökonomischen und ökologischen Kriterien kritisch analysieren. Nachdem Stärken und Schwächen identifiziert wurden, galt es zwei konkrete Szenarien zu definieren, Soll-Prozesse im Logistiklabor abzubilden und deren implizite Auswirkungen auf Prozesse und Zielparame-ter zu bewerten. Als Besonderheit lässt sich der Einsatz des Logistiklabors der Hochschule konstatieren,

welches die Visualisierung von Logistikprozessen in der Modelllandschaft ermöglichte und Lösungsideen und deren Auswirkungen transparent machte.

Ziel war es, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Transporte durch Verlagerung von Transportvolumina auf die Schiene maßgeblich zu reduzieren, ohne die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens zu gefährden.

Die didaktische Ausrichtung des Lernens orientierte sich am Vier-Phasen Modell von Kolb. Zunächst analysierten die Teilnehmenden die Ist-Situation des Unternehmens einschließlich der relevanten Einflussparameter vor dem Hintergrund bereits absolvierter Projektarbeiten, Lerninhalte und Erfahrungen. Es folgte die konzeptionelle Gestaltung zweier Lösungsszenarien, bevor die Soll-Prozesse implementiert und die impliziten Wirkungszusammenhänge evaluiert und bewertet wurden.

Aus Sicht der Lehrenden bestand die Herausforderung, den optimalen Grad der Arbeitsautonomie der Teilnehmenden zu definieren und damit das Maß der Vorgaben und der Meilensteine unter Berücksichtigung von Gruppengrößen und Workloads bestmöglich zu gestalten. Die Lehrenden entschieden sich, die Gesamtgruppe in vier Projektgruppen zu unterteilen, wobei die Gruppenzugehörigkeit von den Studierenden festgelegt wurde. Die Studierenden bestimmten einen zentralen Projektleiter, der die Kommunikation mit dem Unternehmen übernahm. Damit wurde ein kanalisierter Informationsfluss sichergestellt. Der Lehrende definierte darüber hinaus vier Projektmeilensteine einschliesslich der impliziten Deliverables, um die Projektstruktur von Beginn an transparent zu gestalten. Die

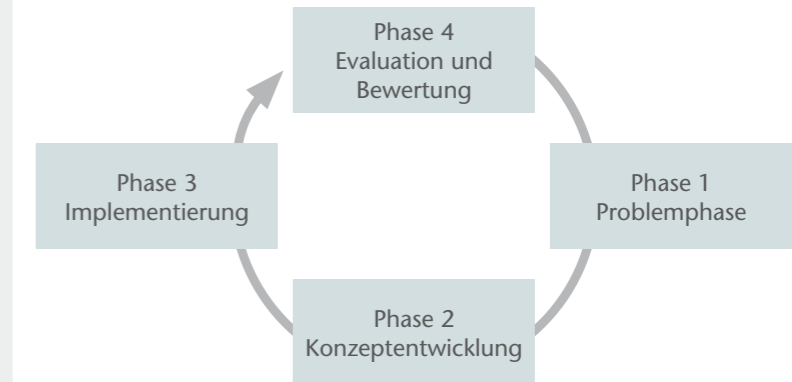
Schwierigkeit für die Studierenden bestand nun darin, erlerntes Fach- und Methodenwissen in einem neuen Kontext zielführend einzusetzen. Dem Lehrenden kam dabei die Aufgabe des Lerncoaches zu, der die Studierenden in Einzel- und Gruppendiskussionen zur Lösung anleitete, gleichzeitig aber auch den Projektstatus permanent überwachte und dafür Sorge trug, dass sich die Studierenden nicht in Diskussionen verloren. Darüber hinaus erforderte das interdisziplinäre Projekt den Einsatz bereits in früheren Semestern erlernter Methoden und Verfahren, beispielsweise im Rahmen von Modellierungen und Simulationen. Zum Teil wurden relevante Logistikinhalte auch erst im Laufe der Veranstaltung gelehrt, sodass die Studierenden somit selbständig Recherche betreiben und Arbeitspakete bilden mussten. Die Veranstaltung endete mit einer Präsentation der Ergebnisse vor dem Unternehmen, welche gleichzeitig auch integraler Prüfungsbestandteil war. Die Aufbereitung der Ergebnisse in Form eines Projektberichtes war ebenfalls geforderter Prüfungsbestandteil im Rahmen der Portfolioprüfung.

### 3.2 Kooperation mit Bildungsinstitutionen

Zwar bietet die Integration eines realen Beispiels aus einem Unternehmen viele Vorteile, insbesondere was die Aktualität der Problemstellungen betrifft, der organisatorische Aufwand für die Lehrenden ist allerdings enorm. Eine Alternative stellt die Zusammenarbeit verschiedener Hochschulen im Rahmen einer hochschulübergreifenden Case-Study dar.

Gemeinsam mit der Hochschule Koblenz sowie der Fachhochschule Südwestfalen wurde ein fiktives Projekt lanciert. Dabei übernahm die Hochschule Koblenz die Funktion eines produzierenden Unternehmens, welches Fahrzeuge aus Fischertechnik herstellt. Die Fertigung dieser Fahrzeuge sowie die inhärenten Produktions- und Logistikprozesse wurden modellhaft im Logistiklabor abgebildet. Die Studierenden in Koblenz erarbeiteten eine Ausschreibung für die Komponentenfertigung, auf die sich die Fachhochschule Südwestfalen sowie die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften als Lieferanten bewarben. Es entstand ein multilaterales Produktions- und Logistiknetzwerk, welches hochschul- und länderübergreifend die Besonderheiten der Lehrinhalte Beschaffungsstrategien, Customer Relationship Management und Verhandlungsführung thematisierte. Gleichzeitig standen zwei Hochschulen in einem imaginären Anbieterwettbewerb um die Vergabe des Kunden. Die Studierenden erarbeiten auf Grundlage der Ausschreibung ein Angebot für den Kunden und entwickelten ein Produktions- und Lieferkonzept für die Waren. In einer abschließenden Videokonferenz wurde das abgegebene Gebot zwischen den Studierenden

Abb. 2: Phasen problembasierten Lernens<sup>5</sup>



<sup>5</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Kolb (1984)

verhandelt. Die Veranstaltung endete mit einer Lesson Learned sowie der Evaluation der Verhandlungsführung auf der einen Seite, aber auch der inhaltlichen und konzeptionellen Vermittlung der Lehrinhalte auf der anderen Seite.

#### 4. Evaluation und Erfahrungen

Insbesondere die Integration eines Projektes aus einem Unternehmen und damit die Verknüpfung von Wissenschaft und Praxis ist mit erheblichem organisatorischen Aufwand für die Lehrenden sowie hohen Anforderungen an die Studierenden verbunden und eignet sich daher nur für höhere Semester. Der Grad der Wissensvermittlung und projektorientierten Anwendung und der inhaltlichen sowie zeitlichen Überforderung der Studierenden ist schmal, insbesondere wenn diese sich im letzten Fachsemester befinden und parallel eine Bachelorarbeit anfertigen.

Der Einsatz von Moodle als Diskussionsplattform, zur Abgabe geforderter Deliverables sowie zur Informationssteuerung erwies sich als vorteilhaft, wenngleich diese Aktivitäten durch den Lehrenden gesteuert werden mussten. Die didaktischen Anforderungen an die oder den Lehrenden sind überdies hoch, da klassische Vorlesungen, Übungen und Lerncoaching sich abwechselten. Mithin mussten Blended-Learning-Aktivitäten koordiniert und Exkursionen organisiert werden.

Die Evaluation der Lehrveranstaltung wurde hinsichtlich der besonderen Rahmenbedingungen angepasst. Die projektorientierte Arbeit wurde von den Studierenden geschätzt, insbesondere was den Erwerb von Projektmanagementenerfahrung betraf. Gruppendynamische Prozesse und der enge Semesterzeitplan stellten neben der eigenverantwortlichen Beschaffung von Informationen Herausforderungen für die Studierenden dar. Subsumierend empfiehlt sich der Einsatz eines komplexen Projektes dieser Größenordnung eher im Rahmen eines Wahlpflichtmoduls.

Eine Alternative stellt die hochschulübergreifende Zusammenarbeit in (fiktiven) Projekten dar. Neben aktueller und praxisbezogener Lehre verteilt sich die organisatorische Leistung auf verschiedene Hochschulen. Die Evaluation ist vor allem vor dem Hintergrund interkultureller und gruppendynamischer Prozesse durchzuführen, wobei es den Teilnehmenden zunächst schwer fiel, ihre „Rolle“ abzulegen und mit ihren Kommilitonen auf einer anderen Beziehungsebene zu kommunizieren.

Künftig ist geplant, eine hybride projektorientierte Vorlesungsform zu entwickeln, welche ein Projekt aus einem Unternehmen mit der Zusammenarbeit verschiedener Hochschulen verbindet. Das Projekt wird in verschiedene Teilprojekte gegliedert, welche durch die Studierenden der einzelnen Hochschulen bearbeitet werden. Die Kommunikation zwischen den Projektteams sowie die organisatorische Korrespondenz mit dem beteiligten Unternehmen erfordert überdies eine besondere Planung, welche sich allerdings dann wiederum auf die Hochschulen verteilt und somit den Organisationsaufwand reduziert.

#### 5. Literatur

Faulstich, Peter et al. (2002): Praxishandbuch selbstbestimmtes Lernen. Konzepte, Perspektiven und Instrumente für die berufliche Aus- und Weiterbildung. Juventa Verlag, Weinheim, München.

Haid, Markus (2012): Eine mögliche Lösung des Bologna-Problems: Methodenbasierte Wissensvermittlung anstatt Frontalvorlesung. Zeitschrift DNH – Die neue Hochschule, Heft 4, Jahrgang 2012, Bonn.

Kolb, David A. (1984): Experiential Learning: Experience as a Source of Learning and Development. Prentice Hall, New Jersey.

Markowitsch, Jörg / Messerer, Karin / Prokopp, Monika (2004): Handbuch praxisorientierter Hochschulbildung. Facultas AG, Wien.

Webler, Wolff-Dietrich (2011): Studierende als Leitbild der Studienreform? Erinnerungen an die Grundidee von Studium, an Abweichungen und ihre Folgen – ein Plädoyer, in: Eger, Marion / Bahareh, Gondani / Kröger, Robin (Hg): Verantwortungsvolle Hochschuldidaktik. Lit Verlag, Berlin.

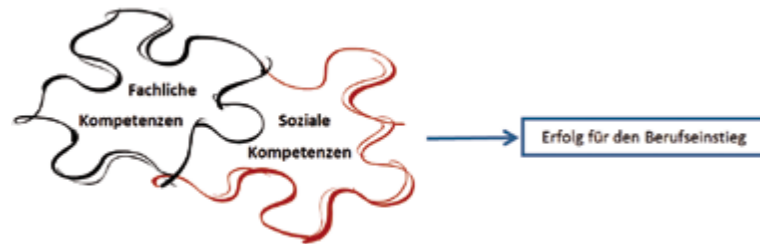
## Produktentwicklung in der Chemie – Studium als Vorbereitung für die Arbeitswelt?!

Technische Hochschule Nürnberg, Georg Simon Ohm  
Fakultät Angewandte Chemie  
Dr. Maria Alfaro Blasco (Lehrassistentin)  
Prof. Dr. Karl-Heinz Jacob (Studiendekan)

### Studium und Arbeitswelt – was haben sie gemeinsam?

Im Masterstudiengang der Angewandten Chemie wird die Kombination von Forschung und Lehre betont. Traditionell besteht das Chemiestudium aus einem theoretischen Teil mit seminaristischen Vorlesungen und aus praktischer Laborarbeit, oft verbunden mit wichtigen Forschungsprojekten. Sowohl die Theorie als auch die praktische Laborarbeit sind Grundbausteine des Erfolgs im Studium. Parallel zu den fachlichen Kenntnissen, der Theorie und der praktischen Arbeit soll die Entwicklung der sozialen Kompetenzen nicht vergessen werden. Die genannten Qualifikationen bilden ein kompliziertes Puzzle, das nur mit viel Erfahrung und Mühe zusammengesetzt werden kann. Das Puzzle wird fertig, wenn die Fachkenntnisse und die Soft Skills zusammenpassen und die Kombination ausgewogen ist (Abb. 1).

Abb. 1: Erfolg für den Berufseinstieg – Kombination von fachlichen und sozialen Kompetenzen



Die Studierenden wollen sich schon während ihres Studiums auf den zukünftigen Einstieg in die Wirtschaft vorbereiten. Das ist eine große Herausforderung, weil man in einer Stellenausschreibung oft eine längere Checkliste zu erfüllen hat. Fähigkeiten wie Teamarbeit, Belastbarkeit und Selbständigkeit werden oft in der gewünschten Stellenausschreibung aufgelistet (Abb. 2). Nur was heißt das überhaupt? Wie beweist man, dass man teamfähig ist? Wie beweist man Organisationstalent und Arbeitseffektivität?

Die Fakultät für Angewandte Chemie hat sich als Ziel gesetzt, neben den fachlichen Kenntnissen der Studierenden ihre sozialen Kompetenzen zu fördern und zu stärken. Im Rahmen des Konzepts „Produktentwicklung in der Chemie“ sollen die Studierenden sich sowohl fachlich als auch persönlich weiterentwickeln. Die Werkzeuge dazu werden während der

ersten beiden Mastersemester vermittelt und angewendet. Die Kombination der fachlichen und sozialen Kompetenzen ist der Kernschlüssel für den Erfolg dieses Konzepts und bereitet die Studierenden auf einen erfolgreichen Einstieg in der Industrie vor. Das erste Projektbeispiel, das bereits an der Fakultät gestartet wurde, steht unter dem Thema „Chemie und Kosmetik“.

In der durchgeführten Evaluation des ersten Semesterkurses hat eine Studentin zu diesem Thema gemerkt: „Das ist eine gute Vorbereitung für den Beruf“. Die Studierenden spüren, dass die fachlichen Kompetenzen alleine für einen erfolgreichen Bewerbungsprozess nicht ausreichen und wollen sich schon im Studium erfolgreich vorbereiten (Abb. 3). Dieses Konzept „Chemie und Kosmetik“ hat das oben genannte Ziel.

### Projekt „Produktentwicklung in der Chemie“ – Drei wichtige Ziele

Mit dem Best-Practice-Beispiel „Chemie und Kosmetik“ lernen die Studierenden verschiedene Facetten kennen, die für die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten von großer Bedeutung sind. Im Rahmen des Projekts sollen drei grundlegende Ziele erreicht werden: selbständiges Arbeiten, Teamarbeit und der Wissenstransfer zwischen den Bachelor- und die Masterstudierenden. Eine Herausforderung dieses Projekts besteht darin, die Motivation der Studierenden, **selbständig zu arbeiten**, zu wecken, aber gleichzeitig das **Arbeiten im Team** zu fördern. Die Teamarbeit und der Wissenstransfer sind logischerweise mit einem hohen Anspruch an Kommunikation verknüpft. Konkrete Beispiele und Aufgaben für die Erfüllung dieser drei Ziele sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Studierenden müssen sich in verschiedenen Situationen absprechen und selber abklären, wie sie ihre Aufgaben weiter durchführen. Die Gruppenmitglieder müssen zum Beispiel einen Bericht mit einem gemeinsamen Teil erstellen. Zudem soll die Gruppe eine gemeinsame Abschlusspräsentation erstellen, die dann benotet wird. Darüber hinaus ist wichtig, dass die Gruppe bespricht, wie und wann sie die Versuche durchführen, da es häufig vorkommt, dass sie die Ergebnisse ihrer Kolleginnen und Kollegen brauchen. Diese und noch weitere Aufgaben (Abb. 4) bedeuten für die Gruppe regelmäßige und klare Kommunikation im Laufe des Semesters.

Abb. 2: Beispiel einer gewünschten Checkliste für eine Bewerbung



Abb. 3: Projekt „Produktentwicklung in der Chemie“ – Vorbereitung für die Berufswelt

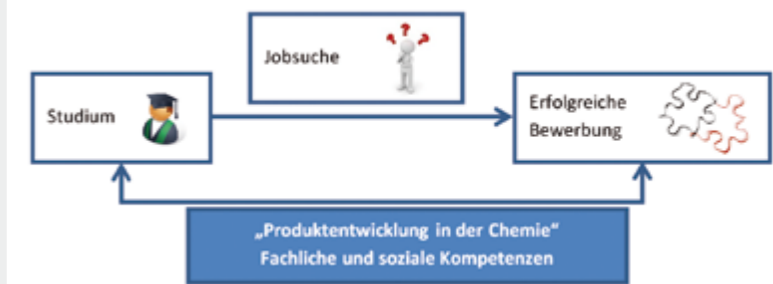
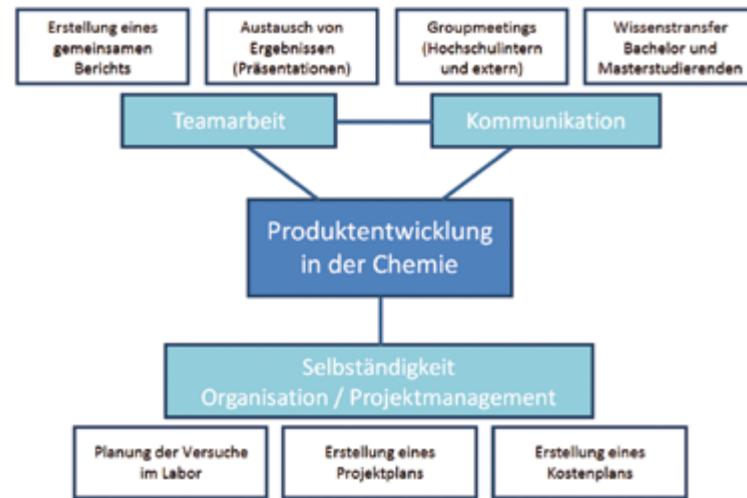


Abb. 4: Aufgaben der Studierenden im Laufe des Semesters



### Mehr selbständiges Arbeiten

Selbständig Arbeiten heißt nicht „ohne Hilfe“ oder „alleine“ zu arbeiten, sondern die Fähigkeit zu entwickeln, eigene Ideen einzubringen, Eigeninitiative und Verantwortlichkeit zu zeigen, sich selber Gedanken zu machen und nicht aufzugeben, wenn Schwierigkeiten auftreten.

In der Fachrichtung Chemie steht man fast täglich vor der Situation, dass die Theorie und die praktische Arbeit nicht immer 100 % übereinstimmen. Die Reaktionen laufen nicht, wie man erwartet hat und wie es auf dem Papier mit 100 % Ausbeute „funktioniert“ hat. Das beeinflusst natürlich die Motivation und das Engagement der Studierenden nicht besonders positiv. Nun wie reagiert man darauf? In der Forschung ist das Erkennen von Problemen im Arbeitsprozess alltäglich und die

Suche nach einer Lösung oder einer Lösungsstrategie ist oft eine schwierige Herausforderung. Das rechtzeitige Erkennen der Probleme und die schnelle Entwicklung einer Lösungsstrategie sind entscheidend für den Erfolg eines Projekts. Darüber hinaus spielt die Teilnahme an Forschungsprojekten vom ersten Mastersemester eine wichtige Rolle für das zunehmende selbständige Arbeiten. Das Modul „Masterprojekt“ bietet den Studierenden die Möglichkeit, diese benötigten Fähigkeiten stärker auszubilden und hilft den Studierenden gleichzeitig ihre strukturierte Organisations- und Arbeitsweise zu verbessern und auszubauen.

### Bedeutung der Kommunikation: Teamarbeit und Wissenstransfer

Eines der größten Probleme, das oft die Effektivität eines Projekts bremst, ist der Mangel an Kommunikation. Der heutzutage vorherrschende Individualismus und Wettbewerb, die unsere Gesellschaft prägen, verhindern oft, dass Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Kolleginnen und Kollegen ausreichend miteinander kommunizieren.

Erfahrungsberichte zeigen jedoch, dass Menschen schneller zu Ergebnissen kommen und damit einen Erfolg verbuchen können, wenn sie miteinander kooperieren und intensiv zusammenarbeiten. Was ist noch besser, als wenn man bei Problemen oder Schwierigkeiten die Kommilitonen fragen kann? Oder wenn die Studierenden im Team arbeiten und Aufgaben verteilen können? Wenn sie sich austauschen und die anderen Meinungen oder Ideen ihrer Kollegen betrachten? Unter diesen Gesichtspunkten fördert das Projekt an der

Fakultät die **Teamarbeit** und den **Austausch** der erworbenen Kenntnisse, da die Erfahrung und insbesondere die Kommunikation sehr wichtige Wissensquellen sind. Außerdem stehen den Studenten eine Lehrassistentin und die fachlichen Betreuer zur Seite, sodass die Studierenden jeder Zeit einen fachlichen Ansprechpartner haben. Nach der Einführung des Konzepts im Sommersemester 2013 wurden schon positive Rückmeldungen der Studierenden verzeichnet. Zwei Studentinnen sagten zum Beispiel in der Evaluation: „Die Teamarbeit hat sehr gut funktioniert“ und „Ich bekomme viel mehr Feedback als sonst und lerne viel dazu“.

### Projektbeispiel an der Fakultät für Angewandte Chemie – „Chemie und Kosmetik“

Mit dem Projektbeispiel „Chemie und Kosmetik“ wurde das innovative Konzept im Sommersemester 2013 mit Erfolg an der Fakultät gestartet. Das Gesamtziel dieses Projektbeispiels ist die Entwicklung eines kosmetischen Produkts unter Berücksichtigung verschiedener Stabilitätskriterien, aber auch wirtschaftlicher Aspekte. Drei verschiedene Arbeitsgruppen von Studierenden wurden mit unterschiedlichen Aufgaben betraut, die für die Entwicklung eines Kosmetikums für Bedeutung sind (Abb. 5). Verschiedene Parameter werden untersucht, damit das Endprodukt verschiedene Stabilitätskriterien und Eigenschaften erfüllt. Die Mitglieder der Gruppe „physikalische Stabilität“ beschäftigten sich mit der Untersuchung des Einflusses von Transport, Temperatur und Lagerung auf die Stabilität einer Creme. Außerdem wurden auch die Polarität der verwendeten kosmetischen Öle und deren Einfluss auf die Endformulierung untersucht. Die zweite Gruppe „chemische Stabilität“ untersuchte die Stabilität einer Creme nach Zugabe eines bestimmten Wirkstoffs. Des Weiteren werden Farbe und Geruch der Endformulierung intensiv beobachtet und charakterisiert. Die dritte Gruppe „Molekularbiologie“ war für die Identifizierung von (transgener) DNA in den Rohstoffen zuständig, die für die Herstellung der Creme verwendet wurden. Diese ganze Reihe von Faktoren und Eigenschaften soll letztendlich die Nachhaltigkeit und die Stabilität des Produkts positiv beeinflussen.

Abb. 5: Arbeitsgruppen in dem fortlaufenden Projekt „Chemie und Kosmetik“



Weitere Projektbeispiele werden in der Fakultät eingeplant, sodass verschiedene Forschungsschwerpunkte in der Fakultät eingesetzt werden. Für das kommende Wintersemester 2013/14 wird das Projekt „Design Chemischer Prozesse“ gestartet.

Das Konzept wird in der Fakultät im Rahmen des Moduls „Masterprojekt“ durchgeführt. Mit dem neuen Konzept haben die Studierenden die Möglichkeit, ihre Masterprojekte in Form eines Gruppenprojekts durchzuführen. Das Modul ist mit einem großen Anteil von

Eigeninitiative verknüpft und die Studierenden müssen verschiedene Aufgaben im Laufe eines Semesters leisten. Das Modul besteht aus zwei Teilen: die Projektarbeit und das Masterseminar.

- a) Im Rahmen der **Projektarbeit** finden die Laborversuche und die Gruppenbesprechungen statt. Hierbei sollen die Studierenden ihre Versuche selber planen und zu Ende führen. Die Arbeitszeiten im Labor sollen unter Berücksichtigung des Stundenplans selbstständig organisiert werden. Sie sollen dazu einen Projektplan und Zeitplan erstellen, mit einer klaren Struktur ihrer eigenen Projektthemen. Weiterhin müssen sie sich um die notwendigen Materialien rechtzeitig kümmern und ein Gefühl für die Kosten, die damit verbunden sind, bekommen (Ressourcenplanung): Welche Materialien brauche ich? Welche Chemikalien sind noch nicht da? Wie hoch sind die Kosten für Labormaterialien und Chemikalien?

Darüber hinaus werden Besprechungen durch die Lehrassistentin organisiert. Ein Teil dieser Besprechungen finden nur mit dem fachlichen Betreuer und der Lehrassistentin statt, andere Besprechungen mit dem kooperierenden Industriepartner (z. B. Evonik Industries AG). Hierbei werden die Ergebnisse präsentiert und diskutiert, um eine weitere Vorgehensweise zu konkretisieren. Das ist natürlich mit viel Arbeit verbunden, aber die Studierenden bewerten es als positiv: „Sich für ein Gruppenprojekt zu entscheiden ist viel Aufwand, aber man lernt extrem viel“.

Die Erstellung von Standardarbeitsanweisungen wird ebenso gefördert und soll zukünftig die Dokumentation und Weitergabe von Arbeitsmethoden ermöglichen, sodass nachfolgende Studentinnen und Studenten die Projektthemen weiter ausarbeiten können.

- b) Andererseits werden im **Masterseminar** die Grundlagen des Projektmanagements gezeigt. Die Studierenden lernen Methoden zur Erstellung eines Projektplans, Zeitplans oder Kostenplans mit praktischen Übungsbeispielen. Außerdem werden unter anderem Tipps zur Teamarbeit oder Erstellung von Berichten mit aktueller Software gegeben. Die Studierenden präsentieren ihre Ziele, Arbeitsweisen und Ergebnisse.

Im zweiten Teil des Masterseminars wird den Studierenden ermöglicht, verschiedene chemische Firmen kennen zu lernen. Vertreter einiger Partner aus der Chemieindustrie werden eingeladen und stellen ihre Forschungsbereiche und tägliche Arbeit vor.

Es ist ein umfangreiches Konzept, in dem viele Faktoren zusammenkommen, wobei natürlich die Kommunikation und Zusammenarbeit ein ganz wichtiger Punkt ist, um den Erfolg zu garantieren. Vier unterschiedliche Parteien sind an dem Projekt beteiligt: Studierende, Professoren, eine Lehrassistentin und Industriepartner. Die Kommunikation und der Austausch der Ideen und Ergebnisse der verschiedenen Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind entscheidende Voraussetzungen. Die Professoren sind für die fachliche Unterstützung an der TH Nürnberg zuständig. Außerdem beraten sie zu konkreten Fragen des Projektmanagements. Die Industriepartner geben den Studierenden einen Einblick in den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung und stellen Know-How und/oder Rohstoffe zur Verfügung. Der regelmäßige Austausch von Ergebnissen im Laufe des Semesters bringt die Studierenden zu aktuellen und forschungsrelevanten Aspekten in der Produktentwicklung.

Die Lehrassistentin hat die Aufgabe der Koordination des Gesamtprojekts und ist Vermittlerin zwischen den Gruppen (Abb. 6).

Mit diesem anspruchsvollen Networking-System lernen die Studierenden verschiedene Industriepartner kennen und haben schon im Studium die Möglichkeit, mit diesen zusammenzuarbeiten. Diese Zusammenarbeit ermöglicht den Studierenden das Kennenlernen von Chemiepartnern, die für Ihren Karriereweg von Bedeutung sein können.

Zunächst erfolgt im Workshop des HD-MINT-Symposiums eine Einführung in die ursprüngliche Idee des Konzepts. Der Workshop ist in zwei Teile gegliedert. Im ersten Hauptteil des Workshops werden die Moderatoren ein paar Fragestellungen und Aufgaben aufwerfen, um die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu motivieren, ein kleines Konzept oder Ideen-Brainstorming zu entwickeln. Das Ziel hierbei ist es, die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in das Projekt direkt miteinzubeziehen. Diese Aufgaben werden in verschiedenen Kleingruppen (je nach Teilnehmerzahl) bearbeitet. Danach wird für die Präsentation und Diskussion Zeit eingeplant. Für den zweiten Teil wird das Konzept, das an der Fakultät für Angewandte Chemie schon gestartet wurde, an einem Beispiel gezeigt. Am Ende des Workshops wird es, wenn gewünscht, noch Zeit für Diskussion und Anregungen geben.

#### Mehr Information:

- 1) Zeitschrift „Didaktik Nachrichten, DiNa“ (Ausgabe Mai 2013, Seiten 31-33). Titel des Artikels: „Studium und Arbeitswelt näher bringen“. [http://www.diz-bayern.de/servlet/download/DiNa\\_05-2013\\_web.pdf?att=131980](http://www.diz-bayern.de/servlet/download/DiNa_05-2013_web.pdf?att=131980) [letzter Zugriff: 23.09.2013]
- 2) News „Mehr Qualität in der Lehre, QuL“ (Ausgabe März 2013). Titel des Artikels: Best practice: Lehrprojekt „Produktentwicklung in der Chemie“ [https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/Mehr\\_Qualitaet\\_in\\_der\\_Lehre/Presse/QuL\\_News\\_03\\_2013.pdf](https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/Mehr_Qualitaet_in_der_Lehre/Presse/QuL_News_03_2013.pdf) [letzter Zugriff: 23.09.2013]
- 3) Hochschulrektorenkonferenz – Projekt Nexus „Konzepte und gute Praxis für Studium und Lehre“ (erschienen am 22. Juli 2013). Titel des Artikels: „Produktentwicklung in der Chemie“. <http://www.hrk-nexus.de/material/gute-beispiele-und-konzepte-good-practice/detailansicht/meldung/produktentwicklung-in-der-chemie-2640/> [letzter Zugriff: 23.09.2013]

Abb. 6: Networking im Projekt „Produktentwicklung in der Chemie“



- 4) Allgemeine Information: Homepage Fakultät Angewandte Chemie an der Technischen Hochschule Nürnberg  
<http://www.th-nuernberg.de/seitenbaum/fakultaeten/angewandte-chemie/page.html>  
[letzter Zugriff: 23.09.2013]
- 5) Allgemeine Information: Homepage des Projekts „Mehr Qualität in der Lehre“ an der Technischen Hochschule Nürnberg  
<https://www.th-nuernberg.de/qul/> [letzter Zugriff: 23.09.2013]

### Anmeldebeitrag zur Symposium (Juni 2013):

Die Fakultät Angewandte Chemie stellt die Verbindung von Forschung und Lehre in den Fokus ihres Masterstudiengangs. Im Rahmen des Lehrkonzepts „Produktentwicklung in der Chemie“ ist die Entwicklung von fachlichen und sozialen Kompetenzen ein wichtiges Ziel. Das erste best practice Beispiel startete im Sommersemester 2013 mit dem Projektthema „Chemie und Kosmetik“. Aufgabe der Studierenden ist die Entwicklung ein neues kosmetischen Produkts unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte und unter Anwendung von Projektmanagement-Werkzeugen.

Drei wichtige Ziele sollen im Rahmen des Projekts erreicht werden:

- a) selbständiges Arbeiten
  - b) arbeiten im Team (Kommunikationsfähigkeit und Projektmanagement)
  - c) Wissenstransfer zwischen verschiedenen Studienjahren
- (a) Das **selbständige Arbeiten** ist für die Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten eine bedeutende Schlüssel-Qualifikation der Chemiestudierenden. Verschiedene Arbeitsteams arbeiten die unterschiedlichen fachlichen Forschungsthemen ab, die für die Entwicklung eines neuen Produkts zu beachten sind.
  - (b) Darüber hinaus erwerben die Studierenden im Rahmen des Moduls erste Erfahrungen in **Teamarbeit** sowie die Organisation ihrer Projekte selbst zu gestalten und planen. Aufgaben wie zum Beispiel die Erstellung eines Projektplans werden als Grundlagen für das Projektmanagement eingesetzt.
  - (c) Außerdem werden verschiedene Techniken eingesetzt, um den **Wissenstransfer** zwischen den verschiedenen Studienjahren sowie mit den externen Industriepartnern zu fördern.

Der Workshop wird in zwei Teilen organisiert:

1. Die Teilnehmer des Workshops entwickeln ein Konzept zur Produktentwicklung unter Einbeziehung der drei vorgestellten Ziele (in Gruppenarbeit).
2. Ein konkretes Beispiel des Lehrkonzepts an der Fakultät Angewandte Chemie wird vorgestellt.

## MINT-spezifische Tutorenschulungen in Kooperation mit Fachdozenten an der Uni Bielefeld

Juana Salas Poblete, Kerrin Riewerts; Universität Bielefeld

Die Universität Bielefeld bietet seit dem Wintersemester 2011 / 12 fachübergreifende Angebote für Tutoren an. Diese bestehen aus einer umfassenden, zweisemestrigen Ausbildung oder einer fachübergreifenden, semesterbegleitenden Tutorenschulung im Arbeitsbereich Lehren & Lernen (L&L). Die Tutorenschulung richtet sich an Studierende, die zum ersten Mal eine Veranstaltung als Tutor begleiten. Sie bringt Tutoren aller Fachrichtungen zusammen und wird von erfahrenen Peer-Tutoren geleitet.

Besonders im Rahmen des „Qualitätspakts für Lehre“ rücken Tutorenschulungen in den Fokus der Aufmerksamkeit. Die Fakultäten sind sich immer mehr der Notwendigkeit bewusst, Tutoren auf ihre Rolle vorzubereiten. Dieser Bedarf ist besonders in großen Veranstaltungen gegeben, die zum Teil von sehr vielen studentischen Tutoren unterstützt werden. Nach Weicker (Weicker, 2006) besteht die Hauptaufgabe eines Tutors (im Fach Informatik) darin, Abstraktionsvermögen, objektorientierte Analysierfähigkeit oder / und Problemlösekompetenz zu vermitteln.

Unsere interdisziplinär ausgerichteten Tutorenqualifikationen werden nur selten von Studierenden der naturwissenschaftlich-mathematischen Fächer genutzt. Tutoren aus den Naturwissenschaften, die unsere allgemeine Tutorenschulung besuchten, haben rückgemeldet, dass sie selber kaum Möglichkeiten sahen die vorgestellten Methoden in ihren Tutorien einzusetzen. Es stellte sich heraus, dass das insbesondere darauf zurückzuführen war, dass in den Naturwissenschaften – anders als in den meisten Geisteswissenschaften – nicht nur die Inhalte, sondern oft auch die Methoden für die Tutorien vorgegeben werden. In vielen naturwissenschaftlichen Tutorien sind die Tutoren z. B. angehalten mit den Studierenden Übungsaufgaben durchzugehen, die die Studierenden zuvor in Einzel- oder Gruppenarbeit gelöst haben. Da pro Woche eine bestimmte Anzahl an Aufgaben besprochen werden muss, bleibt dem Tutor vermeintlich kein Spielraum, verschiedene didaktische Methoden auszuprobieren. Dennoch gibt es auch in dem engeren Rahmen naturwissenschaftlicher Tutorien die Möglichkeit, die bereits eingesetzten Methoden aus didaktischer Sicht zu beleuchten. Dabei muss das Ziel keineswegs darin bestehen, die angewandte Methode abzusetzen. Vielmehr geht es darum, den Tutor für die Art und Weise zu sensibilisieren, in der er beim Studierenden ankommt und gemeinsam mit ihm mögliche Alternativen oder Anpassungen zu erarbeiten, ohne zu stark von den Vorgaben der Dozierenden abzuweichen.

Bei der Planung fachspezifischer Tutorenqualifikationen stellt sich immer wieder heraus, dass es kein Patentrezept für alle Fachbereiche gibt. Dafür sind die Aufgaben und Einsatzmöglichkeiten für Tutoren zur Unterstützung von Studierenden zu vielfältig. Außerdem stellen sich eine ganze Reihe praktischer Fragen: Neben den fachlichen und didaktischen Inhalten muss auch darüber entschieden werden, ob die Tutoren von Dozenten aus den Fakultäten geschult werden sollen oder ob man sie im L&L schulen lassen möchte. Dabei kann man beobachten, dass vielen Fakultäten die Entscheidung schwerfällt: Obwohl gerne auf die didaktischen Erfahrungen aus dem L&L zurückgegriffen wird, gibt man die Schulung der eigenen Tutoren nur ungern ganz aus der Hand. Eine andere Frage, die sich stellt ist, ob die Tutoren von Dozenten oder von erfahrenen Tutoren auf ihre Tätigkeit vorbereitet werden sollen. Auch hier haben beide Alternativen ihre Vor- und Nachteile: während die Dozenten die inhaltlichen Anforderungen definieren, kennen die erfahrenen Tutoren die Situationen, die auf die angehenden Tutoren warten, sicherlich am besten. Zudem sind sie für neue Tutoren die zugänglicheren Ansprechpartner.

Im L&L haben wir beschlossen, individuelle Lösungen anzubieten: Fakultäten, die beschließen, ihre Tutoren schulen zu wollen, können sich an uns wenden, wir erarbeiten dann in Zusammenarbeit mit einem Dozenten aus der jeweiligen Fakultät ein Konzept.

Die Schulung beinhaltet auch einen Simulationsteil, bei dem die Tutoren typische Tutoriumsszenarien sowie häufig auftretende schwierige Situationen durchspielen. Hier wird der Begriff Rollenspiel bewusst umgangen und durch Simulation ersetzt: Beim ersteren steht das Spiel im Vordergrund, während durch „Simulation“ den Teilnehmern eine größere Ernsthaftigkeit und damit auch Sinnhaftigkeit dieser Methode vermittelt wird.

## Planung der Schulung

Bei einem vorbereitenden Treffen, an dem ein Dozent aus dem betreffenden Fach sowie zwei Peer-Tutorinnen und eine Mitarbeiterin aus dem L&L-Team teilnehmen, werden zunächst die Aufgaben und der Ablauf der betreffenden Tutorien analysiert. Zusätzlich wird geklärt, welche fachlichen Inhalte kurz vor Tutoriumsbeginn wiederholt werden sollten und welches die bekannten Probleme in den Tutorien sind. Diese problematischen Situationen bilden die Grundlage für die Simulationen. Nach diesem Gespräch wird im L&L-Team ein Zeitplan erstellt, der die fachlichen und didaktischen Anteile aufeinander abstimmt.

## Ablauf der Schulung

Der erste einleitende Teil, wird von dem Dozenten und den Peer Tutoren gemeinsam geleitet. Die Peer Tutoren beginnen mit dem Kennenlernen sowie einer gemeinsamen Reflexion über die Rolle des Tutors und die damit verbundenen Erwartungen und Befürchtungen. Darauf folgt ein sachlich-inhaltlicher Teil des Dozenten. Hier werden die Erwartungen seitens des Fachs thematisiert und Inhalte wiederholt, die für die Tutoren während der

Anfangsphase ihrer Tutorien besonders wichtig sind. Nach der Mittagspause folgt der Simulationsteil, in dem die Tutoren typische Tutoriumssituationen durchspielen und mit Störungen bzw. unvorhergesehenen Schwierigkeiten konfrontiert werden. Wichtig ist, dass die Situationen von den Tutoren als realistisch eingestuft werden. Deshalb bitten wir die Dozenten aus den Fächern um eine Beschreibung von in den Tutorien typischerweise auftretenden Schwierigkeiten. Um die Hemmschwelle für die Tutoren möglichst niedrig zu halten, werden die Simulationen von den Peer-Tutoren aus L&L angeleitet; der Dozent verlässt den Raum. Die Situationen werden auf Video aufgenommen. Nach Abschluss einer jeden Situation werden alle Beteiligten, sowohl die Teilnehmer, die den Tutor und die Studierenden gespielt haben als auch die Zuschauer nach Meinungen und Beobachtungen gefragt. Um ihnen die Beobachtungsaufgabe zu erleichtern, erhalten die Teilnehmer Beobachtungsbögen, die sie während bzw. nach der Simulation ausfüllen können. Sollte es bei der Besprechung im Plenum zu Kontroversen kommen, bieten die Videos die Möglichkeit, sich die betreffenden Stellen noch einmal mit einer gewissen Distanz anzusehen und zu besprechen. Außerdem geben die Videos den Studierenden, die die Tutorenrolle übernommen haben, die Möglichkeit, sich selbst während der Situation zu beobachten. Oft sind die Studierenden überrascht festzustellen, wie sehr Außen- und Innenwahrnehmung voneinander abweichen können. Das gibt den Peer-Tutoren die Möglichkeit, Auftreten, Körpersprache und Vortragsweise zu thematisieren und den Tutoren Tipps und Tricks zu geben, die eigene Unsicherheit zu überspielen.

Wir haben das Konzept der gemeinsamen fachspezifischen Tutorenschulungen im Sommersemester 2013 zum ersten Mal mit der Fakultät für Biologie ausprobiert und geben im Folgenden einen Erfahrungsbericht.

## Beispiel Biologie

### Ausgangssituation

In der Biologie können fortgeschrittene Studenten als Tutor in einem Praxismodul fungieren und dafür Leistungspunkte erhalten. Dabei handelt es sich um einen sehr großen Kurs, der im Labor stattfindet und einen ersten Einblick in experimentelles und analytisches Arbeiten mit tierischen und pflanzlichen Organismen geben soll. 17 Tutoren betreuen etwa 80–90 Studierende. In dieser Veranstaltung wechseln die Dozenten wöchentlich, und das studentische Tutorenteam wird von einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin koordiniert. Bisher wurden die Tutoren nicht formal auf ihre Aufgabe vorbereitet, denn es wurde davon ausgegangen, dass sie die Veranstaltung noch aus ihrem eigenen Curriculum kannten. Das hat dazu geführt, dass die Qualität der Betreuung durch die Tutoren sehr variierte: während einige ihre Aufgabe sehr ernst genommen haben, investierten andere nur ein Mindestmaß an Arbeit.

### Tutorenqualifikation in der Biologie

Die Tutorenschulung in der Biologie verfolgt das Ziel, die Betreuung durch die Tutoren auf ein gemeinsames Niveau zu heben. Während des Semesters werden die Tutoren von einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin begleitet, die im wöchentlichen Rhythmus das weitere

Vorgehen mit ihnen bespricht. Die Tutorenschulung wird kurz vor Beginn des Semesters durchgeführt und hat einen Umfang von ca. 6,5 Zeitstunden. Sie beginnt mit einer Vorstellungsrunde, die neben dem persönlichen Kennenlernen die Funktion hat, zu erfahren, welcher Tutor sich in welchen Bereichen der Biologie besonders gut auskennt. Die dabei entstehenden Steckbriefe werden den Tutoren auf einer internen Internetseite zur Verfügung gestellt, so dass sie später bei eventuell auftretenden Fragen wissen, an welche Torkollegen sie sich richten können. Im weiteren Verlauf werden die Erfahrungen, die die Tutoren in ihrem ersten Semester mit dem Praxismodul gemacht haben, aufgegriffen und eine Erwartungsabfrage an die eigene Tätigkeit durchgeführt. Sie erhalten auch die Möglichkeit, ihre eigene Stellung in Relation zu den Studierenden und Dozenten in dem Praxismodul zu reflektieren. Erschwerend kommt hinzu, dass die verantwortlichen Dozenten fast wöchentlich wechseln.

Im fachlichen Teil sind die Tutoren angehalten, darauf zu achten, dass die Studierenden ihren Verpflichtungen nachkommen und sie bei auftretenden Schwierigkeiten zu unterstützen. So sollen sie den Studierenden als Ansprechpartner für schriftliche Leistungen (Protokolle, Essays und Laborjournal) zur Verfügung stehen und darauf achten, dass für das Praxismodul auch ein Laborjournal geführt wird. Wichtig ist auch der Umgang mit der Labortechnik und Sicherheitsfragen, die in der Schulung wiederholt werden. Abschließend werden die Inhalte der ersten Sitzung gemeinsam vorbereitet, im Fall der Biologie sind das Methoden der Datenerhebung und statistische Tests ( $\chi^2$ -Test und t-Test).

Im letzten Teil, der von den Peer-Tutoren geleitet wird, finden die Simulationen statt. Hier werden typische Lehr-Lernszenarien der Tutorien durchgespielt. Im Fall der Biologie haben die Simulationen im Labor, d. h. dem zukünftigen Arbeitsplatz der Tutoren, stattgefunden. Die Teilnehmer haben die Rollen des Tutors und der Studierenden gespielt. Die übrigen Teilnehmer haben zugeschaut. Die Situationen für die Simulationen waren tatsächlichen Situationen aus früheren Tutorien nachempfunden und wurden von dem Dozenten aus dem Fach gestellt. Zunächst wurden ein oder zwei Freiwillige für die Tutorenrolle aus dem Raum geschickt. Dann wurden die Teilnehmer, die die Rolle der Studierenden innehatten, instruiert, wie sie sich zu verhalten hatten. Während ein Teil durchaus kooperieren sollte, wurden andere angewiesen, auf verschiedene Arten zu stören: Durch demonstratives Desinteresse, aktives Stören, durchgängiges Schweigen oder auch penetrantes Fragen. Nachdem der Tutor in den Raum zurückkehrte, begann die Simulation, bei der der Tutor unerwartet mit den Störungen konfrontiert wurde. Er oder sie musste dann versuchen, auf diese Situationen zu reagieren. Die Simulationen wurden auf Video aufgenommen. Nach der Simulation wurden die Situationen im Plenum besprochen. Dabei wurde der Tutor gefragt, wie er die Situation empfunden hatte und ob er mit seinem eigenen Verhalten zufrieden gewesen sei. Die Studierenden wurden gefragt, wie sie sich in der Situation von dem Tutor behandelt gefühlt und ob sie sein Verhalten als angemessen wahrgenommen hätten. Die passiven Teilnehmer füllten einen Beobachtungsbogen aus, um die Handlung nachvollziehbar festzuhalten. Obwohl die Ankündigung der Simulationen von den Teilnehmern zunächst eher skeptisch aufgenommen worden war, entwickelten sich sehr lebhaft Diskussionen, bei denen über die beobachteten Verhaltensweisen gesprochen und

viele alternative Verhaltensweisen debattiert wurden. Besonders für die Teilnehmer, die die Tutorenrolle übernommen hatten, erwiesen sich die Videoaufzeichnungen als wertvoll, da sie in die Lage versetzt wurden, ihr eigenes Verhalten nachträglich zu beobachten.

### Rückmeldung der Dozentinnen und der teilnehmenden Tutoren

An der Tutorenschulung haben 17 Tutoren/innen teilgenommen. Als Vertreterin des Faches hat die wissenschaftliche Mitarbeiterin die Tutorenschulung geleitet, die während des Semesters für die Koordination der Tutoren verantwortlich sein würde. Insgesamt war das Feedback der Tutoren und der wissenschaftlichen Mitarbeiterin sehr positiv. Nur ein Tutor hat sich kritisch geäußert und fand die Schulung insgesamt zu pädagogisch ausgelegt. Demgegenüber stehen zwei Tutoren, die dies ausdrücklich nicht so empfanden. Am besten kamen die Simulationen an und die meisten Tutoren haben zurückgemeldet, dass sie sich durch die Simulationen wesentlich besser auf ihre Rolle vorbereitet fühlten. Sie waren der Ansicht, dass sie nach der Schulung eher in der Lage sein würden, auf angemessene Art auf Schwierigkeiten während des Tutoriums zu reagieren. Auch die wissenschaftliche Mitarbeiterin war mit dem Ergebnis sehr zufrieden, so dass die Tutorenschulung in der Biologie in Zukunft regelmäßig zum Anfang eines jeden Semesters angeboten werden wird.

### Ausblick / weitere Entwicklung

In diesem Wintersemester haben wir das Angebot in der Fakultät für Biologie wiederholt und zusätzliche fachbezogene Tutorenqualifikationen mit der Fakultät für Chemie durchgeführt. Hier bieten wir zusätzlich eine schreibdidaktische Unterstützung zum Schreiben von Protokollen an, indem wir das von L&L übersetzte und an die Universität Bielefeld angepasste eLearningtool „LabWrite“ einsetzen (vgl. Riewerts, 2013).

Eine weitere Möglichkeit zur Evaluation wäre, die Tutoren und Tutorinnen nach Abschluss des Semesters erneut nach dem Nutzen der Schulung sowie nach Vorschlägen zu bitten, wie man die Schulung vor dem Hintergrund ihrer Erfahrungen während des Semesters optimieren könnte.

Für alle anderen Fakultäten bieten wir nach wie vor eine überfachliche Tutorenqualifikation an, möchten aber in Zukunft den Bereich der fachlichen Tutorenqualifikationen weiter ausbauen, damit noch weitere Fakultäten die Möglichkeit haben, ihre Tutoren unter Berücksichtigung ihrer eigenen Bedarfe sowohl fachlich als auch didaktisch zu schulen.

### Literatur

Riewerts, Kerrin (2013): LabWrite – das Wiki für einfach bessere Protokolle. In: Barnat, M., Hofhues, S., Kenneweg, A. C., Merkt, M., Salden, P. & Urban, D. (Hrsg.): Junge Hochschul- und Mediendidaktik. Forschung und Praxis im Dialog. Hamburg, 114–121

Weicker, N. (2006) Fachintegrierte Vermittlung von Schlüssenkompetenzen der Informatik, In: Hochschuldidaktik der Informatik, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 51–62



## Wir lesen ein Buch

Prof. Dr. Johannes Busse, Fachbereich MND, TH Mittelhessen

### Abstract

Unter dem Titel „Wir lesen ein Buch!“ (Wileb) entwickeln wir im Projekt „Klasse in der Masse“ (KIM) der technischen Hochschule Mittelhessen ein skalierendes Format, das auch im Rahmen großer Vorlesungen die einzelnen Lerner in hohem Maße aktiviert und zum Herrn ihres eigenen Lernprozesses macht.

Wir beschreiben grob das Format, blicken exemplarisch in einen 10-minütigen Vorlesungs-Ausschnitt hinein und diskutieren einige Werthaltungen, die sich mit diesem Format realisieren lassen.

### Das Format Wileb

Die Eckpunkte des Formats sind: (1) Der Stoff liegt als externe Wissensrepräsentation in einem Lehrbuch vor. (2) Der zentrale Ort des Erkenntnisgewinns ist nicht die Vorlesung, sondern die Gruppe für selbstgesteuertes Lernen. (3) Die Vorlesung selbst thematisiert weniger den Stoff selbst, sondern vielmehr das Lernen des Stoffs alleine und in der Gruppe.

### Lehrbuch

Wenn der Stoff durch ein Lehrbuch repräsentiert wird, erhöhen sich für Studierende die Kontinuität und die Transparenz des Lehrangebots. Dozenten von Grundlagenfächern werden durch die Lehrbuch-Orientierung inhaltlich deutlich entlastet. Wenn der Stoff im Buch steht, können Studierende vorbereitet in die Vorlesung kommen, und die Vorlesungszeit steht für gemeinsames Arbeiten zur Verfügung. Lehren und Lernen macht einfach mehr Freude, wenn sich die Studierenden gemäß ihrem Lernbedarf und -Tempo vorbereitet haben.

### SGL-Gruppen

In unseren Gruppen für selbstgesteuertes Lernen (SGL-Gruppen) arbeiten die Studierenden zwar selbstständig, aber nicht unstrukturiert, und schon gar nicht alleine, sondern zusammen mit anderen in einer sozialen Gemeinschaft. Wir geben diesem individuellen und gemeinsamen Lernen Struktur, indem wir die Gruppenarbeit durch generische allgemeine Rollenmodelle (wie z. B. Sitzungsleiter, Protokollführer) und Abläufe vorstrukturieren und von Tutoren unterstützen lassen. Diese Gruppenarbeit könnte im Prinzip in eigener Verantwortung Zuhause stattfinden; weil sie mit der Begründung „habe wenig Zeit“ von Studierenden leider gerne ausgelassen wird, machen wir sie als Präsenzteil zum verpflichtenden

Bestandteil der Veranstaltung. Bei uns können sich die etwa 120 Studierende in 8 Räumen parallel zu jeweils 4 bis 6 SGL-Gruppen à 4 Personen zusammenfinden. In jedem Raum bietet ein Tutor auf Nachfrage individuelle Hilfe zu Arbeitstechnik und Gruppenarbeit, nicht jedoch konkrete Aufgabenlösungen an.

### Vorlesung

Wir interpretieren den Begriff der Vorlesung ausschließlich als einen Verwaltungsbegriff, der eng mit Begriffen wie Curricularnormwert, Kapazitätsverordnung und Lehrverpflichtungsverordnung gekoppelt ist. Auch wenn seit Bologna die Hochschullehre zunehmend geregelter erscheint: Keine Vorschrift sagt, dass man in einer Vorlesung etwas vorlesen muss. In Wileb verstehen wir Vorlesung als Synonym für ein Plenum, in dem man trotz manchmal suboptimaler Raumverhältnisse zusammenkommt, um gemeinsam zu arbeiten.

Es stellt sich die Frage, was man als Dozent in einer Vorlesung noch für Aufgaben hat, wenn der Stoff doch im Lehrbuch viel besser dargestellt ist? Nach Adi Winteler (2004, S. 128) hat – neben Klarheit zu schaffen – eine Vorlesung vor allem die Aufgabe, Enthusiasmus aufzuzeigen. Wir haben daher bewusst entschieden, auch in Wileb bezüglich Vorlesungen keine überbordende Innovation zu fordern, sondern Dozenten auch weiterhin die Gelegenheit geben, die Fäden in der Hand zu halten und sich zu exponieren. Auch die Studierenden sollen das Angebot erhalten, einen Dozenten gemeinsam in einer großen Gruppe live zu erleben. Wir halten das für legitim – da es für andere Lerntypen auch die Alternative des Lehrbuchs gibt.

(1) Ganz traditionell kann ein Dozent in Wileb, statt Stoff direkt vorzutragen, auch fachlich über den Stoff sprechen: Warum er wichtig ist, wo er im Studium später wieder auftauchen wird, wo man ihn wie in der Praxis braucht. Wir wollen diesen Modus „Stoff kontextualisieren“ nennen: Das harte Fachwissen (und Prüfungswissen) steht im Buch, die Vorlesung vermittelt das zugehörige Kontextwissen. In einer Fachhochschule sind auch Geschichten aus der Praxis für die Praxis sehr beliebt und angebracht: Da Praxiserfahrung subjektiv ist, hat die anekdotische Wissensrepräsentation hier ihren legitimen methodischen Ort.

Als Fallback-Option in einem Innovationsprozess ist der Modus „Stoff kontextualisieren“ eine naheliegende Möglichkeit, mit kleinen Schritten Veränderungen zu erreichen. Optimal ist dieser Modus nicht, da er das Prinzip des constructive alignment (Brabrand 2006) verletzt.

(2a) Statt Stoff oder fachliches Kontextwissen zu dozieren, kann ein Dozent aber auch etwas ganz anderes vortragen, nämlich Vorgehensweisen, wie man sich Stoff aus einem Lehrbuch erarbeitet, und zwar sowohl alleine wie auch in einer Gruppe. Wir wollen diesen Modus „Stoff erarbeiten lernen“ nennen. Eine vormals rein fachlich orientierte Vorlesung transformiert sich so in eine fachlich verankerte, sehr praktisch angelegte Lehre von Arbeitstechniken. (2b) Und selbstverständlich bietet es sich bei diesem Inhalt an, statt Vortragen die Methode Vormachen einzusetzen, zumindest dort, wo konkrete Aufgaben vorliegen oder beobachtbares Problemlösen möglich ist. Hiermit wird dann auch dem Prinzip des constructive alignments genüge getan.

## Vorlesungsausschnitt: z. B. Brückenkurs Mathematik 2013

Weil auch abstrakte Diskussionen von konkreten Vorstellungen profitieren, stellen wir dieses gemäßigt innovative Format kurz in einer konkreten Realisierung vor.

Der Brückenkurs verfolgt zwei Groblehrziele, übergeordnete Lernziele. Im Vordergrund stehen eingeübte, gekonnt beherrschte Fertigkeiten im Rechnen etwa auf Niveau der zehnten Klasse in den Disziplinen Bruchrechnung, Binomische Formeln, Wurzeln und Exponenten, sowie Grundlagen der Mengenlehre und Aussagenlogik. Ergänzend wollen wir auch Kompetenzen fördern, nämlich für eine Aufgabe Verantwortung übernehmen und sie autonom bearbeiten zu können. (Wir lehnen uns hier an die Terminologie des Europäischen Qualifikationsrahmens EQR 2008 an).

Eine der wichtigsten fachlichen Aufgaben eines Akademikers besteht darin, ein kognitives Fachproblem auf Basis einer umfangreichen Dokumentation zu bearbeiten. In unserem Mikrokosmos Brückenkurs besteht der Auftrag darin, für einen unbekannt Typ von Rechenaufgabe auf Basis eines Mathematik-Lehrbuchs selbst die Lösungsstrategie zu entdecken.

In der Vorlesung gehen wir diesen diesem Lehrauftrag wie folgt nach: Wir rechnen für die Dauer einer durchschnittlichen Aufmerksamkeitsspanne (das sind ca. 20 Minuten) Aufgaben vor, und lassen die Studierenden dann in der Sozialform BuzzGroup ähnliche Aufgaben nachrechnen; anschließend können Fragen diskutiert werden.

Was so in der Vorlesung vorbereitet wurde, soll dann in den SGL-Gruppen von den Studierenden in Eigenregie und behutsamer tutorieller Unterstützung nach dem Prinzip der minimalen Hilfe (Kröpke, Szabo-Batancs und Bock 2012) gemeinsam nachvollzogen werden. Mit zunehmend schwierigeren oder leicht „anderen“ Aufgaben kann dann auch der Transfer angestoßen werden.

### 10 Minuten Vorlesung exemplarisch

Wir stellen uns im Folgenden vor, dass ein Dozent mit Hintergrundbildung in Aktionsforschung (Altrichter 2004) ein Verlaufsprotokoll anfertigen lässt. Thema des Ausschnitts der Vorlesung ist das Vereinfachen von geklammerten Ausdrücken. (Für Nichtmathematiker: Rechnen mit Zahlen und Rechnen mit Mengen verhält sich hier relativ ähnlich, aber nicht wirklich gleich. Es kann also kontrastierend parallel verhandelt werden).

Wir schalten uns zu der Vorlesung hinzu und beobachten:

... [Dozent rechnet die Aufgabe „(a-b)<sup>2</sup>“ an der Tafel vor ... dabei rekonstruiert er das Vorgehen, Methode lautes Denken: Wie würde jemand vorgehen, wenn er die entsprechenden Rechenregeln nicht schon kennen würde?] ... Wo steht im Buch genau, dass wir die gezeigten Aufgaben so rechnen dürfen? „a(a-b) – b(a-b)“ ... [Dozent blättert über Beamer die ebook-Fassung des Buches] ... aha, hier ist die Regel! ... bitte in Ihrem eigenen Buch annotieren! ... [Dozent vollzieht nächsten Rechenschritt: „(aa – ab) – (ba – bb)“] ... Wo in Ihrem Buch steht diese Regel? ...

Anschließend spricht der Dozent über die Herausforderung, das Zahlenrechnen auf das Rechnen mit Mengen zu übertragen. Er wirft über Beamer eine Aufgabenlösung aus dem Lehrbuch an die Wand; da es in der dann folgenden Interaktion auch um Wahrnehmung geht, geben wir diesen Lehrbuchauschnitt als Faksimile wieder (Cramer u. Neslehová 2012, S.73).

Wir schalten uns wieder der Vorlesung zu und beobachten:

Was sehen wir? ... lauter fremdartige mathematischen Zeichen! ... Kann es sein, dass bei dem einen oder der anderen „Angst“ aufkommt? ... Wir entspannen uns erst mal ... was sehen wir? viele Gleichheitszeichen ... aber das ist keine Gleichung! ... Sie sehen also: Auch Mathematiker sind manchmal schlampig; das hier verwendete Gleichheitszeichen heißt eher „hat die gleiche Lösung wie“ oder „ist äquivalent mit“ ...

In diesem Protokollabschnitt bringt der Dozent Wissens Elemente zur Sprache, die so nicht explizit im Lehrbuch stehen. Dies ist der konkrete Ort, an dem das fachliche Hintergrundwissen des Dozenten (und in der Begleitung von SGL-Gruppen der Tutoren) relevant wird. Dies wird auch in den weitergehenden Erläuterungen sichtbar:

... Mit welchen Regeln wird hier umgeformt? Überhaupt: Was heißt denn „anwenden“ einer Regel? ... nachgeschaut: De Morgan und ein paar andere Regeln [pdf-eBook-Fassung des Lehrbuchs (Cramer u. Neslehová 2012, S. 56–58) wird an die Wand geworfen] ...

Nächster Schritt: Welche Strategie verfolgt die Lösung mit der Regelanwendung? Wo gibt es Ähnlichkeiten zum Beweis der binomischen Formeln? ... Was macht uns die Arbeit einfacher? ... Wo wollen wir hin? Woran erkennen wir, dass wir fertig sind? ... Das ist rechenpraktisches Strategiewissen! ... dieser Weg ist nicht immer leicht zu finden, es gibt im allgemeinen keine einfachen mechanischen Regeln, welche Regeln wann wie anzuwenden sind. Hier ist Urteilskraft und Gehirnschmalz gefordert – und Übung.

Wir wollen uns hier aus der Vorlesung wieder ausblenden. Als Kern der Beobachtung wollen wir festhalten: Statt selbst etwas vorzurechnen und so zum Träger-Medium eines Lehrinhalts zu werden, externalisiert der Dozent in obigem Lehr-Ausschnitt den Inhalt, und spricht über die Darstellung.

## Unsere Überlegungen

Was ist bei der engen Nutzung eines Lehrbuchs anders als beim in der Mathematik sonst so etablierten Vorrechnen an der Tafel? In obigem Beispiel entsteht die Rechnung nicht Schritt für Schritt, sondern sie steht mit vielen anderen Rechnungen schon komplett da.

### 2.15 Lösung (→68Aufgabe)

$$\begin{aligned}
 \text{(a)} \quad & (\overline{A \cup C}) \cap (\overline{C \cup A}) = (\overline{A} \cap (\overline{C \cup A})) \cup (\overline{C} \cap (\overline{C \cup A})) \\
 & = ((\overline{A} \cap \overline{C}) \cup (\overline{A} \cap \overline{A})) \cup ((\overline{C} \cap \overline{C}) \cup (\overline{C} \cap \overline{A})) \\
 & = ((\overline{A} \cap \overline{C}) \cup \emptyset) \cup (\emptyset \cup (\overline{A} \cap \overline{C})) = (\overline{A \cup C}) \cup (\overline{A \cap C}) \\
 \text{(b)} \quad & (A \setminus B) \cup (\overline{A \cup B}) = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A \cap B}) = \overline{B} \cap (A \cup \overline{A}) = \overline{B} \cap \Omega = \overline{B} \\
 \text{(c)} \quad & (\overline{A \cap B}) \cap (\overline{A \setminus B}) = (\overline{A \cap B}) \cap (\overline{A \cap \overline{B}}) = (\overline{A \cap B}) \cap (\overline{A} \cup B) = \overline{A} \cup (\overline{B} \cap B) \\
 & = \overline{A} \cup \emptyset = \overline{A} \\
 \text{(d)} \quad & (\overline{A \cup B}) \cup (\overline{A \cap B}) \cup \overline{A} = (\overline{A \cap B}) \cup (\overline{A \cap B}) \cup \overline{A} = (A \cap (\overline{B \cup B})) \cup \overline{A} = (A \cap \Omega) \cup \overline{A} \\
 & = A \cup \overline{A} = \Omega \\
 \text{(e)} \quad & ((A \cap B) \cap (A \cap \overline{B})) \cap ((A \cap B) \cup (A \cap \overline{B})) = (A \cap B \cap \overline{B}) \cap (A \cap (B \cup \overline{B})) \\
 & = (A \cap \emptyset) \cap (A \cap \Omega) = \emptyset \cap A = \emptyset \\
 \text{(f)} \quad & ((\overline{A} \cap C) \cup (\overline{C} \cap A)) \cup (C \cup A) = A \cup C
 \end{aligned}$$

Quelle: Cramer, Neslehová 2012, S. 73

Statt im Modus des Tafel-Anschriebs ganz mit der Aktivität des Rechnens verschmolzen zu sein, hat der Dozent die Rechnung jetzt als externes Objekt vor sich. Diese etwas distanzierte Position erlaubt es dem Dozenten auch, sich zu dem Stoff und seiner Darstellung kritisch zu verhalten.

Wenn der Dozent den Stoff nicht mehr selbst repräsentieren muss, muss er auch den Studierenden nicht mehr gegenüberstehen, sondern kann jetzt die Perspektive wechseln. Damit eröffnen sich in Bezug auf Gruppenprozesse neue Wege. Ganz offensichtlich transformiert sich im Dreieck „Stoff – Lerner – Lernhelfer“ die Rolle der Stoff-Vermittlung in die Rolle des Lernhelfers. Die Trennung der Rolle, Inhalt zu repräsentieren und der Rolle, Inhalt zu kommentieren und ggf. einer Kritik unterziehen zu können ist ein Schlüssel dazu, die Rolle des Lernhelfers überhaupt erst einnehmen zu können.

Damit wäre auch das Feld eröffnet, das Lernen in einer Gruppe mit einer Theorie und Praxis der Gruppenleitung zu interpretieren, die gemeinhin ebenfalls durch ein Dreieck visualisiert wird: Die Themenzentrierte Interaktion“ (TZI) stellt Bezüge her zwischen den Eckpunkten (1) Thema – der Stoff, wie er im Lehrbuch repräsentiert ist; (2) Ich – jeder Einzelne, d.h. die Studierenden und der Dozent, sie sich mit dem Thema befassen, sowie (3) Wir, die wir uns als Gruppe mit dem Thema befassen (praktisch einführend: Langmaack 1985/2000).

Ein Dozent mit TZI-Verständnis kann sich zu einem extern dargestellten Stoffgebiet ganz anders verhalten, und insbesondere im Dreieck Thema – Personen – Gruppe mit weniger Rollenkonflikten vorbelastet agieren. In Bezug auf Kompetenzentwicklung ist es ideal, ausschließlich dadurch zu lehren, dass ein Lernhelfer jedem einzelnen Lerner hilft, die ihm persönlich verfügbaren Ressourcen zu erkennen und für sein eigenes Lernen zu nutzen. Je nach Fach und Fachkultur können im Extremfall sogar Encountergruppen in der Tradition der sogenannten nichtdirektiven Beratung nach Carl Rogers hilfreich sein (Nykl, Motschnig-Pitrik 2005).

#### Hilf mir, es selbst zu tun!

Es stellt sich jetzt die Frage: Wie viel Hilfe hilft einem Lerner? Wer neue Schritte versucht, benötigt manchmal Hilfe. Wer ständig und zu viel Hilfe bekommt, gewöhnt sich an sie, und lernt nicht selbst zu laufen. Für Helfer entsteht ein Paradoxon: Manche Hilfe ist zwar gut gemeint, erzeugt bei den Lernern jedoch eine sogenannte erlernte Hilflosigkeit, statt nachhaltig die Entwicklung von Verantwortung und Autonomie zu fördern.

Die einfache Botschaft „Gibst du einem Mann einen Fisch, nährt er sich einmal. Lehrst du ihn das Fischen, nährt er sich sein ganzes Leben“ lässt sich etwas pointiert auch auf die Verteilung von Verantwortung bei geistiger Nahrung übertragen:

- hoch didaktisiertes Lehrvideo: pürierte Fertigmahlzeit löffelweise füttern
- Lehrbuch lesen lassen: tiefgefrorene Fertigmahlzeit erhitzen und auf den Tisch stellen
- Übungsaufgaben: Fertigrezept incl. Zutaten selbst kochen lassen
- Seminar: nach Kochbuch das Kochen lernen
- Abschlussarbeit: Zutaten selbst anbauen, selbst ernten und ohne Kochbuch kochen

Wenn wir Studierende einer Hochschule auf ihre berufliche Rolle und ein Überleben in der Wissensgesellschaft vorbereiten wollen, dann sollte spätestens in der Hochschuldidaktik Vorkauen als Lehrmethode keine Rolle mehr spielen.

Das ist der Grund, warum wir in „Wir lesen ein Buch“ explizit die Arbeit mit der Wissensrepräsentation Text in den Vordergrund stellen.

#### Lernkultur, Autonomie und Verantwortung

Von Kollegen, die erstmals vom Wileb-Konzept und insbesondere davon hören, dass Stoff von den Studierenden selbst aus dem Lehrbuch erarbeitet werden soll, kommt oft spontan die Nachfrage: „Und dafür bekommt ein Dozent Geld?“

Offensichtlich ist der so oft eingeforderte Rollenwechsel schwieriger als es scheint. Der Rollenwechsel kann nicht klappen, wenn sich die Lernkultur nicht gleichermaßen ändert. Ein Wissenschaftssoziologe würde an dieser Stelle Begriffe wie Anerkennung, Macht oder Stabilität von Systemen ins Spiel bringen, und als Didaktiker hätten wir früher den Bildungsbegriff vor uns hergetragen. Heute übernimmt „Kompetenz“ diese Rolle.

Unter den Top Five der einschlägigen Konzeptualisierungen des Wortes „Kompetenz“ (einen Überblick über die Diskurslinien gibt etwa Schaper 2012; zum speziellen Verhältnis des Europäischen Qualifikationsrahmen EQR und des Deutschen Qualifikationsrahmen DQR siehe detailliert den Deutschen EQR-Referenzierungsbericht 2012) halten wir in Bezug auf die Kriterien analytische Konsistenz, Kommunizierbarkeit und Anwendbarkeit den Kompetenzbegriff des Europäischen Qualifikationsrahmens für besonders handhabbar: „Im Sinne der Empfehlung bezeichnet der Ausdruck: [...] i) „Kompetenz“ die nachgewiesene Fähigkeit, Kenntnisse, Fertigkeiten sowie persönliche, soziale und methodische Fähigkeiten in Arbeits- oder Lernsituationen und für die berufliche und /oder persönliche Entwicklung zu nutzen. Im Europäischen Qualifikationsrahmen wird Kompetenz im Sinne der Übernahme von Verantwortung und Selbstständigkeit beschrieben.“ (EQR, S. C111/4)

Kompetenz wird im EQR demnach als die Fähigkeit definiert, bestimmte Ressourcen (nämlich persönliche Kenntnisse und Fertigkeiten) in bestimmten Kontexten (nämlich Arbeiten, Lernen, sich Entwickeln) nutzbringend anzuwenden (zu „nutzen“). Als wichtigste Deskriptoren dieser Fähigkeit nennt der EQR Verantwortung und Autonomie.

Nun kann Verantwortung und Autonomie nur schwer gelehrt und kaum aktiv vermittelt werden. Jedoch ist es durchaus möglich, die Lernenden darin zu unterstützen, Verantwortung und Autonomie zu entwickeln. Unsere Aktivität als Dozenten kann nur darin bestehen, Lernmöglichkeiten und Hilfsangebote zu arrangieren, die die Lernenden autonom nutzen können, sowie die Lernenden in dieser autonomen Nutzung zu begleiten.

Statt wie in klassischen Vorlesungen die Lernenden in Präsenz 90 Minuten lang vollständig an der Hand zu führen und sie zuhause dann weitgehend alleine zu lassen, halten wir einen weicheren Übergang für wünschenswert. Kernzelle des Lernens in Wileb ist die SGL-Gruppe, in der in einem geschützten, gut vorstrukturierten, gleichwohl sozial nichttrivialen und beruflich hoch relevanten Rahmen Autonomie und Verantwortung ausprobiert werden

kann. Die Vorlesung, als Plenum verstanden, dient der sozialen und inhaltlichen Strukturierung, und lehrt die Grundlagen des Lernen Lernens. Damit all das gelingen kann, wird die Aufgabe der Wissensrepräsentation an eine unabhängige dritte Instanz übertragen – im einfachsten Fall an ein Buch.

Wir sind damit in der Hochschuldidaktik bei einer komplexen Aufgabe angekommen: Die Herausforderung heute besteht nicht mehr in der Einführung neuer Methoden, Medien oder Lehr-Technologien, sondern in der Weiterentwicklung einer auf Autonomie und Verantwortung abzielenden Lernkultur.

#### Literatur

Herbert Altrichter, Peter Posch: Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht: Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung. Klinkhardt 2006

Claus Brabrand: Teaching Teaching & Understanding Understanding, Kurzfilm 2006.

Backlink: <http://www.daimi.au.dk/~brabrand/short-film/>

Video online: <http://www.youtube.com/watch?v=oeuoEqzY1Js>

Erhard Cramer, Johanna Neslehová: Vorkurs Mathematik. Arbeitsbuch zum Studienbeginn in Bachelor-Studiengängen. Springer, 5. Auflage 2012

Deutscher EQR-Referenzierungsbericht. Hrsg. BMBF, KMK [ohne Autor] 08.05.2013.

pdf: <http://www.deutscherqualifikationsrahmen.de/de?t=/documentManager/sfdoc.file.supply&fileID=1368596834755>

EQR, Europäischer Qualifikationsrahmen 2008: Empfehlung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2008 zur Einrichtung des Europäischen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen (2008/C 111/01).

pdf: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2008:111:0001:0007:DE:PDF>; Backlink: [http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/eqf\\_de.htm](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/eqf_de.htm)

Heike Kröpke, Melanie Szabo-Batancs, Silke Bock: Investition in die Qualität der Lehre, Einsatz von studentischen Tutorinnen und Tutoren am Beispiel zweier Fachhochschulen in Deutschland, In: Tobias Zimmermann und Franziska Zellweger (Hrsg.): Lernendenorientierung, Studierende im Fokus, Forum Hochschuldidaktik und Erwachsenenbildung, Bd. 3, Bern: hep 2012

Barbara Langmaack, Michael Braune-Krickau: Wie die Gruppe laufen lernt. Anregungen zum Planen und Leiten von Gruppen. Ein praktisches Lehrbuch, Psychologie Verlags Union 1985, 7. Auflage Beltz 2000

Ladislav Nykl, Renate Motschnig-Pitrik: Encountergruppen im Rahmen des ganzheitlichen Lernens an den Universitäten Wien und Brünn – Motivation, Kontext, Prozesse, Perspektiven. Zeitschrift für Hochschuldidaktik ZFHD 04, Juni 2005;

pdf: <http://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/download/178/306>;

Backlink: <http://www.zfhe.at/index.php/zfhe/issue/view/5>

Niclas Schaper u. A. (Hrsg): Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre. HRK, August 2012.

pdf: [http://www.hrk-nexus.de/fileadmin/redaktion/hrk-nexus/07-Downloads/07-02-Publikationen/fachgutachten\\_kompetenzorientierung.pdf](http://www.hrk-nexus.de/fileadmin/redaktion/hrk-nexus/07-Downloads/07-02-Publikationen/fachgutachten_kompetenzorientierung.pdf);

Backlink: <http://www.hrk-nexus.de/material/links/kompetenzorientierung/>

Adi Winteler: Professionell lehren und lernen. Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2004

## Neue Lehrmethoden – Neue Prüfungsmethoden?

Hanna Dölling, HaW Weihenstephan-Triesdorf  
Dr. Silvia Minke, OTH Amberg-Weiden  
Viktorija Orsic-Muthig, HaW Weihenstephan-Triesdorf  
Dr. Monica Serbu, HaW Weihenstephan-Triesdorf

### 1. Neue Lehrmethoden – neue Prüfungsmethoden?

Die Einführung neuer Lehrmethoden im Hochschulunterricht, welche einen immer wichtigeren Stellenwert in der Hochschullehre einnimmt, geht damit einher, dass die Art der Prüfungen ebenfalls überdacht werden sollte. Didaktische Neuerungen, wie beispielsweise der Einsatz von Just in Time Teaching<sup>1</sup> (JiT), Peer Instruction<sup>2</sup> (PI) oder Problem based learning<sup>3</sup> (PBL) als Unterrichtsmethode, sind keine Wundermittel, die automatisch die Lernerfolge von Studierenden steigern. Zwar verbessern sie die Lehre, indem die Unterrichtsinhalte aufgearbeitet, erneuert und die Schwerpunkte verschoben werden, allerdings erhöht sich dadurch nicht unbedingt der Lernerfolg der Studierenden. Des Weiteren kann der Lernerfolg nur bedingt mit bisher eingesetzten klassischen Prüfungsmethoden gemessen werden. Bei der Lehrmethode JiT geht es zum Beispiel darum Studierende in ihrer Selbständigkeit zu stärken und sie dazu zu bewegen Inhalte in Selbstlernzeit zu erwerben, um die Vorlesung anschließend zur aktiven Anwendung des neu Erworbenem, zur Klärung von offenen Fragen und Verständnislücken zu nutzen<sup>4</sup>. Anders als in klassischen Lehrveranstaltungen, wird die Präsenzphase bei JiT nicht dazu genutzt, den Studierenden Inhalte zu vermitteln, sondern dazu, vertieft auf bereits erworbene Inhalte einzugehen. Somit besteht ein großer Teil einer JiT-Lehrveranstaltung darin, Studierende im Selbststudium und dem richtigen Fragenstellen zu schulen. Haben die Studierenden die Inhalte vor der eigentlichen Vorlesung erworben, kommt es nun darauf an, dass sie in der Lage sind ihr Wissen anzuwenden und Verständnisprobleme zu klären. Durch dieses Prinzip hat sich das klassische Schema, d. h. Wissensvermittlung in der Vorlesung und Wissensüberprüfung durch Abschlussklausur, verschoben. Die Wissensvermittlung wird in eine selbständige Lernzeit außerhalb der Vorlesung ausgelagert und durch die aktive Auseinandersetzung mit dem Stoff in der Vorlesung ersetzt. Wird der Lernerfolg der teilnehmenden Studierenden einer solchen Lehrveranstaltung nun ausschließlich anhand einer klassischen Abschlussklausur gemessen, spiegeln die Ergebnisse dieser schriftlichen Leistungsmessung nur einen Teil der erworbenen Kompetenzen wider.

<sup>1</sup> Vgl. Novak, Patterson (2010). vgl. <http://jittdl.physics.iupui.edu/jitt/>

<sup>2</sup> Vgl. Mazur (1997).

<sup>3</sup> Vgl. Weber (2007).

<sup>4</sup> Vgl. Novak, Patterson (Anm. 1). Vgl. <http://jittdl.physics.iupui.edu/jitt/>

Die Widerspiegelung des Kompetenzzuwachses von Studierenden in didaktisch erneuerten Lehrveranstaltungen stellt ein Problem dar für das es keine eindeutige Lösung gibt. Besonders in technischen Fächern ist es schwierig außerfachliche Kompetenzen als Prüfungsleistung anzuerkennen. Trotzdem gibt es einige Möglichkeiten, wie man seine Prüfungen dem neuen Lehrstil anpassen kann, um somit ein erweitertes Spektrum an Wissenszuwachs abbilden zu können. Folgender Artikel beschreibt zwei konkrete Möglichkeiten die Methodik der Prüfung bzw. Leistungsmessung zu erweitern.

### 2. Der Perspektivwechsel

Der im Folgenden beschriebene Perspektivwechsel schildert eine Möglichkeit der Aufgabenstellung, die mehrere Kompetenzen der Studierenden anspricht. Zentraler Punkt beim Perspektivwechsel ist, dass Studierende ihre Aufgaben selbst formulieren.

Im Rahmen des HD-MINT Projektes wurde an der Hochschule Weihenstephan Triesdorf (HSWT) der hier beschriebene Perspektivwechsel im Wintersemester 2012/2013 und im Sommersemester 2013 in die Lehre integriert.

Für viele Studierende war es anfangs eine ungewohnte Situation, eigenständig Aufgaben zu entwickeln, daher war es wichtig, ihnen Hilfestellung zu leisten. Bei der eigenständigen Aufgabenerstellung geht es darum, dass die Studierenden strukturiert Aufgaben erstellen, die bestimmte Kriterien umfassen. Hierzu wurde an der HSWT ein bestimmtes Schema angewendet, an welchem sich die Studierenden bei der eigenständigen Aufgabenerstellung orientieren konnten. Folgende Tabelle beschreibt die wichtigsten Schritte, die bei der eigenständigen Aufgabenerstellung vorgenommen werden sollten:

Tab. 1: eigene Darstellung, Schema zur eigenständigen Aufgabenerstellung

Schritte 1–6:	Schema zur eigenständigen Aufgabenerstellung
1. Schritt	Problem / Fragestellung zu einem vorgegebenem Themenbereich <b>aussuchen</b>
2. Schritt	Aufgabenstellung zu dem ausgesuchten Problembereich / Themenbereich <b>formulieren</b>
3. Schritt	<b>Niveau / Schwierigkeitsstufe</b> der Aufgabe bestimmen
4. Schritt	<b>Wissensart festlegen:</b> Wiederholungsfrage, Anwendungs- oder Entwicklungsaufgabe?
5. Schritt	Rahmenbedingungen angeben, in <b>realen Kontext</b> einbetten
6. Schritt	<b>Musterlösung</b> und Angabe der <b>Lösungsschritte</b> inklusive möglicher Punkteverteilung

Der erste Schritt beinhaltet das Filtern eines vorgegebenen Themenbereichs im Hinblick auf eine interessante Problemstellung, zu welcher es sich anbietet eine Aufgabe oder Frage zu stellen. Als nächstes soll die Aufgabenstellung unter Berücksichtigung des Niveaus, der Wissensart und der Rahmenbedingungen, formuliert werden. Es ist wichtig sich intensiv damit auseinanderzusetzen, welches Wissen durch die Aufgabe abgefragt werden soll und auf welchem Niveau. Die Studierenden sollen sich bei der Aufgabenstellung bewusst sein, dass es unterschiedliche Arten gibt Wissen abzufragen, d. h. das reine Wiedergeben von deklarativem Wissen, oder die Anwendung des Wissens auf bestimmte Problembereiche oder die Weiterentwicklung eines Themengebietes auf Basis des Gelernten. Des Weiteren sollen sie ihre Aufgabe in einen realen Kontext einbetten, d. h. es soll angegeben werden unter welchen Rahmenbedingungen die Aufgabe gestellt werden könnte, zum Beispiel als Aufgabe in einer Prüfung oder als Übungsaufgabe. Außerdem sollen die Studierenden realistisch einschätzen wie viel Zeit zur Lösung ihrer Aufgabe vorgesehen werden kann. Anschließend soll eine Musterlösung mit den wichtigsten Lösungsschritten erstellt werden.

### 2.1 Wozu ein Perspektivwechsel?

Die selbständige Erarbeitung einer Aufgabenstellung spricht unterschiedliche Schlüsselkompetenzen an. Anders als in klassischen Aufgabenstellungen, in welchen Studierende eine vorgegebene Aufgabe lösen, müssen sie sich bei der eigenständigen Erstellung einer guten Aufgabenstellung intensiv mit dem Inhalt auseinandersetzen und die entgegengesetzte Perspektive einnehmen, d. h. die des Aufgabenstellers und nicht des Aufgabenlösers. Durch eine strukturierte Vorgehensweise, d. h. das oben beschriebene Schema (siehe Tabelle 1) wissen die Studierenden, auf welche Aspekte sie achten sollen und was sich hinter dem Auftrag eine Aufgabe selbständig zu erstellen eigentlich verbirgt. Es geht nicht mehr primär, wie bei traditionellen Aufgaben: „Lösen Sie bitte folgende Gleichung“ um das Abrufen von Fachkompetenz, sondern um die Aktivierung weiterer Kompetenzen.

Dazu gehört vor allem Methodenkompetenz, unter welcher fachübergreifende Fähigkeiten wie Problemlösefähigkeit und Transferfähigkeit verstanden werden<sup>5</sup>. Diese Fertigkeiten sind erforderlich, um neue Aufgaben und Problemstellungen selbständig zu lösen, das bedeutet spezifischen Inhalten die wichtigsten Aspekte zu entnehmen, sie zu strukturieren und vom Fach unabhängig einsetzen zu können<sup>6</sup>. Diese Fähigkeiten werden beim Perspektivwechsel stark beansprucht, denn es geht darum bestimmten fachlichen Inhalten die wichtigsten Elemente zu entnehmen, um dazu eine Aufgabe entwickeln zu können. Außerdem müssen die ausgesuchten Inhalte reflektiert und in einer Aufgabenstellung formuliert werden, wodurch das Wissen zum einen bereits durch das Aussuchen eines geeigneten Fragebereichs fokussiert wird und durch die Formulierung einer Fragestellung strukturiert wird. Die Studierenden stehen vor der Herausforderung einen Problembereich aus einem Themenkomplex auszuwählen, zu welchem, unter Angabe der geforderten Wissensart, eine passende Aufgabe gestellt werden kann. Durch diese Vorgehensweise wird Methoden-

<sup>5</sup> Vgl. Kopf, Leopold, Seidl (2010).

<sup>6</sup> Vgl. ebd.

kompetenz gefordert, da die Studierenden auf der Suche nach einer Aufgabenstellung und eines passenden Lösungsweges ihr Wissen reflektieren, strukturieren und in einen realen Kontext übertragen müssen.

Außerdem werden auch weitere Fähigkeiten, wie sinnvolles Zeitmanagement und selbständige Arbeitsweise stark beansprucht. Zeitmanagement wird gefordert, indem die Aufgabenstellung des Perspektivwechsels verlangt, einen zeitlichen Rahmen für die Bearbeitung der erstellten Aufgabe anzugeben. Somit müssen sich die Studierenden bewusst damit auseinandersetzen wie viel Zeit zur Bearbeitung ihrer konkreten Aufgabe angesetzt werden könnte. Neben der Zeitplanung werden die Studierenden auch in ihrer Selbständigkeit gestärkt. Denn allein die Tatsache, dass sie in die Rolle des Lehrenden schlüpfen und unter Beachtung konkreter Aspekte (siehe Tabelle 1) eine Aufgabe entwickeln, bestärkt ein Gefühl der Selbstbestimmung.

### 2.2 Anwendungsmöglichkeiten und Erfahrungsberichte

Die erhofften Ziele des Einsatzes des Perspektivwechsels in der Lehrveranstaltung waren: die Motivationssteigerung bei den Studierenden, höherer Lernzuwachs und bessere Prüfungsergebnisse. Im Folgenden werden zwei Beispiele, wie ein Perspektivwechsel im Hochschulunterricht eingesetzt werden kann, aus dem Hochschulalltag der Hochschule Weihenstephan Triesdorf erläutert.

Die Lehrveranstaltung „Angewandte Mathematik“ (Wintersemester (WS) 2012/2013; erstes Semester des Studiengangs Brau- und Getränketechnologie) wurde als klassische Vorlesung organisiert, in der aktivierende didaktische Elemente wie z. B., Wissenspool, Gruppenarbeit, Murmelgruppe<sup>7</sup> und PI<sup>8</sup> eingefügt wurden.

Um das erarbeitete Wissen zu vertiefen und das Unbehagen vor der ersten Klausur an der Hochschule zu senken wurde eine 4 stündige Gruppenarbeit mit anschließender Präsentation durchgeführt. Die Studierenden wurden in 2- bzw. 3-er Gruppen eingeteilt und jeder Gruppe wurde ein Kapitel des Lehrinhalts zugeteilt (vgl. Schritt 1; Tabelle 1). Jede Gruppe sollte zum vorgegebenen Thema eine Klausuraufgabe entwickeln (Schritt 5; Tabelle 1 entfällt), was den Perspektivwechsel erforderte. Einer der erarbeiteten Aufgaben wurde in die Anschlussklausur übernommen.

Bei der Klausur im WS 2012/13 ist aufgefallen, dass die von den Studierenden entwickelte und vorgerechnete Aufgabe (Thema: Dreisatz und Prozentrechnung) überdurchschnittlich erfolgreich bearbeitet wurde. Im Durchschnitt haben die Studierenden für diese Aufgabe 8,88 von 10 Punkten bekommen. In der gleichen Klausur wurde eine von den Lehrenden ausgesuchte Aufgabe (Thema: Folgen und Reihen) mit gleichem Schwierigkeitsgrad deutlich schlechter bearbeitet, hier gab es im Durchschnitt „nur“ 5,05 von 10 Punkten. Alle Klausuraufgaben wurden aus einer den Studierenden bekannten Aufgabensammlung ausgesucht und in der Klausur waren beliebige Unterlagen erlaubt.

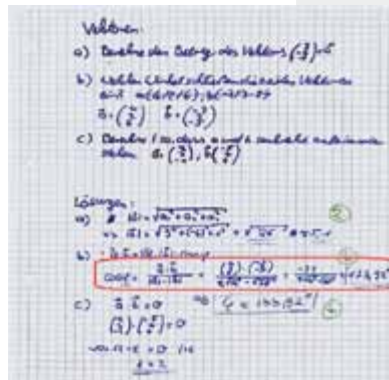
<sup>7</sup> Vgl. Waldherr, Walter (2009).

<sup>8</sup> Vgl. Mazur (siehe Anm. 2).

Für die Wiederholungsklausur im Sommersemester (SS) 2013 wurde eine von den Studierenden entwickelte Aufgabe aus dem Bereich „Anwendung der Integralrechnung“ ausgearbeitet. Diese Aufgabe brachte im Durchschnitt 5,88 von 10 Punkten. Die gleich lautende Aufgabe aus der WS Klausur mit leicht abgewandelten Funktionen brachte im Durchschnitt nur 4,21 von 10 Punkten. Beide Klausuren fanden unter gleichen Bedingungen statt.

In dem Präsentationsteil der Lehrveranstaltung bewiesen die Studierenden großes Engagement und hohe Diskussionsbereitschaft. Die Ergebnisse lassen vorsichtig auf bessere Prüfungsergebnisse schließen, allerdings sind keine eindeutigen Rückschlüsse möglich.

Als zweites Beispiel für den Perspektivwechsel wurde die Übung eine Klausuraufgabe zu entwickeln leicht abgewandelt und in die Wiederholungsklausur im SS 2013 übernommen. Die Aufgabenstellung hierzu sah folgendermaßen aus:



Bitte formulieren Sie eine Aufgabe zum Thema: „Dreisatz/Prozentrechnung“! (siehe Schritte 1 und 2 in Tabelle 1)

- a) Geben Sie an, wie viel Zeit für das Lösen der Aufgabe anzusetzen ist und in welchem Kontext Sie die Aufgabe einsetzen würden! (z. B.: Klausuraufgabe, Hausaufgabe, Kurzttest,...) (siehe Schritte 4 und 5 in Tabelle 1)
- b) Was wollen Sie mit der Aufgabe erreichen, welches Wissen soll mit der Frage geprüft werden? (z. B.: Verständnis der Integralrechnung, Definition der Steigung abrufen, Prozentwert berechnen etc...) (siehe Schritte 3 und 4 in Tabelle 1)
- c) Geben Sie eine Musterlösung mit einer genauen Punkteverteilung an und zählen Sie die wichtigsten Schritte, die zur Lösung der Aufgabe geführt haben auf (z. B. bei Integralrechnung: Schritt 1: was muss ich ableiten, um die hier stehende Funktion zu bekommen, d. h. welche Regel benutze ich? Schritt 2: Wie muss ich die Funktion umschreiben, um die Regel anwenden zu können? Schritt 2: ...). (siehe Schritte 6 in Tabelle 1)

Diese Aufgabe wurde ebenfalls überdurchschnittlich erfolgreich bearbeitet. Die Studierenden erreichten im Mittel 7,72 von 10 Punkten.

Auffällig bei der Anwendung des Perspektivwechsels als Prüfungsaufgaben sowohl im WS als auch im SS war, dass die Ergebnisse der Studierenden bei den Aufgaben besser bzw. überdurchschnittlich gut waren. Allerdings hat sich herausgestellt, dass unter den Bedingungen, die bei beiden Klausuren vorherrschten, die Aufgaben zum Thema Dreisatz/Prozentrechnung nicht zwischen den guten und schlechten Studierenden differenziert haben. Das bedeutet nicht zwangsläufig, dass die Aufgaben zu einfach waren und deshalb die Studierenden überdurchschnittlich gute Ergebnisse hatten. Dennoch stellt sich die Frage, ob die Prüfungsbedingungen beim Einsatz des Perspektivwechsels nicht verändert werden sollten, z. B. keine „open book“ Klausur. Das bedeutet, dass die Studierenden Wissen zum angeforderten Themenbereich nicht in ihren Unterlagen nachschlagen können, sondern sich selbst erarbeiten.

### 3. Kontinuierliche Leistungsbewertung

Neben dem beschriebenen Perspektivwechsel, gibt es eine weitere im Rahmen des HD-MINT Projektes an der Hochschule Amberg-Weiden zum Einsatz gekommene Methode zur Veränderung der Prüfungspraxis. Dabei handelt es sich um die Leistungsmessung und Bewertung der Studierenden über verschiedene Teilprüfungen, im kontinuierlichen Rhythmus im Verlauf des Semesters und nicht ausschließlich am Ende des Semesters. Die Abschlussnote setzt sich bei diesem Ansatz aus unterschiedlich vielen Einzelbewertungen zusammen.

Häufig sind den Studierenden das Niveau der Lehrveranstaltung und die Prüfungsanforderungen unklar und/oder werden als zu hoch eingeschätzt; dies gilt vor allem bei Vorlesungen der ersten Semester. In der Schule wurden die Schülerinnen und Schüler durch Hausaufgaben, mündliche Abfragen und Extemporalien zum kontinuierlichen Mitlernen animiert. Mit der Aufnahme des Studiums an der Hochschule fehlt ihnen dieser Zwang; die Vorlesungen werden zwar besucht, das Niveau der Vorlesungen wird allerdings unterschätzt und häufig „alles auf die leichte Schulter genommen“. Diese Fehlvorstellungen führen, neben mangelnden fachlichen Grundlagen, nicht selten zum Nichtbestehen der Klausuren.

Des Weiteren sind die Studierenden (auch in höheren Semester) oftmals von der Stoffmenge und der Anzahl der Klausuren am Semesterende überlastet: Innerhalb der Prüfungszeit, welche drei Wochen umfasst, schreiben die meisten zwischen fünf und acht Klausuren. Die Menge an Lernstoff, die innerhalb kürzester Selbstlernzeit erarbeitet werden soll, überfordert häufig die Studierenden und führt zum Nichtbestehen von Klausuren.

Aktuelle Untersuchungen<sup>9</sup> beschäftigen sich mit der Fragestellung, wie sich die Anzahl und Frequenz von Leistungsnachweisen auf die Studienleistungen der Studierenden auswirken. Festzustellen ist, dass bei mehreren semesterbegleitenden Klausuren, die ein überschaubares Themengebiet prüfen, die Studierenden permanentes Feedback über ihre Fähigkeiten erhalten und den Lernstoff so besser strukturiert erlernen können. Andererseits haben die Studierenden, falls zu viele Leistungsnachweise verlangt werden, unter Umständen eine enorme Stressbelastung und einen hohen Leistungsdruck. Dies beeinträchtigt die Möglichkeit, ihr Wissen zu vertiefen und Verbindungen zwischen den einzelnen Themengebieten zu erkennen. Es stellt sich folglich die Frage, ob es besser ist, die Studierenden häufiger oder weniger häufig zu prüfen?

Untersuchungen von Myers et al.<sup>10</sup> zeigen, dass Studierende besser lernen und mehr Verständnis aufbauen, wenn sie den Lernstoff in kleinen Einheiten über einen längeren Zeitraum erlernen. Hingegen sei „Bulimielernen“ (Lernen einer großen Stoffmenge an wenigen Tagen vor einer Klausur) die wenig effektivste Lernform. Zwar können damit kurzfristige Prüfungen bestanden werden, allerdings seien langfristig keine oder kaum Lernerfolge

<sup>9</sup> Vgl. De Paola, Scoppa, (2011). Myers, Myers, (2007). Laverty, Bauer, Kortemeyer, Westfall, (2012).

<sup>10</sup> Vgl. Myers, Myers, (2007).

nachzuweisen. Durch die Einführung von Teilklausuren, welche sich unmittelbar auf den Stoff der Vorlesung beziehen, erhält zum einen der Professor kontinuierliches Feedback über das Verständnis der Lerninhalte der Studierenden, zum anderen erhalten die Studierenden Feedback über ihr Leistungsniveau. Dieses beiderseitige Feedback ermöglicht somit einerseits den Studierenden ihr Lernverhalten an die Vorlesung anzupassen, Selbstvertrauen zu erlangen und Prüfungsangst abzulegen. Zudem erhalten die Professorinnen und Professoren Kenntnis über den Wissensstand der Studierenden und können so Fehlkonzepte und Verständnisschwierigkeiten aufdecken und in der Vorlesung eliminieren.

An der Hochschule Amberg-Weiden wurde für die Vorlesung Mathematik im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen (erstes Semester, WS 2012/13) die gesamt zu erbringende Prüfungsleistung auf fünf semesterbegleitende Teilprüfungen aufgeteilt. Die Teilprüfungen umfassten einen zeitlichen Rahmen von jeweils 30 Minuten und wurden im Abstand von jeweils etwa drei Wochen abgehalten.

Die erste Teilprüfung zeigte eine mit den vorhergehenden Semestern, in welchen es eine Gesamtklausur am Semesterende gab, vergleichbare Durchfallquote. Aufgrund der Ergebnisse der ersten Teilprüfung konnten die Studierenden ihr Lernverhalten an die Anforderungen der Vorlesung angleichen und bekamen durch die folgenden Teilklausuren permanentes Feedback zu ihrem Leistungsstand. Die Durchfallquote der letzten fünf Jahre betrug in der Veranstaltung „Mathematik für Wirtschaftsingenieure“ bei nur einer Gesamtklausur am Semesterende  $43,9\% \pm 6,7\%$  mit einer Durchschnittsnote von  $3,9 \pm 0,2$ . Die Einführung von Teilklausuren im WS 2012/13 führte zu einer Senkung der Durchfallquote auf  $22,5\%$  und einer Durchschnittsnote von  $3,3$ . Da gerade im Fach Mathematik die Themengebiete stark aufeinander aufbauen, ist ausgeschlossen, dass die Verbesserung der Bestehensquote nur auf eine reduzierte Stoffmenge rückzuführen ist, vielmehr wird permanentes Wissen und Verständnis aufgebaut, das zum erfolgreichen Abschluss der Prüfung führt. Kontinuierliches Prüfen, verbunden mit frühzeitigem und permanentem Mitlernen der Vorlesungsinhalte bewirkt somit das Verinnerlichen der mathematischen Grundlagen, welche in späteren Semestern benötigt werden.

Laut den Evaluationsergebnissen fassten die Studierenden die Teilprüfungen vorwiegend positiv auf.  $91\%$  der Studierenden fanden den neuen Prüfungsmodus mit mehreren Klausuren besser als eine Gesamtklausur am Semesterende. Sie hatten das Gefühl, durch das kontinuierliche Lernen für die Teilprüfungen im Vergleich zu anderen Vorlesungen mit nur einer Prüfung, „mehr mitgenommen bzw. gelernt zu haben“. Durch die Teilprüfungen stehen die Studierenden zwar permanent unter Notendruck, dies wird aber laut der Rückmeldungen nicht als negativ aufgefasst. Die Vorbereitung der Mathematikvorlesung wurde als zeitaufwändig empfunden, da sie zum Teil auf Kosten der Vorbereitung für andere Fächer erfolgen musste. Nebenjobs oder das Privatleben wurden jedoch nicht dadurch beeinträchtigt. Insgesamt wurden die Stressbelastung und der Leistungsdruck nicht als unangemessen hoch empfunden.

Aufgrund der positiven Rückmeldung und der hohen Nachfrage nach Einführung von Teilprüfungen auch für andere Fächer – diese wurden von  $91\%$  der Studierenden einer Gesamtklausur vorgezogen und in den Freitextantworten der Evaluation explizit von  $20\%$  gewünscht – wurde in der Vorlesung Physik des Studiengangs Wirtschaftsingenieurwesen (zweites Semester, SS 2013) die gesamt zu erbringende Prüfungsleistung auf vier semesterbegleitende Teilprüfungen mit jeweils 40 Minuten aufgeteilt.

Die positiven Aspekte der Teilprüfungen bestätigten sich sowohl in den Prüfungsergebnissen, wie auch in der Evaluation.  $95\%$  der Studierenden bevorzugten semesterbegleitende Teilprüfungen anstelle einer Gesamtklausur am Semesterende.

#### Literatur

De Paola, M. & Scoppa, V. (2011). Frequency of examinations and student achievement in a randomized experiment. *Economics of Education Review* 30, S. 1416–1429.

Kopf, M. & Leipold, J. & Seidl, T. (2010): Kompetenzen in Lehrveranstaltungen und Prüfungen. In: *Mainzer Beiträge zur Hochschulentwicklung*, Bd. 16. Mainz 2010.

Laverty, J.T. & Bauer, W. & Kortemeyer, G. & Westfall, G. (2012). Want to Reduce Guessing and Cheating While Making Students Happier? Give More Exams! *The Physics Teacher* 50, S. 540–543.

Mazur, E. (1997). *Peer instruction: a user's manual*. New Jersey: Prentice Hall.

Myers, C. & Myers, S. (2007). Assessing Assessment: The Effects of Two Exam Formats on Course Achievement and Evaluation. *Innovative Higher Education* 31, S. 227–236.

Novak, G. & Patterson, E. (2010). Just-in-Time Teaching and Peer Instruction. In: Simkins, S. P., Maier, M. H. (Hrsg.). *Just-in-Time Teaching: Accross the Disciplines*. S. 39–61. Sterling, VA, U.S.A.: Stylus.

Waldherr, F. & Walter, C. (2009). *Didaktisch und praktisch – Ideen und Methoden für die Hochschullehre*. Schäffer-Poeschel Verlag.

Weber, A. (2007). *Problem-Based Learning. Eine Lehr- und Lernform gehirngerechter und problemorientierter Didaktik*. 1. Auflage. In: Zumbach, J. et al. (Hrsg.). *Problembasiertes Lernen. Konzepte, Werkzeuge und Fallbeispiele aus dem deutschsprachigen Raum*. S. 15–32. h.e.p.: Bern.

#### Online-Quellen

<http://jittdl.physics.iupui.edu/jitt/>



## Just-in-Time Teaching: Vorbereitete Studierende, maßgeschneiderte Lehre – geht das?

Karsten Hoechstetter, Projekt „HD MINT“, Hochschule München, karsten.hoechstetter@hm.edu

### Abstract

Die Methode „Just-in-Time Teaching“ (JiTT) bringt in verschiedener Hinsicht Vorteile für Studierende und Dozierende mit sich:

- Studierende trainieren durch das eigenständige Stoffaneignen vor der Präsenzveranstaltung die Fähigkeit zum selbstständigen Lernen.
- Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, dem Dozierenden Feedback über verbliebene Fragen zu geben.
- Der Dozierende erhält bereits vor der Lehrveranstaltung Rückmeldung darüber, zu welchen Stoffinhalten und Fragestellungen noch Klärungsbedarf besteht.
- Die Präsenzveranstaltung kann jenseits bloßer Stoffvermittlung gezielt Fehlvorstellungen korrigieren und tiefergehende Inhalte behandeln.

Dozierende stehen der Einführung dieser Methode trotz dieser positiven Aspekte oft zunächst skeptisch gegenüber. „Meine Studenten werden nie freiwillig Zeit zur Vorlesungsvorbereitung verwenden“ ist ein oft vorgebrachter Zweifel.

In diesem Workshop sollen daher verschiedene Themen beleuchtet werden, die für eine erfolgreiche Anwendung der Methode relevant sind: Wie motiviere ich meine Studierenden zur Teilnahme? Worauf gilt es bei der Durchführung der Methode zu achten – was für Tipps und Tricks gibt es, welche Fehler gilt es zu vermeiden? Gibt es rechtliche Rahmenbedingungen, die es zu beachten gibt? Gibt es aufgrund von JiTT einen zeitlichen Mehraufwand für Studierende bzw. Dozierende, und wenn ja, wie hoch ist er in etwa? Welche Erfahrungen haben Studierende und Dozierende mit der Methode gemacht?

Zur Beantwortung dieser Fragen wird im Workshop zum einen über Erfahrungen aus dem laufenden HD-MINT-Projekt berichtet und Ergebnisse externer Studien angesprochen. Zum anderen soll Raum sein zum Austausch eigener Erfahrungen sowie zur Diskussion untereinander.

## Was ist Just-in-Time Teaching?

### Die Idee

Studierende, die gut vorbereitet im Hörsaal erscheinen, erwarten dort eine Präsenzveranstaltung, die auf ihre aktuellen fachlichen Bedürfnisse zugeschnitten ist – das ist das Szenario, das in einer auf „Just-in-Time Teaching“ (JiTT) basierenden Lehrveranstaltung angestrebt wird. Die Methode wurde in den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts entwickelt [1]. Sie basiert zum einen auf der Überzeugung, dass Studierende in der Lage sind, sich neuen Stoff selbstständig anzueignen. Zum anderen ist sie das Ergebnis einer Suche nach effizienter Nutzung der Präsenzzeit, die mehr bieten soll als bloßes „Vorlesen“ neuen Lehrstoffs im Frontalstil.

Der Nutzen der Methode lässt sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

- Die Studierenden trainieren die Fähigkeit zum selbstständigen Lernen, indem sie sich eigenständig in den Tagen vor der Präsenzveranstaltung vorgegebenen neuen Lernstoff aneignen.
- Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, der Lehrperson bereits vor der Präsenzveranstaltung Verständnisprobleme zu signalisieren und Rückfragen zu den Lerninhalten zu stellen.
- Die Präsenzveranstaltung erhält für die Studierenden einen Mehrwert, denn der Dozierende kann sie nun maßgeschneidert ihrem Wissensstand und ihren Anforderungen anpassen. Die Präsenzzeit kann damit gezielt dazu verwendet werden, interaktiv Fehlvorstellungen zu korrigieren, Fragen zu klären und weiterführende Inhalte zu behandeln.

### Der Ablauf

Just-in-Time Teaching beinhaltet zwei Kernelemente: Zum einen eigenständiges Lernen der Studierenden vor der Präsenzveranstaltung, zum anderen das kurzfristige Anpassen dieser Veranstaltung durch den Dozierenden. Eine JiTT-Einheit, die diese beiden Elemente enthält, erstreckt sich dabei typischerweise über eine Woche. Da JiTT für gewöhnlich ein Teil der Gesamtstruktur einer Lehrveranstaltung ist, schließen mehrere dieser Einheiten fortwährend über ein Semester hinweg nahtlos aneinander an. Eine Einheit besteht im Einzelnen aus folgenden Teilen (vgl. Abb. 1):

- Eine Woche vor der Präsenzveranstaltung stellt die Lehrperson den Studierenden Arbeitsmaterial mit neuem Lernstoff zur Verfügung. Das Arbeitsmaterial kann ein Abschnitt des Vorlesungsskripts sein, ein Kapitel eines Lehrbuchs; es sind aber auch andere Medien wie z. B. Videos verwendbar. Das Material kann entweder direkt (z. B. als Datei oder in Druckform) oder als Literaturverweis zur Verfügung gestellt werden.
- Zeitgleich mit dem Arbeitsmaterial erhalten die Studierenden eine Reihe von Begleitfragen, die sie bis zu einem festgelegten Abgabetermin vor der Präsenzveranstaltung (typischerweise am Tag vorher) beantworten sollen. Diese Fragen prüfen einerseits, ob

Abb. 1: Schematischer Ablauf einer JiTT-Einheit (links „Ablauf“) und Detail eines konkreten Umsetzungsbeispiels (rechts „Detailbeispiel“, Vorlesung „Technische Optik I“ an der Hochschule München).

Tage	Ablauf	Detailbeispiel
1	Arbeitsmaterial und Begleitfragen	<b>3 Lesefragen:</b> • Einfach, nah am Lesematerial • Multiple Choice, automatische Bewertung durch Moodle
2	Bearbeitungszeit	<b>3–5 Verständnisfragen:</b> • Test des Stoffverständnisses • Multiple Choice, Rechnung, Freitext • Keine Bewertung, Auflösung in Moodle nach Bearbeitung
3		<b>Freitextfeld für Fragen, Kommentare, Anregungen:</b> • Beantwortung durch Dozenten in der Präsenzveranstaltung
4		
5	Abgabetermin	<b>Interaktive Lehrveranstaltung:</b> • Besprechung und Diskussion von JiTT-Begleitfragen (ca. 30 min)
6	Anpassung der Lehrveranstaltung	• Peer-Instruction-Einheiten zum Behandeln von aufgezeigten Fehlkzepten (ca. 4 x 10 min)
7	Lehrveranstaltung	• Präsentation neuer / ergänzender Stoffinhalte (ca. 20 min)

das Arbeitsmaterial wirklich bearbeitet, andererseits, ob der Inhalt auf dem angestrebten Niveau verstanden wurde.

- Darüber hinaus erhalten die Studierenden die Möglichkeit, der Lehrperson bis zum Abgabetermin in freier Form konkrete Fragen zum Inhalt des Arbeitsmaterials zu stellen.
- Nach dem Abgabetermin ist es Aufgabe des Dozierenden, die folgende Präsenzveranstaltung auf Grundlage der studentischen Rückmeldungen und Fragen inhaltlich und methodisch anzupassen. Dazu gehört es beispielsweise, in der Lehrveranstaltung auf häufig geäußerte Verständnisprobleme einzugehen, einzelne Rückfragen aufzugreifen und zu beantworten, sowie mit geeigneten interaktiven Lehrmethoden (z. B. Peer Instruction) eventuell noch existierende Fehlvorstellungen und Unklarheiten zu beseitigen. Die Präsenzzeit kann damit für die Vertiefung des Verständnisses sowie für die Vermittlung weiterführender Themen verwendet werden.

### Worauf gilt es zu achten?

Wie bei jeder didaktischen Methode gibt es auch bei der Durchführung von Just-in-Time Teaching einige wichtige Dos & Don'ts. Die folgenden Tipps gründen auf Erfahrungswerten und können zu einer erfolgreichen Umsetzung der Methode beitragen:

- Der Sinn der Methode sollte den Studierenden transparent gemacht werden: Gerade weil JiTT für Studierende auf den ersten Blick den Eindruck von „Hausaufgaben“ und zeitlichem Mehraufwand erweckt, ist es enorm wichtig, den Studierenden den Nutzen und Mehrwert der Methode deutlich aufzuzeigen und zu kommunizieren – und das am besten nicht nur zu Beginn der Lehrveranstaltung, sondern auch wiederholt während des Semesters, um die Motivation zur Teilnahme aufrecht zu erhalten:

- JiTT bedeutet während des Semesters zwar einen gewissen zeitlichen Aufwand, führt aber dazu, dass bereits während der Vorlesungszeit aktiv gelernt wird – es wird also Vorbereitungszeit vor der (üblicherweise stressbehafteten) Prüfungsphase eingespart.
- Durch JiTT erhält die Präsenzveranstaltung einen deutlichen Mehrwert für die Studierenden: Anstelle von bloßer Stoffpräsentation kann gezielt auf Fragen und Probleme eingegangen werden – es entsteht interaktive Lehre!
- Internationale Studien (z. B. [2], [3]) belegen den Erfolg der Methode und verweisen auf einen erhöhten Lernzuwachs und ein tieferes, besseres Verständnis der Inhalte.
- JiTT basiert auf gegenseitigem Feedback: Der Dozierende erfährt, wo die Verständnisprobleme der Studierenden liegen, diese wiederum erhalten Antworten auf ihre inhaltlichen Fragen. Die wechselseitige Kommunikation trägt dazu bei, dass weniger Studierende im Laufe des Semesters inhaltlich „abgehängt“ werden.
- Konsequenz: Der Stoff des Arbeitsmaterials sollte nicht noch einmal im frontalen Vorlesungsstil wiederholt werden. Die Motivation, den JiTT-Auftrag (Arbeitsmaterial und Fragen) zu bearbeiten, ginge bei den Studierenden dadurch verloren, denn das vorherige eigenständige Lernen würde so aus Sicht der Studierenden unnötig werden. Es geht in der Lehrveranstaltung vielmehr darum, auf konkrete JiTT-Rückmeldungen und offengelegte Verständnisprobleme einzugehen, und darüber hinaus den durch JiTT geschaffenen zeitlichen Freiraum mit interaktiven Lehreinheiten zu füllen, um das Stoffverständnis weiter zu vertiefen.
- Hohe fachliche und didaktische Qualität des Arbeitsmaterials: Art und Umfang sind ein entscheidender Erfolgsfaktor der Methode:
  - Das Material sollte angemessenes Niveau haben und detailliert genug sein, um den Studierenden zu ermöglichen, sich den Lerninhalt daraus selbstständig anzueignen.
  - Gibt es ein gutes Lehrbuch zum Thema, kann es als Lesematerial dienen. Ist dies nicht der Fall, kann ein selbstverfasstes Vorlesungsskript verwendet werden – dies sollte aber qualitativ hochwertig sein (d. h. unter anderem inhaltlich korrekt, klar formuliert, sinnvoll strukturiert, selbsterklärend).
  - Den Studierenden erleichtert es den Umgang mit dem Arbeitsmaterial, wenn dazu explizite Lernziele formuliert sind.
  - Der Umfang des Arbeitsmaterials sollte nicht zu hoch sein: Je nach Gewicht der Lehrveranstaltung im Semesterplan der Studierenden sowie Anzahl der ECTS-Punkte sollte als grober Richtwert für die Zeit zum Durcharbeiten inklusive Beantworten der JiTT-Testfragen ca. 45 Minuten bis max. 2 Stunden angestrebt werden.
- Der JiTT-Auftrag ist eine beidseitige Verpflichtung: Kernstück der Methode ist neben der studentischen Vorbereitung das Versprechen der Lehrperson an die Studierenden, auf rückgemeldete Fragen und Probleme Antworten zu geben. Dies sollte explizit während der Präsenzveranstaltung geschehen, zum Beispiel indem typische Rückmeldungen anonymisiert vorgestellt und diskutiert werden oder einzelne Fragen der Studierenden herausgegriffen und dann umfassend beantwortet werden. Nur mit der Erkenntnis, dass

auf ihre JiTT-Rückmeldungen eingegangen wird, ihre Arbeit also Wertschätzung erfährt, wird die Motivation der Studierenden zur Bearbeitung der wöchentlichen Aufgaben aufrechterhalten werden.

- **Angstfreies Lernumfeld:** Den Studierenden sollte die Gewissheit vermittelt werden, dass es keine „dummen“ Fragen gibt – Lernen startet immer mit Unkenntnis, jede Frage an den Dozierenden wird ernst genommen, JiTT-Teilnahme sollte keinem Studierenden einen Nachteil bringen.
- Den Studierenden sollten konkrete Rückmeldungen abverlangt werden und nur auf diese eingegangen werden. Allgemeine Kommentare wie „Ich habe den Stoff nicht verstanden“ sollten nicht beantwortet werden. Ein Ziel der Methode ist es, die Studierenden dazu anzuregen, ihre Fragen und Probleme konkret zu erkennen und zu formulieren.

Die folgenden Punkte sind Anregungen, die nicht den Charakter allgemeingültiger Empfehlungen haben. Sie zeigen aber Möglichkeiten auf, die sich in der praktischen Anwendung bewährt haben:

- **Online-Lernplattform:** Obwohl eine prinzipielle Umsetzung der JiTT-Prozedur auch anders denkbar ist (beispielsweise durch Verwendung von E-Mail), stellt die Verwendung einer Online-Lernplattform (z. B. Moodle, Blackboard, OLAT, LON-CAPA) eine große Vereinfachung für die Umsetzung dar, mit der eine deutliche Zeit- und Aufwandsersparnis für die Lehrperson einhergeht. Lernplattformen können Fragen automatisch korrigieren, bewerten, die Ergebnisse archivieren und in übersichtlicher Form aufbereiten. Zudem können die Studierenden nach der Abgabe ihrer Antworten unmittelbar Rückmeldung zur Richtigkeit erhalten.
- **Art der Begleitfragen:** Es kann hilfreich sein, die Begleitfragen für die Studierenden implizit oder explizit in folgende Kategorien zu unterteilen:
  1. **Lesekontrollfragen:** Diese einfach gehaltenen Fragen testen lediglich, ob das JiTT-Arbeitsmaterial tatsächlich bearbeitet wurde. Sie können auch ohne tieferes Stoffverständnis beantwortet werden, setzen aber dennoch voraus, dass der Text gelesen (bzw. das Videomaterial angesehen etc.) wurde. Oft werden hierfür Multiple-Choice-Fragen verwendet, die von einer Lernplattform automatisch korrigiert und bewertet werden können.
  2. **Verständnisfragen:** Hier wird tieferes Verständnis des bearbeiteten Stoffes getestet. Es kann sich sowohl um Multiple-Choice-Fragen handeln als auch um Freitext-Fragen („Erklären Sie in eigenen Worten, warum...“) oder Rechenaufgaben. Die Antworten darauf legen dem Dozierenden dar, ob der Lesestoff verstanden wurde bzw. an welcher Stelle es noch Fehlvorstellungen gibt, die es in der Präsenzveranstaltung zu beheben gilt. Insbesondere die Verständnisfragen sollten die formulierten Lernziele abfragen und damit einen relevanten Test des Stoffverständnisses für die Studierenden darstellen.
  3. **Offene Frage/Freitext:** Die offenen Fragen „Was haben Sie beim Durcharbeiten des Lesematerials noch nicht gut verstanden? Welche Fragen haben Sie an den Dozenten, was hätten Sie gern noch ausführlicher erklärt?“ bieten den Studierenden die

Möglichkeit Rückmeldung zu geben, bei welchen Inhalten noch Schwierigkeiten bestehen und welche Fragen ungeklärt geblieben sind. Wie auch die Antworten auf die Verständnisfragen bilden diese Rückmeldungen die Basis für Ihre kurzfristige Anpassung der Präsenzveranstaltung. Der Zusatz „Wenn Sie keine Fragen haben, erläutern Sie bitte kurz einen Aspekt des Arbeitsmaterials, den Sie besonders interessant fanden.“ erfordert auch von Studierenden ohne Verständnisprobleme eine Reflexion des neu angeeigneten Stoffes.

- **Extrinsische Motivation:** Im besten Fall resultiert die Motivation der Studierenden, an den wöchentlichen JiTT-Einheiten teilzunehmen, aus der Überzeugung, dass die Methode ihnen einen Mehrwert bringt oder aus der Begeisterung und dem Interesse für das jeweilige Fachgebiet. Ein zusätzlicher extrinsischer Anreiz wie z. B. der Erwerb von Bonuspunkten für die Klausur durch die Bearbeitung des JiTT-Auftrags kann aber die Teilnahmequote erhöhen. Eine andere bewährte Variante stellt die aktive Beteiligung am JiTT als Zulassungsvoraussetzung für eine Klausur dar. Ob die jeweilige Prüfungsordnung ein entsprechendes Szenario zulässt, muss dabei allerdings im Einzelfall geprüft werden. Es kann entweder die bloße Teilnahme, d. h. die Abgabe von Antworten, als auch deren Richtigkeit bewertet werden. Letzteres empfiehlt sich aber nur bei den einfachen Lesekontrollfragen: Sie soll jeder beantworten können, der den Text gelesen hat. Richtige Beantwortung der Verständnisfragen sollte jedoch nicht verlangt werden – schließlich ist die Korrektur von Fehlvorstellungen in der Präsenzveranstaltung noch Teil des Lehrkonzepts.

## Rahmenbedingungen

### Teilnehmerzahl

JiTT kann in beliebig großen Lehrveranstaltungen eingesetzt werden. Natürlich wächst mit der Teilnehmerzahl die Anzahl der Rückmeldungen, die der Dozierende bei der Planung der Lehrveranstaltung berücksichtigen muss. Dennoch lässt sich selbst bei mehreren hundert Studierenden der Grundtenor des JiTT-Feedbacks recht schnell und gegebenenfalls stichprobenartig erfassen – es muss nicht jede einzelne rückgemeldete Frage der Studierenden beantwortet werden.

### Zeitaufwand

Den Zeitaufwand für die Studierenden für das Durcharbeiten des Arbeitsmaterials sowie die Beantwortung der Begleitfragen kann die Lehrperson jederzeit steuern und den spezifischen Gegebenheiten anpassen, indem sie den Umfang des Arbeitsmaterials und Anzahl sowie Schwierigkeit der Begleitfragen verändert. Wie oben erwähnt können ca. 45 Minuten bis 2 Stunden pro Woche als Richtwert dienen. Bei der Angabe des Zeitaufwands sollte aber auch erwähnt werden, dass sich die Studierenden durch die aktive Auseinandersetzung mit dem Lehrstoff in der Selbstlernzeit in der stressbelasteten Phase vor den Prüfungen Lernzeit sparen, denn durch die Methode wird ein Großteil des Lernstoffs bereits während des Semesters verinnerlicht.

Der Mehraufwand für den Dozierenden resultiert aus der Erstellung des Arbeitsmaterials, der Erstellung geeigneter Begleitfragen, der Auswertung des JiTT-Feedbacks nach dem Abgabetermin und der inhaltlichen und didaktischen Anpassung der darauf folgenden Präsenzveranstaltung. Mit zunehmender praktischer Erfahrung mit der Methode verkürzt sich diese Zeit. Im ersten Semester kann man als Lehrperson aber sicher mit bis zu einem Arbeitstag Aufwand pro Lehrveranstaltung und Woche rechnen.

### Ein Anwendungsbeispiel aus dem HD-MINT-Projekt

Im Rahmen des Projekts HD MINT wurde JiTT an mehreren Hochschulen für angewandte Wissenschaften (Nürnberg, Rosenheim, Weihenstephan-Triesdorf, München) angewandt. Exemplarisch wird im Folgenden von den Erfahrungen bei der Umsetzung der Methode in der Veranstaltung „Technische Optik I“ (Dozierende Prof. Ines Nikolaus) an der Hochschule München im Sommersemester 2013 berichtet. Dabei handelt es sich um eine Lehrveranstaltung für Studierende im zweiten Semester der Bachelor-Studiengänge „Mechatronik/Feinwerktechnik“ sowie „Augenoptik und Optometrie“. Die Details des JiTT-Ablaufs entsprechen dem Detailbeispiel in Abb. 1 rechts. Die Vorlesung wurde von einem Moodle-Kurs begleitet, zu dem 208 Studierende eingeschrieben waren. Darunter befanden sich auch Studierende höherer Semester, die als Wiederholer nicht aktiv am Vorlesungsbetrieb teilnahmen, sondern lediglich die Klausur am Ende des Semesters mitschrieben.

Die Studierenden hatten nach ca. zwei Dritteln des Semesters einen schriftlichen Leistungsnachweis zu absolvieren, der zu 25 % in die Gesamtnote einging, während die schriftliche Klausur am Semesterende die verbleibenden 75 % beitrug. Auf der Moodle-Plattform wurden den Studierenden einmal pro Woche Lesematerial (Ausschnitte aus dem Vorlesungsskript) sowie Begleitfragen zur Verfügung gestellt. Dabei handelte es sich sowohl um Lesekontrollfragen (Multiple Choice), Verständnisfragen und die Möglichkeit zum Freitext-Feedback (siehe oben). Die richtige Beantwortung der Lesekontrollfragen wurde mit dem Erwerb von Bonuspunkten im Leistungsnachweis belohnt: 5 Bonuspunkte wurden bei 80 % richtig beantworteten Lesekontrollfragen über das Semester hinweg vergeben, während 40 % richtige Antworten noch mit einem Bonuspunkt honoriert wurden. Diese Punkte wurden auf die Grundpunktzahl des Leistungsnachweises (72 Punkte) addiert, sodass die Studierenden durch die Bonuspunkte im optimalen Fall eine Verbesserung um zwei Notenstufen (z. B. von 2,7 auf 2,0) erreichen konnten. Mit den Antworten auf die etwas anspruchsvolleren Verständnisfragen konnten keine Bonuspunkte erworben werden.

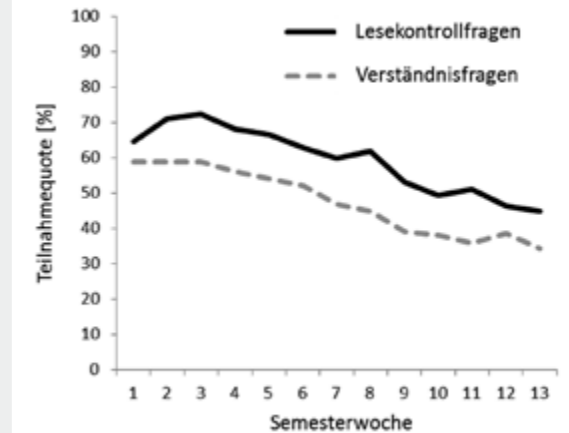
Die Quote derjenigen Studierenden, die die wöchentlichen Begleitfragen bearbeiteten, ist in Abb. 2 über das Semester hinweg dargestellt. Es sind zwei Trends zu beobachten: Zum einen war die Beteiligung an beiden Fragetypen über das Semester hinweg leicht rückläufig. Dies ging einher mit einem (auch in anderen Lehrveranstaltungen und Semestern beobachteten) leichten Rückgang an Anwesenden in der Präsenzzeit. Zum anderen lag die Anzahl beantworteter Verständnisfragen kontinuierlich ca. 15 % unter der der beantworteten Lesekontrollfragen. Dies mag zwar zum einen in der Tatsache begründet liegen, dass

die Lesekontrollfragen ein geringeres Anforderungsniveau hatten. Die Auswertung eines am Ende des Semesters ausgeteilten Fragebogens ergab aber auch, dass zahlreiche Studierende im Erwerb der Bonuspunkte eine wesentliche Motivation zur JiTT-Teilnahme sahen und sich wohl deshalb einige Studierende auf die Beantwortung der Lesekontrollfragen beschränkten. Dennoch zeigt das Ergebnis auch die grundsätzliche Bereitschaft zur Bearbeitung der zeitaufwändigeren Verständnisfragen, auf die während der jeweils anschließenden Präsenzveranstaltung explizit eingegangen wurde. Die extrinsische Motivation durch die Bonuspunkte stellte in dieser Vorlesung also lediglich einen zusätzlichen, nicht aber den einzigen Grund zur JiTT-Teilnahme dar.

Die Studienleistungen in dieser Lehrveranstaltung wurden verglichen mit den Ergebnissen der äquivalenten Veranstaltung im Jahr 2011, die von der gleichen Dozentin ohne Verwendung von JiTT und Peer Instruction gehalten wurde. Dabei zeigte sich ein signifikant besseres Ergebnis im Leistungsnachweis im Jahr 2013 ( $p < 0.001$ , Verbesserung von im Mittel 37,1 Punkten auf 43,1 Punkte [gerechnet ohne die erworbenen JiTT-Zusatzpunkte]). Die Ergebnisse der schriftlichen Klausur am Semesterende waren dagegen nicht signifikant verschieden. Eine genaue Analyse der Ursachen hierfür wird in der kommenden Zeit vorgenommen. Ein möglicher Unterschied für die ungleichen Auswirkungen von JiTT und Peer Instruction könnte aber in der unterschiedlichen Qualität der Testfragen liegen: Während die Fragen im Leistungsnachweis eher verständnisorientiert sind, liegt in der schriftlichen Klausur ein weiterer Fokus auf komplexere Rechnungen und Formelanwendungen.

Die Rückmeldungen der Studierenden zur Methode waren grundsätzlich überwiegend positiv („JiTT hilft, kontinuierlich zu lernen.“, „Durch die Bearbeitung des Lesematerials bleibt man während des Semesters immer am Ball.“, „Ich konnte durch die wöchentliche Vorbereitung der Vorlesung besser folgen.“). Gleichzeitig gaben einige Studierenden aber an, aufgrund der hohen zeitlichen Anforderungen in anderen Lehrveranstaltungen nicht immer die Zeit für die Bearbeitung des JiTT-Materials gefunden zu haben. Als durchschnittliche Bearbeitungszeit des JiTT-Arbeitsauftrags gaben die Studierenden im Mittel 1,4 Stunden pro Woche an. Die Dozentin bezifferte ihren eigenen Mehraufwand für die Integration von JiTT und Peer Instruction in die Vorlesung auf insgesamt rund 10 Stunden pro Woche. Im folgenden Studienjahr soll JiTT weiterhin in der Vorlesung eingesetzt werden. Der zu erwartende Vorbereitungsaufwand für die Dozentin ist dann entsprechend geringer; die noch laufende Analyse der Klausurergebnisse und studentischen Rückmeldungen soll dann dazu verwendet werden, das JiTT-Material (Lesetext sowie Begleitfragen) sowie die Struktur der Präsenzveranstaltung gegebenenfalls zu modifizieren, um studentische Zufriedenheit sowie Studienergebnisse noch weiter zu verbessern.

Abb. 2: Verlauf der Teilnahmequoten an den Lesefragen und den Verständnisfragen in der Vorlesung Technische Optik I (Hochschule München) über das Semester hinweg.



## Zusammenfassung und Ausblick

Just-in-Time Teaching stellt einen vielversprechenden Ansatz dar, um die Effizienz von Lehrveranstaltungen, insbesondere den Nutzen der Präsenzzeit für die Studierenden, zu optimieren. Erste Anwendungen an den bayerischen Hochschulen im Rahmen des HD-MINT-Projekts zeigen ermutigende Ergebnisse, weswegen die Methode in den kommenden Semestern in weiteren Lehrveranstaltungen integriert wird. Der Einsatz wird kontinuierlich von quantitativer Forschung begleitet (Studierendenbefragungen, Analyse von Klausurergebnissen u. a.), die im Laufe der Projektzeit zur Optimierung der Anwendung der Methode und zur Dokumentation ihrer Auswirkungen führen soll.

## Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Ines Nikolaus für die Zusammenarbeit innerhalb des HD-MINT-Projekts. Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 01PL12023A bis 01PL12023G gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Dieser Beitrag basiert zum Teil auf dem Kapitel zum Thema „Just-in-Time Teaching“ der Neuauflage des Buchs „didaktisch und praktisch: Ideen und Methoden für die Hochschullehre“ (Franz Waldherr, Claudia Walter; Schäffer-Poeschel Verlag Stuttgart), die voraussichtlich Anfang 2014 erscheinen wird.

## Literatur

- [1] Novak, G. M., Patterson, E. T., Gavrin, A. D., Christian, W. (1999). Just-in-Time Teaching: Blending active Learning and Web Technology. Upper Saddle River, NJ, U.S.A.: Prentice Hall.
- [2] Formica, S. P., Easley, J. L., Spraker, M. C. (2010). Transforming common-sense beliefs into Newtonian thinking through Just-In-Time Teaching. In: Physical Review Special Topics – Physics Education Research 2010, Band 6, Artikel 020106.
- [3] Marrs, K. A., Novak, G. (2004). Just-in-time teaching in biology: Creating an active learner classroom using the internet. In: Cell Biology Education 2004, Band 3, S. 49–61.

## E-Assessment und Kompetenzorientierung in der Mathematik

Xenia Valeska Jeremias  
Technische Hochschule Wildau

Die TH Wildau [FH], die größte Fachhochschule Brandenburgs, legt einen Schwerpunkt zur Verbesserung der Lehre auf eine bessere Unterstützung des Selbststudiums, u. a. indem E-Assessments eingeführt werden. Dieser Prozess wird durch das ServiceZentrum Lernen und Lehren [SeL<sup>2</sup>] im Projekt „SOS – Strukturierung und Optimierung des Selbststudiums“<sup>1</sup> unter Federführung der Vizepräsidentin für Studium, Lehre und Qualität begleitet. Zunächst stehen dabei die Fachgebiete Mathematik und Rechnungswesen im Fokus.

Im Moment werden E-Assessments an der TH Wildau [FH] fast ausschließlich für Selbsttests eingesetzt. Perspektivisch sind sie zwar auch für elektronische Prüfungen nutzbar; dies ist aber im Moment nur in Einzelfällen (bei überschaubaren Gruppen und Rahmenbedingungen) umgesetzt. In diesem Fall müssten juristische und weitere technische Fragestellungen beachtet werden, u. a. ist eine Verankerung von E-Assessments in den Prüfungsordnungen notwendig, um Uneindeutigkeiten zu vermeiden. Es wurden bereits erste Schritte eingeleitet, um diese formalen Voraussetzungen zu schaffen. Jedoch ist auch bei Selbsttests eine zuverlässige technische Funktion für die Akzeptanz unabdingbar.

Im Workshop wird ein Leitfaden zur Erstellung von elektronischen Fragen und Assessments vorgestellt, der sowohl auf den Aufbau und die Funktion der Assessments als auch auf die Fragenkonstruktion eingeht.

## Leitfaden zur Erstellung von E-Assessments

Viele Grundsätze für die Prüfungsgestaltung gelten ebenso für E-Assessments wie für konventionelle Paper-and-Pencil-Prüfungen. Hierzu gehören die Kompetenzorientierung, die Kohärenz zwischen angestrebtem Lernergebnis, Lehr-/Lernform und Prüfungsform sowie ganz grundsätzlich ein didaktisch sinnvoller Aufbau der Prüfungsfragen. Für elektronische Prüfungen bedeutet dies insbesondere, dass die Fragen danach gestaltet werden sollen, was inhaltlich-didaktisch sinnvoll ist, und nicht, was technisch (un)möglich ist. Da E-Assessments lediglich eine andere Testform darstellen, dürfen sie weder das Anforderungsniveau verändern noch die Art des abgefragten Wissens zugunsten von Faktenwissen verschieben.

<sup>1</sup> Gefördert aus Mitteln des BMBF unter dem Förderkennzeichen 01 PL 11042 im Rahmen des Qualitätspakts Lehre

E-Assessments können

- diagnostisch (d. h. als Eingangstest), formativ (d. h. als Zwischentest) oder summativ (d. h. als Abschlussprüfung) eingesetzt werden.
- mit Paper-and-Pencil-Tests kombiniert werden. So können beispielsweise standardisierte Aufgaben mit automatischem Feedback durch Freitextaufgaben ergänzt werden.
- den Lernprozess durch differenzierte Rückmeldung unterstützen. Das bedeutet z. B. auch, dass über E-Assessments Unterstützungsangebote bekannt gemacht werden können.

E-Assessments erfordern

- z.T. eine andere Formulierung der Frage.
- zusätzliche Erläuterungen zu Schreibweisen etc.
- einen höheren Erstellungsaufwand, dafür keinen bzw. einen deutlich geringeren Korrekturaufwand. Selbst bei Freitextaufgaben, die nicht automatisch korrigiert werden können, sinkt der Korrekturaufwand aufgrund der besseren Lesbarkeit der Antworten.

E-Assessments sollten

- verschiedene Fragetypen enthalten.
- Fragetypen bevorzugen, bei denen die Teilnehmer/-innen ihre Antworten aktiv eingeben müssen. „Aktiv eingeben“ meint in diesem Zusammenhang, dass nicht nur eine der vorgegebenen Auswahlmöglichkeit angeklickt werden muss.
- Fragen zufällig anordnen und/oder zusammenstellen können. Bei E-Klausuren können dadurch unterschiedliche Fragereihenfolgen erzeugt werden, sodass die Möglichkeit zum Abschreiben bei gleichem Schwierigkeitsgrad minimiert wird. Bei Selbsttests können durch eine Zufallsauswahl – sofern ein hinreichend großer Fragenpool vorhanden ist – verschiedene Varianten eines Tests generiert werden. So kann ein Lerngebiet mehrmals geübt werden, ohne dass die Einschätzungen zum Lernstand alleine deswegen besser werden, weil sich die Teilnehmer/-innen an die richtigen Ergebnisse erinnern.
- tendenziell kurz sein, da dies weniger Anforderungen an das Durchhaltevermögen der Teilnehmer/-innen stellt.
- ein nach Themen und erreichter Punktzahl aufgeschlüsseltes Gesamtfeedback enthalten.
- das Feedback zu den Fragen erst am Ende des gesamten Assessments anzeigen, damit zugleich eine erste Wiederholung der abgefragten Inhalte stattfindet.
- am Ende abhängig von der erreichten Punktzahl eine Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise, eventuell mit Links zu Lernmodulen o.Ä., geben.

### Leitfaden zur Fragenerstellung

Es hat sich gezeigt, dass elektronische Tests durchaus nicht nur zum Abprüfen von Faktenwissen geeignet sind, da durch eine gezielte Auswahl der Fragetypen und den Einsatz differenzierter Feedbacks verschiedene Lerngelegenheiten geschaffen werden können. Einige Aufgabenbeispiele sollen hier diskutiert werden.

Multiple-Choice-Fragen sind zwar recht einfach zu erstellen, entsprechen häufig aber nicht den Niveau- und Komplexitätsanforderungen eines Hochschulstudiums. Trotzdem gibt es auch unproblematische Anwendungsfälle. Wichtig ist hierbei, dass keine Lösungsalternativen enthalten sind, die offensichtlich richtig oder falsch sind, sodass die Frage auch ohne Fachkenntnis zu beantworten ist. In dem hier gezeigten Beispiel sind alle theoretisch möglichen Antwortalternativen enthalten, sodass der Nutzer allein aus der Struktur der Frage keine zusätzlichen Informationen über die richtige Lösung bekommt.

Dies ist ein Beispiel für eine komplexere, numerische Frage. Deutlich wird schon durch den mehrstufigen Aufbau, dass kein deklaratives, sondern prozedurales Wissen abgefragt wird, wobei der Aufbau der Frage die Logik des „normalen“ Lösungsweges widerspiegelt. Selbstverständlich sollten in der Fragensammlung auch Fragen enthalten sein, die keine bzw. unendlich viele Lösungen haben. Werden solche Fragen in einem Assessment gemischt, beugt dies auch dem sturen Abarbeiten von Lösungsroutinen vor. In ähnliche Richtung wirkt die Tatsache, dass die Zahl der Antwortkästchen die Anzahl der Lösungen nicht vorgibt. Auch hierdurch wird vermieden, dass die Struktur der Frage bereits Hinweise auf die richtige Antwort gibt.

Nach Durchführung des Tests erhalten die Teilnehmer/-innen ein ausführliches, detailliertes Feedback – sowohl insgesamt als auch für jede einzelne Aufgabe. Bei mehrstufigen Aufgaben ist es auf die verschiedenen Aufgabenteile bezogen. Grundsätzlich wird angestrebt, dass das Feedback nach richtigen, teilrichtigen und falschen Antworten differenziert ist und Hinweise auf häufige Fehlkonzepte enthält. Um mögliche Rundungsfehler abzufangen, ist in der Aufgabe ein Toleranzbereich definiert worden. Die Punkterverteilung ist entsprechend angepasst.

### Erfahrungen

Erste Erfahrungen mit E-Assessments wurden an der TH Wildau [FH] im Rahmen von

1. Orientierungstests am Tag der offenen Tür,
2. Einstiegstests für einzelne Lehrveranstaltungen oder Kurse,
3. Zwischentests zur Überprüfung der Kenntnisse im Selbststudium sowie
4. Zwischentests mit Bestehensgrenze als Klausurvoraussetzung gesammelt.

Zu 1.: Am Tag der offenen Tür 2013 wurden zwei Versionen eines Tests (einer für angehende Ingenieure, einer für angehende Wirtschaftler) angeboten. Sie sollten den Studieninteressierten eine Orientierung liefern,

Abb. 1: ein Beispiel für eine MC-Frage

Gegeben sei die Funktion  $f(x) = \frac{1}{2x^2}$

Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Die Funktion ist achsensymmetrisch zur y-Achse.

Die Funktion ist punktsymmetrisch zum Koordinatenursprung.

Die Funktion ist zwar symmetrisch, aber weder achsensymmetrisch zur y-Achse noch punktsymmetrisch zum Koordinatenursprung.

Die Funktion ist überhaupt nicht symmetrisch.

Abb. 2: ein Beispiel für eine numerische Frage

Gegeben sei die Gleichung  $x^4 - 2x^2 + 1 = 0$  mit  $D = \mathbb{R}$

Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Bitte markieren Sie die zutreffende Aussage mit 000.

Die Gleichung hat keine Lösungen.

Die Gleichung hat mindestens eine, aber maximal vier Lösungen.

Die Gleichung hat unendlich viele Lösungen.

Wenn die Gleichung mindestens eine und maximal vier Lösungen hat: Wie lautet diese?

Die Anzahl der Kästchen gibt die Anzahl der Lösungen nicht vor. Runden Sie - wenn nötig - auf zwei Stellen nach dem Komma.

$x_1 =$    $x_2 =$    $x_3 =$    $x_4 =$

Abb. 3: ein Beispiel für ein Fragenfeedback

Gegeben sei die Gleichung  $3(-5x + 1) = \frac{1}{2}$  mit  $D = \mathbb{R}$

Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Bitte markieren Sie die zutreffende Aussage mit 000.

Die Gleichung hat keine Lösung.

Die Gleichung hat genau eine Lösung.

Die Gleichung hat unendlich viele Lösungen.

Wenn die Gleichung genau eine Lösung hat: Wie lautet diese?

Runden Sie das Ergebnis - wenn nötig - auf zwei Stellen nach dem Komma.

$x =$

**2 out of 3**

Richtig! Diese lineare Gleichung ist eindeutig lösbar.

$x = \frac{1}{6} \approx 0,17$  ist die Lösung. Ihre Lösung liegt im Toleranzbereich.

ob der Besuch eines Brückenkurses<sup>2</sup> vor Studienbeginn anzuraten ist. Bei beiden Tests wurde nach den Fragen zur Mittelstufenmathematik geprüft, ob der/die Teilnehmer/-in mehr oder weniger als 75 % der Punkte erreicht hatte. Abhängig davon erhielten die Testnutzer/-innen entweder einfache Aufgaben zur Oberstufenmathematik (um sie nicht abzuschrecken) oder schwierigere (um eine kleine Herausforderung zu bieten und auch die obere Leistungsgrenze abschätzen zu können). Das Angebot, diesen Test zu absolvieren, wurde von etwa 60 Besuchern genutzt, darunter auch von einigen Schülern, die sich auf ihren Schulabschluss vorbereiteten. Informationsmaterial zu den Vorbereitungsangeboten der Hochschule war am Tag der offenen Tür ebenso vorhanden wie die Option, sich gleich für einen Kurs anzumelden.

Zu 2.: Diese Einstiegstests wurden z. B. zur Einteilung von leistungshomogenen Übungsgruppen im Rahmen verschiedener Brückenkurse verwendet. Im Wintersemester 2013/14 werden Einstiegstests eingesetzt, um den Bedarf an zusätzlicher Unterstützung (z. B. Tutorien) zu ermitteln.

Zu 3.: In mehrere Kursräume auf der hochschuleigenen Lernplattform, z. B. im Brückenkurs Mathematik, wurden Selbsttests integriert, damit die Studierenden anonym Rückmeldungen zu ihrem Lernstand erhalten. Die Ergebnisse dieser Tests wurden jeweils vor der nächsten Veranstaltung ausgewertet und den Studierenden bekannt gegeben. Wenn nötig, wurde in Vorlesung oder Übung auf einzelne Aufgaben speziell eingegangen. Geplant sind für das Wintersemester 2013/2014 lehrveranstaltungsgebundene Zwischentests für die Lehrveranstaltung „Mathematik I“ im Studiengang Ingenieurwesen (Maschinenbau / Physikalische Technik).

Zu 4.: Erstmals wurde im Sommersemester 2013 in einer Lehrveranstaltung ein Zwischentest als Klausurvoraussetzung geschrieben. Dazu wurde ein Test so konfiguriert, dass er nur in einem bestimmten Zeitraum und von jeder Teilnehmerin / jedem Teilnehmer genau einmal durchgeführt werden konnte. Über personalisierte Zugänge wurden die Ergebnisse den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zugeordnet.

In diesem Zuge wird mittels einer Software<sup>3</sup> ein hochschulweiter Fragenpool für Mathematik aufgebaut. Vor allem für den Brückenkursbereich ist inzwischen ein umfangreicher Fragenpool vorhanden, sodass neue Assessments daraus in relativ kurzer Zeit zusammengestellt werden können. Insbesondere steht der Fragenpool nicht nur für projektinterne Tests, sondern auch für Assessments von Lehrenden aller Studiengänge zur Verfügung. Hat eine größere Anzahl von Teilnehmerinnen und Teilnehmern einen Test absolviert, zeigen die Softwareberichte neben den Einzelergebnissen auch zusammengefasste Auswertungen sowie Aussagen zur Fragenqualität und zum Schwierigkeitsgrad. Auf dieser Grundlage können weitere Maßnahmen zur Unterstützung des Selbststudiums entwickelt werden.

<sup>2</sup> Die TH Wildau [FH] bietet im Bereich Mathematik Brückenkurse in verschiedenen Formaten (u. a. Blended Learning) sowie z.T. nach Zielgruppen (Ingenieure, Wirtschaftsstudierende) differenziert an.

<sup>3</sup> Es handelt sich hierbei um die kostenpflichtige Software „Questionmark Perception“, welche gegenüber verschiedenen Open-Source-Programmen den Vorteil hat, wesentlich flexibler und vielfältiger in den Gestaltungsmöglichkeiten zu sein.

Aus Tabelle 4 kann man erste Erkenntnisse<sup>4</sup> über den Test entnehmen, z. B. dass ein Teil der Teilnehmer/-innen den Tests nicht abgeschlossen hat. Es wurden zwischen 0 und 28 Punkten erreicht, was in diesem Falle bedeutet, dass mindestens ein/e Teilnehmer/in 100 % der Punkte erreicht hat. Die Angabe „Geringster Zeitaufwand für abgeschlossene Versuche“ ist so zu verstehen, dass einige den Test offensichtlich nur „durchgeklickt“ haben, ohne ihn ernsthaft zu bearbeiten.

In Abb. 5 wird aufbereitet, wie sich die Ergebnisse beim Wirtschaftler-Test am Tag der offenen Tür auf die verschiedenen im Assessment definierten Ergebnisbereiche verteilen. Beispielsweise haben 12 Teilnehmer/-innen zwischen 0 und 24 % der Punkte erreicht. Ein Ergebnisbereich, nämlich „75 bis 100 ohne“ (in der Grafik nicht aufgeführt), wurde nicht erreicht. Dieser Ergebnisbereich hätte auf diejenigen zugetroffen, die zwar über 75 % der Punkte erreicht, aber nur die einfachen Oberstufenaufgaben gerechnet hatten. In diesem Test gab es also sehr wenige Ergebnisse im (oberen) Mittelfeld. Wer bei den Aufgaben zur Mittelstufenmathematik über 75 % der Punkte erreicht hatte, konnte auch die Oberstufenaufgaben gut bis sehr gut lösen. Das zeigte sich anhand dieser Tabelle in Kombination mit den Einzelergebnissen.

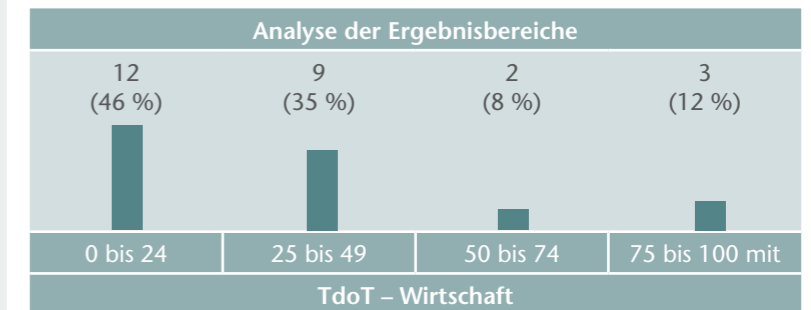
Die im Projekt SOS gemachten Erfahrungen mit E-Assessments sind überwiegend positiv. Nach einer nicht ganz einfachen Einarbeitungszeit hat sich die Erstellung neuer Aufgaben und Assessments, auch bei höherer Komplexität, als umsetzbar herausgestellt. Zu betonen ist allerdings, dass die initial nötigen Ressourcen nicht unterschätzt werden dürfen. Sowohl die Einrichtung der Software als auch

<sup>4</sup> Weitere Analysen der Testergebnisse und Fragenqualität sind mithilfe der eingesetzten Software grundsätzlich möglich, allerdings im Rahmen des Projektes noch nicht umgesetzt.

Tab. 4: eine Tabelle aus einem Report zur Analyse des Ingenieur-Tests am Tag der offenen Tür

TdoT – Ingenieur	
Assessment-Name	TdoT – Ingenieur
Anzahl der gestarteten Versuche	73
Anzahl der abgeschlossenen Versuche	51
Mindestpunktzahl für abgeschlossene Versuche	0
Maximale Punktzahl für abgeschlossene Versuche	28
Mittlere Punktzahl für abgeschlossene Versuche	11,9
Geringster Zeitaufwand für abgeschlossene Versuche	0:00:15
Höchster Zeitaufwand für abgeschlossene Versuche	0:28:07
Mittlerer Zeitaufwand für abgeschlossene Versuche	0:09:44
Standardabweichung für abgeschlossene Versuche	9,9

Abb. 5: Ergebnisverteilung des Wirtschaftler-Tests am Tag der offenen Tür



die Erstellung von Aufgabenprototypen für den Fragenpool sind nicht von „normal“ in die Hochschullehre eingebundenen Lehrkräften zu bewältigen. Trotzdem sind die Kooperation mit Lehrenden und die Einbindung der Angebote in konkrete Lehrveranstaltungen sehr wichtig, u. a. um einen besseren Zugang zu den Studierenden zu bekommen und um falsche Vorstellungen von E-Tests, wie „elektronische Aufgaben sind immer Multiple Choice“, abzubauen. Lehrende, die erste konkrete Erfahrungen gemacht haben, sind in der Regel positiv überrascht über die Möglichkeiten.

Für die Zukunft ist u. a. eine größere Adaptivität der Lernumgebungen denkbar. Dies könnte durch weitere Verfeinerung der Aufgabenstellungen und Feedbacks sowie vielfältige Verweise auf weitere Lernmaterialien erreicht werden, die auf die entsprechende Online-Lernumgebung angepasst sind. E-Tests können ein „Baustein“ in solchen Lernräumen sein.

## Diversity- und Genderkompetenz in technischen Studiengängen – Weiterbildungsangebote für Dozierende

Nadja Ramsauer, Theresia Weiss Sampietro  
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

**Hochschulen und insbesondere technische Hochschulen sind attraktiver, wenn sie Vielfalt und Verschiedenheit zu einem zukunftsweisenden Lehr- und Forschungsschwerpunkt machen. Diversity- und genderkompetente Dozentinnen und Dozenten nehmen eine Schlüsselfunktion bei der inhaltlichen und didaktischen Vermittlung ein.**

Weshalb ist die Förderung von Diversity- und Genderkompetenz von Dozierenden wichtig für technische Hochschulen, um für junge Frauen und Männer ein attraktiver Ausbildungs- und Studienplatz zu sein? Didaktisches Denken und Handeln an Hochschulen soll den Lernbedürfnissen beider Geschlechter entsprechen. Genderkompetente Lehrpersonen können die Geschlechterthematik im Unterricht angemessen einbringen, d. h. sie setzen einerseits Prinzipien einer gendergerechten Didaktik um und bringen andererseits Fachinhalte aus der Geschlechterforschung ein. Dadurch werden Studentinnen und Studenten in dem Sinne gefördert, dass sie ihr Interessenspektrum und ihre Berufsperspektiven erweitern.

Ein Blick zurück auf die gleichstellungspolitischen Maßnahmen an Hochschulen zeigt, dass in den letzten Jahren vor allem versucht worden ist, junge Frauen für eine Studien- und Berufswahl im MINT-Bereich zu motivieren oder mit anderen Worten: Frauen sollten sich fit machen für den MINT-Bereich. Die Maßnahmen zielten auf Verhaltensänderungen und Anpassungsleistungen seitens der jungen Frauen. Weniger beachtet bzw. selbstkritisch reflektiert und verändert wurden dabei die strukturellen und fachkulturellen Gegebenheiten an den Hochschulen. Reformen technischer Studiengänge in diese Richtung voranzutreiben würde bedeuten, an Curricula und Vermittlungsformen in der Lehre anzusetzen sowie auf mehr Diversität in der Fachkultur aber auch unter den Studierenden zu zielen.

### Mit Diversity- und Genderkompetenz künftigen Herausforderungen begegnen

Es geht angesichts von Fachkräftemangel – der sich aufgrund der demographischen Entwicklungen künftig noch verschärfen wird – und Chancengleichheitsimperativ heute für Hochschulen darum, eine zusätzliche Gruppe von Studentinnen und Studenten zu gewinnen, die sich mit einem herkömmlichen Technikbegriff nicht mehr zufrieden gibt.



Vor dem Hintergrund dieser Überlegung wurde an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) im Jahr 2008 ein Entwicklungsprojekt in den drei exemplarisch ausgewählten Studiengängen Elektrotechnik, Unternehmensinformatik und Biotechnologie durchgeführt, mit dem Ziel Wege aufzuzeigen, wie Strukturen, Fachkulturen und Didaktik in den Studiengängen verbessert und für junge Frauen und Männer attraktiver gemacht werden können.<sup>1</sup>

In Weiterbildungsveranstaltungen, Beratungen und Coachings werden die gewonnenen Erkenntnisse inner- und außerhalb der ZHAW vermittelt und weiterentwickelt.<sup>2</sup> Das Entwicklungsprojekt und die Weiterbildung für Dozierende sollen im Folgenden vorgestellt werden.

### Technische Ausbildungen auf eine diverse Gesellschaft ausrichten

Technische Studiengänge an schweizerischen Fachhochschulen sind zum Teil nach wie vor auf die Aneignung von Faktenwissen ausgerichtet und thematisieren die Tatsache kaum, dass technische Projekte heute komplex und in politische und soziale Spannungsfelder eingebettet sind. Viele Stereotypen sind unhinterfragt männlich konnotiert, der Technikbegriff ist insgesamt eher eng gefasst. Junge Frauen und Männer, die den Gesellschaftsbezug von Technik hervorheben und das männlich bestimmte Image von Technik kritisch wahrnehmen, kommt dieser traditionelle Zugang nicht entgegen. Hinzu kommt, dass die Lehrpersonen die manifesten technischen Kompetenzen von Frauen oft unbewusst ignorieren und jene von Männern teilweise überschätzen.<sup>3</sup>

Für ihre künftige Berufstätigkeit in einem dynamischen Umfeld brauchen Studentinnen und Studenten neben technischem Wissen soziale und kommunikative Kompetenzen und sie sollten für gesellschaftliche Vielfalt sensibilisiert sein. Sowohl die Perspektivenvielfalt von gemischten Produktentwicklungsteams als auch der Einbezug der Vielfalt von Nutzerinnen und Nutzern tragen dazu bei, dass mehr Ideen für globale Märkte generiert werden und somit ökonomische Vorteile entstehen.

Mit dem Entwicklungsprojekt wurden relevante Grundlagen erarbeitet, die es braucht, um technische Studiengänge gendergerecht zu gestalten. Neben den Leitbildern und den didaktischen und inhaltlichen Konzepten wurden die strukturellen und personellen Hintergründe der drei exemplarisch ausgewählten technischen Studiengänge Elektrotechnik, Unternehmensinformatik und Biotechnologie an der ZHAW untersucht. Sowohl die Perspektive der Studiengangleitenden und Dozierenden als auch die der Studierenden wurde miteinbezogen.

<sup>1</sup> Weiss/Ramsauer (2008). Für andere Fachbereiche siehe auch Weiss/Ramsauer (2011).

<sup>2</sup> Zum Beratungsangebot siehe [www.zhaw.ch/genderstudies](http://www.zhaw.ch/genderstudies) (Rubrik Weiterbildung).

<sup>3</sup> Vgl. zu diesen verschiedenen Zusammenhängen von Geschlecht und Technik z. B. Dudek/Jansen-Schulz (2006), Gransee (2006).

### Sensibilisierung für Diversity- und Genderthemen

Zur Didaktik an technischen Hochschulen ist es wichtig, auf zwei Ebenen anzusetzen. Erstens sollten sich die Leiterinnen und Leiter von Lehre, Studiengängen und einzelnen Modulen Überlegungen dazu machen, welche inhaltlichen, methodischen, sozial-kommunikativen und persönlichen Aspekte aus Diversity- und Genderperspektive in der Aus- und Weiterbildung zu berücksichtigen sind. Zweitens gilt es, die Hochschullehrpersonen selbst niederschwellig für Diversity- und Genderthemen in Aus- und Weiterbildung zu sensibilisieren, z. B. mittels Einzel- und Gruppencoaching, Information und Austausch über Mittag oder maßgeschneiderte Weiterbildungsangebote.

Genderkompetent unterrichten bedeutet zunächst einmal, dass Dozierende die Geschlechterverhältnisse in der Gesellschaft verstehen und bewerten: Wie haben sich Geschlechterdifferenzen in soziale Strukturen und Denksysteme eingeschrieben und inwiefern sind sie historisch und kulturell wandelbar? Zweitens bedeutet Genderkompetenz, dass Dozierende bereit sind, ihre persönlichen Einstellungen zu Geschlechterrollen zu reflektieren und gegebenenfalls zu ändern: Wie sieht meine persönliche Biographie und mein Berufswahlverhalten aus, wenn ich beides aus der Genderperspektive heraus betrachte? Wie nehme ich meine Vorbildrolle als Frau oder als Mann im Unterricht wahr? Welche Bilder von Weiblichkeit bzw. Männlichkeit vermittele ich? Und welche Folgen hat dies für meine Unterrichtsplanung, d. h. wie kann ich die Gender(un)bewusstheit der Lernenden in meine Vorbereitung des Unterrichts einbeziehen? Schließlich geht es beim Begriff der Genderkompetenz darum, konkrete Strategien zur Gleichstellung in einem bestimmten beruflichen und institutionellen Umfeld umzusetzen. Mit Blick auf den Unterricht bedeutet dies, Fachwissen aus den Gender Studies zu vermitteln, in Didaktik und Methodik geschlechterdifferenzierende Aspekte zu berücksichtigen und die Interaktion mit den Lernenden geschlechtergerecht auszugestalten.

### Entwicklungsprojekt an der ZHAW

Im hier vorgestellten Projekt wurden neben den Leitbildern und den didaktischen Konzepten auch die strukturellen und personellen Hintergründe der drei technischen Studiengänge untersucht. Die Analyse der Curricula umfasste die folgenden Fragen: Werden bei der Vermittlung von fachspezifischen Inhalten Resultate aus der Geschlechterforschung berücksichtigt?<sup>4</sup> Inwieweit genügen Didaktik und Studienorganisation dem Kriterium der Gendergerechtigkeit? Wird die Genderkompetenz als Schlüsselkompetenz bei Dozierenden und Studierenden gefördert?

Relevante Kriterien für die Gendergerechtigkeit waren der Anwendungsbezug technischer Fächer, die Interdisziplinarität, der Berufsbezug, interkulturelle Aspekte, Betonung der Sprachkompetenz, vielfältige Lehr- und Lernmethoden, ökologischer Nachhaltigkeits-

<sup>4</sup> Vgl. Ebellig/Schmitz (2006).

bezug, weibliche Vorbilder in Lehre und Forschung, ganzheitlicher Ansatz und Technologieabschätzung.<sup>5</sup> Auf dieser Basis ist auch der Auftritt der drei Studiengänge nach außen analysiert und ein Screening der Modulbeschreibungen erstellt worden. Die Auswahl der Kriterien für Gendergerechtigkeit hat sich als sehr sinnvoll erwiesen: Weil diese Aspekte nicht auf den ersten Blick die Geschlechterverhältnisse ansprechen, konnten bei den Beteiligten intuitive Abwehrreaktionen gegenüber der Genderthematik vermieden und ein für sie überraschender Zugang gewählt werden.

Zunächst wurden die beteiligten zwölf Dozierenden (davon 3 Studiengangsleiter)<sup>6</sup> in einem ersten Workshop in die Genderthematik eingeführt. Ein zweites Element bestand in einer zweimonatigen Tagebuchführung. Die Dozierenden haben den Inhalt und die Lehrmethoden des eigenen Unterrichts auf Genderinhalte hin geprüft und wöchentlich in einem Tagebuch protokolliert. Ziel der Tagebuchführung war es auch, Aspekte der gelebten Fachkultur aufzudecken und auf Genderaspekte hin zu reflektieren. Und schließlich sollte die eigene Haltung in der Interaktion mit den Studierenden kritisch beobachtet werden. Die Dozierenden beschrieben ihre Ist-Situation und überlegten sich, wo sie Ansatzpunkte sehen, um zusätzliche Genderaspekte im Unterricht zu integrieren. Die Beschreibungen erfolgten innerhalb der fachlich-inhaltlichen, der methodisch-didaktischen, der sozial-kommunikativen sowie der persönlichen Dimension.<sup>7</sup> Nach der Tagebuchphase fand ein zweiter Workshop statt, in dem Vorschläge für gendersensiblen Unterricht in den drei Studiengängen erarbeitet wurden.

Die Auswertung der Ist-Beschreibungen zeigen: Die Dozierenden berücksichtigen bereits viele der oben genannten Kriterien für Gendergerechtigkeit. Sie versuchen die Lebenswelt beider Geschlechter bei der Auswahl von Beispielen einzubeziehen, thematisieren die Berufserfahrungen und Karrierepläne der Studierenden, setzen alternierend unterschiedliche Lehrformen ein und fördern die Teamarbeit und den Praxisbezug. Und: Die Dozierenden favorisieren einen entdramatisierenden Umgang mit der Geschlechterkategorie.<sup>8</sup> Statt Unterschiede zwischen Frauen und Männern zu akzentuieren, gehen die Dozierenden lieber auf die individuelle Vielfalt von Studentinnen und Studenten ein. Die Desiderate, die in den Tagebüchern ausformuliert wurden, verweisen darauf, dass die Dozierenden viele Anknüpfungspunkte sehen, die zum Teil aber aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen wie z. B. gesellschaftliche Bilder über den Zusammenhang von Geschlecht und Technik kaum umsetzbar sind.

<sup>5</sup> Vgl. Jansen-Schulz/Dudeck (2005).

<sup>6</sup> Dabei wurde eine ausgeglichene Beteiligung von Fach- und Allgemeinbildung angestrebt. Fünf Fachdozierende, drei Dozierende aus den grundlagenorientierten und vier aus den allgemeinbildenden Fächern haben ein Tagebuch geführt (8 Männer, 4 Frauen).

<sup>7</sup> Beispielsweise Fragen über Vorbilder bei der Vermittlung der Stoffinhalte, zur adäquaten Wahl der Unterrichtsmethode, auch mit Blick auf den Anwendungsbezug im späteren Berufsumfeld, Fragen zur Kommunikations- und Feedbackkultur und zur eigenen Haltung und Wahrnehmung als Lehrperson. Bei der Entwicklung der vier Dimensionen haben wir uns v. a. auf Lehmann (2003) 63 ff. gestützt. Vgl. auch Liebig u. a. (2009), Auferkorte-Michaelis u. a. (2009).

<sup>8</sup> Zum Begriff der Entdramatisierung vgl. Faulstich-Wieland (2013), Faulstich-Wieland (2000).

Die Dozierenden sehen auch Verbesserungsmöglichkeiten. So fehlen ihnen etwa handlungsleitende Best Practice Beispiele oder handbuchartig aufbereitete Unterrichtsunterlagen, die es ihnen erlauben würden, die Geschlechterthematik ohne größeren Aufwand in ihre Inhalte einfließen zu lassen. Bei den Lehrformen orten die Dozierenden ein großes Veränderungspotential: In vielen Gefäßen hätten sie die Möglichkeit, die Teamarbeit und das selbständige Erarbeiten von Lösungen zu fördern. Übereinstimmend positiv und veränderungswürdig beurteilen sie den vermehrten inhaltlichen Bezug zum künftigen Berufsfeld und zur Praxis sowie die Wirkung von Vorbildern. Sie schlagen zum Beispiel vor, dass vermehrt Berufsfrauen aus der Praxis als Dozentinnen in den drei Studiengängen auftreten sollten. Über die fachliche Inhaltsvermittlung hinaus hätte dies eine Vorbildfunktion und positive Signalwirkung insbesondere für die Studentinnen.

## Weiterbildungsangebot in Diversity- und Genderkompetenz

Das Gespräch zwischen Dozierenden, die ganz unterschiedliche Fächer unterrichten, hat sich im vorliegenden Projekt als äußerst anregend erwiesen. Auf diese Weise kann ein ethnographischer, gewissermaßen von außen kommender Blickwinkel auf die persönliche Lehrtätigkeit eingenommen werden: Wie generieren und vermitteln wir unser Fachwissen? Wie gehen wir mit dem Mehr- und Minderheitenstatus von Studentinnen und Studenten um und wie nehmen wir die Hetero- oder Homogenität unter Dozierenden wahr? Wie versuchen wir Stereotypisierungen spielerisch und humorvoll aufzubrechen und wie fördern wir die Vielfalt von Lernwegen?

In diesem Sinne wurde als unmittelbares Resultat aus der vorgestellten Studie heraus ein interdisziplinäres Weiterbildungsangebot für Dozierende entwickelt: Der eintägigen Kurs «Diversity- und Genderkompetenz in Lehre, Forschung und Beratung» vermittelt zunächst theoretische Grundlagen zur Diversity- und Genderthematik, worauf sich die Teilnehmenden Gedanken zur Frage machen können, wie sie sich selbst in der Thematik positionieren. In einer zweiten Kurssequenz werden gemeinsam die Diversity- und Geschlechterbilder reflektiert, die im jeweiligen fachkulturellen Umfeld eine Rolle spielen.<sup>9</sup> Schließlich finden im dritten abschließenden Teil Werkstattgespräche statt zur Frage, wie der eigene Unterricht geschlechtergerecht gestaltet werden kann.

Eine Weiterbildung in Diversity- und Genderkompetenz mit der gezielten Platzierung von neuen Begriffen wie Nachhaltigkeit, Nutzerinnen- und Nutzerorientierung oder Gesellschaftsbezug kann Dozierende in technischen Fachbereichen befähigen, neue Kreise von Interessierten für ein Technikstudium anzusprechen – nicht zuletzt junge Frauen. Hier liegt ein Schlüssel zum Erfolg, denn ohne die Geschlechterverhältnisse bzw. den Minderheitenstatus von Studentinnen zu dramatisieren oder überhaupt explizit zu thematisieren, kann eine große geschlechterspezifische Wirkung erzielt werden. Projekte, die nicht Frauen für

<sup>9</sup> V. a. zu den unterschiedlichen Fachkulturen an Universitäten liegen zahlreiche Studien vor. Vgl. z. B. Beaufays (2003), Beaufays/Krais (2005), Krais (2000), Münt (2005).

die Technik fit machen, sondern umgekehrt bei den Strukturen und Mentalitäten in den technischen Studiengängen ansetzen, formulieren einen ambitionierten Anspruch, der nur schrittweise und über einen langfristigen Mentalitätswandel eingelöst werden kann. Wichtigste Voraussetzung ist die Unterstützung durch die Departements- und Studiengangsleiter und die Haltung, dass Diversity- und Genderkompetenz als integraler Bestandteil von Aus- und Weiterbildung zu betrachten ist.

#### Literatur

- Auferkorte-Michaelis, Nicole, Ingeborg Stahr, Annette Schönborn, Ingrid Fitzek (Hrsg.) (2009). Gender als Indikator für gute Lehre. Erkenntnisse, Konzepte und Ideen für die Hochschule. Opladen.
- Beaufaÿs Sandra (2003). Wie werden Wissenschaftler gemacht? Beobachtungen zur wechselseitigen Konstitution von Geschlecht und Wissenschaft. Bielefeld.
- Beaufaÿs Sandra, Beate Kraus (2005). Doing Science – Doing Gender: Die Produktion von WissenschaftlerInnen und die Reproduktion von Machtverhältnissen im wissenschaftlichen Feld. In: Feministische Studien 23. Jg. 1, S. 82–99.
- Dudeck Anne, Bettina Jansen-Schulz (Hg.) (2006). Hochschuldidaktik und Fachkulturen: Gender als didaktisches Prinzip. Bielefeld.
- Ebellling Smilla, Sigrid Schmitz (Hg.) (2006). Geschlechterforschung und Naturwissenschaften: Einführung in ein komplexes Wechselspiel. Wiesbaden.
- Faulstich-Wieland, Hannelore (2013). Geschlechterdifferenzen als Produkt geschlechterdifferenzierenden Unterrichts. In: Stadler-Altman, Ulrike (Hg.). Genderkompetenz in pädagogischer Interaktion. Opladen. S. 12–28.
- Faulstich-Wieland, Hannelore (2000). Dramatisierung versus Entdramatisierung von Geschlecht im Kontext von Koedukation und Monoedukation. In: Sigrid Metz-Göckel, Christa Schmalzhaf-Larsen, Eszter Belinszki (Hg.). Hochschulreform und Geschlecht: Neue Bündnisse und Dialoge. Opladen. S. 196–206.
- Gransee Carmen (Hg.) (2006). Hochschulinnovation: Gender-Initiativen in der Technik. Hamburg.
- Jansen-Schulz Bettina, Anne Dudeck (2005). Integratives Gender als Strategie für genderorientierte Fachkulturen in Naturwissenschaft und Technik an der Universität Lüneburg. Online-Ringvorlesungen: Gender in der Lehre. Institut für Frauenforschung und Gender-Studien der Fachhochschule Kiel.
- Kraus Beate (2000). Das soziale Feld Wissenschaft und die Geschlechterverhältnisse: Theoretische Sondierungen. In: Kraus Beate (Hg.). Wissenschaftskultur und Geschlechterordnung: Über die verborgenen Mechanismen männlicher Dominanz in der akademischen Welt. Frankfurt a. M./New York, S. 31–54.

Lehmann, Helen M. Geschlechtergerechter Unterricht: Praxisreflexion von Sprachlehrpersonen. Bern 2003.

Liebig, Brigitte, Edith Rosenkranz-Fallegger, Ursula Meyerhofer (Hg.). Handbuch Genderkompetenz: Ein Praxisleitfaden für (Fach-)Hochschulen. Zürich 2009.

Münst Senganata Agnes (2005). Lehrstrukturen in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studienfächern und die Herstellung der Geschlechterhierarchie in Lehrprozessen. In: Steinbrenner Diana et al. (Hg.). Naturwissenschaft und Technik – (k)eine Männersache. Aktuelle Studien und Projekte zur Förderung des weiblichen Nachwuchses in Naturwissenschaft und Technik. Rostock. S. 87–102.

Weiss Sampietro, Theresia, Nadja Ramsauer: Gendergerechte technische Fachhochschulstudiengänge: Ein Entwicklungsprojekt in den Studiengängen Elektrotechnik, Unternehmensinformatik und Biotechnologie der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung Nr. 9. Winterthur 2008.

Weiss Sampietro, Theresia, Nadja Ramsauer Alexandra Burkart, Sheila Karvounaki Marti. Genderkompetenz in der Lehre an Fachhochschulen: Wege zur Umsetzung in den Fachbereichen Kunst, Pädagogik, Soziale Arbeit und Wirtschaft. Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung Nr. 15. Winterthur 2011.

## Möglichkeiten und Grenzen der Wirksamkeitsmessung interaktiver Lehrmethoden – Ein erster Erfahrungsbericht

Yvette Hofmann, Thomas Köhler  
Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulplanung und Hochschulforschung (IHF)

### Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag skizziert, auf welche Weise die Wirksamkeit didaktischer Maßnahmen gemessen werden kann und welche Schwierigkeiten sich hierbei ergeben können. Er beruht auf dem HD-MINT Projekt und ist daher auf die speziellen Rahmenbedingungen dieses Projektes zugeschnitten. Dennoch kann er wertvolle Anregungen für ähnliche Projekte geben.

### 1. Ausgangssituation für die wissenschaftliche Begleitung im Projekt und mögliche Messanordnungen

Der vorliegende Beitrag bezieht sich auf erste Erfahrungen, die im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung im Verbundprojekt HD-MINT<sup>1</sup> gemacht wurden. Dieses Projekt hat unter anderem zum Ziel, die Studierbarkeit in den sogenannten MINT-Fächern<sup>2</sup> zu erhöhen. Einerseits steht die didaktische Professionalisierung der Lehre im Blickpunkt. Andererseits geht es um die Sicherung nachhaltiger Lernerfolge bei den Studierenden<sup>3</sup>. Zu diesem Zweck stehen interdisziplinäre Teams aus PädagogInnen und FachwissenschaftlerInnen an den sechs Hochschulstandorten bereit, um die Dozierenden bei der Einführung neuer Lehrmethoden zu beraten und zu unterstützen. Innerhalb des Projekts finden die interaktiven Lehrmethoden Peer Instruction (PI), Just in Time Teaching (JiTT) und Problem

<sup>1</sup> Verbundpartner sind die Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, die Hochschule Augsburg, die Hochschule München, die Technische Hochschule Nürnberg, die Hochschule Rosenheim und die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Zusätzlich sind das Zentrum für Hochschuldidaktik und das Bayerische Staatsinstitut für Hochschulplanung und Hochschulforschung beteiligt.

<sup>2</sup> MINT ist das Akronym für Mathematik, Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften und Technik

<sup>3</sup> Zielsetzung ist der Projektbeschreibung auf der HD-MINT Homepage entnommen. Für weiterführende Informationen zur Gestaltung und Zielsetzung des HD-MINT Projektes siehe URL: <http://www.hd-mint.de> (abgerufen am 02.10.13)

Based Learning (PBL) Anwendung. Den Dozierenden ist es jedoch sowohl freigestellt, ob sie eine Beratung durch die Projektmitglieder vor Ort in Anspruch nehmen als auch, welche Methoden sie in welchem Umfang umsetzen. Auch ein kombinierter Methodeneinsatz, z. B. aus PI und JiTT, ist daher möglich. Aus Kapazitätsgründen erfolgt ein sukzessiver Einbezug der interessierten Professorenschaft während der Projektlaufzeit; außerdem findet eine Beschränkung auf die ersten drei Semester statt.

Die wissenschaftliche Begleitforschung ist dreistufig aufgebaut und folgt einem Mixed Design. In einem ersten Schritt wurden Interviews mit Studierenden und Professoren geführt, welche bereits erste Erfahrungen mit den Lehrmethoden gesammelt haben. Diese Interviews wurden, zusammen mit Ergebnissen aus verwandten Untersuchungen, genutzt, um einen standardisierten Fragebogen zur Wirksamkeitsmessung der im Projekt vorgesehenen didaktischen Maßnahmen zu entwickeln. Im Projektverlauf werden die gewonnenen Ergebnisse kontinuierlich mit den Dozierenden und Studierenden gespiegelt. Außerdem finden – ergänzend zu den schriftlichen Befragungen – immer wieder qualitative Interviews mit den am Projekt beteiligten Gruppen statt.

Die Komplexität des Projekts bringt es mit sich, dass die wissenschaftliche Begleitforschung einigen Restriktionen unterliegt. Dies liegt vor allem in der Tatsache begründet, dass die Teilnahme an dem Projekt den Professorinnen und Professoren der Verbundhochschulen freigestellt ist. Gleiches gilt für Art und Umfang der von der Professorenschaft eingesetzten neuen Lehrmethode. Daher hat die Projektgruppe weder Einfluss auf die Auswahl der Lehrveranstaltungen oder der zum Einsatz kommende(n) Methode(n), noch auf die exakte Umsetzung der Methode(n) oder die Zuordnung der Studierenden zu den jeweiligen Untersuchungs- und Kontrollgruppen. Aus diesen Gründen ist es notwendig, eine Reihe von Kontrollmechanismen einzusetzen, um den Ausgangsbedingungen gerecht zu werden.

Trotz dieser anspruchsvollen Rahmenbedingungen (zu den Kontrollmöglichkeiten siehe die nachfolgenden Abschnitte) werden im Rahmen des Projekts zwei Arten von Vergleichsmessungen durchgeführt. Zum einen handelt es sich um eine Veränderungsmessung. Dabei werden die bisher in den Lehrveranstaltungen eingesetzten (frontalen) Lehrmethoden evaluiert. Anschließend werden diese Lehrveranstaltungen im darauf folgenden Semester oder Jahr erneut in die Betrachtung einbezogen, nachdem dort die neuen Lehrmethoden Anwendung gefunden haben. Zum zweiten werden Gruppenvergleiche durchgeführt, wenn ein Dozierender mehrere Studierendengruppen zum selben Stoffgebiet betreut. In diesem Falle wird ein Treatment- / Kontrollgruppenvergleich ermöglicht (quasi-experimentelles Design). Hierbei kann es eine oder mehrere Lehrveranstaltungen geben, in der die interaktive Methode eingesetzt wird sowie eine oder mehrere Kontrollgruppen, die herkömmlich unterrichtet werden, je nach Anzahl der Gruppen und Gegebenheiten.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Schließlich ist ein Vergleich zwischen Lehrveranstaltungen zum selben Thema denkbar, die von unterschiedlichen Dozierenden durchgeführt werden. Jedoch spielt diese Vergleichsart auf Grund der kaum zu kontrollierenden Störvariablen im Rahmen des Projekts eine untergeordnete Rolle.

## 2. Messung der Performanzunterschiede mithilfe eines standardisierten Fragebogens

Im Rahmen der Einzel- und Gruppeninterviews stand im Vordergrund, die für die Studierenden relevanten Dimensionen „guter Lehrmethoden“ zu erfassen. Aufbauend auf diesen Ergebnissen sowie den bisherigen Erkenntnissen aus früheren Projekten zum Einsatz neuer Lehrmethoden wurde ein standardisierter Fragebogen konstruiert. Zentral war hierbei vor allem die Operationalisierung von Konstrukten zur Messung der Studierzufriedenheit, der Studiermotivation und einiger ausgewählter Kompetenzen, wie z. B. die Fachkompetenz. Eine besondere Herausforderung bei der Konstruktion des Fragebogens ist es, das Messinstrument so zu gestalten, dass dessen Einsatz sowohl in Veranstaltungen mit herkömmlichen Lehrmethoden als auch in Lehrveranstaltungen mit neuen Lehrmethoden möglich ist. Dieser Aspekt ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil die wissenschaftliche Begleituntersuchung als Langzeitstudie angesetzt ist, in deren Verlauf auch eine Veränderungs- respektive Vorher/Nachher-Messung stattfinden soll. Geplant ist, dass der Fragebogen jeweils am Anfang des Semesters – und damit vor der Einführung der neuen Lehrmethode – sowie erneut am Ende des Semesters sowie im nächsten Vorlesungszyklus Einsatz findet. Darüber hinaus kann dieser Fragebogen mit einem Diagnostiktest kombiniert werden, um die Verständnisfortschritte der Studierenden zu messen. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass sowohl die Ausgangslage in den Veranstaltungen als auch etwaige Wahrnehmungs- und Leistungsänderung der Studierenden erfasst werden können. Darüber hinaus werden zahlreiche Kontrollvariablen gesammelt (siehe unten), so dass gewährleistet werden kann, dass die sich ergebenden Unterschiede im Antwortverhalten der Studierenden tatsächlich auf den Einsatz neuer Lehrmethoden zurückzuführen sind.

Die Operationalisierung des Konstrukts Studierzufriedenheit sind die allgemeine Studierzufriedenheit an dieser Hochschule, die Studierzufriedenheit innerhalb der Lehrveranstaltung und das Studieninteresse. Die allgemeine Studierzufriedenheit gibt Auskunft darüber, wie wohl sich der Studierende mit der Wahl seines Studiums fühlt und inwiefern er sich erneut für dieses Studienfach entscheiden würde. Die Zufriedenheit mit der Lehrveranstaltung soll unter anderem darüber Aufschluss geben, wie die Methode von den Studierenden angenommen wird. Einige Untersuchungen zum Thema PI, JiTT und PBL zeigen, dass die Zufriedenheit mit neuen Lehrmethoden im Semesterverlauf rückläufig sein kann. Einerseits deshalb, weil die Methode neu ist und Studierende sich erst daran gewöhnen müssen, so wie ihre Dozierenden auch; andererseits aufgrund des Mehraufwands während des Semesters.

Die im Rahmen des Fragebogens erfasste Studienmotivation basiert auf den von Deci und Ryan (2000) vorgeschlagenen Konstrukten des Autonomieerlebens, der sozialen Eingebundenheit sowie des Kompetenzerlebens und wurden entsprechend den Projektgegebenheiten adaptiert. Bisherige Ergebnisse legen die Vermutung nahe, dass sich der Einsatz interaktiver im Vergleich zu herkömmlichen Lehrmethoden positiv auf die korrespondierenden Items auswirkt. So scheint die mit der PI-Methode verbundene wiederholte Rückmeldung über den aktuellen Wissensstand der Studierenden bei diesen die Kompetenzwahrnehmung

positiv zu beeinflussen. Darüber hinaus kann erwartet werden, dass sich deren Einschätzung der sozialen Eingebundenheit beim Einsatz von PBL erhöht, da diese Lehrmethode wesentlich darauf fußt, mit Kommilitonen in Kleingruppen zusammenzuarbeiten und in direktem Austausch mit den Dozierenden zu sein. Hingegen lässt der Lehransatz des JiTT vermuten, dass die Studierenden verstärkt ein Gefühl der Autonomie entwickeln, da dieses Instrumentarium hohe Selbstständigkeit fordert und den Studierenden ermöglicht, auf die Lehrveranstaltungsgestaltung Einfluss zu nehmen.

Auch die Konstrukte zur **Kompetenzmessung**, welche in Anlehnung an das Berliner Evaluationsinstrument (Braun et al. 2008) entwickelt worden sind, wurden an die Bedürfnisse des HD-MINT-Projekts angepasst. Neben den Dimensionen Fach- und Methodenkompetenz werden auch Personal- und Kommunikationskompetenz abgefragt. Nach derzeitigem Forschungsstand ist zu vermuten, dass der Lehrmethodeinfluss auf die Fachkompetenz vergleichsweise gering ausfällt, da die einzelnen Fragen auf das Lernziel „Themenkenntnis“ ausgerichtet sind und nicht auf die Ebene des Verstehens, auf welche die interaktiven Lehrmethoden abzielen. Hingegen ist zu erwarten, dass sich der Einsatz neuer Lehrmethoden positiv auf die übrigen drei Kompetenzdimensionen auswirkt, da diese per Definition die Nutzung dieser Kompetenzen fordern und fördern<sup>5</sup>.

Der letzte Teil des Fragebogens besteht aus Fragen zu soziodemographischen Merkmalen, um eventuelle Störgrößen aus diesem Bereich identifizieren zu können.<sup>6</sup> Weiterhin werden Variablen zu objektiven Rahmenbedingungen von Lehrveranstaltung, wie beispielsweise die Veranstaltungsgröße, erfasst, um prüfen zu können, inwiefern sich auch diese auf den Lehrerfolg interaktiver Methoden auswirken.

## 3. Kontrolle des Lehrmethodeinsatzes

Das Untersuchungsdesign zur Wirksamkeitsmessung neuer Lehrmethoden ist auf Grund der Projektkonstellation sehr komplex. Insbesondere die Tatsache, dass die Dozierenden darüber selbst entscheiden, ob sie überhaupt an dem Projekt sowie der damit einhergehenden Begleituntersuchung teilnehmen, welche Lehrmethoden sie in welchem Umfang in ihren Veranstaltungen einsetzen und inwiefern sie dabei die Unterstützung durch das Projektteam in Anspruch nehmen, stellt besondere Anforderungen an das empirische Design.

Unter den gegebenen Umständen ist nicht zu gewährleisten, dass in zwei interaktiven Lehrveranstaltungen, in welchen von den verantwortlichen Professoren zum Beispiel PI zum Einsatz gebracht wird, diese Methode auf die gleiche Art und Weise angewendet wird (zur Problematik siehe auch Turpen / Finkelstein 2009). So kann beispielsweise sowohl die Häufigkeit, die Anzahl als auch die Tiefe der in den Lehrveranstaltungen verwendeten

<sup>5</sup> So erfordert beispielsweise das PBL mehr eigene Recherchen, wodurch unmittelbar die Methodenkompetenz angesprochen ist.

<sup>6</sup> Bisherige Studien, z. B. von Derboven und Winker (2011), legen den Schluss nahe, dass Studierende Lehrmethoden in Abhängigkeit von ihrem Geschlecht mehr oder weniger gut annehmen.

Fragen variieren. Analog setzen Professoren häufig unterschiedliche Anreize, um die Studierenden zur intensiven Mitarbeit bei einer JiTT-Veranstaltung zu animieren (z. B. mittels einer prozentualen Anrechnung von Wertungspunkten für die Endnote). Beim Einsatz der PBL-Methode stellt sich weiterhin das Problem, dass die Professorenschaft keine einheitlichen Gruppenzuteilungen vornimmt. So kann es vorkommen, dass Studierende in der einen Lehrveranstaltung von der Dozentin in feste Gruppen eingeteilt werden, während in einer anderen Lehrveranstaltung der Dozent den Studierenden es frei überlässt, sich in Gruppen zusammen zu finden. Eine besondere Herausforderung aus Datenerfassungsgesichtspunkten stellt insbesondere der unterschiedliche Umsetzungsgrad der Methoden dar. Entsprechend ist es erforderlich umfassend zu dokumentieren, auf welche Art und Weise die neuen Lehrmethoden von der Professorenschaft in den bisherigen Ablauf der Lehrveranstaltungen integriert werden.

#### 4. Erfahrungsgeleitete Erfolgsfaktoren einer Wirksamkeitsmessung

Um valide Aussagen über die Wirksamkeit der eingesetzten Lehrmethoden zu gewährleisten, ist es erforderlich, die Veranstaltungen, in denen (künftig) mit interaktiven Lehrmethoden gearbeitet wird, vergleichbar zu machen. Dies macht es notwendig, eine (qualitative) Messmethode zu entwickeln, mit deren Hilfe bestehende Unterschiede hinsichtlich Art und Umfang der didaktischen Eingliederung erfasst und kontrolliert werden können. Im HD-MINT Projekt werden hierzu sowohl Dozentenfragebögen als auch standardisierte Interviewleitfäden eingesetzt.<sup>7</sup> Ziel ist es, mit Hilfe dieser Instrumente zu dokumentieren, wie häufig und bis zu welchem Grad die einzelnen Methoden in den Lehrveranstaltungen Anwendung finden. Auf diese Weise können später beispielsweise auch Rückschlüsse darauf gezogen werden, welcher Umsetzungsgrad das Lernen der Studierenden am wirksamsten fördert.

Für die Erstellung dieser Instrumente ist es zuerst notwendig, sogenannte Minimumkriterien zu definieren. Diese kennzeichnen, welchen Umsetzungsgrad die neuen Methoden innerhalb einer Lehrveranstaltung haben müssen, um als implementiert zu gelten. Die Formulierung und Auswahl der Kriterien wurde von einem Kompetenzteam vorgenommen, bestehend aus projektinternen FachwissenschaftlerInnen und PädagogInnen. Wird von den Dozierenden die neue Lehrmethode derart in die Lehrveranstaltung eingebunden, dass jene Kriterien erfüllt sind, so gilt diese als „In der Lehrveranstaltung umgesetzt“. Eine ausführliche Beschreibung dieses Procedere würde den Rahmen des vorliegenden Beitrags sprengen. Daher seien an dieser Stelle exemplarisch nur einige Einordnungskriterien skizziert: Voraussetzung dafür, dass beispielsweise die Methode des PI als umgesetzt gilt, ist unter anderem, dass im Verlauf der Lehrveranstaltung die Phasen „Fragestellung“, „Erste Abstimmungsrunde“, „Diskussion“, „Zweite Abstimmungsrunde“, „Auflösung“ und „Erklärung“ in dieser Reihenfolge durchlaufen und eingehalten werden. Auch dürfen die verwendeten Fragen keine bloße Wiederholung eines bereits gelernten Stoffs darstellen, und

Antworten sollten nicht schon im Vorhinein durch die Dozierenden vorweggenommen sein. Die Fragen sollten darüber hinaus so anspruchsvoll formuliert sein, dass eine Wissenstransferleistung der Studierenden bei deren Beantwortung erforderlich ist.

Neben der Festlegung dieser Minimumkriterien, wurde durch das Kompetenzteam auch definiert, welche Ausprägungsformen der Einsatz der Lehrmethoden haben kann. Dies betrifft insbesondere Abweichungen in der Häufigkeit des Einsatzes der jeweiligen Methode im gesamten Vorlesungszyklus. Für die Methoden des PI und JiTT gilt, dass – vorausgesetzt, die Minimumkriterien sind erfüllt – dann von deren Umsetzung gesprochen wird, wenn die Methode mindestens in jeder zweiten Veranstaltung eingesetzt wird. Weiterhin ist vorgesehen, dass die einzelnen Lehrveranstaltungen nicht allein aus interaktiven Unterrichtselementen bestehen müssen; vielmehr ist beispielsweise auch eine Kombination von PI- und Vortragseinheiten zulässig (ein derartiger Methodenmix bietet sich zum Beispiel bei der Einführung eines neuen Stoffgebiets an). Es kann ebenfalls vorkommen, dass sich die Dozierenden für den kombinierten Einsatz unterschiedlicher, interaktiver Methoden entscheiden. Wichtig für die wissenschaftliche Begleituntersuchung sowie die damit einhergehende Wirksamkeitsmessung ist es, dass die jeweilige Anwendungsart umfassend dokumentiert wird, so dass Unterschiedlichkeiten erfasst und bei der Auswertung der Studierendenfragebögen entsprechend berücksichtigt werden können. Daher werden von den beratenden Projektmitgliedern aufwändige, anonymisierte Umsetzungsprotokolle zu den Einsatzbedingungen neuer Lehrmethoden erstellt. Diese qualitativen Daten können ebenfalls bei der reflektierten Interpretation der Ergebnisse unterstützend wirken.

Unabhängig davon, welche Methoden bei der wissenschaftlichen Begleituntersuchung Einsatz finden, steht als oberste Maxime der Grundsatz „Die Betroffenen zu Beteiligten machen“; dies schließt die Professorenschaft und die Studierenden gleichermaßen mit ein. Daher werden im Zuge des Projekts zahlreiche Nachgespräche und Feedback-Workshops durchgeführt, in deren Verlauf den Betroffenen die Möglichkeit gegeben wird, Erfahrungen auszutauschen und Lösungen für etwaige Umsetzungsschwierigkeiten zu finden. Von besonderer Bedeutung ist dabei, eine kontinuierliche Rückkopplung mit den Dozierenden zu schaffen und diese nicht nur auf ein Semester zu beschränken. Gerade dieser Langzeitaspekt ist zentral, denn es ist zu erwarten, dass die Mehrzahl der Dozierenden länger als nur ein Semester Zeit brauchen, um die neue Methode vollkommen zu verinnerlichen. Insofern ist das „Erstsemester“ des Einsatzes einer neuen Lehrmethode als Implementierungsphase zu sehen und die nachfolgenden Semester als Anwendungsphase.

#### 5. Restriktionen und optionale Zielsetzungen der wissenschaftlichen Begleitung

Wie bei den meisten sozialwissenschaftlichen Projekten bietet auch das HD-MINT Projekt eine Vielzahl an Forschungsmöglichkeiten. Allerdings sollte man sich der Limitationen bewusst sein, welche dem Projekt sowie dessen wissenschaftlicher Begleitung innewohnen:

<sup>7</sup> Der Einsatz von Beobachtungsbögen ist für den weiteren Projektverlauf geplant.

- Der Einsatz der Methoden ist stark abhängig von den Personen, die diese Methoden anwenden. Es ist daher nicht auszuschließen, dass ein Bias derart besteht, dass sich besonders engagierte Lehrpersonen mit einer überdurchschnittlich hohen Lehrmotivation zur Teilnahme an dem Projekt melden.
- Außerdem kann die Lehrbegabung der Dozierenden im Rahmen des Projekts nicht erhoben werden.
- Analoges gilt für etwaige Störeinflüsse auf Grund von Sympathie-Antipathie-Wirkungen zwischen Dozierenden und Studierenden.
- Etc.

Eine Möglichkeit, zumindest einige dieser Störgrößen zu kontrollieren, besteht darin, die Lehrmotivation sowie die Lehreinstellung der Dozierenden zu erfassen. Hierzu werden im Laufe des Projekts Messinstrumente entwickelt. Zudem sollte bei den Dozierenden abgefragt werden, ob sie zum Beispiel bereits an didaktischen Weiterbildungskursen teilgenommen haben oder inwiefern sie andere Lehrmethoden vorher in welchem Ausmaß ausprobiert haben. Ein weiterer Ansatzpunkt zur Erfassung „störender“ Einflüsse auf die Wirksamkeit neuer Lehrmethoden bestünde darin, dass zusätzlich zur bisherigen Datenerhebung auch eine Lehrrevaluation durchgeführt werden würden. Dadurch ließen sich etwaige Einflüsse der Lehrqualität sichtbar machen bzw. aus datentechnischer Sicht besser kontrollieren. Allerdings sind Lehrrevaluationen selten einheitlich gestaltet, so dass ein Rückgriff auf bereits vorhandene Befragungsmedien ebenfalls nicht unproblematisch ist. Zudem ist die Kopplung von Methoden- und Lehrrevaluation für das Projekt nicht vorgesehen.

Generell lässt sich sagen, dass der Einsatz neuer Lehrmethoden nicht nur auf Studierende, sondern auch auf Dozierende wirkt. Ihre Motivation, ihre Zufriedenheit und ihre Einstellung zur Lehre können sich dadurch ebenfalls stark verändern; ein Punkt der in der bisherigen Forschung eher vernachlässigt wird. Es wird sich im Projektverlauf zeigen, welche Möglichkeiten eines produktiven und freudvollen Miteinanders für Dozierende und Studierende sich durch neue, interaktive Didaktikansätze erschließen lassen.

#### Literatur

Braun, Edith et al (2008): Das Berliner Evaluationsinstrument für selbsteingeschätzte, studentische Kompetenzen. *Diagnostica*, 54, Heft 1, 30–42. Hogrefe Verlag Göttingen

Derboven, Wiebke; Winker, Gabriele (2009): Ingenieurwissenschaftliche Studiengänge attraktiver gestalten. *Vorschläge für Hochschulen*. Berlin: Springer.

Ryan, Richard M.; Deci, Edward L. (2000): Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology* 25, 54–67

Turpen, Chandra; Finkelstein, Noah D. (2009): Not all interactive engagement is the same: Variation in physics professors' implementation of Peer Instruction. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* 5, 020101

## Mehr Prüfen als nur Algorithmen – alternative Prüfungsaufgaben für die Mathematik

Anika Fricke<sup>1</sup>, Peter Riegler<sup>1, 2</sup>

Wohl nichts steuert im herkömmlichen akademischen System Lernen so sehr wie Prüfungen. Gängige Fragen von Studierenden wie „Kommt das in der Klausur dran?“ oder „Ist das prüfungsrelevant?“ zeugen von diesem steuernden Einfluss. Aber auch Lehrende sind über die Formulierung der Prüfungsinhalte an diesem Steuerungsprozess beteiligt. Die häufig beklagte Algorithmen-Orientiertheit von Studierenden ist wohl zu einem guten Teil dadurch verursacht, dass in Prüfungen fast ausschließlich Rechenverfahren überprüft werden, aber eben nicht Lernziele wie etwa konzeptuelles Verständnis.

Abgesehen von der kaum mehr zu leugnenden Ineffektivität von Hochschullehre hinsichtlich konzeptuellem Verständnis (Hake, 1998), kommt Prüfungen in der heute modernen Sichtweise des constructive alignment (Biggs & Tang, 2011) eine besondere Bedeutung zu: Lernziele, Lehrmethoden und Prüfungen sollen aufeinander abgestimmt sein. Lernziele sind in den letzten Jahren durch den Bologna-Prozess in den Vordergrund der Hochschulen gerückt. Fast zeitgleich trägt insbesondere die Hochschulfachdidaktik der MINT-Disziplinen zur Verbreitung forschungsbasierter Lehrinnovationen (z. B. Redish, 2003) unter den Lehrenden bei. Bei den Prüfungen gibt es gegenwärtig einen Trend zur Entwicklung alternativer Prüfungsformate. Ein Wechsel des Prüfungsformats bringt jedoch in der Regel Herausforderungen mit sich, die die Reformen in den beiden anderen Bereichen an Aufwand übersteigen, und die häufig aufgrund von Randbedingungen nicht oder nicht sofort zu bewerkstelligen sind. Wir legen daher in diesem Beitrag den Fokus auf Prüfungsaufgaben, die im Rahmen des etablierten Formats ‚schriftliche Prüfung‘ die Überprüfung von Lernzielen ermöglichen und nicht ausschließlich algorithmischer Art sind.

Der Prozess der Planung einer Lehrveranstaltung folgt nicht notwendigerweise der Reihenfolge ‚Festlegung der Lernziele und Inhalte, Ausgestaltung der Lehrveranstaltung, Entwurf der Prüfungsaufgaben‘. Wir nehmen hier die komplementäre Sichtweise eines dynamischen Kontinuums ein, in dem diese Eckpfeiler des constructive alignment sich über die Zeit hinweg gegenseitig beeinflussen und Lernziele sich durchaus weiterentwickeln können. Nach unserer Erfahrung verwerfen Lehrende durchaus potenzielle Lernziele, weil sie keine Möglichkeit ihrer Prüfbarkeit erkennen. Wir wollen mit dem Folgenden auch dazu beitragen,

<sup>1</sup> Zentrum für erfolgreiches Lehren und Lernen

<sup>2</sup> Fakultät Informatik, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften

dass Lehrende anhand „ungewöhnlicher“ Beispiele von Prüfungsaufgaben ihren Blick hinsichtlich lohnenswerter Lernziele erweitern. Dabei berücksichtigen wir, dass unter den vielfältigen Anforderungen an Prüfungen, vorrangig Fairness, Reliabilität, Validität und Ökonomie (Dubs, 2006), die letztgenannte bei den meisten Prüfungen deutlich im Vordergrund steht. Algorithmische Prüfungsaufgaben begünstigen Prüfungsökonomie. Wir stellen daher Prüfungsaufgaben vor, die auch der Randbedingung der Prüfungsökonomie gerecht werden. Zuvor stellen wir die Lernziele vor, die durch diese Aufgaben überprüft werden sollen.

## Lernziele

Bei der Formulierung der Lernziele haben wir uns grundlegend von unserem Verständnis von dem, was Mathematik ist, leiten lassen. Um den eingangs postulierten Zusammenhang zwischen Algorithmen-Orientiertheit der Studierenden und Prüfungen zu durchbrechen, sehen wir sowohl die Notwendigkeit, Studierenden ein alternatives Bild der Mathematik zu vermitteln, als auch die Notwendigkeit, dass sich dieses Bild in der Prüfung wiederfindet. Für uns ist Mathematik einerseits ein kohärentes und konsistentes Gedankengebäude, das andererseits sehr hilfreich dabei ist, Herausforderungen des täglichen und beruflichen Lebens zu lösen, insbesondere solche, die sich unseren Studierenden in der Zukunft stellen werden. Das impliziert für uns, dass die Studierenden befähigt werden müssen, sich mathematische Inhalte selbst anzueignen. In der Lehrveranstaltung arbeiten wir auf dieses Ziel hin, indem wir auf Grundlage von Just-in-Time-Teaching (Novak, 1999; Riegler, 2012) die eigentliche Stoffvermittlung durch studentische Lektüre von Lehrtexten bewerkstelligen. Aufgrund des steuernden Charakters von Prüfungen für das Lernen halten wir es für unabdingbar, dass das entsprechende Lernziel:

**Lernziel „Aus Texten Inhalte erarbeiten“:** Studierende können Informationen aus mathematischen Texten entnehmen und diese an neuen Problemstellungen richtig anwenden.

durch Prüfungsaufgaben überprüft wird.

Eine dritte Erwägung, die uns in der Auswahl der Lernziele besonders geleitet hat, fußt auf der Erkenntnis, dass Studierende charakteristische Vorerfahrungen bzw. Fehlkonzepte in den Lernprozess mitbringen, die das Erlernen fachlicher Inhalte massiv behindern kann, wenn diese nicht aufgedeckt werden und Studierende gezielt beim Aufbau der wissenschaftlichen Konzepte des Faches unterstützt werden. Konzeptverständnis ist uns also ein besonderes Anliegen. Im Bereich der Hochschulmathematik ist für uns das Konzept der Funktion besonders wichtig mit dem Lernziel:

**Lernziel „Funktion“:** Studierende haben Verständnis von Funktionen auf Prozess-Niveau.

Das studentische Verständnis von Funktionen scheint sich stufenweise zu entwickeln. Eine gängige Beschreibung dieses Entwicklungsprozesses gibt die APOS-Theorie (Arnon, 2013). Im Rahmen dieser Theorie bedeutet „Prozess-Niveau“ ein Funktionenverständnis, das den üblichen Lehrbuchdefinitionen sehr nahe kommt. Studierende mit Funktionenverständnis

auf „Prozess-Niveau“ können alleine aufgrund der Eindeutigkeit beurteilen, ob eine Situation durch eine Funktion beschreibbar ist. Studierende, die dieses Verständnis nicht haben, müssen dazu in der Regel erst einen Algorithmus entwickeln, der die unabhängige Variable auf die abhängige abbildet.

Neben spezifischen Konzepten ist uns gerade vor dem Hintergrund unserer Sicht auf die Mathematik wichtig, dass Studierende die Konzepte der Mathematik zu einem kohärenten Ganzen integrieren:

**Lernziel „Kohärenz“:** Studierende können Verknüpfungen zwischen Konzepten konstruieren mit dem Ziel Kohärenz/Konsistenz als verbindendes Ziel zu sehen.

Methodisch haben wir uns bei der Formulierung der Lernziele vom mehrdimensionalen Schema der Lernzielmatrix leiten lassen, in der kognitive Aspekte (Kennen, Können, Verstehen) mit dem Wirkungsfeld (fachlich, methodisch, persönlich, sozial) kombiniert werden.

## Beispielaufgaben

Im Folgenden stellen wir exemplarisch Kategorien von Aufgaben vor, die wir in Klausuren zur Überprüfung der oben genannten Lernziele verwenden. Die Beispiele entstammen einer Modulprüfung zu einer Lehrveranstaltung, die inhaltlich die lineare Algebra und die Analysis umfasst.

### Konzeptaufgaben

Bzgl. Funktionen fordern Prüfungsaufgaben üblicherweise das Auswerten oder die Manipulation von Funktionen, also das Abarbeiten eines Rezeptes. Um zu überprüfen, ob unsere Studierenden das Konzept der Funktion auf dem oben skizzierten Prozess-Niveau verinnerlicht haben (Lernziel „Funktion“), verwenden wir Konzeptfragen aus der Literatur, die speziell für diesen Zweck entwickelt wurden. Die nachfolgende Aufgabe entstammt einem Artikel von Breidenbach u. A. (1992):

Die Symbole  $f$ ,  $g$  und  $h$  bezeichnen Funktionen, deren Definitions- und Wertemenge die Menge aller reellen Zahlen ist. Außerdem ist  $h$  die Verkettung von  $f$  mit  $g$ :  $h = f \circ g$ . Ist es möglich,  $f(2)$  zu bestimmen, wenn nur die in der Tabelle gegebene Information verfügbar ist? Wenn ja, geben Sie den Wert an. Wenn nein, erklären Sie, warum das nicht möglich ist.

$x$	$h(x)$	$g(x)$
-1	1	-3
4	$\pi$	1
$\pi$	0	2



Studierende ohne tiefgehendes Verständnis des Funktionenkonzepts (d. h. ohne Prozess-Verständnis) könnten zwar bei gegebenen Wertetabellen für  $f$  und  $g$  Funktionswerte von  $h$  bestimmen, aber nicht die obige, quasi inverse Fragestellung beantworten. Erst mit einem Funktionenverständnis auf Prozess-Niveau können sie konstruieren, dass  $f(2)$  der Funktionswert von  $h$  an der Stelle ist, an der  $g$  den Funktionswert 2 hat.

### Exemplifikationsaufgaben

Aufgaben von diesem Typ stellen eine besondere Art von Konzeptfragen dar. Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass Studierende für eine konkret spezifizierte Situation eine Realisierung eines Konzeptes benennen sollen. Beispielhafte Aufgabenstellungen aus der Linearen Algebra sind „Nennen Sie ein Beispiel für eine  $(3 \times 3)$ -Matrix mit Rang 2“ oder „Nennen Sie ein Beispiel für ein 4-Tupel mit Norm 3.“ (Bogomolny, 2007):

Solche Aufgaben beruhen auf dem konstruktivistischen Ansatz der Exemplifikation (Watson & Mason, 2005). Wird diese Strategie, Studierende durch das eigene Konstruieren von Beispielen bei der Erweiterung des Konzeptverständnisses zu unterstützen, in der Lehrveranstaltung verwendet, ist sie im Sinne des constructive alignment auch in der (schriftlichen) Prüfung angebracht. Ohnehin wird aus unserer Erfahrung diese Art von Fragen gerne in mündlichen Prüfungen gestellt. Hinsichtlich Prüfungsökonomie haben Exemplifikationsaufgaben die interessante Eigenschaft, dass sie durch geeignete elektronische Assessment-Systeme leicht automatisiert bewertet werden können, weil die Kriterien für die Korrektheit der Antworten formal, also algorithmisch formuliert werden können. (Riegler, 2012)

Exemplifikationsaufgaben können auch gut mit Fragen zu weiterführenden Konzepten kombiniert werden, z. B. indem Studierende in Aufgabenteil (a) ein Beispiel einer Linearkombination von zwei Vektoren nennen sollen. Anschließend wird in Teil (b) überprüft, ob die Studierenden das Konzept der linearen Abhängigkeit verstanden haben, indem Sie begründen sollen, ob die von ihnen genannte Linearkombination linear abhängig oder linear unabhängig von den gegebenen Vektoren ist.

### Leseaufgaben

Bei dieser Aufgabenkategorie erhalten Studierende einen für sie unbekanntem Text, der ein neues Konzept oder ein neues Rechenverfahren einführt. Dem Text folgen mehrere Teilaufgaben, in denen Studierende das Konzept bzw. das Rechenverfahren anwenden müssen. Abb. 1 zeigt ein Beispiel, zu dem uns Cowen (1991) inspiriert hat. Im Text wird erklärt, wie die lineare Operation der Differentiation für Polynome dritten Grades durch eine Matrix  $D$  dargestellt und mit Hilfe dieser Matrix die Ableitung solcher Polynome berechnet werden kann. Im ersten Teil der eigentlichen Aufgabenstellung sollen Studierende zunächst beurteilen, ob die Funktionen, die durch die Ausdrücke  $f(x) = -5x^3$ ,  $g(x) = -5x^4 + 3x^3 - 2x^2 + x - 1$  bzw.  $h(x) = \cos(x) \cdot x^2$  gegeben sind, mittels  $D$  differenziert werden können und die Berechnung dann durchführen. Neben einem Verständnis des Textes ist für den ersten Aspekt ein Verständnis des Konzeptes Polynom nötig, für den zweiten sind Kenntnisse der Rechenprozeduren der Linearen Algebra erforderlich. In einem weiteren Aufgabenteil sollen Studierende zunächst ein Polynom mit Hilfe der Matrix  $D$  integrieren und anschließend das

erhaltene Ergebnis aus dem Blickwinkel der Analysis analysieren. Hier wird im Sinne des Lernziels „Kohärenz“ überprüft, ob Studierende die Konzepte der Analysis mit den Konzepten der linearen Algebra verknüpfen können.

### Quellen für Prüfungsaufgaben

Lehrende, die sich von algorithmisch dominierten Prüfungen weg orientieren wollen, können mindestens einen von drei Wegen gehen: Aufgaben selbst entwickeln, Aufgaben zusammen mit anderen entwickeln und Aufgaben anderer verwenden. Prinzipiell unterscheiden sich diese Zugänge nicht von denen, die Lehrende ohnehin nutzen – was noch einmal verdeutlicht, welche zentrale Rollen Absicht und Zielen der Lehrenden zukommen.

Ein guter Ausgangspunkt für das Selbsterstellen von Aufgaben sind ausformulierte Lernziele. Werden Lernziele wie häufig empfohlen mit Tätigkeitsverben beschrieben, ergeben sich die korrespondierenden Formen von Prüfungsaufgaben fast zwangsläufig. Beispielsweise impliziert das Lernziel „Aus Texten Inhalte erarbeiten“, dass Studierende in der Prüfung eben dies anhand eines bereitgestellten Textes tun.

Gemeinsames Aufgabenerstellen ermöglicht zusätzlich eine erste Einschätzung der Validität und dürfte nebenbei – wie jede Kommunikation unter Lehrenden über ihre Lehre – Reformen begünstigen. Besonders hilfreich ist darüber hinaus die gezielte Lektüre von Fachliteratur. Die am Ende dieses Beitrags genannten Arbeiten mit mathematischem oder naturwissenschaftlichem Hintergrund und die darin enthaltenen Referenzen können als Einstiegspunkt dienen. Aufgaben, die aus der fachdidaktischen Forschung kommen, dürften zudem zu einem hohen Grad valide sein.

Abb. 1: Aufgabe zum Leseverständnis

Modulprüfung Mathematik für die Informatik - WS 2012/13

7

#### Aufgabe 6 (nur Lineare Algebra und Modulprüfung) (Punkte: 5+1+3+2+3+1)

Lesen Sie sich zunächst den folgenden Text durch und beantworten Sie dann die nachfolgende Aufgabenstellung:

Die Differentiation ist eine Abbildung, die jeder differenzierbaren Funktion ihre Ableitungsfunktion zuweist. Wegen

$$(\alpha f + \beta g)' = \alpha f' + \beta g'$$

für beliebige Funktionen  $f$  und  $g$  und Skalare  $\alpha$  und  $\beta$  ist die Differentiation eine lineare Abbildung. Da jede lineare Abbildung durch eine Matrix dargestellt werden kann, kann auch die Differentiation mittels Matrix dargestellt werden. Wir tun dies am Beispiel von Polynomen vom (maximalen) Grad 3 und nennen die entsprechende Matrix  $\underline{D}$ .

Jedes Polynom vom Grad 3

$$p(x) = a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0$$

kann eindeutig als Viertupel

$$\underline{p} = (a_3, a_2, a_1, a_0)^T$$

dargestellt werden. Die erste Komponente dieses Tupels ist also der Koeffizient  $a_3$  des Polynoms  $p$ , die zweite Komponente ist der Koeffizient  $a_2$  usw.

Die Ableitungsfunktion  $p'$  des Polynoms  $p(x)$  ist durch den Ausdruck

$$p'(x) = 3a_3x^2 + 2a_2x + a_1$$

gegeben, wird also durch das Tupel

$$\underline{p}' = (0, 3a_3, 2a_2, a_1)^T$$

repräsentiert.

Die Matrix  $\underline{D}$ , die die Differentiation repräsentiert, muss  $\underline{p}' = \underline{D} \cdot \underline{p}$  erfüllen und daher eine  $4 \times 4$ -Matrix sein. Das bedeutet

$$\begin{aligned} \underline{D} \cdot \underline{p} &= \begin{pmatrix} D_{1,1} & D_{1,2} & D_{1,3} & D_{1,4} \\ D_{2,1} & D_{2,2} & D_{2,3} & D_{2,4} \\ D_{3,1} & D_{3,2} & D_{3,3} & D_{3,4} \\ D_{4,1} & D_{4,2} & D_{4,3} & D_{4,4} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_3 \\ a_2 \\ a_1 \\ a_0 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} a_0 D_{1,4} + a_1 D_{1,3} + a_2 D_{1,2} + a_3 D_{1,1} \\ a_0 D_{2,4} + a_1 D_{2,3} + a_2 D_{2,2} + a_3 D_{2,1} \\ a_0 D_{3,4} + a_1 D_{3,3} + a_2 D_{3,2} + a_3 D_{3,1} \\ a_0 D_{4,4} + a_1 D_{4,3} + a_2 D_{4,2} + a_3 D_{4,1} \end{pmatrix} \stackrel{!}{=} \begin{pmatrix} 0 \\ 3a_3 \\ 2a_2 \\ a_1 \end{pmatrix} = \underline{p}' \end{aligned}$$

Weil die Koeffizienten  $a_3, a_2, a_1, a_0$  beliebig sind, lassen sich daraus direkt die Koeffizienten der Matrix  $\underline{D}$  ablesen und wir erhalten

$$\underline{D} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

## Fazit

Mehr zu prüfen als nur Algorithmen ist aus unserer Sicht eine Voraussetzung dafür, Studierende zu einem tieferen Verständnis der Mathematik oder allgemein der Fachkonzepte zu führen. Die von uns vorgestellten Beispiele sind generisch in dem Sinne, dass nach Abstraktion von den beinhalteten Fachkonzepten eine Übertragung der Aufgabenkategorien auf andere Teilgebiete der Mathematik oder andere MINT-Disziplinen ohne große Schwierigkeit möglich ist. Hinter den Lesefragen steht ohnehin ein Lernziel, das fachübergreifend ist. Im Hinblick auf Konzeptfragen sind gerade in den MINT-Disziplinen in den vergangenen Jahren viele Sammlungen solcher Aufgaben entstanden. Die Identifikation geeigneter Prüfungsaufgaben erfordert dadurch unter Umständen nicht mehr als ein „Blättern im Aufgabenkatalog“ (und dem Abgleich der Aufgaben mit den Lernzielen der Veranstaltung!).

Teile der diesem Beitrag zugrunde liegenden Arbeiten wurden aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL11059 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

## Literatur

- Arnon, I., Cottrill, J., Dubinsky, E & Oktaç, A. (2013). APOS Theory: A Framework for Research and Curriculum Development in Mathematics Education. StadtNew York: Springer.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). Teaching for quality learning at university. Stadt: Maidenhead: McGraw-Hill International.
- Bogomolny, M. (2007). Raising students' understanding: Linear algebra. In: Woo, J. H., Lew, H. C., Park, K. S. & Seo, D. Y. (Eds.). Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 2, pp. 65–72. Seoul: PME.
- Breidenbach, D., Dubinsky, E., Hawks, J. & Nichols, D. (1992). Development of the process conception of function. Educational Studies in Mathematics, 23(3), 247–285.
- Cowen, C. C. (1991). Teaching and testing mathematics reading. The American Mathematical Monthly, 98(1), 50-53.
- R. Dubs (2006). Besser schriftlich prüfen: Prüfungen valide und zuverlässig durchführen. In: Berendt, B. (Hrsg.); Voss, H. P. (Hrsg.); Wildt, J. (Hrsg.): Neues Handbuch Hochschullehre. Berlin: Raabe. Dubs 2006 (erwähnt auf Seite 1, dritter Absatz)
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement Versus Traditional Methods: A Six-thousand-student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. The American Journal of Physics, 66, 64–74.
- Novak, G., Gavrin, A., Christian, W. & Patterson, E. (1999). Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology. Upper Saddle River, NJ: Benjamin Cummings.

Riegler, P. (2012): Just in Time Teaching. Wer liest und wer lehrt an der Hochschule? In: Waldherr, F.; Walter, C. (Hrsg.): Wissen, können, verantwortlich handeln. Forum der Lehre 2012. Ansbach, S. 89–95.

Redish, E.F. (2003). Teaching Physics with the Physics Suite. Somerset NJ: John Wiley & Sons Inc.

Watson, A. & Mason J. (2005). Mathematics as a constructive activity: Learners generating examples. Stadt: RoutledgeMahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

## Nachhaltige Kompetenzfestigung bei Informatikfächern

Florian Weiß und Reimer Studt  
Hochschule für angewandte Wissenschaften Landshut  
evelinprojekt@haw-landshut.de  
<http://www.evelinprojekt.de/>

Das Verbundprojekt „EVELIN – Experimentelle Verbesserung des Lernens von Software Engineering“ (Abke et. al. 2012, 653 ff.) wird von sechs bayerischen Fachhochschulen zusammen mit Kooperationspartnern durchgeführt. Ziel ist die systematische Verbesserung der Ausbildung im Bereich Software Engineering in verschiedensten Studiengängen mit Informatikbezug. Die Autoren der Hochschule Landshut konzentrieren sich auf Studiengänge ohne primären IT-Bezug.

### Zusammenfassung

Immer wieder fällt fächerübergreifend auf, dass Studierende in höheren Semestern Wissenslücken über die Inhalte der Grundlagenfächer aufweisen, obwohl sie die Prüfungen erfolgreich bestanden haben. Um die erworbenen Kompetenzen nachhaltig zu festigen, entwickeln wir unsere Lehrveranstaltungen weiter.

Exemplarisch wurden folgende Maßnahmen an einer Lehrveranstaltung zur Programmierung umgesetzt: 1.) Übungseinheiten und Tests in der Vorlesung, 2.) Erhöhung der Freiheitsgrade der Aufgabenstellung, 3.) umfangreichere, fallstudienartige Leistungsnachweise sowie 4.) Vermittlung der Relevanz der Informatik im betreffenden Studiengang. Fortlaufend wurden die Merkmale Interesse, Verständnis, Wohlbefinden und Leistungsmotivation der Studierenden erhoben, um Folgerungen bezüglich didaktischer Maßnahmen zu ziehen. Im Artikel werden erste Ergebnisse vorgestellt.

### 1. Ausgangssituation

Der Ingenieurstudiengang „Automobilwirtschaft und –technik“ umfasst neben einer Grundlagenausbildung der Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Betriebswirtschaft die speziellen Anforderungen der Automobilbranche. Informations- und Telekommunikationstechnologie nimmt im Wertschöpfungsanteil des Produkts Automobil einen immer höheren Stellenwert ein. Für die Absolventen sind deshalb Kompetenzen auf dem Gebiet der Informatik sehr wichtig.

Der erste Studienabschnitt beinhaltet zwei Veranstaltungen, die die Grundlagen der Informatik, insbesondere des Programmierens am Beispiel der Programmiersprache C, vermitteln. Zur Überprüfung, ob die erworbenen Kompetenzen gefestigt waren, wurde zu Beginn des zweiten Studienabschnitts ein „Kompetenztest“ durchgeführt. Dieser zeigte relevante Wissenslücken bei den Studierenden auf, obwohl die Prüfung vor kurzem stattgefunden hatte und erfolgreich verlaufen war.

Der Artikel bezieht sich auf die Veranstaltung zur Programmierung im darauffolgenden Jahrgang, Sommersemester 2013. Die Veranstaltung wurde bereits mit der Prüfung abgeschlossen. Der „Kompetenztest“ findet zu Beginn des nächsten Semesters statt.

### 2. Zielsetzungen

Die Zielsetzung zu Beginn des Semesters umfasste folgende Einzelpositionen:

- (1) **Analyse der vergangenen Lehrveranstaltungen und Ableiten von Maßnahmen.**
- (2) **Umsetzen von Maßnahmen zur Kompetenzfestigung.**
- (3) **Systematisches Erfassen von leistungsbeeinflussenden Merkmalen, um Hinweise auf Verbesserungspotenziale zu erhalten.**
- (4) **Prüfen, ob eine Kompetenzfestigung erfolgte („Kompetenztest“).**
- (5) **Die Relevanz des Fachs Informatik für die berufliche Praxis verdeutlichen.** Hintergrund war, dass in vorangegangenen Lehrveranstaltungen aufgefallen war, dass Studierende des untersuchten Studiengangs immer wieder die Relevanz der Informatik für ihre berufliche Praxis anzweifeln.

### 3. Ziele und Konzeption der Lehrveranstaltung

In der untersuchten Lehrveranstaltung sollen die Studierenden Grundlagenkompetenzen der Programmierung (anhand der Programmiersprache C) erwerben.

Innerhalb des Verbundprojektes EVELIN wird eine Taxonomie entwickelt, um Kompetenzen und Lehrziele speziell für den Bereich Informatik zu definieren, das EVELIN-Modell (Sedelmaier, Claren & Landes 2013, 123 ff.). Das Modell lehnt sich an die „erweiterte Bloom'sche Taxonomie“ (Krathwohl 2002, 215 ff.), unter Anwendung auf Lerninhalte des Software-Engineerings (Studt, Mottok, Utesch & Landes 2009, 583ff.), an. Konkret wurden für die Veranstaltung folgende fachliche Kompetenzen definiert (verkürzte Darstellung):

- (1) **Der Studierende kann eine Programmiersprache zum Schreiben von Computerprogrammen selbstständig anwenden.**
- (2) **Der Studierende kann eine moderne Entwicklungsumgebung verwenden.**
- (3) **Der Studierende versteht die wichtigsten Konzepte und typischen Denkweisen der Softwareentwicklung und kann diese in eigenen Worten erklären.**

Ausgehend von den formulierten Kompetenzen werden Lehrziele abgeleitet. Auskunft über die Zielerreichung geben die während des Semesters erhobene Leistungsnachweise

sowie die abschließende Prüfung. Einen ersten Nachweis für die langfristige Kompetenzfestigung soll der „Kompetenztest“ zu Beginn des folgenden Semesters erbringen.

Als eine überfachliche Kompetenz wurde die Vermittlungskompetenz, eine Fähigkeit, um die im Studium erworbenen Kenntnisse verständlich zu erläutern, trainiert. Dies erfolgte im Praktikum einerseits dadurch, dass die Studierenden dem Dozenten ihren Programmcode zu den Leistungsnachweisen erläutern und Verständnisfragen beantworten mussten. Andererseits durch die freiwillige Vorstellung der erarbeiteten Lösung einzelner Studierender vor der Gruppe. Eine Analyse überfachlicher Kompetenzanforderungen für Absolventen in den Ingenieurwissenschaften liefert Brall (2009, 20).

Die Lehrveranstaltung ist unterteilt in Vorlesungen mit seminaristischem Unterricht und sieben verpflichtende Praktikumstermine. Zusätzlich wurde wöchentlich ein freiwilliges, studentisches Tutorium angeboten.

#### 4. Entwicklung von Maßnahmen zur Kompetenzfestigung

Nach Analyse der Vorsemester und unter Berücksichtigung der neu formulierten kompetenzorientierten Lehrziele wurden an der Veranstaltung insbesondere vier Maßnahmen umgesetzt:

##### (1) Übungseinheiten und Tests in der Vorlesung

Um die Studierenden in den Vorlesungen zu aktivieren und um das Erlernete zu festigen, wurden immer wieder kleine Übungen und gegen Ende der Veranstaltung kurze, prüfungsähnliche Tests durchgeführt. Wie die Evaluation der Studierenden zeigt, wurde die Maßnahme sehr gut aufgenommen und auch der Wunsch geäußert, dies weiter auszubauen.

##### (2) Erhöhung der Freiheitsgrade der Aufgabenstellung

Die Übungsaufgaben der Praktika wurden überarbeitet, um die praxisnahe Anwendung zu verstärken. Dies wurde durch anschauliche Aufgaben (wie z.B. Programmieren einer Reisekostenabrechnung, Eieruhr oder Getränkeautomaten) realisiert. Die Aufgabenstellungen wurden offener formuliert: Zuvor waren diese oftmals operative Handlungsanweisungen, wie die Lösung zu programmieren sei. Jetzt werden die Anforderungen an das Programm vorgestellt, die Art der Umsetzung liegt bei den Studierenden, die nach und nach durch Hinweise unterstützt werden. Es zeigte sich, dass den Studierenden die Umsetzung der Aufgabenstellung schwerer fiel als in den Vorsemestern, aber dieses Vorgehen positiv zum Verständnis beitrug.

##### (3) Umfangreichere, fallstudienartige Leistungsnachweise

Die Studierenden mussten zur Bearbeitung der Leistungsnachweise einiges mehr an Zeit aufwenden als in den Semestern vorher. Dies führte zu erhöhter Unzufriedenheit, worauf der Umfang der weiteren Leistungsnachweise etwas gesenkt wurde. Laut unserer Erhebung

und Kalkulation ist die fremdbestimmte Arbeitslast aber immer noch niedriger als im Modulhandbuch angegeben. Selbstbestimmtes Arbeiten ist nach wie vor ausreichend möglich und notwendig. Die Studierenden bewerteten die Aufgabenstellungen tendenziell positiv, insbesondere die intensive Auseinandersetzung mit der Programmerstellung. Umfang und Komplexitätsgrad wurden aber von vielen als zu hoch empfunden.

##### (4) Vermittlung der Relevanz der Informatik

Die Bedeutung der Relevanz wurde verteilt über das Semester immer wieder durch Zahlen und Fakten untermauert: Beispielsweise wurde in der ersten Lehrveranstaltung der steigende Wertschöpfungsanteil im Automobilbereich erläutert. Im seminaristischen Unterricht wurden Praxisbeispiele sowie aktuelle Informationen bezüglich Informationsverarbeitung in der Automobilbranche eingestreut. Bei der Evaluierung der Veranstaltung wurde erhoben, wie die Studierenden die Wichtigkeit der erlernten Inhalte für ihre spätere berufliche Praxis einschätzen (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Wichtigkeit der Veranstaltung aus Studierendensicht

Relevanz der Inhalte für spätere berufliche Praxis	9,1 % wichtig 45,5 % eher wichtig 27,3 % eher nicht wichtig 18,2 % nicht wichtig
--	---

#### 5. Systematische Erfassung

Die Studierenden wurden während des ganzen Semesters in der Vorlesung und im Praktikum bezüglich leistungsbeeinflussender Merkmale befragt. Es wurden immer die gleichen Fragen gestellt, deren Werte auf einer vierstufigen Skala einzuschätzen waren.

Die Einstufungsmöglichkeiten waren --, -, + und ++, um leicht verständlich gleiche Abstände zwischen den Optionen zu verdeutlichen. Eine Erhebung dauerte inklusive Austeilen und Einsammeln weniger als 3 Minuten.

Es wurden vier Merkmale untersucht, die sich wesentlich auf den Lernprozess auswirken (siehe unten angegebene Quellen). Im Folgenden werden die Fragen dargestellt:

- (1) **Wie interessant fanden Sie das Kapitel?**  
▶ Interesse (Skala: „wenig interessant“ bis „sehr interessant“)
- (2) **Wie verständlich fanden Sie die Inhalte des Kapitels?**  
▶ Verständnis (Skala: „wenig verständlich“ bis „sehr verständlich“)

Mit beiden Fragen sollen die Studierenden eine Einschätzung über das beendete Kapitel bzw. den absolvierten Übungsteil abgeben. Mit Frage (1) wird das Merkmal Interesse (Schiefele 2008, 38 ff.) und mit Frage (2) das Merkmal Verständnis (Possner 2008, 253 ff.) erhoben. Insgesamt gab es 51 Erhebungszeitpunkte.

- (3) **Welches Gefühl haben Sie im Hinblick auf die weitere Veranstaltung?**  
▶ Wohlbefinden (Skala: „negatives Gefühl“ bis „positives Gefühl“)
- (4) **Wie sind Sie in diesem Moment motiviert, um gute bis sehr gute Ergebnisse in der Lehrveranstaltung zu erreichen?**  
▶ Leistungsmotivation (Skala: „wenig motiviert“ bis „sehr motiviert“)

Tab. 2: Merkmalsausprägungen der Stichprobe

Anzahl Studierende	60 Teilnehmer
Geschlecht	11,7 % weiblich 88,3 % männlich
Durchschnittsalter	21,9 Jahre (im Alter zwischen 18 und 29 Jahren)
Berufsausbildung	28,3 % mit abgeschlossener Ausbildung - davon 70,7 % technisch 5,0 % mit abgebrochener Ausbildung
Studium	30,0 % mit abgebrochenem Studium - davon 83,3 % technisch
Hochschulzugangsberechtigung	23,3 % Abitur 11,7 % fachgebundene Hochschulreife 63,3 % Fachhochschulreife 1,7 % berufsbildender Hochschulzugang
Vorkenntnisse Programmieren	66,7 % keine Vorkenntnisse 28,3 % Grundkenntnisse 5,0 % erweiterte Kenntnisse 0,0 % Expertenkenntnisse

Diese beiden Fragen wurden zusätzlich auch zu Beginn der Vorlesungen und Praktika gestellt. Mit Frage (3) wird das Merkmal Wohlbefinden (Krapp 2005, 626 ff.) sowie mit Frage (4) das Merkmal Leistungsmotivation (Brunstein & Heckhausen (2010), 191 ff.) erhoben. Insgesamt gab es 85 Erhebungszeitpunkte.

Zu Beginn der Veranstaltung wurde eine „Eingangserhebung“ durchgeführt, um die Zusammensetzung der Studierenden zu beurteilen (siehe Tab. 2).

Alle Teilnehmer erklärten sich freiwillig bereit, an den Befragungen teilzunehmen. Außerdem wurde den Studierenden anonymisiert eine eindeutige Nummer zugeteilt, um die Ergebnisse der fortlaufenden Befragungen personengenau, aber nicht personalisiert, zuzuordnen.

Es fiel auf, dass der Vorlesungstermin am Freitag nachmittag (Ø 17,8 Studierende), im Gegensatz zum Termin am Donnerstag (Ø 31,4 Studierende), nur wenig besucht wurde. Auch das Tutorium wurde nur von 3 Studierenden genutzt. In Vorlesung und Praktikum zeigte sich oft, dass der versäumte Stoff nicht nachgearbeitet wurde und nochmals erklärt werden musste. Ein wesentlicher Einfluss auf das Verständnis der Studierenden wird vermutet.

## 6. Ergebnisdarstellung

Nachfolgend werden erste Ergebnisse aus den erhobenen Daten dargestellt. Die folgenden Abbildungen stellen die Verläufe der Merkmale als Mittelwerte dar. Zum Unterstützen und Erleichtern der Interpretation wurde zusätzlich der Median verwendet. Über die gesamte Erhebung wurden mittlere bis hohe Korrelationen zwischen den Merkmalen festgestellt.

Zum Abschluss der Kapitel der Vorlesung wurden die Merkmale Interesse und Verständnis erhoben (siehe Abb. 1). Für Kapitel, die allgemein als schwieriger angesehen werden, wurde Verständnis tendenziell eher negativ bewertet. Dies zeigt sich bei den Kapiteln „Bit-Operationen“ (K5), „Funktionen“ (K8), „Zeiger“ (K9) sowie bei den vertiefenden Inhalten gegen Ende der Veranstaltung, insbesondere beim Kapitel „Zeichenketten“ (K12). Ein Rückgang des Interesses ist großteils analog zu beobachten. Tendenzuell wurde das Merkmal

aber positiver bewertet als Verständnis. Eine Ausnahme davon stellen die ersten beiden Kapitel dar, die durch ihre Einfachheit verständlich aber als uninteressanter bewertet wurden.

Zu Beginn und Ende der Vorlesung wurde das Merkmal Wohlbefinden in Bezug auf die Lehrveranstaltung erhoben (siehe Abb. 2.). Unbekannt ist, ob begonnene schwierigere Kapitel einer Vorlesung das Wohlbefinden insofern beeinflussen, dass sich negativere Werte zu Beginn der darauf folgenden Vorlesung (V10 bis V13 und V20 bis V22) zeigen. Tendenzuell lag das Wohlbefinden zum Ende niedriger als zu Beginn der Vorlesungen, eine Ausnahme davon ist die erste Vorlesung zum Kapitel „Zeichenketten“ (V17).

Zu Beginn und Ende der Vorlesung wurde das Merkmal Leistungsmotivation erhoben (siehe Abb. 3.). Die Leistungsmotivation war zu Beginn bis kurz vor Ende der Veranstaltung generell positiv (V1 bis V20). Weniger stark zeigte sich bei schwierigeren Kapiteln ein Rückgang der Leistungsmotivation zum Vorlesungsende (V5, V10, V18, V19 sowie V24). In zwei Vorlesungen (V21 und V22) hat sich hingegen die Leistungsmotivation von Beginn zum Ende der Vorlesung verbessert.

Zum Abschluss eines Übungsteils im Praktikum wurden die Merkmale Interesse und Verständnis erhoben (siehe Abb. 4). Das Interesse war bis einschließlich des dritten Praktikums generell positiv, danach, bei der Übung vertiefender Inhalte, negativ geprägt. Das Verständnis entwickelte sich tendenziell ähnlich. Einzig bei schwereren (P2-A3 und P3-A1) und umfangreicheren Aufgaben (P4-A1 und P6-A2) gab es negative Abweichungen.

Zu Beginn und Ende der Praktika wurden die Merkmale Wohlbefinden und Leistungsmotivation erhoben. Das Wohlbefinden war zu Beginn der ersten Praktika durchweg positiv (P1 bis P3) und wechselte dann gegen Mitte des Semesters (P4, Aufgaben zu „Arrays“ und „Funktionen“) ins Negative. Im letzten Praktikumstermin (P7), der zum Wiederholen diente, lag zu Beginn und Ende des Praktikums wieder positives Wohlbefinden vor. Das Merkmal Leistungsmotivation war fast über das gesamte Praktikum (Ausnahme: Ende P6, umfangreiche Aufgabe) positiv geprägt. Insbesondere gegen Anfang (P1) und Ende (P7) der Veranstaltung war sie am höchsten.

Abb. 1: Merkmale Interesse und Verständnis zu Kapiteln der Vorlesung

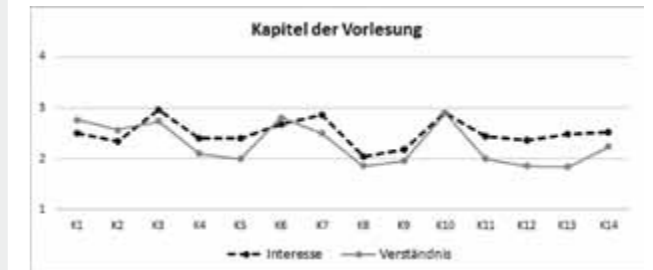


Abb. 2: Merkmal Wohlbefinden über die Termine der Vorlesung

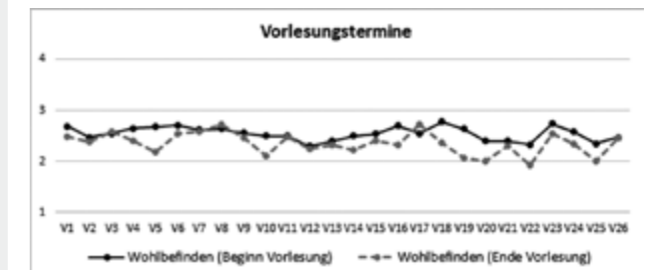


Abb. 3: Merkmal Leistungsmotivation über die Termine der Vorlesung

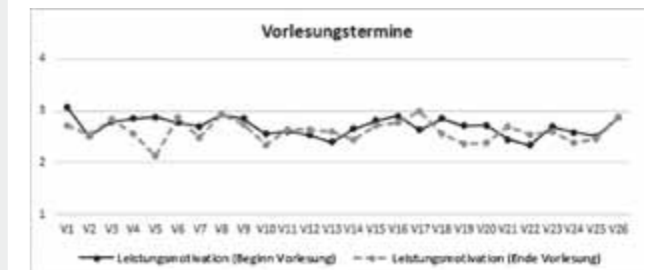
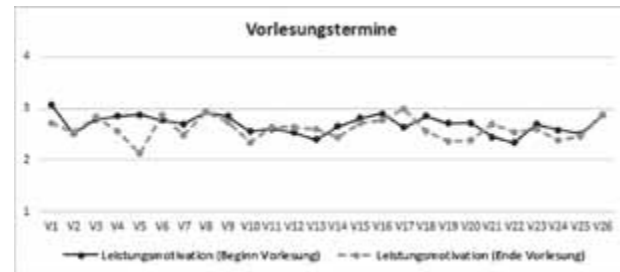


Abb. 4: Merkmale Interesse und Verständnis der Aufgaben im Praktikum



Das Prüfungsergebnis fiel vergleichbar mit vergangen Jahrgängen aus. Eine vorangegangene vergleichbare Prüfung diente zur genaueren Analyse: Ein Prüfungsblock mit Theoriefragen fiel schlechter aus. Handwerkliche Aufgaben wurden besser beherrscht. Eine Ausnahme hiervon war eine Aufgabe zu „Kontrollstrukturen“. Vertiefende Inhalte fielen besser („Zeiger“) oder schlechter („Ein- und Ausgabe“ und „Datenstrukturen“) aus. Ursache für Letzteres könnten die gering besuchten Termine der Lehrveranstaltung am Freitag sein.

### Fazit und Ausblick

Langfristige Auswirkungen der vorgestellten didaktischen Maßnahmen können noch nicht bewertet werden. Das Ergebnis der Semesterprüfung war insgesamt vergleichbar zu den der Vorsemester. Praktische Grundlagen wurden besser beherrscht. Die Prüfung der Kompetenzfestigung im nachfolgenden Semester ist zum Abgabetermin dieses Artikels noch nicht durchgeführt. Erst dieser „Kompetenztest“ wird zeigen, ob das eigentliche Ziel der Maßnahmen, die Festigung der erworbenen Kompetenzen bei den Studierenden, erreicht wurde.

Die detaillierte Erfassung von leistungsbeeinflussenden Merkmalen liefert Hinweise, wie diese sich über die Kapitel der Vorlesung und Aufgaben der Praktika verändern. Auffällig war, dass es bei Kapiteln, die im Allgemeinen als schwieriger betrachtet werden, zu einer Abnahme der Merkmale Verständnis und Interesse kam. Ein ähnlicher Einfluss auf das Merkmal Leistungsmotivation war vorhanden, aber weniger stark ausgeprägt. Ähnliches zeigte sich auch bei komplexeren und umfangreicheren Aufgabenstellungen im Praktikum, allerdings unter durchweg positiver Leistungsmotivation. Der Veränderungen des Merkmals Wohlbefinden in Bezug auf die Lehrveranstaltung sowie die kausalen Zusammenhänge zwischen den Merkmalen sind noch im Detail zu untersuchen.

Die systematische Anpassung der Veranstaltung kann als nächster Schritt erfolgen. Gezielte Maßnahmen können so abgeleitet und überprüft werden. Es ist geplant, die Studierenden noch mehr aktiv einzubinden, um das Interesse und Verständnis zu fördern. Praxisnahe Anwendung könnten durch den Einsatz programmierbarer Roboter im Praktikum verstärkt werden. Die Einführung einer computergestützten Prüfung ist angedacht, sodass das Lösen der Aufgaben analog der Praktika stattfindet.

### Förderung

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL12022D gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

### Literatur

Abke, Jörg; Brune, Philipp; Haupt, Wolfram; Hagel, Georg; Landes, Dieter, Mottok, Jürgen; Niemetz, Michael; Pfeiffer, Volkhard; Studt, Reimer; Schroll-Decker, Irmgard; Sedelmaier, Yvonne (2012): EVELIN - ein Forschungsprojekt zur systematischen Verbesserung des Lernens von Software Engineering. In: Tagungsband Embedded Software Engineering Kongress, Sindelfingen, 653–658

Brall, Stefan (2009): Überfachliche Kompetenzanforderungen in den Ingenieurwissenschaften. Eine Literaturanalyse. (RWTH Aachen University) Aachen.

Brunstein, Joachim; Heckhausen, Heinz (2010): Leistungsmotivation. In: Heckhausen, Jutta (Hrsg.); Heckhausen, Heinz (Hrsg.): Motivation und Handeln. 4., überarbeitete und erweiterte Auflage (Springer) Berlin, 145–192

Krapp, Andreas (2005): Das Konzept der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse. Ein Erklärungsansatz für die positiven Effekte von Wohlbefinden und intrinsischer Motivation im Lehr-Lerngeschehen. In: Zeitschrift für Pädagogik, 51(5), 626–641

Krathwohl, David (2002). A revision of bloom's taxonomy: An overview. In: Theory into Practice, 41(4), 212–218

Possner, Dietmar (2008): Schwierige und komplexe Sachverhalte vermitteln. Didaktische Massnahmen für den Unterricht. In: Wehr, Silke (Hrsg.); Ertel, Helmut (Hrsg.): Lernprozesse fördern an der Hochschule. (Haupt) Bern, 253–268

Schiefele, Ulrich (2008): Lernmotivation und Interesse. In: Schneider, Wolfgang (Hrsg.); Hasselhorn, Marcus (Hrsg.): Handbuch der Psychologie, Bd. 10: Handbuch der Pädagogischen Psychologie. (Hogrefe) Göttingen, 38–49

Sedelmaier, Yvonne; Claren, Sascha; Landes, Dieter (2013): Welche Kompetenzen benötigt ein Software Ingenieur? In: Spiller, Andreas (Hrsg.); Lichter, Horst (Hrsg.): Tagungsband des 13. Workshops „Software Engineering im Unterricht der Hochschulen“, Aachen, 117–128

Studt, Reimer; Mottok, Jürgen; Utesch, Matthias; Landes, Dieter (2009): Anwendung der Bloom'schen Taxonomie auf Lehrinhalte des Software-Engineerings. In: Proceedings of the 2nd Embedded Software Engineering Conference, Sindelfingen, 583–593

## Lehrlabor – Förderung von Innovationen in der Lehre

an der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften der Universität Hamburg

Carolin Hofmann (Koordinierungsstelle Lehrlabor)  
Projektleitung: Kai Siemonsen  
Universität Hamburg

Studierende beim Übergang zwischen Schule beziehungsweise Beruf und Universität zu unterstützen und die Grundlagen für ein erfolgreiches Studium zu legen, stellt hohe Anforderungen an die Lehre in der Studieneingangsphase. Eine zunehmend heterogener werdende Studierendenschaft stellt die Lehrenden zudem vor die Herausforderung, mit dieser Diversität in ihren Veranstaltungen produktiv umzugehen, wenn trotz unterschiedlicher Lernausgangslagen möglichst alle Studierenden die für ein Studium erforderlichen Basiskompetenzen erwerben sollen.

Lehrveranstaltungen weiterzuentwickeln und Veranstaltungskonzepte innovativ neu zu gestalten, ist jedoch wegen des damit verbundenen hohen Aufwands für Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer oft nur schwierig umzusetzen. Lehrende, die ihre Lehre verstärkt lernerzentriert gestalten, die Studierenden aktiv bei der Entwicklung individueller Lernstrategien unterstützen, selbstgesteuertes Lernen fördern oder Formen forschenden Lernens umsetzen möchten, benötigen dafür Freiräume und Unterstützung.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen und Innovationen in der Lehre zu ermöglichen, wurde im Studiendekanat der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften (MIN) der Universität Hamburg das Projekt Lehrlabor konzipiert. Mit der Förderung des Universitätskollegs<sup>1</sup> der Universität Hamburg im Rahmen des Qualitätspakt Lehre des Bundesministerium für Bildung und Forschung kann das Lehrlabor seit Juli 2012 auch umgesetzt werden.

Dieser Beitrag stellt das Projekt Lehrlabor, seine Ziele und Rahmendaten sowie die Erfahrungen und Ergebnisse nach dem ersten Projektjahr vor.

### 1. Was ist das Lehrlabor?

Als eines von insgesamt mehr als 40 Teilprojekten zählt das Lehrlabor zum Universitätskolleg der Universität Hamburg, das den konzeptionellen, institutionellen und operativen Rahmen für Initiativen schafft, welche die Bildungspassage zwischen Schule beziehungsweise Beruf und Universität gestalten.

Das Lehrlabor verfolgt das Ziel, Lehrenden der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften die notwendige zeitliche Entlastung und personelle Unterstützung zur Verfügung zu stellen, damit sie sich für eine begrenzte Zeit intensiv der Konzipierung und Umsetzung von Innovationen in der Lehre widmen können. Schwerpunkt des Projekts sind – analog zum Konzept des Universitätskollegs – Lehrveranstaltungen in der Studieneingangsphase. Dozentinnen und Dozenten der Fachbereiche Biologie, Chemie, Geowissenschaften, Informatik, Mathematik und Physik erhalten durch die Förderung im Lehrlabor die Möglichkeit, Lehrveranstaltungen oder Module weiterzuentwickeln und so nachhaltig zur Verbesserung der Lehre in den ersten drei Semestern der insgesamt 19 Bachelorstudiengänge der Fakultät beizutragen. Durch die intensive Reflexion der eigenen Lehre, die Implementation neuer Konzepte und die anschließende Evaluation schafft das Lehrlabor darüber hinaus Impulse für eine professionelle Weiterentwicklung der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer im Bereich Lehre. Durch die Förderung innovativer Lehrkonzepte und durch projektbegleitende Veranstaltungen soll zudem der Stellenwert der Lehre insgesamt und die Diskussion über gute Lehre an der Fakultät befördert werden.

### 2. Was bietet das Lehrlabor?

Pro Semester fördert das Lehrlabor mindestens drei Lehrprojekte. Den geförderten Lehrinnovationen stehen Ressourcen in Höhe von bis zu 50.000 Euro zur Verfügung. Je nach Schwerpunkt und Ziel des Konzepts und Ausgangslage der Veranstaltung können die Mittel sowohl für zusätzliche Unterstützung durch wissenschaftliches und/oder studentisches Personal verwendet werden als auch für die Kompensation von Lehrreduzierungen. Konkret bedeutet das: Möchten sich Lehrende auf die Weiterentwicklung einer bestimmten Lehrveranstaltung konzentrieren und dafür Lehrverpflichtung in anderen Veranstaltungen reduzieren, übernimmt das Lehrlabor die Kompensation – zum Beispiel durch die Finanzierung von Vertretungsprofessuren – oder das Projekt trägt die Kosten für zusätzliches Personal, das bei der Implementation unterstützt.

Bei der Umsetzung ihrer Lehrkonzepte können die Lehrenden zudem auf technische Beratung und Unterstützung durch das E-Learning-Büro der Fakultät und die dort vorhandene moderne Hardware zurückgreifen. Darüber hinaus kooperiert das Lehrlabor mit dem Zentrum für Hochschul- und Weiterbildung (ZHW) der Universität Hamburg, das für Beratung in hochschuldidaktischen Fragen zur Verfügung steht.

<sup>1</sup> Für weiterführende Informationen zum Universitätskolleg der Universität Hamburg siehe: <http://www.universitaetskolleg.uni-hamburg.de/>

Obligatorischer Teil der Förderung ist weiterhin die Unterstützung durch die Koordinierungsstelle Lehlabor bei der Planung, Organisation, Evaluation und Dokumentation der Lehrkonzepte. Für die teilnehmenden Lehrenden soll der organisatorische Aufwand dadurch möglichst gering gehalten werden, sodass sich diese auf die fachliche und didaktische Umsetzung der Lehrveranstaltungen konzentrieren können.

Verpflichtend ist jedoch die Teilnahme an Transfer-Workshops: Die im Lehlabor geförderten Lehrenden tauschen sich in regelmäßig stattfindenden Qualitätszirkeln aus und bringen sich als Projekt-Fellows in Projektgremien wie der Auswahlkommission ein. Der so initiierte Austausch soll mit zunehmender Projektdauer die Diskussion über gute Lehre in der Fakultät befördern und den veranstaltungs- und fachbereichsübergreifenden Transfer der erprobten Lehrkonzepte ermöglichen.

Die Zusammensetzung der Unterstützungsleistungen ist dabei abhängig von den individuellen Erfordernissen bei der Umsetzung des einzelnen Lehrkonzepts und wird in Auftaktgesprächen zwischen Koordinierungsstelle und Lehrenden geklärt.

### 3. Wie ist eine Teilnahme am Lehlabor möglich?

Bis zum derzeitigen Ende der Projektlaufzeit 2016 sollen jeweils mindestens drei Lehrprojekte pro Semester gefördert werden. Die Auswahl der Lehrprojekte erfolgt im Zuge eines standardisierten Antrags- und Auswahlverfahrens.

Die Antragstellung steht allen hauptamtlich Lehrenden der MIN-Fakultät offen und ist flexibel für die Ideen der Dozentinnen und Dozenten. Gemeinschaftliche Anträge mehrerer Lehrender, die ein gemeinsames Vorhaben umsetzen möchten, sind ebenfalls möglich.

Für die Beantragung der Teilnahme am Lehlabor wurden mit Projektbeginn Formulare entwickelt, die auf der Internetseite des Projekts<sup>2</sup> heruntergeladen werden können und die Lehrenden im Antragsprozess unterstützen sollen. Darüber hinaus bietet die Koordinierungsstelle Lehlabor Informationen, Hinweise und Beratungsgespräche zum Antragsverfahren.

Analog zum Semesterzyklus des Lehlabor finden jährlich zwei Antrags- und Auswahlrunden statt. Anträge, die innerhalb der Einreichungsfristen eingehen, werden in einem Review-Verfahren bewertet. Dafür wird eine Kommission eingesetzt, deren Mitglieder vom Studiendekan der Fakultät benannt werden. Neben dem Studiendekan, der als Leiter der Kommission fungiert, setzt sich die Auswahlkommission aus Lehrenden aller sechs Fachbereiche der Fakultät sowie Vertreterinnen und Vertretern der Studierenden zusammen. Seit 2013 werden insbesondere Lehrende, die bereits selbst am Lehlabor teilgenommen haben als Kommissionsmitglieder benannt. Weiterhin werden Dozentinnen und Dozenten des ZHW als Expertinnen und Experten für Hochschuldidaktik in die interdisziplinär zusammengesetzte Auswahlkommission mit einbezogen.

<sup>2</sup> Internetseite des Projekts Lehlabor inkl. der Antragsformulare: <http://www.min.uni-hamburg.de/unikolleg/lehlabor.html>

In zwei gemeinsamen Sitzungen jährlich berät die Kommission über die eingebrachten Anträge und entscheidet über deren Genehmigung. Ausschlaggebend für die Bewertung und Auswahl der Anträge sind dabei neben quantitativen Kriterien – wie die Zahl der mit der Neuerung erreichten Studierenden oder die Angemessenheit der Kosten – auch strukturelle Aspekte – wie die Passung des Lehrkonzepts zu den Zielen des Universitätskollegs und der strukturellen Ausgangslage des Fachbereichs oder die Einbindung der geförderten Lehrveranstaltung in das Studienangebot sowie das Curriculum – und qualitative Aspekte, zum Beispiel die Adäquatheit der didaktischen, methodischen und inhaltlichen Gestaltung des Lehrkonzepts. Nicht zuletzt spielt die Nachhaltigkeit bei der Auswahl der Förderprojekte eine Rolle: Bevorzugt gefördert werden Lehrinnovationen, die auch in den Folgesemestern weitergeführt werden oder auf andere Veranstaltungen übertragbar sind. Ein weiterer wichtiger Aspekt mit Blick auf die Nachhaltigkeit der erprobten Lehrkonzepte ist das Engagement der Lehrenden in der Lehre ebenso wie in der Forschung und eine gewisse Vorbildfunktion innerhalb des Fachgebiets. Da ein solches akademisches Ansehen die Wahrscheinlichkeit der Gewinnung von Nachahmerinnen und Nachahmern erhöht und damit den Ideen- und Konzepttransfer begünstigt, fließt es positiv mit in die Auswahlentscheidung ein.

### 4. Welche Innovationen wurden bisher im Lehlabor gefördert?

Seit Sommer 2012 konnten bereits 13 Lehrinnovationen mit Laufzeiten zwischen sechs und zwölf Monaten durch das Lehlabor unterstützt werden. Auch die Zahl der Anträge steigt seit Projektbeginn kontinuierlich, sodass die Auswahlkommission zuletzt aus insgesamt elf Innovationsideen auswählen konnte und sich für die Förderung von fünf Lehrkonzepten im Wintersemester 2013/2014 entschied.

Die bislang geförderten Projekte liegen in unterschiedlichsten Disziplinen und Fachbereichen der MIN-Fakultät und unterscheiden sich neben dem Umfang bzw. Grad der Veränderung insbesondere in den gewählten didaktischen Ansätzen. So konnten sowohl bereits begonnene didaktische Neuerungen mithilfe der Förderung weiterentwickelt und verstetigt als auch ganz neue Impulse gesetzt und umfassende Veränderungen von Beginn an gefördert werden.

Allen Ansätzen gemeinsam ist jedoch, dass die Innovationen die Heterogenität der Studierenden am Übergang an die Universität produktiv nutzen und auf die Verbesserung der Studierfähigkeit der Studienanfängerinnen und Studienanfänger zielen.

Um einen kleinen Eindruck von den bisher im Lehlabor geförderten Lehrinnovationen zu geben, werden nachfolgend sechs der insgesamt dreizehn Projekte kurz skizziert.



### **eLab Geographie – Entwicklung eines eLearning-Tools zur Methodenschulung und Ergebnisdokumentation von Labor- und Geländemethoden**

Als Ergänzung zu den Gelände- und Laborpraktika in der Geographie wird seit Frühjahr 2013 das E-Learning-Modul eLab Geographie entwickelt, das alle grundlegenden und wichtigen Informationen zur Entnahme und Aufbereitung von Proben sowie zur Durchführung von physikalischen und chemischen Untersuchungen im Labor bündelt und schriftlich sowie mit Hilfe von Bild- und Videoaufnahmen studierendengerecht aufbereitet. Das E-Learning-Modul ist sowohl für die Studierenden nutzbar, die aktuell an dessen Erstellung beteiligt sind, als auch für nachfolgende Studierendengenerationen.

Aufgrund der Teilnehmerzahlen und Dauer der Kurse bieten sich den Studienanfängerinnen und Studienanfängern in den Praktika der Geographie bisher nur wenige Möglichkeiten, Routine im Umgang mit Geräten, Methoden etc. zu entwickeln. Das eLab Geographie ermöglicht es den Studierenden auch im späteren Studienverlauf auf zentrale Informationen für die theoretischen Einheiten und die praktische Ausbildung im Labor zurückzugreifen, um beispielsweise bestimmte Arbeitsschritte zu rekapitulieren, die gewonnenen Ergebnisse einzuordnen oder empirisch ausgerichtete Abschlussarbeiten relativ selbstständig zu erstellen. Das E-Learning-Modul leistet damit einen Beitrag dazu, das Erlernete besser reproduzierbar zu machen und nachhaltiger zu verankern.

### **Lesewerkstatt Mathematik – für Studierende des Studiengangs Mathematik für das Lehramt an der Primar- und Sekundarstufe I sowie an Sonderschulen**

Im Rahmen der Lesewerkstatt Mathematik sollen ab dem Wintersemester 2013/2014 mathematische Texte aus verschiedenen Quellen zu unterschiedlichen Themen in drei Gruppen von vier bis fünf Studierenden, die jeweils durch die Dozentin oder erfahrene studentische Hilfskräfte betreut werden, sehr detailliert und kleinschrittig studiert werden, um die Lesekompetenz der Veranstaltungsteilnehmerinnen und Vorlesungsteilnehmer zu stärken. Vor allem soll es hierbei um Texte gehen, die Themen behandeln, die – gegebenenfalls in weniger abstrakter Form – auch in der Schule durchgenommen werden.

Da die mathematische Sprache – die das Ziel verfolgt, möglichst allgemeingültige Aussagen effizient und präzise zu formulieren – durch einen hohen Abstraktionsgrad und eine hohe formale Dichte geprägt ist, bereitet die sinnstiftende Auseinandersetzung mit derartigen Texten besonders Studienanfängerinnen und Studienanfängern nicht selten größere Schwierigkeiten. Um diese Schwierigkeiten zu reduzieren, studieren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ab Oktober 2013 wöchentlich zu Hause selbstständig einen verabredeten Text, den es dann in der Präsenzzeit der Veranstaltung gemeinsam und prinzipiell zeilenweise durchzugehen gilt: Hierbei wird es primär darum gehen, die individuell erarbeiteten Ergebnisse in der Gruppe zu diskutieren und Unklarheiten, Fehlschlüsse oder Umwege als Anstöße für einen konstruktiven Kommunikationsprozess zu nutzen, in dem mathematisches Argumentieren geübt wird.

### **Problemorientiertes, offenes Experimentieren im Physikalischen Praktikum I für Studierende der Naturwissenschaften**

Durch die Integration offener Aufgabenstellungen und die Förderung selbstständiger Arbeitsweisen wird ein Teil des Physikalischen Praktikums I für Studierende der Naturwissenschaften seit Anfang 2013 didaktisch neu gestaltet. Die bisher eher linearen Versuchsstrukturen, die das Abarbeiten bestimmter Schrittfolgen praktischen Experimentierens nach schriftlicher Anleitung vorsehen, werden seit März 2013 zugunsten offener Aufgabenstellungen, die ein problemzentriertes Experimentieren ermöglichen, aufgebrochen.

Dafür werden die Studierenden vor variierende, ihnen unbekannt experimentelle Aufgaben gestellt, zu deren Lösung sie in Kleingruppen kreative Ideen erarbeiten. Dabei können sich die Studienanfängerinnen und Studienanfänger auf Experimentiergeräte und -materialien sowie physikalische Grundlagen stützen, die im Vorfeld des Versuchstags erarbeitet werden. Die Studierenden erhalten so die Möglichkeit, einfache experimentelle Vorgehensweisen selbstständig zu entwerfen und zu planen. Dadurch, dass die erarbeiteten Versuchskonzepte von den Studierenden präsentiert und kritisch diskutiert werden, üben sich die Studienanfängerinnen und Studienanfänger zudem im problemlösungszentrierten Diskurs in der Gruppe.

### **Konzeption und Durchführung des „inverted-classroom“-Ansatzes für die Lehre im Pflichtmodul „Formale Grundlagen der Informatik“**

Dem Prinzip des „inverted-classroom“-Ansatzes folgend wurde im Sommersemester 2013 die Lehre im Modul „Formale Grundlagen der Informatik“ didaktisch neu gestaltet. Zentraler Ansatzpunkt war dabei der Ersatz der Nachbereitungsphase durch eine Vorbereitungsphase, um so die Studierenden zu einer möglichst frühen, eigenständigen Auseinandersetzung mit dem Lernstoff zu aktivieren.

Dazu wurde ein vorzubereitender Inhalt ausgeteilt und der Lesestoff ausgegeben, der von den Studierenden noch vor der Vorlesung zu erarbeiten war. Um zu gewährleisten, dass sich die Studierenden auch tatsächlich vorbereitend mit den Lerninhalten auseinandersetzen und um eine gezielte Ausrichtung der Lehrveranstaltung zu ermöglichen, wurde ein Online-Selbsttest konzipiert, der im Vorfeld der jeweiligen Veranstaltung von den Studierenden zu bearbeiten war. Auf Basis der Testauswertung konnte der Lehrende gezielt auf eventuelle Problembereiche eingehen und den unterschiedlichen Lernausgangslagen der Studierenden damit verstärkt Rechnung tragen. Die Vorlesungszeit wurde so gezielter nutzbar, da sie der Vertiefung des Gelernten diene.

### **Didaktische und methodische Qualifikation studentischer Hilfskräfte für die Übungsbetreuung der Studieneingangsphase der Informatik**

Die intensive Betreuung der Studienanfängerinnen und Studienanfänger in den Kleingruppenveranstaltungen bzw. Übungen durch studentische Hilfskräfte ist ein wichtiger Baustein der Studieneingangsphase am Fachbereich Informatik. Durch eine Kombination aus allgemeinmethodischer und fachdidaktischer Schulung der im Übungsbetrieb eingesetzten

Studierenden sollen diese seit dem Sommersemester 2013 verstärkt auf ihre Rolle als Übungsgruppenleiterinnen und Übungsgruppenleiter vorbereitet und die Qualität der Betreuung in der Studieneingangsphase dadurch weiter verbessert werden.

Angeboten wird zum einen eine allgemeine Weiterbildung der studentischen Hilfskräfte im Bereich Methodik: In Wochenendschulungen erhalten die Studierenden einen Einblick in Moderations- und Präsentationstechniken, didaktische Gestaltungsmöglichkeiten von Gruppenarbeit, Techniken aktivierenden Lehrens etc.

Anstelle der bisher üblichen wöchentlichen Übungsgruppenleiterbesprechungen ist zudem eine kontinuierliche, fachdidaktische Begleitschulung getreten. Um deren Nachhaltigkeit zu gewährleisten, werden im Förderzeitraum parallel zugehörige Schulungsmaterialien erstellt.

#### **Freies Experimentieren bis zum Ende gedacht: Vervollständigung des meteorologischen Instrumentenpraktikums**

Durch die Einführung von freien Experimenten, bei denen der Arbeitsweg nicht vorgegeben ist, wurde das Meteorologische Instrumentenpraktikum in den vergangenen Jahren weiterentwickelt. Freies Experimentieren bedeutet jedoch nicht nur einen Gewinn an Entfaltungsmöglichkeiten und intensiveres Lernen aus den eigenen Erfahrungen, sondern geht auch mit dem Bedarf nach mehr Unterstützung der Studierenden bei der Auswertung der Experimente und mehr Aufwand bei der Korrektur der Protokolle einher. Diesen Herausforderungen wird im Projekt ab dem Wintersemester 2013/2014 durch die Erstellung eines virtuellen Werkzeugkastens begegnet, der Studierenden Methoden und Material zur Auswertung bereitstellt und detaillierte Korrekturanleitungen für die Lehrenden beinhaltet. Beides wird in einer verbesserten E-Learning-Plattform integriert. Das Projekt wird maßgeblich von studentischen Hilfskräften getragen, die das Praktikum bereits selbst absolviert haben.

### **5. Welche Bilanz lässt sich nach dem ersten Projektjahr ziehen?**

Zum Start des Lehlabors im Sommer 2012 lag zunächst ein Schwerpunkt darauf, die im Projektkonzept aufgeführten Ziele in konkrete Konzepte und Handlungen zu überführen und so die Projektumsetzung zu spezifizieren und vorzubereiten. Als Produkte dieser Phase entstanden zahlreiche Projektmaterialien, wie Projektflyer und Präsentationen zum Lehlabor, die Projekthomepage, eine offizielle Förderbekanntmachung, Antragsformulare zur Erleichterung des Antragsverfahrens, Kalkulationsformulare zur Unterstützung der ökonomischen Projektsteuerung, Konzeptpapiere zum Antrags- und Auswahlverfahren, Bewertungsraster zur Unterstützung des Auswahlprozesses sowie ein Evaluationskonzept mit Fragebögen für die teilnehmenden Lehrenden und Studierenden. Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Projektdurchführung – sowohl organisatorischer, struktureller, personeller als auch technischer Art – konnten so geschaffen werden.

Auch ist es im ersten Projektjahr gelungen, bereits acht Lehrinnovationen in den verschiedenen Fachbereichen der MIN-Fakultät umzusetzen und so einen Beitrag dazu leisten, Studierende beim Einstieg in das Studium individueller und besser zu unterstützen. Fünf weitere Lehrkonzepte gehen im Wintersemester 2013/2014 in die Umsetzung. Bei den geförderten Lehrveranstaltungen handelt es sich – konform zu den Zielsetzungen des Projekts – um Konzepte, die Studierende aktiv bei der Entwicklung individueller Lernstrategien unterstützen, selbstgesteuertes Lernen befördern oder in anderer Weise den Übergang an die Universität fördern.

Die Entlastung der Lehrenden konnte zum einen durch die Einstellung von wissenschaftlichem Personal, zum anderen durch die Unterstützung vonseiten der Koordinierungsstelle Lehlabor sowie dem E-Learning-Büro der MIN-Fakultät gewährleistet werden. So wurde sichergestellt, dass den betreffenden Lehrenden genügend Freiräume zur Verfügung stehen, um sich intensiv mit der Konzipierung und Umsetzung der neuen Lehrkonzepte beschäftigen zu können.

Dass diese zentralen Ziele des Projekts erreicht werden konnten, bestätigen auch die durchwegs positiven Ergebnisse des ersten und zweiten Zyklus der internen Projektevaluation, in die sowohl die Lehrenden als auch die Studierenden als Teilnehmerinnen und Teilnehmer an den Lehrveranstaltungen einbezogen wurden. Konform zum formativen Charakter der Evaluation wurden die Ergebnisse gemeinsam mit den am Lehlabor teilnehmenden Lehrenden reflektiert und analysiert. So ließen sich auch für die Weiterführung der Lehrprojekte Verbesserungspotenziale identifizieren.

Die Schwerpunkte im zweiten Projektjahr liegen nun zum einen auf der weiteren Optimierung der Projektstrukturen: Das erste Projektjahr wurde als Pilotphase verstanden, in dem die erstellten Konzepte und Formulare einem Praxistest unterzogen werden. Aktuell gilt es deshalb, diese Konzepte und Formulare unter Beteiligung der Teilnehmenden einer kritischen Reflexion und gegebenenfalls Überarbeitung zu unterziehen.

Ein weiterer Schwerpunkt des zweiten Projektjahres ist der Transfer der Projektergebnisse „in die Breite“ der Fakultät und Universität. Um diesen Austausch voranzutreiben, ist in 2013 eine Veranstaltung geplant, die vom ZHW der Universität Hamburg mit fachdidaktischer Expertise unterstützt wird.

Nicht zuletzt steht die Dokumentation der bisherigen Projektumsetzung in 2013/2014 im Vordergrund, damit auch weitere Lehrende an den Lehrinnovationen teilhaben und von den positiven Umsetzungserfahrungen der Projekt-Fellows profitieren können.

Es bleibt zu hoffen, dass die im Projekt erprobten Konzepte und gemachten Erfahrungen auch weiterhin „ansteckend“ wirken und das übergeordnete Projektziel somit erreicht werden kann: Die Weiterentwicklung der Lehre in der Studieneingangsphase durch die Förderung von Innovationen.

## Die Studieneingangsphase als Weichensteller im Ingenieurstudium – Herausforderungen begegnen

BMBF-Projekt ELLI (Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften)

ELLI ist ein Verbundprojekt an den drei Standorten der RWTH Aachen University, der Ruhr-Universität Bochum sowie der Technischen Universität Dortmund und wird im Rahmen des Qualitätspakts Lehre gefördert. ELLI zielt auf die Verbesserung der Studienbedingungen und die Weiterentwicklung der Lehrqualität in der Ingenieurausbildung. Die Projektarbeit konzentriert sich dabei auf vier Kernbereiche: 1. Virtuelle Lernwelten, 2. Mobilität und Internationalisierung, 3. Student Lifecycle und 4. Professionelle Handlungskompetenz.

Den Herausforderungen der Studieneingangsphase widmet sich ELLI an den Standorten Aachen und Bochum im Bereich des Student Lifecycle: Im Hinblick auf eine Verringerung von Studienabbruchquoten (vgl. [1]) werden die Übergangsphasen des Ingenieurstudiums mit beratenden Angeboten begleitet. Neben dem Studieneinstieg zählen hierzu auch die Übergänge im gestuften Bachelor-/Master- Reformmodell sowie zur Promotion bzw. Einstieg ins Berufsleben. Auch der geringen Auslandsmobilität unter Ingenieurstudierenden will ELLI im Kernbereich Mobilität und Internationalisierung frühzeitig entgegenwirken, indem entsprechende Maßnahmen in der Studieneingangsphase Anwendung finden. Im Folgenden werden beispielhaft einige der bisher von ELLI umgesetzten und geplanten Maßnahmen beschrieben.

### Am Standort Bochum:

#### ALLES ING! – Role-Model Konzepte für einen erfolgreichen Studieneinstieg

Durch ELLI konnte am Standort Bochum die Initiative ALLES ING! umgesetzt werden: In dieser verfolgen die drei ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten der Ruhr-Universität Bochum ihr gemeinsames Ziel, das Interesse und die Identifikation mit den Technikwissenschaften zu stärken. Durch eine attraktive Darstellung der Ingenieurwissenschaften und der „Menschen hinter der Technik“ sollen interessierte Schüler/innen in ihrer Entscheidung für ein technisches Studium bestärkt und Studienanfänger von vielfältigen Vorbildern durchs Studium begleitet werden. Dieses Konzept der Role-Models, die Wege in und durch das ingenieurwissenschaftliche Studium aufzeigen, setzt ALLES ING! auf zwei Ebenen um: In einem Internetportal, welches sich verschiedenster medialer Präsentationsformen wie Kurzvideos, Interviews oder Twitter-Einträgen bedient. Ziel ist es dabei Ingenieurstudierende

im Studienalltag, beim Auslandsaufenthalt, mit ihrem Forschungsthema oder beim Berufseinstieg zu portraituren (vgl. [2]). Begleitet wird das Konzept durch eine Reihe von Veranstaltungen, bei denen technikinteressierte Schüler in Kontakt mit Studierenden, Alumni und Wissenschaftlern kommen. Das in ALLES ING! medial umgesetzte Konzept der Role-Models kommt in den von ELLI konzipierten Beratungsformaten am Standort Bochum jeweils thematisch begleitend zum Einsatz.

#### Beratungsangebote speziell für Schüler/innen im Übergang Schule-Hochschule

Im Austausch mit den Mitarbeiter/innen der Ingenieurwissenschaften aus dem Themenfeld des Übergangs „Schule-Hochschule“ wurden von ELLI die Ziele definiert, nicht-traditionelle Studierende für ein Ingenieurstudium zu begeistern und besonders den noch immer geringen Frauenanteil zu erhöhen (vgl. [3]). Im Rahmen des **Schülerinnen-Projektworkshops** im Oktober 2012 begründete das Projekt in Zusammenarbeit mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik das Format der Tea-Time, in der weibliche Studieninteressierte in den Austausch mit Vorbildern aus der Technik kamen. Von der jungen Studentin bis zur erfolgreichen Professorin stellten sich Ingenieurinnen ihren Fragen und hielten anschließend ihren Werdegang und ihre Botschaft an den Nachwuchs in sehr persönlichen Videostatements fest. Zum Tag der offenen Tür der Ruhr-Universität im März 2013 – wurde gemeinsam mit den Fakultäten ein Informationsangebot für weibliche Studieninteressierte umgesetzt. Die **7 besten Gründe IngenieurIn zu werden** bildeten eine erste Chance für Schülerinnen, in den Austausch mit Studierenden und Studienfachberater/innen zu kommen. Informationsveranstaltungen wie der **Markt der Studienmöglichkeiten** und die Immatrikulationszeit werden im Projekt zusammen mit den Mitarbeiter/innen der Fakultäten durch die Planung des gemeinsamen Auftritts und die Erstellung gemeinsamer Poster und Flyer gestaltet.

#### GoING Abroad – Frühzeitige Beratung zu Auslandsaufenthalten im Ingenieurstudium

Um der vergleichsweise geringen Auslandsmobilität unter ingenieurwissenschaftlichen Studierenden entgegenzuwirken (vgl. [4]) und das Interesse für Austauschprogramme schon möglichst früh im Studium zu wecken, setzt auch der Kernbereich Mobilitätsförderung und Internationalisierung auf Beratungsformate, die die Studierenden bereits in den ersten Semestern in Kontakt mit wichtigen Ansprechpartnern und auslandserfahrenen Kommilitonen bringen. Hierzu wurde gemeinsam mit dem International Office, den Auslandskoordinatoren der Fakultäten sowie Studierendenvertretern das GoING Abroad-Programm entwickelt: Zentrales Element ist eine Informations- und Beratungsveranstaltung, welche jedes Semester stattfindet und bei der auslandserfahrene Kommilitonen sowie Fachberater Interessierten für alle Fragen rund um das Thema Ausland zur Verfügung stehen. Ein Novum ist hierbei die fachspezifische Herangehensweise (vgl. [5]): Als Referenten werden gezielt Studierende der ingenieurwissenschaftlichen Fächer gewonnen und es werden Fakultätskooperationen sowie die für Ingenieurstudierende besonders attraktiven, berufsbezogenen Praktika im Ausland vorgestellt. Auch im Kernbereich Mobilität und Internationalisierung kommt das ALLES ING! -Konzept der Role-Models zum Einsatz: In der eigenen

Rubrik **Globetrotter** berichten Ingenieurstudierende im Ausland von ihren Erfahrungen. Die frühe Thematisierung von Auslandsaufenthalten im Studium, gekoppelt mit der Präsentation von Vorbildern, wirkt den Herausforderungen einer schwierigen Organisation und der Angst vor Studienzeitverlängerung entgegen, die von deutschen Studierenden häufig als Mobilitätshemmnisse angeführt werden.

### **Beratung und Unterstützung im Studienverlauf und Aufzeigen von Forschungs- und Berufsperspektiven**

Im Hinblick auf eine nachhaltige Sicherung des Studienerfolges liegt die Herausforderung innerhalb des Student Lifecycle darin, die Studierenden von Anfang an für das Studium zu begeistern und ihnen praktische Einblicke in Wissenschaft und Wirtschaft zu ermöglichen. Die Studierenden sollen dazu motiviert werden, ihr Studium aktiv selbst zu gestalten und durch den Austausch mit Studierenden anderer Semester Tipps zu erhalten.

Den Austausch mit den Studierenden und gleichzeitig eine stärkere Vernetzung der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge untereinander initiiert ELLI in mehrmonatigen Abständen bei großen **Fachschafftstreffen** mit den sieben Fachschaften der Ingenieurstudiengänge in Bochum. An der Tagesordnung sind regelmäßig Themen wie studentische Beteiligung an der Fachschaftsarbeit, Studienorganisation und -struktur. Auch konkrete Veranstaltungen werden in diesem Rahmen gemeinsam geplant; darunter die Begrüßung und Beratung der neuen Studierenden bei der Immatrikulation zum Wintersemester oder die fakultätsübergreifende Beteiligung der Fachschaften bei der **VDE Techniknacht Ruhr** im Oktober 2013.

Weiterhin zeigt ELLI Perspektiven für Forschungs- und Abschlussarbeiten sowie den Berufseinstieg auf. Für höhere Semester werden die Beratungsveranstaltungen **Mit dem Master in die Praxis sowie Wege zum Dr. Ing.** angeboten. Für angehende und Jung-Ingenieure kommen auch hier mediale Formate im Rahmen der ALLES ING! -Initiative zum Einsatz: Quer durch alle Ausbildungsstufen sind hier Studienarbeiten, Dissertationen, Forschungsprojekte und Abschlussarbeiten zu finden. Die Videoreihe **Young Professionals** besucht RUB-Alumni an ihrem Arbeitsplatz und zeichnet ihren individuellen Weg in und durchs Studium bis hin zum Beruf nach und stellt gleichzeitig potentielle Arbeitgeber für Ingenieure vor.

### **Am Standort Aachen:**

#### **StartINGs meet Alumni – Vernetzung von Studierendengenerationen**

Die Fachschaften sind zu Beginn des Studiums häufig Anlaufstelle für die Studienanfänger aller Fachrichtungen. Insbesondere nach dem Doppelabiturjahrgang in NRW dieses Jahr sind die Herausforderungen potenziert. Es wird befürchtet, dass durch die zunehmende Studentenzahl nicht nur unzureichend Lern- und Wohnplätze zur Verfügung stehen,

sondern auch die zentralen Beratungsstellen der Hochschulen überlastet werden. An dieser Stelle knüpfen die ersten Maßnahmen zur Gestaltung der Studienanfangsphase an, die im Rahmen von ELLI an der RWTH Aachen eingeleitet wurden.

Neben bereits bestehenden Angeboten der Fachschaften wie z. B. der Gestaltung der Einführungswoche werden zur Vorbereitung auf das Studium und als weiterführendes Beratungsangebot gemeinsame Treffen ingenieurwissenschaftlicher Fakultäten geplant. Hierbei wird zum einen der intensive Austausch zwischen den Ingenieuren aller Fachrichtungen an der RWTH Aachen unterstützt. Zum anderen wird der Kontakt der Studienanfänger mit Studierenden fortgeschrittener Semester gefördert. Im Vorfeld werden spezifische Fragestellungen der Studienanfänger/innen erhoben und systematisiert. Auf Basis der aufgefassen Daten werden die Orientierungstage in den folgenden Jahren angepasst, um die Anforderungen der Studierenden optimal zu erfüllen. Ziel ist es, den Start ins Studium möglichst flexibel und einfach für die Studierenden zu gestalten.

Weiterhin sollen gemeinsame semesterübergreifende Treffen der angehenden Ingenieure und Ingenieurinnen zwei Mal im Jahr durchgeführt werden. In Form eines Stammtisches werden die jungen Studierenden mit höheren Semestern und Alumni an einen Tisch gebracht. Dabei werden zum einen organisatorische Fragen geklärt und zum anderen Erfahrungen zwischen den Studierenden unterschiedlicher Semester und Fachdisziplinen ausgetauscht. Durch diese gemeinsamen Treffen werden der interdisziplinäre Austausch unterschiedlicher ING-Disziplinen sowie die Steigerung der Varietät angestrebt.

Die jeweilige Ausgestaltung und Weiterentwicklung der Maßnahmen wird gemeinsam mit aktiven Mitgliedern sämtlicher Fachschaften und Alumni-Vereine ausgearbeitet. Die Organisation sowie die Durchführung eines solchen Treffens übernehmen die Fachschaften vor Ort. Einerseits werden die **StartINGs** durch Studierende älterer Semester bei der Gestaltung des Studienplans sowie bei alltäglichen Herausforderungen unterstützt. Andererseits wird die Vernetzung zwischen Studenten, Alumni und Unternehmen stärker gefördert. Durch das Netzwerkformat der geplanten Treffen erhalten die Studierenden die Gelegenheit, in zwangloser Atmosphäre Kontakte zu knüpfen. Ehemalige können über den Stammtisch hinaus als Mentoren beratend fungieren. Somit können die Studierenden auf die Erfahrungen von Absolventen zurückgreifen, typische ingenieurwissenschaftliche Arbeitsfelder kennenlernen und eventuelle künftige Praktikumsplätze ergattern.

#### **learnING by doING – Vermittlung von Praxisbezügen**

Eine Vielzahl der Studienabbrecher ingenieurwissenschaftlicher Fächer konnte aufgrund mangelnder Lern- und Lehrsituationen nicht die notwendige Bindung zu ihrem Studienfach entwickeln. Gründe hierfür sind unter anderem mangelnde studienbindende Faktoren sowie mangelnde soziale, fachliche und akademische Integration (vgl. [6]). Um dieser Problematik entgegenzuwirken, werden Maßnahmen geplant, die das Technikverständnis fördern, Praxisbezüge vermitteln und somit das fachliche Vertrauen bestärken. Hierbei werden Blockveranstaltungen ausgearbeitet, in denen Studierende praxisnahe Studienaufgaben in Lerngruppen gemeinsam erledigen können.

Im Rahmen eintägiger Seminare für Studierende der Ingenieurwissenschaften werden auf Basis eines erfahrungsbasierten Lernzyklus (vgl. [7]) Theorieinputs zunächst praxisbezogen vermittelt, anschließend durch aktives Experimentieren erprobt und dadurch für die Lernenden konkret erlebbar gemacht. Hierbei werden die Seminarinhalte so gestaltet, dass diese den Anforderungen der technisch interessierten Studienanfänger und Studienanfängerinnen gerecht werden. Sie werden vor die Herausforderung gestellt, unterschiedliche kleine Aufgaben in einem Organisationsentwicklungsprozess und in Zusammenarbeit mit den anderen Teilnehmern zu bewältigen und das eigene Handeln im Team zu reflektieren. Die Studierenden erhalten Grundlagen des Projekt- und Zeitmanagements vermittelt und werden in die Lage versetzt, diese anschließend im Alltag intuitiv und leicht einzusetzen. Neben der Theorievermittlung stehen das praktische Erleben und Erproben, aber auch der Anschluss an Kommilitonen anderer technischer Fächer im Vordergrund. Daher erhalten die Studierenden die Gelegenheit, sich untereinander besser kennenzulernen, in Arbeitsgruppen zu organisieren und nicht nur technische, sondern auch soziale und kulturelle Inhalte ungezwungen zu erlernen.

Geplant sind die Seminare als weiterführendes Unterstützungsangebot für Studierende aller technischer Fachrichtungen und Semester. Der Fokus liegt allerdings auf den Bedürfnissen und Anforderungen von Studienanfängern und Studienanfängerinnen an der RWTH Aachen.

## Evaluation und Ausblick

Die Arbeit mit Role-Models und die möglichst frühzeitige Vernetzung der Studierenden aus verschiedenen Studienphasen untereinander sowie mit den für ihre Bedürfnisse wichtigen Ansprechpartnern erweisen sich als höchst effektiv. Sie bieten ein niedrigschwelliges Kontaktangebot, fördern die Identifikation mit dem ingenieurwissenschaftlichen Studium und erhöhen die Attraktivität individueller Profilbildungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel von studienbezogenen Auslandsaufenthalten oder Themen für Abschlussarbeiten. Erfahrungswerte von Gleichaltrigen erhalten eine große Akzeptanz und Erstsemester erhalten in der Studieneingangsphase konkretere Vorstellungen vom Studienverlauf. Mit einer neuen, durch vielfältige mediale Konzepte unterstützten, Ansprache können langfristig auch mehr Nicht-traditionelle Studieninteressenten erreicht werden.

Die langfristige Implementierung von erfolgreichen Maßnahmen wie diesen an den beteiligten Standorten stellt eine Herausforderung dar, welcher ELLI durch die Einbindung aller relevanten hochschulischen Akteure sowie der Studierendenvertreter begegnen will. Die von ELLI eingesetzten Maßnahmen für die Studieneingangsphase werden regelmäßig evaluiert, indem Teilnehmer- und Besucherzahlen erhoben sowie quantitative Befragungen durchgeführt werden. Die qualitative Rückkopplung mit der Zielgruppe wird durch regelmäßige Treffen mit Studierendenvertretern gesichert, welche ein wertvoller Projektbestandteil sind. Besonders positive Erfahrungen wurden auch in der Zusammenarbeit mit den Mitarbeitenden der ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten gesammelt, die sehr motiviert und engagiert an neuen Ideen für die Studieneingangsphase mitwirken.

## Quellen:

- [1] VDI (2012): Ingenieure auf einen Blick. Erwerbstätigkeit, Innovation, Wertschöpfung, am 29.08.2013 entnommen von: <http://www.vdi.de/presse/publikationen/weitere-studien/weitere-studien-zu-bildung-und-karriere/>
- [2] ALLES ING!-Internetportal zu finden unter: [www.ing.rub.de](http://www.ing.rub.de)
- [3] Stifterverband für die deutsche Wissenschaft/Mc Kinsey & Company (2012): Hochschul-Bildungs-Report 2020, Edition Stifterverband, Essen.
- [4] DAAD/HIS (2013): Wissenschaft Weltoffen. Daten und Fakten zur Internationalität von Studium und Forschung in Deutschland, am 17.08.2013 entnommen von: [http://www.wissenschaftweltoffen.de/publikation/wiwe\\_2013\\_verlinkt.pdf](http://www.wissenschaftweltoffen.de/publikation/wiwe_2013_verlinkt.pdf)
- [5] DAAD/BMBF (2011): 5. Fachkonferenz „go out! studieren weltweit“. Zur Auslandsmobilität deutscher Studierender, am 11.09.2013 entnommen von: [http://www.go-out.de/imperia/md/content/go-out/konferenzmaterial\\_2011-05-19\\_neu.pdf](http://www.go-out.de/imperia/md/content/go-out/konferenzmaterial_2011-05-19_neu.pdf)
- [6] Gensch, K./Kliegl, C. (2011): Studienabbruch – was können die Hochschulen dagegen tun?, Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung, München.
- [7] Kolb, D. A. (1984): Experiential Learning - Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

## Autoren:

Gergana Aleksandrova M. Sc. // Wissenschaftliche Mitarbeiterin // IMA/ZLW & IfU der RWTH Aachen University // [gergana.aleksandrova@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de](mailto:gergana.aleksandrova@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de)

Dipl.-Ing. Alexander an Haack // Wissenschaftlicher Mitarbeiter // IMA/ZLW & IfU der RWTH Aachen University // [alexander.anhaack@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de](mailto:alexander.anhaack@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de)

Theresa Janssen M. A. // Wissenschaftliche Mitarbeiterin // Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Maschinenbau (Lehrstuhl für Feststoffverfahrenstechnik) // [janssen@fvt.ruhr-uni-bochum.de](mailto:janssen@fvt.ruhr-uni-bochum.de)

Natascha Strenger M. A. // Wissenschaftliche Mitarbeiterin // Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Maschinenbau (Lehrstuhl für Feststoffverfahrenstechnik) // [strenger@fvt.ruhr-uni-bochum.de](mailto:strenger@fvt.ruhr-uni-bochum.de)

## Projekt:

<http://www.elli-online.net/>

## Mathematik-Studienvorbereitung im Selbststudium: Didaktische Aspekte des Selbst-Assessment

Katja Derr, Reinhold Hübl; DHBW Mannheim

### Einleitung

Statistische Untersuchungen zur Entwicklung der Studienanfängerzahlen in den Ingenieurwissenschaften sind meist verbunden mit einem Hinweis auf die steigende Zahl der Studierenden, die ihr MINT-Studium nicht beenden (z. B. Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2012). Die Gründe hierfür sind vielfältig, häufig sind zu hohe Leistungsanforderungen bzw. nicht bestandene Zwischen- und Abschlussprüfungen ausschlaggebend (Heublein et al., 2009). Eingangstestergebnisse sowie hohe Durchfallquoten in Mathematik-Klausuren im ersten und zweiten Semester weisen darauf hin, dass viele Studienanfänger/-innen nicht ausreichend auf die mathematischen Anforderungen eines ingenieurwissenschaftlichen Studiums vorbereitet sind. Auch die Fähigkeit der Studierenden zur Selbsteinschätzung und zur Bewertung des eigenen Kenntnisstands ist sehr unterschiedlich ausgeprägt, so dass oft erst im Studienverlauf grundlegende Defizite erkannt werden. Im Zuge der Öffnung der Hochschulen für Schulabgänger/-innen aus unterschiedlichen Bildungswegen ist eine wachsende Differenzierung in Bezug auf ihre Grundkenntnisse zu beobachten (z. B. Biehler u. Fischer, 2011), was die Konzeption und Durchführung von Vor- bzw. Brückenkursen in Mathematik erschwert.

Für das BMBF-geförderte Verbund-Projekt „optes – Optimierung der Selbststudiumsphase“ wird im Teilprojekt ‚formatives Assessment‘ an der Entwicklung von online gestützten Selbsttests in Mathematik gearbeitet. Ziele von optes sind die Reduzierung der Heterogenität im mathematischen Grundlagenwissen von Studienanfängern, der Ausbau finanzierbarer Konzepte zur verbesserten Begleitung des Selbststudiums sowie die Verringerung der Abbruchquoten in den MINT-Fächern.

Angehende Studierende sollen möglichst früh zur Beschäftigung mit ggf. bestehenden mathematischen Defiziten angeregt werden. Durch formatives e-Assessment erhalten sie Hilfsmittel zur Selbstdiagnose, zur Strukturierung des eigenen Lernprozesses und zur Lernerfolgskontrolle. Die Arbeit mit online-gestützten Selbstlernmaterialien ist zentraler Bestandteil des optes-Konzepts, so dass technischen Komponenten wie automatischer Testauswertung oder elektronisch generiertem Feedback große Bedeutung zukommt. Im Folgenden wird das dem Teilprojekt zugrunde liegende theoretische Konzept von „Formativem eAssessment“ erläutert, die Rolle des Feedback in interaktiven Umgebungen diskutiert und auf die Vorteile, Nachteile und technischen Probleme bei der Gestaltung von Online-Aufgaben eingegangen.

### Formatives Assessment

In der angelsächsischen Literatur findet sich der Begriff Assessment im Zusammenhang mit allen Formen der Leistungserhebung, wobei zwischen summativen Assessments, die Eingang in eine Gesamtbewertung (Note) finden, und formativen Assessments in Form von Übungen, Selbsttests oder Gruppenarbeiten unterschieden wird (vgl. Sadler, 1989; Black u. Wiliam, 1998). Formatives Assessment vermittelt Lehrenden und Lernenden einen Überblick über den aktuellen Lernstand einer Gruppe oder eines Individuums. Es lässt sich als Prozess beschreiben, der dem summativen Assessment vorgeschaltet ist und „alle Formen von Leistungsbeurteilung“ umfasst, „die Informationen über die Diskrepanz zwischen Lernzielen und aktuellem Lernstand liefern und dadurch den Lehrenden und/oder den Lernenden selbst helfen, den weiteren Lernprozess zu gestalten“ (Klieme et al., 2010, S. 64–65).

Bislang wurden die Vorteile der Implementierung von formativem Assessment vor allem im Schul-Kontext und als Mittel der Unterrichtsgestaltung beschrieben (Black u. William, 1998). Die beiden zentralen Funktionen des formativen Assessment sind, eine Lücke („gap“) zwischen dem Lernziel und dem aktuellen Lernstand sichtbar zu machen und dann Handlungsmöglichkeiten zum Schließen dieser Lücke aufzuzeigen. Im Unterrichtsverlauf kann ein Verständnisproblem lange unbemerkt bleiben, und die Lücke wird weder dem Lernenden noch dem Lehrenden bewusst. Der Fokus beim formativen Assessment liegt daher auf der Herstellung eines „kognitiven Konflikts“ (Black u. Wiliam, 2009, S. 19), der dann zeitnah bearbeitet werden kann, bevor weitere Lerninhalte hinzukommen oder das fehlerhafte Verständnis im summativen Assessment zu Tage tritt.

Der Einsatz von Übungsaufgaben im Unterricht hat eine aktivierende Funktion, insbesondere, wenn die Lernenden im Rahmen von Peer- oder Selbst-Assessments auch die Ergebniskontrolle übernehmen. Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Selbst-Evaluation und Lernerfolg weisen darauf hin, dass Selbst-Assessments sich positiv auf die Selbstwirksamkeitserfahrung auswirken („self-efficacy“) und, insbesondere bei erwachsenen Lernenden, Motivation und Selbststeuerung fördern können (Schunk u. Ertmer, 1999, S. 252).

### Formatives eAssessment

Selbsttests sind fester Bestandteil von E-Learning Programmen, und bei Lernenden beliebt, da das Feedback zeitnah erfolgt und die Teilnehmer/-innen über Zeitpunkt und Anzahl der Wiederholungen selbst entscheiden können (Whitelock, 2008; Heidenreich, 2009). Da die Lernenden mehr Verantwortung für die Gestaltung des Lernprozesses erhalten, ermöglicht und fördert formatives eAssessment die Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen (Nicol u. Macfarlane-Dick, 2006).

Indem die Teilnehmer/-innen zu „partners in learning“ (Heritage, 2007, p. 145) gemacht werden, wachsen die meta-kognitiven Anforderungen, da ihnen die Interpretation des Testergebnisses sowie die Entscheidung über anschließende Lernhandlungen übertragen

werden. Dieser „cognitive load“ (z. B. Sweller, 2005) sollte so niedrig wie möglich gehalten werden, damit die Lernenden sich auf die Lerninhalte konzentrieren können. Dies erfordert eine übersichtliche und nachvollziehbare Struktur des Lernprogramms sowie aussagekräftige Formen des Feedback.

## Feedback

Teilnehmer sollen über das Feedback auf eine Aufgabe oder eine Aufgabensammlung in die Lage versetzt werden, ihre Wissenslücke bzw. ihren Verständnis- oder Flüchtigkeitsfehler zu erkennen, um dann über daran anschließende Lernhandlungen zu entscheiden. „Gutes Feedback“ (Nicol u. Macfarlane-Dick, 2006) beinhaltet Meta-Informationen über Hintergrund und Ziele des Assessments sowie Hilfestellungen zur Interpretation des Ergebnisses. Mögliche Inhalte eines Feedback auf eine Online gestellte Aufgabe sind:

1. Richtig/Falsch (Verifikationsfeedback)(Renkl, 1991)
2. Lösung (erwartete Antwort)
3. Musterlösung bzw. Lösungsweg
4. Kommentar: z.B. Interpretationsvorschläge zu einem Fehler oder Lernempfehlungen, Links zu weiteren Aufgaben
5. Bewertung

Damit die Analyse des Feedback nicht zu viel kognitive Last (und Zeit) bindet, ist bei der Gestaltung des Programms zu entscheiden, welche dieser Informationen die Lernenden zu welchem Zeitpunkt des Lernprozesses benötigen. Im optes Projekt wird unterschieden zwischen diagnostischem Feedback auf Tests, die zur Erfassung des Lernstandes zu Beginn oder zum Abschluss des Lernprozesses stehen und formativem Feedback, das sich auf die Bearbeitung von einzelnen Übungsaufgaben bezieht.

### Diagnostisches Feedback

Zu Beginn des Lernprozesses steht die Orientierung im System im Vordergrund, die Teilnehmer/-innen benötigen Informationen über Sinn und Ziel der Lernaktivitäten, über die Lerninhalte, und natürlich darüber, ob sie in einem oder mehreren dieser Themen überhaupt Nachholbedarf haben (vgl. Lawson, 2003). Der Lernprozess wird darum über einen diagnostischen Eingangstest initiiert. Auf der Basis des Testergebnisses erhalten die Teilnehmer eine Bewertung pro Themengebiet, außerdem Kommentare in Form von Lernempfehlungen und Links zu den entsprechenden Lerninhalten. Zum Abschluss des Lernprozesses wird ein diagnostischer Abschlusstest durchgeführt, der in anonymisierter Form auch zur Evaluation des Projekts dient.

### Formatives Feedback

Während des Lernprozesses werden immer wieder Übungsaufgaben angeboten, um das gerade Gelernte anzuwenden. Das formative Feedback auf eine Übungsaufgabe besteht aus Verifikationsfeedback (richtig/falsch), der erwarteten Antwort, einer Musterlösung plus ggf. ein aufgabenspezifisches Feedback (z. B. Hinweise auf mögliche Rechenfehler oder Links zu weiteren Aufgaben).

Weitere Ansatzpunkte zur aktivierenden und motivierenden Gestaltung formativer eAssessments finden sich auf der Ebene der Aufgabengestaltung.

### Aufgabengestaltung

Die gängigen Autorentools für Tests, die in modernen Lernmanagementsystemen verfügbar sind, bieten unterschiedliche Fragetypen an, die mehr oder weniger gut für die Erstellung von Mathematik-Aufgaben geeignet sind.

Am gebräuchlichsten sind wohl Single- bzw. Multiple-Choice-Aufgaben, bei denen die Teilnehmer/-innen aus einer Liste vorgegebener Antworten eine bzw. mehrere richtige Antwort(en) auswählen. Dieser Fragetyp kam schon lange vor E-Learning zu Einsatz und wurde immer wieder kritisiert (z. B. Hoffmann, 1962), da durch die Auswahl vorgegebener Antworten eher „Wiedererkennung und logische Auswahlverfahren als Konstruktion und Verständnis geprüft werden“ (Craven, 2009). Mittlerweile finden sich in der Literatur viele Hinweise darauf, dass Multiple Choice Items zu qualitativ vergleichbaren Testergebnissen führen, wenn sie entsprechend gestaltet sind (z. B. Martinez, 1999).

Will man auf vorgegebene Antworten verzichten, ist auch die Eingabe der Antwort in ein Textfeld möglich, allerdings mit der Einschränkung, dass nur numerische Werte (also ganze oder Dezimalzahlen) abgefragt werden können. Die Eingabe von Brüchen oder mathematischen Formeln ist nicht bzw. nur mit hohem technischem Aufwand auf Seiten der Hochschule und guten Syntax-Kenntnissen auf Seiten der Teilnehmer möglich. Im Rahmen des optes Projekts wird an der Implementierung solcher innovativen Aufgabentypen gearbeitet, allerdings wird noch zu diskutieren sein, an welcher Stelle im Lernprozess Aufgaben mit relativ hohen meta-kognitiven Anforderungen zum Einsatz kommen sollten.

Weitere verfügbare Fragetypen sind Zuordnungen per „Drag&Drop“, Anordnungen von Texten oder Bildern in einer vorgegebenen Reihenfolge, sowie die Markierung eines Bereichs auf einer Abbildung („Hotspot“ bzw. „Imagemap“). Da alle dieser Fragetypen auf einer vorgegebenen Anzahl falscher und richtiger Antworten bzw. Antwort-Kombinationen basieren, treffen auf sie die schon zu Multiple-Choice-Items genannten Pro- und Contra-Aspekte zu.

Besonders bei interaktiven Aufgabentypen wie „Drag&Drop“ oder „Imagemap“ sollte darauf geachtet werden, dass die technische Bedienung nicht vom Inhalt der Frage ablenkt. Auch einfache Formate wie Multiple-Choice oder numerische Eingabe können, bei entsprechender Aufgabengestaltung, für die Lernenden anregend sein, ohne den Frust durch Falscheingabe.

Um Missverständnisse bei der Aufgabenstellung und/oder der Eingabe der Antwort möglichst weitgehend auszuräumen, sollten Online-Aufgaben in jedem Fall von mehreren Personen Korrektur gelesen und in einem iterativen Prozess auf ihre Verständlichkeit hin getestet werden.

## Fazit

Im optes Projekt soll das aktivierende und motivierende Potential von formativem Assessment genutzt werden, um Selbstlernprozesse anzustoßen und aufrecht zu erhalten. Die geschieht über aussagekräftiges Feedback, das sich entweder auf die Gestaltung des Lernprozesses (diagnostisches Feedback) oder die Fehleranalyse (formatives Feedback) bezieht. Durch den Einsatz anregender und innovativer Aufgabenformate sollen zusätzliche motivationale Effekte erzielt werden.

Allerdings sollten auch die Grenzen dieser Interventionen im Blick behalten werden. Jede Erhöhung der Komplexität – in Bezug auf das Feedback oder auf die Aufgabengestaltung – kann zu einem Verlust der Konzentration auf das zentrale Anliegen, das Erlernen oder Wiederholen grundlegender mathematischer Fertigkeiten, führen. Auch die Realisierbarkeit an den beteiligten Hochschul-Standorten sollte im Blick bleiben, um Angebote zu entwickeln, die nachhaltigen Nutzen bringen und über mehrere Jahre eingesetzt werden können.

## Referenzen

- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2012), Bildung in Deutschland 2012: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur kulturellen Bildung im Lebenslauf, Bielefeld.
- Biehler, R. u. Fischer, P. R. (2011), Über die Heterogenität unserer Studienanfänger. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung von Teilnehmern mathematischer Vorkurse, Freiburg
- Black, P. u. Wiliam, D. (1998), Assessment and classroom learning, *Assessment in Education*, Vol. 5 No. 1, S. 7–71
- Black, P. u. Wiliam, D. (2009), Developing the theory of formative assessment, *Educational Assessment, Evaluation and Accountability* 21(1)
- Craven, P. (2009), History and Challenges of e-assessment. The ‚Cambridge Approach‘ perspective – e-assessment research and development 1989 to 2009
- Heidenreich, S. (2009), Pädagogische Anforderungen an das Lernhandeln im E-Learning: Dimensionen von Selbstlernkompetenz, Medienpädagogik und Mediendidaktik, Dr. Kovac, Hamburg
- Heritage, M. (2007), Formative Assessment: What do teachers need to know and do? *Phi Delta Kappan*, Vol. 89 No. 2, S. 140–145

Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D. u. Besuch, D. (2009), Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen: Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08, Projektbericht HIS

Hoffmann, B. (1962), *The tyranny of testing*, Crowell-Collier, New York

Klieme, E., Bürgermeister, A., Harks, B., Blum, W., Leiß, D. u. Rakoczy, K. (2010), Leistungsbeurteilung und Kompetenzmodellierung im Mathematikunterricht. Projekt Co2CA, in Klieme, E., Leutner, D. u. Kenk, M. (Eds.), *Kompetenzmodellierung*, Beltz, Weinheim, Basel, S. 64–74

Lawson, D. (2003), *Diagnostic testing for mathematics*, LTSN MathsTEAM Project report

Martinez, M.E. (1999), Cognition and the Question of Test Item Format, *Educational Psychologist*, Vol. 34 No. 4, S. 207–218

Nicol, D.J. u. Macfarlane-Dick, D. (2006), Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice, *Studies in Higher Education*, Vol. 31 No. 2

Renkl, A. (1991), Die Bedeutung der Aufgaben- und Rückmeldungsgestaltung für die Leistungsentwicklung im Fach Mathematik, Dissertation, Universität Heidelberg, 1991

Sadler, R. (1989), *Formative Assessment and the Design of Instructional Systems*, *Instructional Science*, Vol. 18, S. 119–144

Schunk, D.H. u. Ertmer, P.A. (1999), Self-regulatory processes during computer skill acquisition: Goal and self-evaluative influences, *Journal of Educational Psychology* No. 91, S. 251–260

Sweller, J. (2005), Implications of cognitive load theory for multimedia learning, in Mayer, R.E. (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, Cambridge University Press, New York, S. 19–30

Whitelock, D.M. (2008), *Accelerating the assessment agenda: thinking outside the black box*



## Fordern und Fördern in der Studieneingangsphase

Martina Kaiser, Cornelia Kellermann, Susanne Matthes  
Fakultät Informatik, Hochschule Furtwangen, Robert-Gerwig-Platz 1, 78120 Furtwangen  
Telefon: 07723 920-2317, Treffer-informatik@hs-furtwangen.de

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL11008 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

### Fordern und Fördern in der Studieneingangsphase

Ein erfolgreiches Studium hängt von vielen Faktoren ab. Dazu gehört nicht nur die Qualität der Lehre, sondern auch eine gute soziale Infrastruktur und Betreuung an der Hochschule. Die zunehmende studentische Vielfalt und die daraus entstehenden heterogenen Bedürfnisse Studierender stellen hochschuleigene Service- und Beratungsanbieter zunehmend vor große Herausforderungen.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt TREFFER Informatik (TRaining, Erfolg, Fordern & FördERN) stellt sich dieser Problematik an der Hochschule Furtwangen, initiiert innovative Maßnahmen und passt vorhandene Unterstützungsleistungen der Fakultät Informatik zielgruppengerecht an. Ein spezieller Fokus liegt dabei auf den ersten beiden Semestern im Bachelorstudium (Grundstudium) in den drei Studiengängen Allgemeine Informatik, Computer Networking und Software Produktmanagement, da in dieser frühen Phase des Studiums die Abbrecherquote am höchsten ist. Die Erfahrungen des 2011 gestarteten Projektes aus dem „Qualitätspakt Lehre“ zeigen, dass schon in der Studieneingangsphase wichtige Grundsteine für den künftigen Studienerfolg gelegt werden.

### Die Studieneingangsphase als Chance

Der Übergang von Schule zur Hochschule ist für Studierende ein wichtiger Prozess, der mit vielfältigen Herausforderungen verbunden ist. Die gesamte Studieneingangsphase – von der Bewerbungsphase bis zum erfolgreichen Abschluss des Grundstudiums – bietet Hochschulen daher die Chance, ihre Studienbewerber und Studierenden kennenzulernen, sie für das entsprechende Fachgebiet zu interessieren und an sich zu binden. Aus diesem Grund wird an der Fakultät Informatik der Studieneingangsphase eine besondere Bedeutung beigemessen. Dies zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass sowohl auf der

Kommunikation zwischen Hochschule und Studieninteressierten im Vorfeld als auch auf der Bewerberphase und dem Studieneinstieg an der Hochschule ein besonderer Schwerpunkt liegt.

Die Möglichkeit, den Bildungsübergang zwischen der Schule und der Hochschule gewinnbringend zu nutzen und gute Konzepte zu entwickeln, bedeutet aber auch, die bekannten und häufig beschriebenen Probleme Studierender in den Blick zu nehmen. Dazu zählen unter anderem die Informationsdefizite Studierender, die sich in einem Studiengang der Fakultät Informatik einschreiben und von Studieninhalten wie beispielsweise Mathematik überrascht werden oder mit unzutreffenden Erwartungen an die Hochschule kommen. Zur wachsenden Dimension studentischer Diversität zählt auch, dass Hochschulen mit verschiedensten Bildungsverläufen und heterogenen Vorkenntnissen konfrontiert werden. Abhängig vom persönlichen Bildungshintergrund der Studienanfänger und der individuellen Lernerfahrungen ist eines der bekanntesten Schwierigkeiten im Übergang zur Hochschule die Anpassung an das auf Selbstorganisation basierende Studiensystem und die zugehörige scheinbare Unverbindlichkeit des Lehr- und Lernalltags (Gensch und Kliegl, 2001). An der Fakultät Informatik kommt hinzu, dass sich die formalen Eingangsvoraussetzungen der Studienanfänger seit Jahren verschlechtern.

Systematisches Lernen und das im Studium geforderte Grundlagenwissen müssen demnach häufig erst aufgearbeitet werden. Laut der 20. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerks liegen die Herausforderungen für Studierende darüber hinaus in sozialen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen begründet (Middendorff et al., 2013).

Derartige Problemlagen können von der sozialen Infrastruktur an einer Hochschule nur aufgefangen werden, wenn bestehende Angebote individuell auf die Bedürfnisse der heterogenen Zielgruppe angepasst und bereits in der Phase vor Studienbeginn präventive Maßnahmen ergriffen werden.

### Präventive Maßnahmen in der Studieneingangsphase

Das Projekt TREFFER Informatik setzt bereits bei der Ansprache von Bewerbern auf eindeutige Kommunikation, um falsche Erwartungen bezüglich inhaltlicher Ausrichtung und fachlichem Niveau zu vermeiden. Um Studieninteressierten von Anfang an einen möglichst klaren Eindruck über die Anforderungen und Gegebenheiten im Informatikstudium zu vermitteln, werden in Kooperationen mit Schulen und auf Messen studentische Tutoren bzw. Studienbotschafter eingesetzt. Auch anlässlich des jedes Semester stattfindenden Bewerberinfotages haben die Interessenten die Möglichkeit, persönlich mit Professoren und Mitarbeitern in Kontakt zu kommen. Darüber hinaus kommen sie in einem vertraulichen Rahmen mit Studierenden höherer Semester ins Gespräch und erfahren mehr über den Studienalltag und die einzelnen Studiengänge. TREFFER fördert somit bewusst bei potentiellen Informatikstudierenden die frühe Auseinandersetzung mit dem Thema der passenden Studienwahl und trägt zu einer überlegten Studienfachentscheidung bei.

Ein weiteres Kernelement ist die Etablierung von Maßnahmen, die gezielt bestehende Defizite in den Eingangsvoraussetzungen und Lernstrategien adressieren. Abgestimmt auf das Profil der Hochschule geht es darum, für einen Studienstart nicht ausreichende Leistungsniveaus anzuheben und die Studienanfänger/-innen durch begleitende Lehr- und Lernformate während des ersten Studienjahrs zu unterstützen.

### INside – in 7 Tagen zum INSider

Erfahrungen der Fakultät Informatik der letzten Jahre zeigen, dass die klassischen Brückenkurse vor Vorlesungsbeginn nur von einem Teil der Erstsemester besucht wurden. Viele sind zu diesem Zeitpunkt noch mit Wohnungssuche/Umzug beschäftigt bzw. erkennen die Notwendigkeit der Teilnahme nicht. Damit haben die Brückenkurse an der Fakultät Informatik häufig nicht diejenigen erreicht, für die eine Teilnahme aufgrund der Vorkenntnisse dringend notwendig wäre. Demzufolge wurden die Brückenkurse erstmals zum WS 2012/13 in das Einführungsprogramm „INside – in 7 Tagen zum INSider“ umstrukturiert und in die ersten Vorlesungstage des neuen Semesters mit einem gesonderten Vorlesungsplan (siehe Abb. 1) integriert. Das speziell für die Studieneingangsphase konzipierte Programm beginnt für die drei Bachelorstudiengänge mit dem ersten Tag des Semesters und endet nach sieben Tagen mit einer abschließenden Veranstaltung. Inhalt des Programms sind neben hochschul- und fakultätseigenen Begrüßungs- und Einführungsveranstaltungen auch Pflichtveranstaltungen und Vorlesungen aus dem regulären Vorlesungsplan. Darüber hinaus sind es vor allem Vorlesungen und Übungen im Bereich Mathematik, die nach einem Eingangstest parallel in 3 verschiedenen Leistungsstufen angeboten werden. Die Einteilung in die entsprechende Gruppe (stark – mittel – schwach) nehmen die Studierenden anhand ihres Testergebnisses selbst vor. Ein Wechsel der Gruppe während INside ist dem Studierenden nach eigener Einschätzung möglich und durchaus gewünscht. Die Förderung auf dem passenden Leistungsniveau steht dabei im Vordergrund, eine Über- bzw. Unterforderung soll vermieden werden. Bereits zu diesem Zeitpunkt wird eine erste Hilfestellung zur eigenverantwortlichen Einschätzung der eigenen Fähigkeiten gegeben.

Durch diese Differenzierung in Mathematik ist es möglich, Studienanfängern ein auf ihren Leistungsstand zugeschnittenes Angebot zu machen und sie intensiv zu fördern. Wissen soll aufgefrischt und Wissenslücken sichtbar gemacht werden. Dies bedeutet allerdings nicht, dass Defizite auf allen Ebenen ausgeglichen werden können. Vielmehr ist das definierte Ziel, studierwilligen Erstsemestern mit verschiedenen Bildungsbiografien einen gangbaren und motivierenden Einstieg in ihr Studium zu ermöglichen. Darüber hinaus wird den Studienanfängern zum Ende der Mathematik-Kurse deutlich kommuniziert, über welchen Wissensstand sie verfügen und welche Aktivitäten notwendig sind, um die entsprechenden Klausuren zu bestehen. Unterstützt wird das TREFFER-Team bei dieser Informationsvermittlung von Studierenden, die selbst große Probleme im Fach Mathematik hatten, jedoch einen Weg gefunden haben, diese Hürde zu nehmen. Parallel zeigt TREFFER Studierenden die Förderangebote auf, die direkt nach dem siebentägigen Einführungsprogramm ansetzen.

### Systematische Information und Betreuung in der Studieneingangsphase

Die Koppelung von regulären Vorlesungen des ersten Semesters und vorgeschalteten Zusatzveranstaltungen soll dazu führen, dass Studierende das Einführungsprogramm als essentiellen Bestandteil ihres Studiums erleben und nicht als zusätzliches Einführungsprogramm. Die Einbindung aller Ebenen der Fakultät (vom Dekan und Studiendekanen über das TREFFER-Team bis hin zu studentischen Mentoren) sorgt ferner für eine gute Akzeptanz des Programms. Dabei wird Studienanfängern vermittelt, welche Leistung und welchen Einsatz die Fakultät von ihnen fordert. Die Mitarbeiter des TREFFER-Projektes stehen während des Einführungsprogramms als Ansprechpartner zur Verfügung und gestalten die Begrüßungs- und Endveranstaltung von INside. Das TREFFER-Büro wird in dieser Zeit als organisatorischer Knotenpunkt von Studierenden wahrgenommen und rege genutzt. Durch das niederschwellige Beratungsangebot ist es möglich, auch über das Einführungsprogramm hinaus mit Studierenden in Kontakt zu bleiben und von Problemen, Erfolgen und Misserfolgen zu erfahren. Das TREFFER-Team fungiert ganz bewusst als nicht-fachlicher Vermittler und Feedback-Kanal zwischen Lehrenden und Lernenden und fördert auf dieser Ebene den informellen Austausch. Dadurch ist es nachhaltig möglich, organisatorische und inhaltliche Verbesserungsvorschläge von Studierenden aufzunehmen, diese mit Lehrenden zu reflektieren und Unterstützungsmaßnahmen stetig weiterzuentwickeln.

Wiederholt wird jedoch deutlich, dass Studierende mit gravierenden Lücken, zusätzlich noch verschärft durch Motivationsprobleme, das Bachelorstudium, insbesondere das Grundstudium, nicht in der vorgesehenen Zeit absolvieren. Die Fakultät Informatik sowie TREFFER setzen an dieser Stelle auf das Studium der zwei Geschwindigkeiten: Bei Studierenden, die mehrere Prüfungen wiederholen müssen, wird empfohlen, ein frühzeitig geplantes Wiederholungssemester einzulegen. Innerhalb dieses zusätzlichen Semesters haben sie die Möglichkeit, sich intensiv mit den betroffenen Modulen auseinanderzusetzen und die Prüfungen zu wiederholen.

### Förderprogramm mit Anspruch: Das Grundprinzip „Fördern und Fordern“

Die richtige Balance zwischen Fördern und Fordern, zwischen Freiwilligkeit und dem Grad der Verbindlichkeit in der Studieneingangsphase zu finden, ist kritisch (Weihe, 2010). Die Studierenden erwartet im Übergang von der Schule zur Hochschule ein neuer Lebensabschnitt mit vielfältigen Herausforderungen. In dieser veränderten Lebenssituation sind Selbständigkeit und Selbstorganisation von entscheidender Bedeutung. Erfahrungsgemäß kommen Studierende mit einer großen Erwartungshaltung an die Hochschule, diese fordert jedoch von ihnen vor allem Eigeninitiative. Orientierungshilfen, Unterstützungsprogramme und niederschwellige Beratungsangebote werden in den ersten Semestern zwar gerne angenommen, doch in der Folge häufig nicht konsequent verfolgt oder vollständig

Abb. 1: INside-Plan im Wintersemester 2013/2014 für die Studiengänge Allgemeine Informatik und Comuter Networking

Block	Zeit	Dienstag, 1.10.	Mittwoch, 2.10.	Do., 3.10.	Freitag, 4.10.	Sa. + So.	Montag, 7.10.	Dienstag, 8.10.	Mittwoch, 9.10.	Donnerstag, 10.10.							
1	7:45 – 9:15				<b>SEMESTERPLANUNG</b> mit Ihrem Studiendekan Prof. Dr. Fleischer B 2.09		8:30 <b>Infrastruktur Informatik 1</b> C 0.01 Gruppe 1 Martin Kramer	8:30 <b>Infrastruktur Informatik 1</b> C 0.09 Gruppe 2 Gabi Mai	<b>Einführung in die Webtechnologie (nur CNB)</b> <b>REGULÄRE VORLESUNG</b> C 0.09 Prof. Frank	<b>Infrastruktur 2</b> + Sicherheitsbelehrung (nur AIB) B 2.04 Martin Kramer	<b>Infrastruktur 2</b> + Sicherheitsbelehrung IN (nur CNB) B 2.04 Martin Kramer	<b>Mathematik</b> B 2.09 B 2.04 C 2.14					
	2	9:30–11:00	9:30 Ökumenischer Gottesdienst Evang. Kirche FuWa	10:00 <b>Erstsemesterfrühstück</b> alte Cafete (im B-Bau; unter der Aula)	Zentrale Sicherheitsbelehrung Pflichtveranstaltung Aula	Mathematik C 0.09 C 0.12 B 3.01	Mathematik C 0.09 B 1.32 großes Konferenzzimmer (gegenüber Aula, A-Bau)	Mathematik B 1.32 A 3.20 großes Konferenzzimmer	Mathematik B 3.05 C 0.09 A 3.20	Treffere-Studentenaustausch A 3.20	Evaluation C-1.01 / C-1.02	Semesterplanung C 0.09					
			10:30 <b>Erstsemesterbegrüßung</b> Stadthalle anschl. <b>Begrüßung</b> <b>Fakultät Informatik</b> Studienpläne 2.09										Campus-Führung	Self-Assessment C-1.01, C-1.02 Gruppe 1	Medienrecherche Bibliothek A-Bau, 3. Stock Gruppe 1	Mathematik A 3.20 C 0.12 B 3.01 großes Konferenzzimmer (gegenüber Aula, A-Bau)	Mathematik A 3.01 B 4.01 B 1.32
11:15 – 12:45	Self-Assessment C-1.01, C-1.02 Gruppe 1	Medienrecherche Bibliothek A-Bau, 3. Stock Gruppe 2	13:30 FELIX-Einführung, B 2.09	Mittagspause										Treffere-Studentenaustausch A 3.20	Evaluation C-1.01 / C-1.02		
Mittagspause		13:00 Treffpunkt Mensa: Mentoren			Self-Assessment C-1.01, C-1.02 Gruppe 1	Medienrecherche Bibliothek A-Bau, 3. Stock Gruppe 3											
4	14:00 – 15:30	<b>Infoveranstaltung mit Film</b> + Stadt- und HFU-Rallye Stadthalle	<b>Studentenwerk-Vorstellung</b> + Infos zu BAföG etc. Stadthalle		<b>Informatik-Workshop</b> B 2.09 REGULÄRE VERANSTALTUNG Denis Jurkovic, Fabian Berner		<b>Einführung in die Informatik</b> (nur AIB) REGULÄRE VORLESUNG B 2.04 Prof. Frank	<b>Unix Teil 1</b> B 2.12 Martin Kramer	<b>Unix Teil 1</b> B 2.11 (Martin Kramer)	<b>Unix Teil 1</b> C-1.01 (Martin Kramer)	<b>Unix Teil 2</b> Herr Kramer B 2.01	<b>Unix Teil 2</b> B 2.16 (Martin Kramer)	<b>Unix Teil 2</b> C-1.01?? Piepmeyer angefragt (Martin Kramer)				
	5		15:45–17:15		Freizeitprogramm des AstA Rallye-Ergebnisse Stadthalle												
6	17:15–18:45																

abgebrochen. Ohne Anreize, klare Leistungsvorgaben und einem gewissen Maß an Verbindlichkeit bleibt der Erfolg solcher Maßnahmen häufig aus. Nicht zuletzt aus diesem Grund stellt TREFFER klare Forderungen an Studienanfänger und sensibilisiert für diese Problematik. Um die Erwartungen der Hochschule noch deutlicher zu machen und die Kommunikation unter Studierenden zu verstärken, hat TREFFER zum Studienbeginn ein Mentorenprogramm initiiert, das Studierende aus unterschiedlichen Semestern miteinander vernetzt. Im Rahmen des Mentorenprogramms bekommen alle Erstsemester eine/n von TREFFER geschulte/n Mentor/in aus einem höheren Semester zur Seite gestellt, der für das Projekt als Multiplikator agiert, die angebotenen Förderprogramme und Zugangsvoraussetzungen kennt und diese entsprechend kommuniziert.

Die systematische Umgestaltung der Studieneingangsphase und die begleitenden Maßnahmen (Einführungsprogramm INside, das TREFFER-Beratungsangebot; Mentorenprogramm) sind darauf ausgelegt, studierwillige Erstsemester zu unterstützen und zu motivieren. Das Projekt TREFFER Informatik ermöglicht Studierenden direkt zu Beginn ihres Studiums, Wissenslücken zu erkennen und systematisch zu schließen. Darüber hinaus fördert das Projekt durch die Vernetzung der Studierenden untereinander die soziale Integration und trägt zu einem reibungslosen Übergang von Schule zu Hochschule bei.

Die Wirksamkeit der Maßnahmen ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht feststellbar, dazu ist eine längerfristige Projektphase notwendig.

#### Literatur

Gensch, K. & Kliegl, Ch. (2011): Studienabbruch – was können Hochschulen dagegen tun? Bewertung der Maßnahmen aus der Initiative. „Wege zu mehr MINT-Absolventen“. Studien zur Hochschulforschung 80. München 2011  
[http://www.ihf.bayern.de/uploads/media/ihf\\_studien\\_hochschulforschung-80.pdf](http://www.ihf.bayern.de/uploads/media/ihf_studien_hochschulforschung-80.pdf) [06.08.2013]

Middendorff, E., Apolinarski, B., Poskowsky, J., Kandulla, M., Netz, N. (2013): Die wirtschaftliche und soziale Lage der Studierenden in Deutschland 2012. 20. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerks durchgeführt durch das HIS-Institut für Hochschulforschung. Bonn/Berlin [http://www.sozialerhebung.de/download/20/Soz20\\_Haupt\\_Internet\\_A5.pdf](http://www.sozialerhebung.de/download/20/Soz20_Haupt_Internet_A5.pdf) [05.08.2013]

Weihe, Karsten (2010): Studieneingangsphase. Einsichten und Empfehlungen des Fakultätentags Informatik. TU Darmstadt, 2010

## Kreativität im Ingenieurstudium

Tobias Haertel, Claudius Terkowsky  
TU Dortmund

Im beschleunigten und globalisierten Wirtschaftssystem stehen Unternehmen unter einem dauerhaften Innovationsdruck. Über die Präsentation aktueller Innovationen hinaus wird von ihnen erwartet, bereits an der nächsten Neuheit zu arbeiten (vgl. Holtgrewe 2006). Holtgrewe bezeichnet diese permanente „Veränderungsbereitschaft von Leistungen und Strukturen, Produkten und Prozessen“ als „Innovativität“ (ebd., 67) und erkennt: „Nicht nur an die Organisationsmitglieder, auch an Organisationen richten sich potenziell paradoxe Aufforderungen der Art „Sei kreativ!“ oder „Überraschen Sie mich!“ (...) Innovativität muss (fast) überall zumindest demonstriert werden und potentielle Innovationen („das Gold in den Köpfen“) werden fast allerorten vermutet.“ (ebd.)

Das Lösen von Problemen und die Hervorbringung innovativer Ideen gehört demnach immer mehr zum stetigen Anforderungsprofil der Beschäftigten. Dies gilt im Besonderen für Ingenieurinnen und Ingenieure, sei es in den Entwicklungsabteilungen der Unternehmen oder in Forschungseinrichtungen und Hochschulen. Folglich gewinnt auch die Förderung der Kreativität von Studierenden in den Ingenieurwissenschaften (und freilich auch darüber hinaus) an Aufmerksamkeit. Aber wie können die Ingenieurinnen und Ingenieure von morgen darauf vorbereitet werden, in ihrem späteren Berufsleben „allzeit kreativ“ zu sein?

Zahlreiche Ratgeber und andere Arbeiten zur Kreativität (z. B. Knieß 2006; Backera / Malorny / Schwarz 2002; Nöllke 2004) halten für diesen Zweck eine Reihe von Kreativitätstechniken vor, von denen das klassische Brainstorming, die Kärtchenbefragung oder der morphologische Kasten zu den bekannteren gehören (vgl. Feuchter 1996, 118). Tatsächlich führt die Anwendung solcher Techniken auch immer zu Ergebnissen. Alle Methoden zielen variantenreich darauf ab, kurzfristig gedanklich einen hierarchie- und zensurfreien Raum zur Verfügung zu stellen und durch die Einbringung mehr oder weniger fremdartiger Assoziationsimpulse mentale Verknüpfungen hervorzurufen, die letztlich zu Antworten auf die gegebenen Fragestellungen führen. Dies geschieht meistens in zwei Phasen:

- Variation (viele Ideen werden „produziert“), und
- Selektion (Auswählen, Aufgreifen und Weiterverarbeiten der besten Ideen).

Den meisten Kreativitätstechniken liegt das Prinzip zugrunde, durch die Produktion einer Vielzahl von Ideen auch zu der einen, oder den zwei, drei Ideen zu kommen, die von besonderer Originalität sind. In der langjährigen Praxis der Anwendung vieler Kreativitätstechniken mit Studierenden und Lehrenden im Rahmen zweier BMBF-Forschungsprojekte („DaVinci“ – Gestaltung kreativitätsförderlicher Lehr-/Lernszenarien an Hochschulen, 2008–2001 und „ELLI“ – Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften, 2011–2016) zeigt sich jedoch, dass die gefundenen Ideen nicht unabhängig sind von den

teilnehmenden Personen und den Umständen der Ausführung. Bei gleichen Problemstellungen, die mit gleichen Techniken bearbeitet werden, kommen unterschiedliche Gruppen zu Ergebnissen, die mit Blick auf ihre Originalität, die Nicht-Erwartbarkeit und die Entfernung zu eher naheliegenden Lösungen sehr verschieden ausfallen. In den Gruppen lässt sich bei der Durchführung von Kreativitätstechniken beobachten, wie unterschiedlich leicht oder schwer es den einzelnen Gruppenmitgliedern fällt, gewohnte Denkpfade zu verlassen, sich auf Ungewohntes (bisweilen schon die Technik selbst) einzulassen und den Mut zu haben, Neues und zunächst auch Abwegiges in die Gruppe einzubringen.

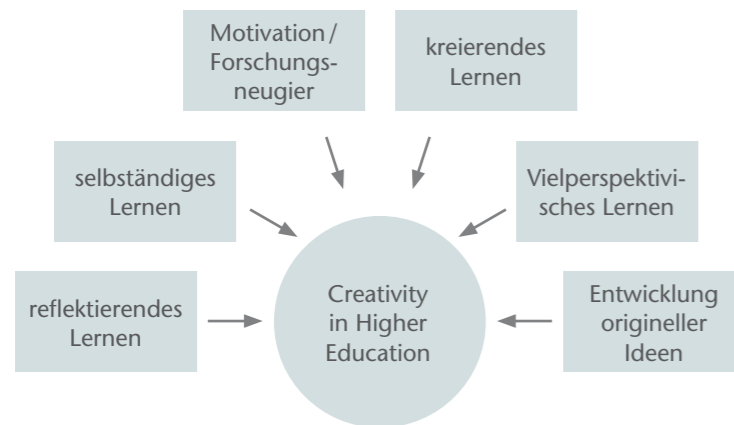
**Prozess und Ergebnis kreativer Techniken werden beeinflusst von personalen Dispositionen.** Kreativitätsförderung an der Hochschule muss folglich immer auch die Personen mit in den Fokus nehmen. Vor diesem Hintergrund greift eine ausschließliche Vermittlung von Kreativitätstechniken zu kurz, zumindest wenn Studierende tatsächlich kompetent für originelle Problemlösungen im Beruf gemacht werden sollen.

Ein weiterer kritischer Punkt bei der Anwendung von Kreativitätstechniken liegt in den engen zeitlichen Vorgaben, die diese in der Regel mit sich bringen. In der Literatur zur Kreativität wird immer wieder auch die Bedeutung von Inkubationszeit für die originelle

Ideenfindung hervorgehoben (vgl. Knieß 2006, 9ff.). Die Gestaltung kreativer Prozesse rückt somit auch in den Blickpunkt der Kreativitätsförderung von Studierenden.

Was aber bedeutet die Förderung von Kreativität in der Hochschullehre, wenn es nicht nur um das Erlernen der Anwendung von Kreativitätstechniken geht? Dieser Frage wurde u. a. im BMBF-Projekt DaVinci nachgegangen. Bei der Auswertung von 20 Interviews mit Lehrenden, die sich auf unterschiedliche Weise als Expertinnen und Experten zur Kreativität in der Lehre ausgewiesen hatten<sup>1</sup>, ließen sich 6 Facetten der Kreativität im Hochschulkontext identifizieren (s. Abb. 1) (vgl. Jahnke/Haertel 2010; Haertel/Jahnke 2011; Terkowsky/Haertel/Bielski/May 2013). Bei den Interviews und einer anschließenden quantitativen Befragung zeigte sich, dass es je nach Disziplin

Abb. 1: 6 Facetten von Kreativität in der Hochschullehre (Haertel/Terkowsky 2013, 28)



<sup>1</sup> Lehrenden, die einen Lehrpreis gewonnen haben oder im Internetauftritt „meinprof.de“ besonders gut bei den Studierenden abschnitten, kann eine ausgeprägte Kreativität in der Lehre zugeschrieben werden, da sie etwas „anders, neu“ gemacht haben, was von den Lernenden als „wertvoll“ beurteilt wird, womit nach Brodbeck (2007) die zwei Merkmale für Kreativität erfüllt sind. Auch Lehrende, die sich explizit in ihrer Lehre mit Kreativität befasst haben, können als Expertinnen und Experten in diesem Feld betrachtet werden.

unterschiedliche Schwerpunktsetzungen bei den einzelnen Facetten gibt. Im BMBF-Projekt ELLI wurden daher im Rahmen einer kleinen Vorstudie die Modulbeschreibungen von zwei ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen an drei Universitäten mit Blick auf ihren Gehalt an kreativitätsförderlichen Aspekten ausgewertet. Ohne den Anspruch auf Repräsentativität zu erheben<sup>2</sup> zeigte sich dabei, dass die Facette 2 (selbständiges Lernen) bei den untersuchten Modulbeschreibungen eine kleinere, Facette 5 (vielperspektivisches Denken) eine sehr kleine und Facette 6 (Entwicklung origineller Ideen) fast gar keine Rolle in den betrachteten Studiengängen spielen (vgl. Terkowsky/Haertel 2012; Haertel/Terkowsky/Jahnke 2012). Im hochschuldidaktischen Workshop zur Kreativitätsförderung in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen („rage against the machine“<sup>3</sup>) fällt vor diesem Hintergrund auf diese Facetten ein besonderes Augenmerk. In den Workshops wurden bereits zahlreiche gute Ideen zur Förderung der Kreativität in den Ingenieurwissenschaften entwickelt, die jedoch immer speziell für die spezifischen Kontexte der Lehrenden entwickelt wurden und sich kaum übertragen lassen – wiewohl insgesamt vor einer nicht ausreichend reflektierten Anwendung hochschuldidaktischer „Methodenkoffer“ gewarnt werden muss (vgl. Haertel/Terkowsky 2013). Dennoch sollen an dieser Stelle drei Beispiele für diese drei unterrepräsentierten Kreativitätsfacetten beispielhaft betrachtet werden:

### Selbständiges Lernen

Ein einfacher, aber sehr wirksamer Ansatz, die Selbständigkeit der Studierenden in den Ingenieurwissenschaften zu fördern, liegt in der Beendigung der weit verbreiteten Praxis, bestimmte Themen für die Abschlussarbeit vorzugeben und die Studierenden aus einem Themenpool auswählen zu lassen. Die Entwicklung einer eigenen kleinen Forschungsfrage verlangt von den Studierenden, dass sie sich selbst einen Überblick über die aktuellen Diskussionen in einem Fachgebiet verschaffen müssen, dass sie ein Gespür dafür ausprägen müssen, wo in diesen Diskussionen noch etwas offen ist, dem es wert wäre, nachzugehen. Ihre eigene Neugier ist gefragt – und ihre eigenen Entscheidungen. Begeben sie sich selbst auf die Suche nach einem geeigneten Thema für ihre Abschlussarbeit, tragen sie für die Relevanz und Bearbeitbarkeit **gemeinsam** mit ihren betreuenden Lehrenden die **Verantwortung**, während bei vorgegebenen Themen die Lehrenden diese Entscheidung bereits getroffen haben (vgl. Haertel/Terkowsky/Grams 2013). Seitens der Lehrenden ist es dazu notwendig, den Studierenden mehr Selbständigkeit auch zuzutrauen und Verantwortung zu teilen. Das erfordert, den Lernprozess der Studierenden nicht im Stile von „Helikopter-

<sup>2</sup> Eine Ausdehnung der Untersuchung auf alle Hochschulen der „TU9“ wird derzeit durchgeführt, um Ergebnisse mit größerer Reichweite zu gewinnen.

<sup>3</sup> Der Titel ist eine Hommage an das gleichnamige Album, das 1992 als kreativer Meilenstein galt, weil die gleichnamige Band unterschiedliche Musikstile zu einem neuen Rhythmus und mit starken Emotionen verknüpfte (<http://www.allmusic.com/album/rage-against-the-machine-mw0000091696>, Abruf am 1.9.2013), womit auch wesentliche Merkmale kreativer Prozesse angesprochen sind (vgl. Ahues 2011) und gleichzeitig die Metapher der „Edupunkts“ (Young 2008; Groom 2008) aufgegriffen wird.

Lehrenden“<sup>4</sup> ins kleinste Detail vorzustrukturieren (selbst wenn das bisweilen von den Lernenden gewünscht oder gar verlangt wird), sondern bewusst Freiräume für eigene Initiativen und Entscheidungen zu schaffen.

### Vielperspektivisches Denken

Vielperspektivisches Denken bezieht sich im Studium vor allem darauf, die Bindung der Denkgewohnheiten an die eigene Disziplin ein Stück weit aufzubrechen, andere Blickwinkel einzunehmen und dadurch neue Zusammenhänge zu erkennen – neue mentale Verknüpfungen zu gewinnen. Die Diskussion um die Öffnung des Ingenieurstudiums über disziplinäres Fach- und Methodenwissen hinaus hat inzwischen eine längere Tradition (vgl. Haertel/Terkowsky/May/Pleul 2013, Becker 2007, Junge 2009). An vielen Hochschulen sind inzwischen **interdisziplinäre Forschungswerkstätten** (vgl. Ossenberg/Jungmann 2013) oder Formen des **Studium Fundamentale** etabliert, die diesem Anliegen nachkommen und gute Ansätze für die Ermöglichung vielperspektivischen Denkens bieten. Besonders hervorzuheben ist die gemeinnützige Hilfsorganisation „Ingenieure ohne Grenzen“<sup>5</sup>, welche die Möglichkeit anbietet, die Lösung ingenieurtechnischer Fragestellungen aus Entwicklungsländern in ingenieurwissenschaftliche Lehrveranstaltungen einzubinden. Diese Angebote lassen sich jedoch nicht immer gleich gut in die eigene Lehre einbinden. Die einfach anzuwendende Denktechnik PMI (Plus Minus Interesse) von Edward de Bono (2002) lässt sich hingegen in praktisch alle Lehrveranstaltungen integrieren. Sie sieht vor, dass für jeweils zwei Minuten in drei unterschiedliche Richtungen (Positives, Negatives, Interessantes) gedacht wird. So kann zum Beispiel, wenn bei einer Vorlesung das Thema Transistoren an die Reihe kommt, ein PMI zur Frage gemacht werden, was für und was gegen eine Welt mit Transistoren spricht, und was in diesem Zusammenhang noch interessant, aber weder positiv noch negativ wäre. Im Anschluss an die sechs Minuten kann dann eine kurze Diskussion, wie eine Welt ohne Transistoren heute aussehen würde, den Studierenden ihre gesellschaftliche Verantwortung sowie die Reichweite und die Zusammenhänge ihrer Aktivitäten veranschaulichen.

### Entwicklung origineller Ideen

Die Entwicklung origineller Ideen lässt sich nicht erzwingen, und sie ist auch keine erlernbare Kompetenz, die beim Verfolgen bekannter Lernpfade erworben werden kann (vgl. Jahnke/Haertel 2010). In dieser Facette lassen sich im Hochschulkontext vielmehr nur die Rahmenbedingungen verbessern, um den Anflug origineller Ideen zu begünstigen. Nicht alle Veranstaltungsformate im ingenieurwissenschaftlichen Studium bieten sich dafür an, aber es gibt ein Format, in dem besonders viel Potenzial steckt - welches in der Praxis allerdings häufig nicht genutzt wird: Das experimentierende Lernen im Labor. Oftmals sind Laborveranstaltungen stark durchstrukturiert, sie verfügen dann über eine hohe Einstiegs-

schwelle (Testat mit anschließender Zuweisung einer begrenzten Laborzeit) und sehen die Durchführung bereits vorgegebener Experimente vor (vgl. Haertel/Terkowsky/May/Pleul 2013). In solchen Arrangements wird die Entstehung origineller Ideen regelrecht verhindert. Experimentieren soll den Lernenden aber auch die Möglichkeiten eröffnen, eigene Forschungsfragen zu entwickeln und umzusetzen (vgl. Terkowsky/Pleul/Jahnke/Tekkaya 2011) oder nach Fleck, dem „Begründer einer Geschichte von Experimentalkulturen“ (Rheinberger 2003, 31), den „Kolumbus-Effekt“ (Fleck 1980, 91) ermöglichen, um auf der Suche nach Indien Amerika finden zu können. In den Projekten PeTEX (Platform for eLearning and Telemetric Experimentation, EU, Lifelong Learning Programme, 2008-2010), ELLI (Terkowsky et al. 2013) und IngLab (Das Labor in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2011–2015) wurde und wird u. a. an der Frage gearbeitet, wie experimentierendes Lernen im Labor zu einem umfassenden Kompetenzerwerb genutzt werden kann, der letztlich auch die Entwicklung origineller Ideen fördert. Der Aufbruch konventioneller Lehr-/Lerndesigns von Laborveranstaltungen kann dabei durch den Einsatz von Remote Labs entscheidend unterstützt werden.

Es bedarf der Kreativität der Lehrenden, um die Kreativität von Studierenden im Ingenieurstudium zu fördern. Sie müssen sich auf Neues in ihrer Lehre einlassen, und schließlich auch auf Neues von ihren Studierenden. Wenn die Lernenden mit unerwarteten, vielleicht von den Vorstellungen der Lehrenden abweichenden Konzepten und Ideen zu den Lehrenden kommen, muss das nicht automatisch „falsch“ sein, sondern kann auch ein Zeichen dafür sein, dass sie anfangen, ihre Freiräume zu nutzen, ihre Kreativität zu entfalten.

Dass Lehrende sich stärker auf die Selbstbestimmtheit ihrer Studierenden einrichten müssen, ist nach Al-Ani (Al-Ani/Werdes 2012) letztlich auch vor dem Hintergrund der aufkommenden „Edupunks“ (Young 2008; Groom 2008) unumgänglich. Al-Ani versteht darunter Studierende, die sich jenseits festgeschriebener Curricula selbständig für im Internet belegbare Veranstaltungen und Inhalte entscheiden und ihre eigene Lernbiographie entwickeln. Mit gut vernetzten, mit der Nutzung von Webtechniken aufgewachsenen und selbstbestimmten Studierenden (Al-Ani/Werdes 2012) werden junge Menschen zu Nutzerinnen und Nutzern von Universitäten, die sich eher mit „kreativen Forschenden“ als mit „fleißigen Arbeitsbienen“ in Verbindung bringen lassen. Lehre im Wettbewerb der Universitäten wird auf diese Gruppe neuer Lernender stärker eingehen müssen.

### Literatur

Ahues, J. (2011): Emotion und Kreativität. Die treibenden Kräfte für Wissenschaft und Kunst. 3SAT, Scobel, September 2011. URL: <http://www.3sat.de/page/?source=/scobel/157116/index.html> (Abruf vom 12.9.2013)

Al-Ani, Ayad/Wernes, Alexandra (2012): Die Edupunks kommen! In: DIE ZEIT, 14.6.2012, Nr. 25, URL: <http://www.zeit.de/2012/25/C-Interview-Edupunks> (Abruf vom 4.9.2013)

Backerra, H./Malorny, C./Schwarz, W. (2002): Kreativitätstechniken. 2. Aufl., München u. a.: Hanser Verl.

<sup>4</sup> In Anlehnung an den Begriff „helicopter parents“ (Hunt 2008, 9), der zur Beschreibung einer überzogenen Fürsorge von Eltern gegenüber ihren Kindern genutzt wird. Dabei überwachen oder gestalten die Eltern bis ins frühe Berufsleben hinein die Organisation des Tagesablaufs und die Einhaltung von Erfolgszielen ihrer Kinder. (vgl. ebd.)

<sup>5</sup> <http://www.ingenieure-ohne-grenzen.org> (Abruf am 2.9.2013)

Becker, F. S. (2007). Was heute von Ingenieuren verlangt wird. In J. Grüneberg & I. G. Wenke (Hrsg.), *Arbeitsmarkt Elektrotechnik Informationstechnik 2007*, 15. Auflage, Berlin: VDE Verlag, 13–32

Bono, E. de (2002): *De Bono's neue Denkschule. Kreativer denken, effektiver arbeiten, mehr erreichen*. München: mvg-Verl.

Brodbeck, K.-H. (2007): *Entscheidung zur Kreativität. Wege aus dem Labyrinth der Gewohnheiten*. 3. Aufl., Darmstadt: Wiss. Buchges. wbg

Feuchter, Hermann (1996): *Werknormung*. Berlin u. a.: Deutsches Institut für Normung DIN

Fleck, L. (1980): *Die Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp

Groom, Jim (2008): *The Glass Bees*. In: *Bavatuesdays*. URL: [http://www.blogher.com/frame.php?url=http%3A%2F%2Fbavatuesdays.com%2Fthe-glass-bees%2F&\\_back=http%3A%2F%2Fwww.blogher.com%2Fintroducing-edupunk](http://www.blogher.com/frame.php?url=http%3A%2F%2Fbavatuesdays.com%2Fthe-glass-bees%2F&_back=http%3A%2F%2Fwww.blogher.com%2Fintroducing-edupunk) (Abruf vom 4.9.2013)

Haertel, Tobias/Terkowsky, Claudius: *Kreativität in der Hochschullehre*. In: *Journal Hochschuldidaktik*. Jg. 24, Nr. 1–2, September 2013, 28–30

Haertel, Tobias/Terkowsky, Claudius/May, Dominik/Pleul, Christian, 2013: *Entwicklung von Remote-Labs zum erfahrungsbasierten Lernen*. In: *Zeitschrift für Hochschulentwicklung ZfHE*, Jg. 8 H. 1, 79–87

Haertel, Tobias/Terkowsky, Claudius/Grams, Hanna, 2013: *Kreative Forschende oder fleißige Arbeitsbienen? Die Abschlussarbeit als Chance zur Kreativitätsförderung im Ingenieurstudium*. In: *Tekkaya, A. E./Jeschke, S./Petermann, M./May, D./Friese, N./Ernst, C./Lenz, S./Müller, K./Schuster, K. (Hrsg.): TeachING-LearnING.EU discussions: Innovationen für die Zukunft der Lehre in den Ingenieurwissenschaften, TeachING-LearnING.EU, Aachen, Bochum, Dortmund, 45–53*

Haertel, Tobias / Terkowsky, Claudius / Jahnke, Isa (2012): *Where have all the inventors gone? Is there a lack of spirit of research in engineering education?* In: *15th International Conference on Interactive Collaborative Learning and 41st International Conference on Engineering Pedagogy in Villach, Proceedings, IAOE, Vienna*

Haertel, Tobias / Jahnke, Isa (2011): *Kreativitätsförderung in der Hochschullehre: ein 6-Stufen-Modell für alle Fächer!* In: *Jahnke, Isa/Wildt, Johannes (Hrsg.): Fachbezogene und fachübergreifende Hochschuldidaktik. Blickpunkt Hochschuldidaktik, Band 121, Bielefeld: W. Bertelsmann Verl., 135–146*

Holtgrewe, U. (2006): *Flexible Menschen in flexiblen Organisationen. Bedingungen und Möglichkeiten kreativen und innovativen Handelns*. Berlin: sigma

Hunt, J. (2008): *Make Room for Daddy....and Mommy: Helicopter Parents Are Here*. In: *The Journal of Academic Administration in Higher Education*. Vol 4, Issue 1, Spring 2008, 9–11

Jahnke, Isa / Haertel, Tobias (2010): *Kreativitätsförderung in Hochschulen – ein Rahmenkonzept*. In: *Das Hochschulwesen*, Jg. 58, H3, 88–96

Junge, H. (2009). *Projektstudium als Beitrag zur Steigerung der beruflichen Handlungskompetenz in der wissenschaftlichen Ausbildung von Ingenieuren*. URL: <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/26213> (Abruf vom 15.11.2012)

Knieß, M. (2006): *Kreativitätstechniken*. München: Beck im dtv

Nöllke, M. (2004): *Kreativitätstechniken*. 4. Aufl., Freiburg: Haufe Verl.

Ossenbergh, Philipp/Jungmann, Thorsten (2013): *Experimentation in a Research Workshop: A Peer-Learning Approach as a First Step to Scientific Competence*. In: *International Journal of Engineering Pedagogy (ijEP)*, Vol. 3, No. 3, 27–31

Rheinberger, H.-J. (2003): *Historische Beispiele experimenteller Kreativität in den Wissenschaften*. In: *Berka, W./Brix, E./Smekal, C. (Hrsg.): Woher kommt das Neue? Kreativität in Wissenschaft und Kunst*. Wien u. a.: Böhlau, 29–49

Terkowsky, Claudius/Pleul, Christian/Jahnke, Isa/Tekkaya, A. Erman (2011): *Tele-Operated Laboratories for Online Production Engineering Education. Platform for E-Learning and Telemetric Experimentation (PeTEX)*. In: *International Journal of Online Engineering (ijOE)*. IAOE, Vienna, Vol.7 (2011) Special Issue: *Educon 2011*, 37–43

Terkowsky, Claudius / Haertel, Tobias (2012): *Where have all the inventors gone? The neglected spirit of research in engineering education curricula*. In: *Proceedings of the 2012 Conference on Actual Problems of Development of Light Industry in Uzbekistan on the Basis of Innovations. The Ministry of Higher and Secondary Specialized Education (MHSSE) of the Republic of Uzbekistan and The Tashkent Institute of Textile and Light Industry (TITLI), Tashkent, Uzbekistan, 5–8*

Terkowsky, Claudius/Jahnke, Isa/Pleul, Christian/May, Dominik/Jungmann, Thorsten/Tekkaya, A. Erman (2013): *PeTEX@Work. Designing CSCL@Work for Online Engineering Education*. In: *Goggins, S. P./Jahnke, I./Wulf, V. (eds.): Computer-Supported Collaborative Learning at the Workplace – CSCL@Work*. Springer, 269–292

Terkowsky, Claudius/Haertel, Tobias/Bielski, Emanuel/May, Dominik (2013): *Creativity @School: Mobile Learning Environments Involving Remote Labs and E-Portfolios. A Conceptual Framework to Foster the Inquiring Mind in Secondary STEM Education*. In: *Zubía, J. G./Dziabenko, O. (eds.): IT Innovative Practices in Secondary Schools: Remote Experiments*. University of Deusto Bilbao, Spain (im Druck)

Young, Jeffrey R. (2008): *Frustrated With Corporate Course-Management Systems, Some Professors Go 'Edupunk'*. In: *The Chronicle of Higher Education: WIRED CAMPUS. The latest news on tech and education*. URL: <http://chronicle.com/blogs/wiredcampus/frustrated-with-corporate-course-management-systems-some-professors-go-edupunk/3977> (Abruf vom 4.9.2013)

## Erfolgsfaktor Student – Wie und wann können aktivierende Methoden funktionieren?

Dr. Barbara Meissner, Projekt HD MINT, Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Postfach, 90121 Nürnberg, barbara.meissner@th-nuernberg.de  
Dipl. Päd. Antje Nissler, Projekt HD MINT, Hochschule München, Dachauerstr. 100a, 80687 München, antje.nissler@hm.edu

### Abstract

Das Lernen an der Hochschule unterscheidet sich nicht nur inhaltlich, sondern auch methodisch-didaktisch von dem in der Schule. Eines der Ziele des Verbundprojekts HD MINT ist es daher, Studierenden bedarfsorientierte Hilfestellung zu geben, um die Herausforderung „Lernen auf Hochschulniveau“ besser meistern zu können. Dazu werden bedarfsorientierte Angebote entwickelt, die den Studierenden helfen sollen, ihre neue, aktive Rolle in den Lehrveranstaltungen zu erfüllen und die Herausforderung, zunehmend mehr Verantwortung für den eigenen Lernprozess zu tragen, zu meistern. Exemplarisch werden dazu im Workshop Unterstützungsmaßnahmen und Angebote für Studierende vorgestellt, die in der Praxis der Verbundhochschulen bereits erfolgreich zum Einsatz kommen.

Der Workshop dient weiterhin dazu, erste Erkenntnisse und Erfahrungen mit den Teilnehmern zu diskutieren und die Wirksamkeit solcher Maßnahmen zu erörtern. Außerdem soll der Frage nachgegangen werden, welche Voraussetzungen bei Studierenden erfüllt sein müssen, damit das Potenzial lernerzentrierter Lehre ausgeschöpft werden kann.

### Einleitung

Das Lernen an der Hochschule unterscheidet sich nicht nur inhaltlich, sondern auch methodisch-didaktisch von dem in der Schule. Während zu Schulzeiten die Organisation und Steuerung der Lernprozesse überwiegend vorgegeben werden, wird an der Hochschule das selbstständige und systematische Lernen vorausgesetzt. Verstärkt wird dieser Unterschied nicht zuletzt durch das Bestreben, die Lehre an Hochschulen an die Erkenntnisse der Lernforschung, vor allem des Konstruktivismus (1) und an die neuen Strukturen und Möglichkeiten unserer Informationsgesellschaft anzupassen (2):

(zu 1) Aus konstruktivistischer Sicht ist Lernen ein aktiver, sozialer und individueller Prozess, der Eigenaktivität, Austausch und einen selbstbestimmten Rhythmus verlangt (vgl.

u. a. Reinmann & Mandl 2006). Dies wird durch das klassische „Vorlesen“, das eine eher passive, rezipierende Rolle fordert, nicht optimal unterstützt. Eine gute Lernumgebung erfüllt nach Reusser (2008) unter anderem folgende Kriterien:

- Transparente Ziele
- Möglichkeit & Förderung von sozialem Austausch und Kooperation
- Anregung der Selbstreflexion
- Individualisierung und Selbstregulation
- Verfügbarkeit von Informations- und Wissensmedien
- Feedback und Evaluation.

(zu 2) Längst müssen Studierende nicht mehr in den Hörsaal, um an Informationen zu kommen, Erklärungen oder Anleitungen zu bekommen. Bücher und andere Wissensquellen sind dank Hochschulbibliotheken, Hochschul-WLAN-Netzen und Computerräumen allen Studierenden zugänglich. Mit der Verfügbarkeit des Internets erweitert sich das Angebot zu Lehr-Lern-Inhalten um ein Vielfaches. Durch diese Voraussetzungen hat sich die Rolle der Hochschule als Bildungsinstitution vom „Paradigma des Lehrens“ dem „Paradigma des Lernens“ zugewandt: Lehre besteht also nicht darin, Wissen durch Vorlesen weiterzugeben, sondern darin, Lernprozesse zu ermöglichen und zu unterstützen – die Verantwortung für den Lernprozess selbst wird den Studierenden übertragen. (vgl. z. B. Chevalier 2007, Wildt 2007).

Die Studierenden sind jedoch mit den Anforderungen, die mit konstruktivistischen Lehr-Lern-Methoden einhergehen, häufig überfordert. Sie verfügen in der Regel nicht über geeignete Strategien, sich selbstständig Informationen zu beschaffen und kritisch mit Quellen umzugehen (Heinze, Sporer & Jenert 2008). Darüber hinaus mangelt es auch an Strategien, den eigenen Lernprozess zu steuern, sich zu motivieren und zu kontrollieren und so die anstehenden Herausforderungen zu bewältigen.

Damit die lernerzentrierten und aktivierenden Methoden dennoch funktionieren und ihr Potenzial ausgeschöpft werden kann, so dass die Studierenden die angestrebten Lernziele erreichen, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein: Auf Seiten der Lehrenden ist es wichtig, die Methoden didaktisch zielgerichtet einzusetzen. Aus diesem Grund werden Schulungen und Workshops angeboten oder Lehrende können sich von ausgebildeten Fachkräften bei der didaktischen Ausgestaltung und Umsetzung beraten und begleitet lassen, wie z. B. im Rahmen des HD-MINT-Projekts.

Mindestens ebenso wichtig ist es aber, dass auch die Studierenden in der Lage sind, mit den neuen Lehr-Lern-Situationen umzugehen und ihr Lernverhalten entsprechend anzupassen. Um dieser neuen Verantwortung für das eigene Lernen gerecht zu werden, muss die Selbstlernkompetenz der Studierenden – „die Bereitschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten einer Person, den eigenen Lernprozess selbstgesteuert zu gestalten“ (Schüßler 2007, S. 96) – aktiv gefördert werden. Auch zum Beispiel im Hochschulbildungsreport 2020 des Stifterverbandes oder in den Hochschulrahmengesetzen, wird dieser Umstand kritisch thematisiert und gefordert, dass überfachliche Kompetenzen besonders in der Studieneingangsphase gefördert werden.



Das HD-MINT-Projekt hat es sich aus den genannten Gründen ebenfalls zum Ziel gesetzt, die lerner-zentrierte und lerner-aktivierende Ausrichtung der Hochschullehre mit Maßnahmen zu begleiten, die Studierende bei der Entwicklung von überfachlichen Kompetenzen, besonders der Selbstlernkompetenz, unterstützen. Im Folgenden stellen wir mit den Workshops „Gruppendynamik“ und „Lernen lernen“ exemplarisch zwei Unterstützungsmaßnahmen für Studierende vor, die in der Praxis der Verbundhochschulen bereits erfolgreich zum Einsatz kommen.

## Beispiele für unterstützende Maßnahmen Workshop „Lernen lernen – Kompetenzen für Studium, Alltag und Beruf“

### Lerninhalte

In dem Workshop „Lernen lernen“ wollen wir<sup>1</sup> wichtige Grundlagen zum individuellen, aktiven und sozialen Lernen vermitteln. Dabei gehen wir auf den Lernprozess selbst ein, aber auch auf Lerntechniken, Lernpräferenzen, Motivation und Lerntheorien. Außerdem

Abb. 1: Ablaufschema des Blended-Learning Kurses „Lernen lernen – Kompetenzen für Studium, Alltag und Beruf“

#0 Online	#1 Präsenz	#2 Online	#3 Präsenz	#4 Online	#5 Präsenz	#6 Präsenz
Anmeldung, Vorstellung, Erwartungen	Grundlagen des Lernens, Selbstorganisation	Vertiefung #1 & Lernpräferenzen, Lerntheorien	Vertiefung #2 & Motivation, Lerngruppen	Vertiefung #3 & Stress, Zeitmanagement, Persönlichkeit	Vertiefung #4 & Prüfungsvorbereitung	Abschluss, Vertiefungsvorträge der TeilnehmerInnen, Projektarbeiten
 (1 Woche vor Kursbeginn)	 (3 Stunden)	 (2 Wochen)	 (3 Stunden)	 (2 Wochen)	 (3 Stunden)	 (3 Stunden)
	Lerntechnik(en): • Geschichtstechnik • Concept Map	Lerntechnik(en): • SQ3R-Lesetechnik • Cornell-Mitschrift	Lerntechnik(en): • Loci-Technik • Spickzettel	Lerntechnik(en): • Karteikarten	Lerntechnik(en): • Mind Map	Lerntechnik(en): • Individuelle Anwendung von Mitschrift-Techniken

<sup>1</sup> Der Kurs wird von einem Mitarbeiter des Projektes „QuL – Mehr Qualität in der Lehre“ (BMBF-Förderkennzeichen: 01PL11024), Herrn Simon Roderus, und einer Mitarbeiterin des Projektes „HD MINT – Aufbau eines Hochschuldidaktik-Departments für die MINT-Fächer“ (BMBF-Förderkennzeichen: 01PL12023G), Frau Barbara Meissner gestaltet und durchgeführt, und wurde in Zusammenarbeit mit Susann Werner, einer Mitarbeiterin des Projektes „Förderprogramm zur Verbesserung der strukturellen Rahmenbedingungen der Weiterbildung und des lebenslangen Lernens an bayerischen staatlichen Hochschulen“ des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst entwickelt.

sprechen wir zentrale Kompetenzbereiche an, die für effektives und v. a. effizientes Lernen förderlich sind, aber genauso auch in anderen Lebenslagen helfen. Ziele und Lernplanung, Lernen in Gruppen, Stress und Zeitmanagement, besonders für die Prüfungsvorbereitung bilden dabei Schwerpunktthemen. (vgl. Abb. 1)

### Grundlagen des Lernens, Lernpräferenzen, Lerntechniken, Prüfungsvorbereitung

Durch Kenntnis der Funktionsweise des Gehirns bei Lernprozessen und die verschiedenen Arten des Lernens wollen wir ein grundlegendes Verständnis für das eigene Lernverhalten bewirken (z. B. „Warum vergesse ich etwas immer wieder?“, „Wieso kann ich mir manche Dinge gut, manche schlechter merken?“). Für den Umgang mit dem individuellen Lernen stellen wir verschiedene Lerntechniken vor, die auch von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern selbst ausprobiert werden sollen. Schließlich gehen wir noch auf die spezielle Situation der Prüfungsvorbereitung ein.

### Lerntheorien, Motivation

In den gängigen Lerntheorien des Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus kann das Thema Motivation aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. Durch die Erarbeitung wesentlicher Elemente (z. B. Motivation durch Belohnung oder durch Erfolgserlebnisse) soll Verständnis für das eigene Verhalten erzeugt werden, um dieses gezielter reflektieren und beeinflussen zu können. Dazu betrachten die Studierenden Fallbeispiele, analysieren sie mit Hilfe der Lerntheorien und erarbeiten mögliche Lösungen.

### Selbstorganisation, Stress, Zeitmanagement

Zeit ist für Studierende häufig eine begrenzte Ressource bzw. wird als solche empfunden. Wir möchten deshalb mit den drei Themen Selbstorganisation, Stress und Zeitmanagement das Bewusstsein der Studierenden für ihre eigene Situation erhöhen und Methoden, wie zum Beispiel klare Zielformulierung, ein Lernprotokoll oder Übungen zur Entspannung anbieten, mit denen sie ihren (Lern-)Alltag entzerren und belastenden Situationen gelassener begegnen können.

### Lerngruppen, Persönlichkeit

Lernen ist ein sozialer Prozess, der durch Austausch und Diskussion gefördert wird. Dennoch hören wir häufig von Studierenden, dass die Zusammenarbeit in Lerngruppen als ineffektiv und schwierig empfunden wird. Deshalb möchten wir die Ziele sowie die Vor- und Nachteile von Lerngruppen herausarbeiten. Außerdem wollen wir mit den Studierenden verschiedene Verhaltenstypen reflektieren, um den Umgang mit persönlichen Eigenarten und denen einzelner Gruppenmitglieder zu erleichtern.

### Lernziele

Das Grobziel unseres Kurses besteht darin, die Sensibilität der Studierenden für ihre eigene Selbstlernkompetenz zu schärfen und ihnen Möglichkeiten aufzuzeigen, wie sie diese weiterentwickeln und stärken können.

### Feinziele des Workshops

Die Studierenden können ihr eigenes Lernverhalten einschätzen. Dazu kennen sie verschiedene Lernformen und wesentliche Faktoren und Anforderungen des Lernprozesses. Auf dieser Grundlage können sie für ihre eigenen Lernprozesse geeignete Lerntechniken und –strategien auswählen. Vor- und Nachteile von Lerngruppen können sie kritisch gegenüberstellen und die Zusammenarbeit innerhalb einer Gruppe einschätzen. Sie können klare Ziele formulieren und damit ihre Lernprozesse strukturieren und planen. Dazu kennen sie auch Maßnahmen des Zeitmanagements und im Umgang mit Stress und können diese angemessen berücksichtigen.

### Struktur der Veranstaltung

Dieser Kurs lief in etwas ausführlicherer Form erstmalig als zweitägige Präsenzveranstaltung im Rahmen der Spring School der Fakultät Informatik der TH Nürnberg zu Beginn des Sommersemesters 2013. Besonders geschätzt wurden von den Studierenden die persönlichen Gespräche und Beispiele sowie die direkte Anwendung der vorgestellten Konzepte als Methoden der Veranstaltung selbst. Wichtig war den Teilnehmerinnen und Teilnehmern, nach jedem Thema den konkreten Bezug „Und was bedeutet das jetzt für mein Lernen?“ herzustellen. Trotz der vielen interaktiven Elemente bestand jedoch seitens der Studierenden immer noch der Wunsch nach mehr Diskussion, Übung und Erleben. Diese Rückmeldung steht sicherlich damit in Zusammenhang, dass das eigene Lernverhalten sehr individuell ist und bei dessen Veränderung intensive Selbstreflexion ebenso wie spezifisches Feedback förderlich ist.

Deshalb haben wir uns entschieden, die Veranstaltung im Blended-Learning-Format fortzuführen (vgl. Abb. 1). Der Begriff „Blended Learning“ umfasst Lehrkonzepte, bei denen sich Online- und Präsenzphasen abwechseln. In den Onlinephasen stellen wir auf der Lernplattform MOODLE Materialien und Aufgaben bereit, die bei individueller Zeiteinteilung innerhalb von zwei Wochen von den Studierenden selbstständig vorbereitet werden sollen. Die Aufgaben dienen vor allem der Reflexion des eigenen Lernverhaltens bzw. dem Kennenlernen von Lerntechniken. In den jeweils dreistündigen Präsenzphasen arbeiten wir interaktiv und orientieren uns an den individuellen (Lern-) Situationen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Wir diskutieren die Aufgaben der Online-Phasen und die (Lern-)Erfahrungen, die die Studierenden in der Zwischenzeit gemacht haben. Vorbereitete Themen werden vertieft bzw. neue Themen angefangen, die dann in der nächsten Online-Phase von den Studierenden angewendet oder vertieft werden. Diese Verzahnung von Präsenz- und Online-Phasen ist wichtig, da ansonsten die Relevanz der Online-Phasen in Frage gestellt und die Motivation der Studierenden entsprechend sinken würde. Auch äußert sich im Aufgreifen der online erarbeiteten Inhalte die Wertschätzung für die investierte Leistung der Studierenden.

Durch die Eigenaktivität der Studierenden sowohl während der Online- als auch während der Präsenzphasen soll die Initiative der Teilnehmerinnen und Teilnehmer von Anfang an auch durch die Veranstaltungsstruktur selbst gestärkt werden. Für eine nachhaltige Vermittlung der Inhalte ist zusätzlich eine Verknüpfung von Theorie und Praxis wichtig: etwas über

Kompetenzen gehört und im geschützten Kreis ausgetestet zu haben, bewirkt nur bei einem sehr geringen Prozentsatz der Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine langfristige Veränderung (vgl. Burke & Hutchins 2007). Für einen erfolgreichen Transfer des Gelernten ist Begleitung und Unterstützung in realen Situationen nötig (z. B. Coll & Zegwaard 2006). Deshalb erstellen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer parallel zum Kurs ein Lernportfolio anhand von Leitfragen zu den jeweiligen Inhalten des Kurses. Zusätzlich setzen sie sich individuelle Ziele, deren Umsetzung und Einhaltung im Kurs reflektiert wird.

Die Veranstaltung soll semesterweise stattfinden. Um eine gute Betreuung sowohl während der Präsenz-, als auch während der Onlinephasen zu gewährleisten, soll die Teilnehmerzahl auf 15 Personen beschränkt werden.

## Workshop „Gruppendynamik und Arbeitsweise“

### Ausgangspunkt und Leitidee des Workshops

Wie einleitend beschrieben, verschärft der zunehmende Einsatz aktivierender und lernerzentrierter Lehr-Lern-Methoden in der Hochschullehre die Herausforderungen für die Lernenden. Im Rahmen des HD-MINT-Projekts wird u. a. die Methode des Problembasierten Lernens eingesetzt, die den Lernenden eine große Zahl an Freiheitsgraden lässt und selbständiges Lernen von ihnen verlangt. Beispielsweise sind die Studierenden gefordert, in Kleingruppen oder Teams eine fachbezogene Problemstellung (z. B. im Fachbereich Angewandte Mathematik) dem „Siebenschritt“ nach Moust, Bouhuijs & Schmidt (1999) folgend zu lösen. Die ersten durchgeführten PBL-Sequenzen im Rahmen der Lehrveranstaltungen, aber auch die uns rückgemeldeten Erfahrungswerte von Lehrpersonen, die vergleichbare Gruppenarbeiten bereits eingesetzt haben, machen deutlich, dass die Studierenden zum Teil sehr große Probleme haben sich in Gruppen zu organisieren, Lern- und Kommunikationsprozesse zu steuern sowie ihre Arbeitsschritte nachvollziehbar zu dokumentieren.

Um den Schwierigkeiten der Studierenden Rechnung zu tragen und ihnen zu helfen, diese Herausforderungen zu bewältigen, wurde ein Workshop zum Thema „Gruppendynamik und Arbeitsweise“ entwickelt und in die entsprechenden Lehrveranstaltungen eingebettet.

### Lernziele

Ziel des Workshops war es, die Studierenden zu befähigen, einen Gruppenarbeitsprozess (z. B. Erstellen eines Arbeitsplans) unter Zuhilfenahme der Workshop-Unterlagen selbstständig zu gestalten. Außerdem sollte mit dem Workshop den Studierenden die Bedeutung von konstruktivem Feedback aufgezeigt werden. Gleichzeitig sollten sie einen Leitfaden kennenlernen, der ihnen hilft konstruktive Rückmeldungen zu formulieren.

### Lehr-Lern-Inhalte und methodisches Vorgehen

Um ein besseres Verständnis darüber zu erlangen, was einen Gruppenprozess ausmacht, was Erfolgsfaktoren sind und wo mögliche Stolpersteine liegen, wurden die Studierenden

zum Einstieg mit Aussagen konfrontiert, die das Gegenteil einer guten Gruppenarbeit („Kopfstandmethode“; vgl. Wittchen et al. 2006) darstellen, z. B. „Pünktlichkeit ist kein Muss! Die anderen können ruhig auf mich warten.“ Ausgehend von diesen Thesen wurden die Studierenden aufgefordert, darüber nachzudenken, was aus ihrer Sicht eine gute Gruppenarbeit ausmacht. Die Rückmeldungen wurden gesammelt, strukturiert und im Plenum besprochen. Den Studierenden wurde damit aufgezeigt, wie unterschiedliche ihre Erwartungen des erwünschten Verhaltens in Gruppenprozesse sind. Dort wo Einigkeit bestand, wurde angeregt, die genannten Aspekte als Grundlage für das weitere gemeinsame Arbeiten im Rahmen dieser Veranstaltung zu nutzen. Anschließend wurde das Modell von Tuckmann (1965) genutzt, um den Studierenden die typischen Entwicklungsprozesse einer Gruppe zu demonstrieren. Ergänzt wurde das Modell durch Tipps, wie man beispielsweise mit schwierigen Typen in Gruppenarbeitsprozessen umgehen kann.

In einem zweiten großen Block wurde auf die Arbeitsweise in Projekten eingegangen. Eingeleitet wurde dieses Thema durch eine Gruppenarbeit, bei der die Studierenden die Aufgabe hatten, in selbstgewählten Kleingruppen einen Arbeitsplan zu einem vorgegebenen Thema zu entwickeln. Dabei sollte erarbeitet werden, welche zentralen Arbeitsschritte es zur Lösung bedarf und welche Aspekte bei der Arbeitsplanung berücksichtigt werden müssen. Dieser Auftrag sollte das Vorwissen der Studierenden aktivieren und eine typische Praxisituation simulieren. Die Präsentation der Arbeitsergebnisse wurde dann dazu genutzt, interaktiv die zentralen Aufgaben im Projektmanagement zu erarbeiten und festzuhalten. Mit einem Comic wurde der Themenblock humorvoll abgeschlossen und die Kernaussagen nochmal auf den Punkt gebracht.

Die dritte große Workshop-Einheit bildete das Thema „Kommunikation und Feedback“. Hier wurden Tipps für eine gute und erfolgreiche Kommunikation und ein Leitfaden für konstruktives Feedback präsentiert. Zum Abschluss der Sequenz wurden mit den Studierenden noch interaktiv Strategien erarbeitet, wie man mit schwierigen Situationen oder Konflikten bei Gruppenarbeiten umgehen kann.

#### Eckdaten des Einsatzes und Variation des Workshops

Der beschriebene Workshop kam im Sommersemester 2013 bei vier verschiedenen Dozierenden in insgesamt sechs Kursgruppen im Fach „Angewandte Mathematik“ an der Fakultät für Mathematik und Informatik im zweiten Fachsemester zum Einsatz. Er wurde jeweils von ein bis zwei Mitarbeitern des HD-MINT-Projektes gestaltet und durchgeführt. Der Workshop dauerte maximal 90 Minuten und wurde in den meisten Fällen nach der ersten Gruppenarbeit bzw. nach der ersten PBL-Sequenz eingesetzt, so dass die Studierenden bereits erste Erfahrungen mit dem Arbeiten in Gruppen oder Teams hatten und die Relevanz der Workshop-Themen für sie ersichtlich waren.

In einer leicht abgewandelten Form wurde der Workshop auch bei Studierenden des sechsten Fachsemesters an der Fakultät für Bauingenieurwesen durchgeführt. Auch hier waren Schwierigkeiten beim Zusammenarbeiten der Studierenden in der ersten PBL-Sequenz der

Anlass. Auf das Element „Erstellung eines Ablaufplans“ wurde in dieser Veranstaltung aus Zeitgründen sowie wegen der bereits existierenden Praxis- und Projekterfahrung der Studierenden verzichtet.

#### Feedback und Erfahrungen

Bei den sechs Gruppen der „Angewandten Mathematik“ wurde unmittelbar nach den Workshops um Feedback gebeten. Insgesamt war die Resonanz der Studierenden auf den Workshop sehr positiv:

- „Ein sehr wichtiges und interessantes Thema à Gut darüber etwas / mehr / neues zu erfahren“,
- „Welche Punkte beachtet werden müssen, wenn man im Team arbeitet + wie wichtig es ist, alles klar und deutlich zu formulieren, damit es keine Missverständnisse gibt“,
- „Die Veranstaltung war sehr lehrreich und ich habe viel mitgenommen. Es wurden gute Denkanstöße gegeben und das Erlernte wird mir helfen, in Zukunft besser in Gruppen zu arbeiten. Vielen Dank!!“.

Dabei stießen vor allem die anwendungsorientierten Beispiele, zum Beispiel der „Feedback-Burger“, sowie die aktive Beteiligung der Studierenden auf positive Resonanz. Humorvolle Elemente wie zum Beispiel „Umgang mit schwierigen Rollen“ (Knill & Kunert 2000, S. 108 ff.) wurden ebenfalls lobend erwähnt.

Es gab jedoch auch kritisch-konstruktive Rückmeldungen wie zum Beispiel „Mehr Zeit für Diskussion“, „Thema Kommunikation & Feedback bereits vor der Gruppenarbeit à quasi als Vorbereitung“ oder „z. B. am Anfang die Seminarteilnehmer noch aktiver einbeziehen“. Diese Anregungen sind prozessbegleitend in die Optimierung des Workshops eingeflossen.

Der Einsatz des Workshops bei den Studierenden des sechsten Semesters im Bereich Bauingenieurwesen, wurde ebenfalls evaluiert: Hier wurde im Rahmen einer standardisierten, summativen Evaluation u. a. die Frage nach der wahrgenommenen Nützlichkeit des Workshops gestellt.<sup>2</sup> 40 % der Befragten (6 von 15 Personen) empfanden den Input zum Thema „Gruppendynamik & Arbeitsweise“ nützlich, während je 27 % diesen nur als weniger oder gar nicht nützlich einstufen. Damit fällt das Gesamtfeedback dieser Gruppe vergleichsweise eher schlechter aus.

Aus den beiden Evaluationsergebnisse lässt sich schließen, dass Studierende in den niedrigeren Semestern vermutlich aufgrund mangelnder Erfahrung im Projektbereich und in der Zusammenarbeit mit anderen, eher von einem Input zu Themen wie Gruppenarbeit, Kommunikation und Arbeitsweise profitieren können, als Studierende aus dem höheren Semester, die bereits über mehr Erfahrungen und Vorwissen in diesen Bereichen verfügen.

<sup>2</sup> Der Workshop dient weiterhin dazu, erste Erkenntnisse und Erfahrungen mit den Teilnehmern zu diskutieren und die Wirksamkeit solcher Maßnahmen zu erörtern. Außerdem soll der Frage nachgegangen werden, welche Voraussetzungen bei Studierenden erfüllt sein müssen, damit das Potenzial lernerzentrierter Lehre ausgeschöpft werden kann.

## Literatur

- Burke, Lisa; Hutchins, Holly (2007). Training transfer – an integrative literature review. *Human Resource Development Review* 6(3), S. 263–296.
- Chevalier, Pierre-André (2007). Lehren und Lernen im Wandel. In: Dominique Herren (Hrsg.). *Hochschuldidaktische Schriftenreihe der Berner Fachhochschule (BFH)*. Ausgabe 1, Januar 2007.
- Heinze, Nina; Sporer, Thomas; Jenert, Tobias (2008). Projekt i-literacy: Modell zur Förderung von Informationskompetenz im Verlauf des Hochschulstudiums. In: S. Zauchner, P. Baumgartner, E. Blaschitz & A. Weissenböck (Hrsg.). *Offener Bildungsraum Hochschule - Freiheiten und Notwendigkeiten* (S. 83–92). Band 48. Waxmann. Münster.
- Knill, Marcus; Knill Hildegard (1998–2013). Fachartikel von A-Z. Hg. v. Eine Seite der Firma Knill+Knill Kommunikationsberatung. Online verfügbar unter <http://www.rhetorik.ch/>, [letzter Zugriff: 16.04.2013].
- Moust, Jos H. C.; Bouhuijs, Peter A. J.; Schmidt, Henk G.; Rometsch, Martin; Abt-Zegelin, Angelika (1999). *Problemorientiertes Lernen*. Wiesbaden: Ullstein Medical (Pflege-Pädagogik).
- Reinmann, Gabi, Mandl, Heinz (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 615–658). Weinheim: Beltz.
- Reusser, Kurt. (2008). *Lernwirksamer Unterricht- Das Kerngeschäft von Lehrpersonen*. Online verfügbar unter: [http://www.ar.ch/fileadmin/user\\_upload/Departement\\_Bildung/Tagungen/Reusser\\_Aug\\_2008\\_TN.pdf](http://www.ar.ch/fileadmin/user_upload/Departement_Bildung/Tagungen/Reusser_Aug_2008_TN.pdf) [letzter Zugriff: 03.09.2013]
- Schüßler, Ingeborg (2007). *Nachhaltigkeit in der Weiterbildung*. In: Arnold, Rolf (Hrsg.). *Grundlagen der Berufs- und Erwachsenenbildung*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2013). *Hochschul-Bildungs-Report*. <http://www.hochschulbildungsreport.de/>. [letzter Zugriff: 27.08.2013]
- Tuckman, Bruce W. (1965). Developmental sequence in small groups. In: *Psychological Bulletin* 63 (6), S. 384–399
- Wildt, Johannes. (2007). *The Shift from teaching to learning*. Online verfügbar unter: [http://www.egon-spiegel.net/fileadmin/user\\_upload/documents/Theologie/Spiegel/Tagungen\\_Kongresse/Wildt.pdf](http://www.egon-spiegel.net/fileadmin/user_upload/documents/Theologie/Spiegel/Tagungen_Kongresse/Wildt.pdf) [letzter Zugriff: 03.09.2013]
- Wittchen, B., Josten, E., & Reiche, T. (2006). *Arbeitsmethoden im Unterricht*. In B. Wittchen, E. Josten, & T. Reiche (Hrsg.), *Holzfachkunde. Für Tischler/Schreiner und Holzmechaniker* (4 überarb. Aufl., S.538–547). Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.

## Tutorien zur Physik

Dipl.-Phys. Markus Wittkowski, Hochschule Rosenheim, Projekt HD MINT

Bei den „Tutorien zur Physik“ handelt es sich um eine Sammlung von Arbeitsmaterialien, die von der Physics Education Group, University of Washington, entwickelt worden sind. Sie basieren auf den Ergebnissen eines dreißigjährigen Forschungsprogramms über Verständnisschwierigkeiten bei Studierenden der Physik (Haupt- und Nebenfach).

Jeder Mensch entwickelt im Laufe seines Lebens ein eigenes „Verständnis“ dafür, wie die Welt um ihn herum funktioniert. Dieses „Verständnis“ entspricht bei den meisten Menschen nicht dem physikalisch-wissenschaftlichen Verständnis der Modelle, mit denen die Physik versucht die Welt zu beschreiben. Da Menschen nicht einfach neues Wissen aufnehmen, sondern dieses in ihre bereits vorhandenen Wissensstrukturen übernehmen und dort einbauen und vernetzen, müssen Lehrende im Bereich der Physik ihren Studenten<sup>1</sup> nicht nur dieses Wissen vermitteln, sondern darüber hinaus die viel schwierigere Aufgabe bewältigen, den Studenten dabei zu helfen, dieses Wissen korrekt mit ihrem vorhandenen Wissen zu vernetzen oder ihr vorhandenes „Wissen“ durch das Neue zu ersetzen.

Falls sich das vermittelte Wissen mit dem „Verständnis“ des Studenten nicht widerspruchsfrei verbinden lässt, steht dieser vor einem für ihn meist unlösbaren Problem. Meist versucht er damit umzugehen, indem er das Wissen so uminterpretiert, dass es zu seinem „Verständnis“ passt.

Ein Beispiel:

Ein Student hat gelernt, dass die träge Masse ein Maß für den Widerstand eines Körpers gegenüber Bewegungsänderungen ist. Aus seiner Alltagserfahrung weiß er, dass man eine große Kraft braucht, um einen schweren Körper aus der Ruhe anzuschleichen. Er folgert nun also nicht, dass eine beliebig kleine Kraft einen beliebig schweren Körper beschleunigen kann, wenn auch nur sehr langsam. Er folgert, gemäß seines „Verständnisses“, dass die Kraft eine gewisse Mindestgröße überschreiten muss, damit man einen schweren Körper beschleunigen kann. Ist die Kraft kleiner, leistet der Körper Widerstand und ändert seine Bewegung (Ruhe) nicht.

Dies führt natürlich in den seltensten Fällen zu einem physikalisch korrekten Verständnis. Es ist hingegen durchaus möglich, dass das Konzept des Studierenden erlaubt, Standardaufgaben korrekt zu beantworten, und sich seine Fehlvorstellungen erst bei bestimmten Fragen oder Problemen zeigen. Anhand der Standardaufgaben oder – fragen hat sich sein Fehlkonzent ja mit geformt.

<sup>1</sup> Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Aufbauend auf dieser Erkenntnis hat nun die Physics Education Group Materialien erstellt, die die grundlegenden Konzepte der Physik behandeln und die dabei explizit auf die am häufigsten angetroffenen Fehlkonzepte eingehen.

## Aufbau eines Tutoriums

Ein Tutorium besteht meistens aus einem Vortest, dem Tutorium selbst, dem Ratgeber zum jeweiligen Tutorium und (falls benötigt) einer Kopiervorlage für Studentenmaterial. Hausaufgabenmaterial zu den Tutorien ist bei der Physics Education Group vorhanden, wurde im Rahmen des HD MINT Projektes bisher jedoch noch nicht eingesetzt.

Der Vortest besteht meist aus einer Seite mit 3–4 Aufgaben zum Thema des jeweiligen Tutoriums. Dieser kann in der Vorlesung zum jeweiligen Thema (am Ende) eingesetzt werden, oder zu Beginn des entsprechenden Tutoriums. Der Vortest zeigt dem Dozenten (und dieser dann den Studierenden), welche Lernziele sie bereits erreicht haben und an welchen weiter gearbeitet werden muss. Die Vortestfragen können nur als Messinstrument genutzt werden, solange sie den Studierenden nicht bekannt sind. Daher sollten die bearbeiteten Vortests auf keinen Fall an die Studierenden zurückgegeben werden. Auch sollte ihnen nicht gestattet werden, den Test mit nach Hause zu nehmen.

Das Tutorium selbst besteht normalerweise aus 4 Seiten und ist für eine Bearbeitungszeit von ca. 50 Minuten gedacht. Auf der ersten Seite werden die Studierenden an das jeweilige Thema herangeführt und sollen kurz die wichtigsten Zusammenhänge und Gesetze rekapitulieren, auf die später Bezug genommen wird. Bis zum Ende der zweiten Seite beschäftigen sie sich mit Fragen zu dem Thema, welche sehr ähnlich zu den Standardfragen sind, die sie auch aus anderen Büchern oder Vorlesungen zum Thema des Tutoriums kennen. Dies können auch schriftlich festgehaltene Aussagen von anderen Studierenden sein, zu denen sie Stellung nehmen sollen. Diese Fragen sind bewusst derart gestellt, dass Studierende mit gängigen Fehlkonzepten sie höchstwahrscheinlich falsch beantworten.

Auf der dritten Seite werden die Studierenden nun mit Nicht-Standard-Fragen konfrontiert. Diese sind so gewählt, dass die Studierenden sie nur durch Anwendung der auf der ersten Seite festgehaltenen Zusammenhänge und Gesetze beantworten können. Somit kommen ihre Alltagsvorstellungen und Fehlkonzepte weitgehend nicht zum Tragen.

Im nun folgenden wichtigen Schritt werden die Studierenden aufgefordert, ihre Antworten und Schlussfolgerungen bei den ersten Fragen, mit denen der letzten Fragen zu vergleichen und gegebenenfalls die Widersprüche aufzulösen. Dazu sollen die Studierenden zuerst allein nachdenken, und anschließend mit ihren Kommilitonen diskutieren. Abschließend soll normalerweise noch ein Tutor hinzugezogen werden, um sicherzustellen, dass sich die Studierenden nicht eventuell komplett in ein falsches Konzept verrennen. Die Widersprüche beruhen meistens auf einer korrekten Anwendung der physikalischen Prinzipien bei den letzten Fragen und einer intuitiven, alltagsgemäßen und letztendlich fehlerkonzeptbehafteten Beantwortung der ersten Fragen.

Auf der letzten Seite wird den Studierenden eine Möglichkeit geboten, die nun (hoffentlich) besser verstandenen physikalischen Prinzipien auf weitere Fragen und Probleme anzuwenden. Sollte dies in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht mehr ganz gelingen, so ist das nicht weiter schlimm und kann ruhig daheim versucht werden.

**Die Ratgeber** zu den Tutorien beinhalten die Lernziele der Autoren für das jeweilige Tutorium. Außerdem Hinweise auf häufig im Vortest zu beobachtende Fehlkonzepte und deren Auswirkung auf die Beantwortung der Fragen im Tutorium. Tipps und Hinweise darauf, worauf man bei dem jeweiligen Tutorium als Tutor besonders achten sollte und an welchen Stellen die Studierenden vermutlich Hilfe benötigen, sind wo nötig, ebenfalls vorhanden.

**Die Kopiervorlagen** sollen an die Studierenden verteilt werden, damit sie die im Tutorium benötigten Diagramme oder Skizzen anfertigen können. An Stellen, wo dies zum Erreichen der Lernziele nötig, aber nicht eminent wichtig ist, wurden von den Autoren Kopiervorlagen bereitgestellt.

## Hinweise zur Anwendung eines Tutoriums

Mehrere Dinge sind zu beachten, damit die Tutorien ihre größtmögliche Wirkung entfalten können.

Die Tutoren sollten das Material selbst komplett durchgearbeitet haben, bevor sie Studierende dabei betreuen. Ich selbst habe beim Durcharbeiten der Tutorien noch das eine oder andere kleinere Fehlkonzept und nicht komplett durchdrungene physikalische Prinzip bei mir entdeckt. Außerdem habe ich manche Frage auf eine Art und Weise beantwortet, die zwar richtig, aber für den weiteren Fortgang des Tutoriums nicht hilfreich war.

Die Tutorien behandeln grundlegende physikalische Konzepte, sind aber deshalb nicht trivial.

Als Gruppengröße empfehlen die Autoren ca. 20–24 Studierende pro Tutor, wobei die Studierenden Vierergruppen bilden sollten. Jeder Studierende soll zunächst die Aufgaben für sich selbst bearbeiten. In den Tutorien sind an entsprechenden Stellen jedoch Aufforderungen enthalten, mit dem Partner/ den Partnern zu diskutieren. Dies sollen die Studierenden auch ernsthaft tun. Sie trainieren dadurch nicht nur ihre Argumentationsfähigkeit, sondern verbessern auch ihren Umgang mit physikalischen Konzepten. Außerdem können sie dadurch selbst auf ihre Fehlkonzepte aufmerksam werden. Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass es jemandem mit der richtigen Idee leichter fällt einen anderen von ihr zu überzeugen, als es jemandem mit einer falschen Idee fällt.

Der Tutor darf und soll sich zu diesen Diskussionen dazusetzen und zuhören, aber nicht mitdiskutieren oder gar Antworten vorgeben. Sollte ein Eingreifen des Tutors nötig sein, so soll er den Studierenden eine weitere Frage stellen (oder mehrere falls nötig), um sie auf den richtigen Weg zu bringen. Auch soll der Tutor es vermeiden, eine Diskussion „für alle“ an die Tafel zu verlegen. Dies könnte dazu führen, dass die Studierenden die eigene Bearbeitung des Tutoriums einstellen und sich darauf verlassen, dass es für alle zukünftig besprochen wird.

## Erfahrungen bei der Arbeit mit Tutorien

Die Studierenden an der Hochschule Rosenheim, mit denen die Physik-Dozenten und ich einen Teil der Tutorien ausprobiert haben, studieren alle ein ingenieurwissenschaftliches Fach und müssen im Rahmen dieses Studiums auch eine Physikvorlesung belegen.

Zuerst einmal haben wir den Studierenden erklärt, was das Besondere an diesen Arbeitsmaterialien ist und welchen Mehrwert es für sie hat, diese gewissenhaft zu bearbeiten.

Auch haben wir am Anfang einen engeren Rahmen vorgegeben und sie nicht komplett frei arbeiten lassen, da sie mit dieser Form der Materialien und des Arbeitens nicht vertraut waren. Beispielsweise haben wir sie angewiesen, bis zu einer bestimmten Aufgabe zu arbeiten, aber dann erst einmal mit uns darüber zu sprechen, bevor sie weiterarbeiten. Genauso haben wir manchmal bei der Diskussionsführung moderierend eingegriffen oder auf die Einhaltung von Bearbeitungsregeln gedrängt, etwa dem tatsächlichen Niederschreiben einer Begründung, auch wenn man sie „auch später bestimmt noch weiß.“

Nach dem Auffinden von Widersprüchen zeigten sich viele Studierende erst einmal relativ hilflos. Einige von ihnen waren eher geneigt, ihre physikalisch korrekten Antworten zugunsten der Antworten aufzugeben, die eher ihren Erwartungen oder ihrer Alltagserfahrung (ihren Fehlkonzepten) entsprachen.

Hier zeigte sich uns auch, dass bei manchen Studierenden das Stellen weiterer Fragen allein sie nicht in die Lage versetzte ihren Widerspruch aufzulösen. Zum Teil deshalb, weil sie zwar erkannten, dass etwas in ihren Antworten nicht stimmte, aber gar nicht genau verstanden, was nicht zusammen passte oder warum es nicht zusammen passte. Zum Teil auch deshalb, weil sie gar nicht in Erwägung zogen, dass ihre „Alltags“-Antwort falsch sein könnte. Da die physikalische Antwort ja gemäß den Prinzipien richtig war, wussten sie damit nicht umzugehen. Dies erforderte behutsames Heranführen der Studierenden an die Auflösung des Widerspruchs, beziehungsweise an die Möglichkeit, dass ihr Alltags-Konzept ein Fehlkonzept war.

Nach einer gelungenen Auflösung eines Widerspruchs und/ oder dem erfolgreichen Erkennen eines Fehlkonzeptes hörten wir von vielen Studierenden die folgenden Aussagen:

- „Jetzt habe ich das Gefühl, dass ich das wirklich verstehen kann.“
- „Aber um das so richtig zu verstehen, da muss ich das ja alles Schritt für Schritt durchdenken. Das ist richtig anstrengend.“

### Literatur

Tutorien zur Physik, Übersetzung der 1. Edition von McDermott, Lillian C.; Shaffer, Peter S.; veröffentlicht von Pearson Education, Inc., 2009

## Open MINT Labs – Virtuelle Labore für besseren Lernerfolg

Daniela Fleuren, M.A. M.A., Projektkoordinatorin OML, Fachhochschule Kaiserslautern, daniela.fleuren@fh-kl.de, Tel.: 0631 / 3724-2725

Manuel Stach, Dipl.-Biologe, Fachgebietskoordinator Biologie / Chemie, Fachhochschule Kaiserslautern, manuel.stach@fh-kl.de, Tel.: 0631 / 3724 - 5914

Weitere Informationen zum Projekt unter [www.openmintlabs.de](http://www.openmintlabs.de)

### Abstract

Virtuelle Grundlagenlabore ein Widerspruch an sich? Gehören zu einer naturwissenschaftlichen Ausbildung neben deklarativem Wissen nicht auch prozedurales Wissen und insbesondere handwerkliche Experimentierfähigkeiten?

Das Projekt Open MINT Labs (OML) möchte Lehrende der Natur- und Ingenieurwissenschaften dabei unterstützen, die klassischen Säulen ihrer Lehre Vorlesung, Übung und Praktikum um innovative und interaktive E-Learning-Elemente zu ergänzen. In virtuellen Lerneinheiten, den sogenannten virtuellen Laboren, können sich Studierende auf ‚reale‘ Laborversuche vorbereiten, indem sie sich zeitlich und räumlich flexibel mit Lerninhalten befassen und online Experimente durchführen. Neben dieser Zeit- und Ortsungebundenheit bieten die virtuellen Labore die Möglichkeit, individuelle Lernumgebungen zu schaffen und auf verschiedene Lerntypen abgestimmte und abgestufte Lernhilfen zur Verfügung zu stellen. Ersetzen werden sie die ‚realen‘ Laborpraktika demnach nicht, aber eine gute Ergänzung zur bisherigen Präsenzlehre bieten.

Im Workshop zu OML haben die Teilnehmenden die Chance, einen Einblick ins Projekt zu erhalten und einige bereits in der Lehre eingesetzte virtuelle Labore selbst zu testen. Insbesondere das Feedback zu den gemachten Erfahrungen und der Austausch über die Umsetzung der Lerneinheiten sowie die Möglichkeiten der Übertragung des zugrunde liegenden Konzepts auf die eigene Lehre stehen dabei im Mittelpunkt.

### Ziel und Vision

Ziel des Projekts Open MINT Labs der Verbundhochschulen Kaiserslautern, Koblenz und Trier ist die Konzeption und Erstellung von virtuellen Laboren zur Vorbereitung auf Grundlagenversuche in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern. Den Studierenden soll durch den Einbezug von Virtualisierungen in ein Lehrkonzept eine innovative Lernumgebung mit individuellen Freiheiten zur Verbesserung ihres Lernerfolgs zur Verfügung gestellt werden.

## Einleitung

Die Zahl der Fern- und berufsbegleitenden Studiengänge hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen<sup>1</sup>, was zu einem Anstieg der E-Learning-Angebote geführt hat. Auf Lernplattformen können Lehrveranstaltungen und Lehr- / Lernmaterialien organisiert und strukturiert werden. Neben der Infrastruktur hat sich aber auch die Art zu lernen geändert: Informationen zu nahezu jedem Lernstoff sind online verfügbar, zunehmend halten Illustrationen, Animationen und Videosequenzen Einzug in die Hochschullehre. Führt diese Entwicklung zwangsläufig zum Verlust wichtiger handwerklicher Grundtechniken bei Absolventinnen und Absolventen?

Ein anwendungs- und praxisorientiertes Studium wie es in den natur- bzw. ingenieurwissenschaftlich geprägten Studiengängen üblich ist, benötigt Laborzeiten und Praktika als Herzstück des Lernens. Das Hören einer Vorlesung oder das Lesen eines Textes ersetzen nicht die Durchführung eines Experiments, um für die eigene berufliche Tätigkeit Erfahrungen zu sammeln und durch das ganzheitliche Auseinandersetzen mit bestimmten Themen in Theorie und Praxis diese zu vertiefen. Durch das Anwenden des erlernten Wissens aus der Vorlesung auf den Versuch im Praktikum können Studierende erst ein tieferes Verständnis für den Lernstoff entwickeln.

Steigenden Zahlen von Studienanfängern stehen hohe Betreuungs- und Kostenintensität bei Laborpraktika gegenüber. Wie kann dies aufgefangen werden und vielleicht sogar zu einem Mehrwert in der Lehre führen? Während computer-basierte Simulationen in der Wissenschaft besonders in den Naturwissenschaften zu den Standard-Methoden zählen, um komplexe Vorgänge besser verstehen, beschreiben und erforschen zu können bzw. Reaktionen und Experimente unter verschiedensten Bedingungen ablaufen zu lassen, ist der Einsatz in der Lehre weniger verbreitet. Das Verbundprojekt OML soll Studierende durch das Bereitstellen virtueller Labore weitgehend ressourcenunabhängig auf die Arbeit im Labor vorbereiten.

## Best Practice OML

Die virtuellen Labore werden anhand eines im Projekt Open MINT Labs entwickelten Style Guides erstellt, welcher Vorgaben zur Struktur der virtuellen Lerneinheiten sowie technische und visuell-kognitive Empfehlungen beinhaltet. Darüber hinaus werden die virtuellen Labore auf Basis eines didaktischen Konzepts umgesetzt, das zum einen aktuelle Erkenntnisse aus der Instruktionspsychologie berücksichtigt sowie andererseits die passgenaue Einbindung der E-Learning-Elemente in die bereits bestehende Präsenzlehre berücksichtigt. Im Folgenden soll das didaktische Konzept in OML grob skizziert werden.

<sup>1</sup> Vgl. Forum DistancE-Learning, 2012.

Das **didaktische Konzept** der virtuellen Labore kann als Verbindung einer System-, Problem- und Entdeckungsorientierung<sup>2</sup> angesehen werden, wobei der Aufbau der Lerneinheit den neun Lehr-Lern-Schritten von Gagné<sup>3</sup> folgt. Die virtuellen Grundlagenlabore sind modular aufgebaut und in ein Blended Learning Lab-Konzept eingebunden. Das bedeutet, jeder der fünf Bausteine der Lerneinheit (vgl. Abb. 1) kann virtuell oder in Präsenz durchgeführt werden.

Zu Beginn jedes virtuellen Labors steht der Baustein Orientierung. In diesem soll das Interesse der Studierenden an dem entsprechenden Thema durch einen motivierenden Einstieg zum Beispiel durch Anwendungsbeispiele aus Forschung und Industrie, Alltagsfragestellungen oder eine aktuelle Problemstellung geweckt werden. Außerdem wird hier ein inhaltlicher und organisatorischer Überblick über die Lerneinheit gegeben. Der Baustein **Grundlagen** enthält die wichtigsten Fakten zum Themengebiet des virtuellen Labors. Dabei sollen Lehrinhalte vorangegangener Lehrveranstaltungen berücksichtigt und ggf. an diese angeknüpft werden. Mit einem Test können die Studierenden und / oder Lehrenden überprüfen, ob das grundlegende Wissen zur Durchführung des Experiments vorhanden ist. Das **Experiment** stellt den Mittelpunkt der Lerneinheit dar. Der Versuch kann in Präsenz, in Form eines E-Learning-Moduls oder durch eine Kombination beider Elemente durchgeführt werden. In diesem Baustein sollen die Studierenden unter anderem durch Visualisierungen an den Versuch herangeführt werden, eine erste virtuelle Experimentiererfahrung kann gesammelt und der Versuch entsprechend ausgewertet werden. Insbesondere an dieser Stelle soll die Interaktivität innerhalb der virtuellen Labore den Lernprozess unterstützen. Der Einsatz von aktivierenden Methoden, spielbasierten Lernelementen und Simulationen bindet die Studierenden aktiv ins E-Learning ein. Visualisierungen durch Lehrfilme und Animationen helfen den Studierenden komplizierte Sachverhalte besser zu verstehen. Eine weitere Besonderheit stellt die Verknüpfung von Wissenserwerb und Anwendungsbeispielen aus Industrie und Forschung dar. Im Baustein **Anwendung** werden hierzu Praxis-Beispiele regionaler Unternehmen, sowie Anwendungs- und Transferaufgaben aus den Anwendungsfeldern zum Einsatz gebracht. Abgerundet wird die Lerneinheit durch den Baustein **Reflexion**, der den Studierenden eine Ergebnissicherung ermöglicht. Zusätzlich soll durch eine Selbstüberprüfung sichergestellt werden, ob die Lernziele durch die Lernmaterialien des virtuellen Labors erreicht wurden.

<sup>2</sup> Vgl. Schnotz, 2011, S. 125 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Gagné, 1985, zitiert nach Leutner, 2010, S. 293.

Abb. 1: Bausteine des didaktischen Konzepts



Abb. 2: Benutzeroberfläche des virtuellen Titrationsversuchs



Im Sommersemester 2013 wurden erste **Pilotlabore** in der Lehre der OML-Verbundhochschulen eingesetzt. Am Beispiel des virtuellen Labors „Titration“ aus dem Fachgebiet Biologie/Chemie soll der Einsatz im Studienregelbetrieb erläutert werden. Herzstück dieses Labors ist die Simulation des Titrationsvorgangs (vgl. Abb. 2)<sup>4</sup>.

Die Studierenden knüpfen an bereits Gelerntes an und erarbeiten sich die theoretischen Inhalte zeit- und ortsunabhängig im Selbststudium. Ein Fragebogen zeigt sowohl der oder dem Studierenden wie auch der oder dem Lehrenden, ob die bisher vermittelten Grundlagen verstanden wurden. Bevor der reale Laborversuch durchgeführt wird, kann mithilfe der Simulation der Versuchsablauf bereits vorab im Online-Kurs interaktiv in Angriff genommen werden. Zusätzlich bietet ein Lehrfilm die Möglichkeit, sich den realen Versuchsablauf einzuprägen, was das spätere Experimentieren im Labor deutlich erleichtert. Im Gegensatz zu klassischen Lehrmaterialien wurde dieses virtuelle Labor, wie auch die übrigen Pilotlabore, zusätzlich zu Lehrtexten mithilfe von Simulationen, Videos und Bildern realisiert.

Ergebnisse einer ersten Evaluation durch Studierende und Lehrende zeigen, dass die virtuellen Pilotlabore eine gute Ergänzung der herkömmlichen Lehrangebote sind. Vor allem der Einsatz interaktiver Simulationen stellt dabei im Vergleich zur Wissensvermittlung durch Lehrbücher und Laborskripte einen großen Mehrwert für die Studierenden dar. Für die prozedurale Wissensvermittlung stellte sich das Format des Lehrfilms über die Vorgehensweise beim realen Experiment als adäquates Medium heraus. Grundsätzlich beurteilten sowohl Studierende als auch Lehrende die Lerneinheiten als positive Neuerung und gelungene Ergänzung des bisherigen Lehrangebots.

## Inhalt des Workshops

Eine kurze Vorstellung von Open MINT Labs gibt den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Workshops eine Übersicht über den Kern sowie das didaktische Konzept des Projekts. Zudem werden bereits zu Beginn Ausschnitte aus dem virtuellen Labor „Titration“ gezeigt, sodass die Teilnehmenden einen Einblick in die Struktur und mögliche, praktische Umsetzung des zuvor beschriebenen Konzepts erhalten.

<sup>4</sup> Die Säure-Base-Titration nutzt das Grundprinzip der Neutralisationsreaktion. Die unbekannte Konzentration einer starken Säure wird durch Zugabe einer starken Base bekannter Konzentration und dem damit verbundenen Farbumschlag eines geeigneten Indikators bei neutralem pH Wert bestimmt. Ein besonderer Akzent wurde bei der Konzeption dieser Lerneinheit auf die Berechnung der unbekanntes Konzentration gelegt. Anhand der Simulation kann zu der sauren Lösung eine frei wählbare Menge an Base gegeben werden. Nach Erreichen des Umschlagpunktes wird die Konzentration der zu analysierenden Lösung berechnet und in das entsprechende Eingabefeld eingetragen. Eine automatische Rückmeldung des Systems erlaubt ein Feedback, ob die eingegebene Antwort korrekt oder falsch ist.

Anschließend arbeiten die Workshop-Besucherinnen und -Besucher im „Sandwichprinzip“<sup>5</sup> mithilfe interaktiver und kooperativer Methoden. Zunächst soll versucht werden, die Bausteine des didaktischen Konzepts auf eigene Lehrveranstaltungen anzuwenden und ein Austausch über die Erfahrungen bei der Gestaltung von Hochschullehre, insbesondere im Blended und E-Learning stattfinden.

Im Weiteren haben die Teilnehmenden die Möglichkeit, sich selbst spielerisch an virtuelle Labore aus verschiedenen Fachgebieten zu wagen und diese in der Rolle von Studierenden zu testen sowie dazu Feedback an das Projekt zu geben. Gleichzeitig soll dies die Chancen des Einsatzes von E-Learning-Elementen für die eigene Lehre aufzeigen. Im Zentrum des Workshops steht der gemeinsame Austausch zum und die Diskussion des „State of the Art“ in Bezug auf E-Learning-Anwendungen.

## Fazit und Ausblick

Virtuelle Labore können als positive Ergänzung zur klassischen Hochschullehre dienen. Ein großer Vorteil besteht darin, dass der virtuelle Versuch an das individuelle Lerntempo angepasst durchgeführt und mehrfach wiederholt werden kann. Insbesondere durch den Einsatz des Blended Learning Lab-Konzepts in der Vorbereitung auf ein Laborpraktikum kann sichergestellt werden, dass Studierende einerseits mit guten Vorkenntnissen die teilweise kostenintensiven oder gefährlichen Experimente in Angriff nehmen. Andererseits wird durch die Durchführung des Experiments in der Praxis das Erlernen der handwerklichen Fertigkeiten gewährleistet. Darüber hinaus können die Sichtbarmachung von verborgenen oder sehr schnell ablaufenden Vorgängen sowie die vereinfachte Darstellung komplexer Versuchsaufbauten und Analysemethoden zum besseren Verständnis auf Seiten der Studierenden beitragen.

Das Portfolio virtueller Labore in den Fachgebieten Biologie/Chemie, Physik und den Ingenieurwissenschaften an den Verbundhochschulen Kaiserslautern, Koblenz und Trier soll kontinuierlich ausgebaut werden, wodurch die Möglichkeit gegeben wird, Lehre und Lernen interessant, individuell und flexibel zu gestalten.

## Literatur

Forum DistanzE-Learning Der Fachverband für Fernlernen und Lernmedien e.V. (Hrsg.) (2012). Fernunterrichtsstatistik 2011. Link: <http://www.forum-distance-learning.de/content/downloads/FU-Statistik/Ergebnisse%20FU%20Statistik%202011/Fernunterrichtsstatistik%202011.pdf> (Link überprüft am 15.09.2013)

Gagné, R.M. (1985). The conditions of learning and theory of instruction. New York: Holt, Rinehart & Winston.

<sup>5</sup> Vgl. Gagné, 1985, zitiert nach Leutner, 2010, S. 293.



Herold, M.; Landherr, B. (2007). SOL – Selbst organisiertes Lernen – Ein systematischer Ansatz für Unterricht. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.). [http://lehrerfortbildung-bw.de/unterricht/sol/08\\_download/](http://lehrerfortbildung-bw.de/unterricht/sol/08_download/) (Link überprüft am 23.09.2013)

Schnotz, W. (2011). Pädagogische Psychologie. Kompakt. 2. Auflage. Weinheim: Beltz Verlag.

## Zwei Seiten des Online-Lernens in mathematischen Grundlagenveranstaltungen: Unterstützung Lehrender und Betreuung Studierender im Selbststudium

Linda Halm, Melike Heubach, André Mersch, Burkhard Wrenger  
Hochschule Ostwestfalen-Lippe

### 1. Einleitung

Das Online-Lernen gewinnt in der Hochschullandschaft vor dem Hintergrund steigender Studierendenzahlen und gestraffter Modulhandbücher mehr und mehr an Bedeutung. In zahlreichen aktuellen Publikationen werden Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des technologiegestützten Lernens und Lehrens beschrieben (Dittler, 2011; Hugger & Walber, 2010). Technologiegestütztes Lernen bietet Chancen für Veränderungen in der Lehre und dem Lernen: eine Veränderung hin zu mehr studentischer Aktivität, zu selbstgesteuertem und kooperativem Lernen (vgl. Schulmeister, 2006). Dennoch stellen Kerres u. a. fest, dass „die initiierten Projekte [...] oftmals nicht genügend Nachhaltigkeit erzielen“ (Kerres, Stratmann, Ojstersek & Preussler, 2010, S. 141) und führen dies darauf zurück, dass oft wichtige Erfordernisse bei technologiegestützten Lernszenarien vernachlässigt werden. Wie zum Beispiel die arbeitsteilige Umsetzung mediengestützter Lehre, die Kompetenzentwicklung der Lehrenden oder der Ausbau von Supportstrukturen für ebendiese, um sie zu E-Learning-Innovationen zu motivieren. Auch die Dokumentation und die Akkreditierung von Lernaktivitäten als Alternative zur Abschlussprüfung spielen in nachhaltigen didaktischen Ansätzen für digitale Lernwelten eine Rolle (ebd., S. 141, 142 und 152).

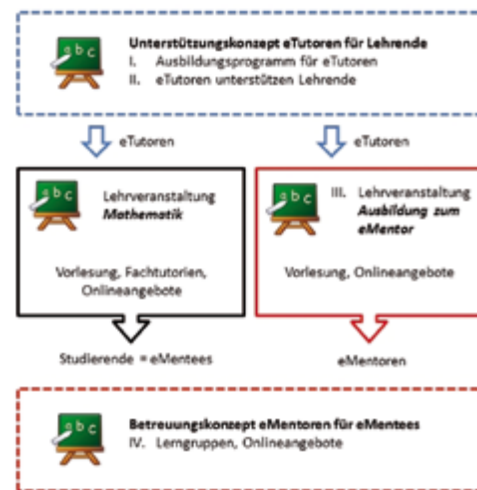
Die Chancen für Lernende durch den Einsatz von eLearning-Elementen im Studium und einer stärkeren Gewichtung des Selbststudiums, wie eine höhere Flexibilität und Individualisierung des Lernens sowie mehr Eigenverantwortung beim Lernen, bedeuten gleichzeitig neue Anforderungen an Lernende (Heidenreich, 2009, S. 58 ff), die der systematischen Unterstützung und Betreuung bedürfen, um zu einem Aufbau von Selbstlernkompetenzen und nachhaltigem Lernerfolg zu führen (Heidenreich, 2009, S. 309) (Landwehr & Müller, 2008, S. 30, 104).

eTutoring & eMentoring ist ein Teilprojekt des BMBF-geförderten Verbund-Projektes „opes – Optimierung der Selbststudiumsphase“, das die Reduzierung der Heterogenität im mathematischen Grundlagenwissen von Studienanfängern, den Ausbau teilweise kostenneutral skalierender Konzepte zur verbesserten Begleitung des Selbststudiums und die Verringerung der Abbruchquoten in den MINT-Fächern zum Ziel hat. Die in dem Teilprojekt

konzipierten und durchgeführten Maßnahmen unterstützen Lehrende bei der Bereitstellung von und Studierende beim wissenschaftlichen Arbeiten mit Online-Lernmaterialien sowie dem Aufbau persönlicher, webbasierter Lernumgebungen.

## 2. Konzeption eines technologiegestützten Lehr- / Lernszenarios für eine Grundlagenveranstaltung Mathematik

Abb. 2-1: Begleitende Maßnahmen zu einer Lehrveranstaltung Mathematik durch die Ausbildung von eMentoren und eTutoren.



Im Zentrum der Überlegungen bei der Konzeption des neuen Lehr- / Lernszenarios steht die Frage, wie eine Grundlagenveranstaltung aus dem MINT-Bereich mit Betreuungs- und Unterstützungsangeboten so flankiert werden kann, dass ein erfolgreiches Lernen in medienbasierten Lernphasen für die Studierenden möglich ist.

Um die eigentliche Lehrveranstaltung herum werden dafür weitere Maßnahmen ergriffen:

- I. Ausbildung von eTutoren.
- II. Beratung und Unterstützung der Lehrenden zu Einsatz von Online-Medien und -Materialien in den Lehrveranstaltungen durch eTutoren.
- III. Ausbildung von eMentoren.
- IV. Betreute Online- und Präsenz-Lerngruppen von eMentoren für die Studierenden der Lehrveranstaltung (eMentees).

### 2.1 Ausbildung und Einsatz von eTutoren

Während in der Literatur der Begriff E-Tutor (oder auch Online-Tutor) meist für Personen verwendet wird, die Online-Lernende während des Lernprozesses begleiten und betreuen (vgl. Rautenstrauch, 2007, S. 9 oder Rakoczi & Herbst, 2010), wird die Bezeichnung eTutor im optes-Projekt erweitert auf Personen, die in Abstimmung mit und im Auftrag von Dozenten Online-Lehr- und Lernmaterial bereitstellen sowie webbasierte Lerninfrastrukturen einrichten und administrieren.<sup>1</sup> Dass fachlich geeignete eTutoren und eTutorinnen zudem auch als Online-Moderatoren semesterbegleitend eingesetzt werden, entlastet die Dozenten zusätzlich. eTutoren sind damit ein wichtiger Baustein beim Aufbau der von Kerres u. a. geforderten E-Learning-Supporteinrichtungen an Hochschulen (Kerres u. a., 2010, S. 142).

Während einer fundierten Ausbildung der eTutoren in Form eines Kompaktseminars, wöchentlichen virtuellen Meetings und Selbstlernaufgaben werden die didaktischen Grundlagen des eLearnings vermittelt, Anwendungsszenarien dargestellt, eLearning-Werkzeuge

behandelt und die technische Handhabung der Lernplattform eingeübt. So sind die eTutoren mit einiger Praxiserfahrung in der Lage, in eng gesteckten Grenzen auch didaktisch beratend tätig zu sein. Dies wird zusätzlich gestützt von der langfristigen Anstellung als studentische Hilfskraft, die sich auf die vorlesungsfreie Zeit ausdehnt und oft über mehrere Semester andauert. Ziel ist die Bereitstellung von Lernumgebungen, in denen nicht nur Material abgerufen wird, sondern vor allem eine Interaktion mit den Lerninhalten erfolgt (z. B. in Form von lernzielorientierten Selbsttests) und das kooperative inhaltliche Arbeiten (z. B. in gemeinsamen Wikis oder Fachforen) unterstützt wird.

### 2.2 Ausbildung und Einsatz von eMentoren

Übereinstimmend mit einer Vielzahl der aktuellen Mentoring-Konzepte an deutschen Hochschulen ist auch für das Konzept der Hochschule OWL die Auffassung von Mentoring als Maßnahme zur Förderung des Lernprozesses und der Weiterentwicklung des Mentees durch die Betreuung und Unterstützung durch eine erfahrenere Bezugsperson (vgl. Ziegler 2009, Williams & Kim 2011) grundlegend. Dabei fokussiert das eMentoring-Konzept der HS OWL allerdings weniger die persönliche Entwicklung der eMentees als vielmehr deren Aufbau überfachlicher (Selbstlern-) Kompetenzen unter Einbeziehung elektronischer Lernmedien und -materialien.

Das Konzept sieht vor, Studierende höheren Semesters im Rahmen einer Wahlpflichtveranstaltung Ausbildung zum eMentor in Schulungen im Umfang von 2 Semesterwochenstunden (SWS) zu eMentoren auszubilden. Dabei erwerben sie grundlegende Kenntnisse in den Bereichen Didaktik, Nutzung von Lernmedien und der Lernplattform ILIAS für das Lernen und Arbeiten an der Hochschule, wissenschaftliches Arbeiten sowie Lern- und Selbstmanagement. Parallel zu den Schulungen setzen sie diese Kenntnisse im Umfang von weiteren 2 SWS als Betreuer von Lerngruppen für Studierende in der Studieneingangsphase ein und geben diese weiter. Die Lerngruppen sind jeweils an eine Grundlagenveranstaltung Mathematik geknüpft.

Das Lerngruppen-Angebot soll das Selbststudium besonders in der Studieneingangsphase begleiten im Sinne von begleitetem Selbststudium nach Landwehr & Müller (2008), das als besonders unterstützend beim Aufbau von überfachlichen Kompetenzen und nachhaltigen Lernerfolg gilt (Landwehr & Müller, 2008, S. 23). Die Konzeption als (teilweise) Online-Angebote ermöglicht Studierenden, die Lerngruppen räumlich und zeitlich flexibel zu nutzen. Die Vergütung der eMentoren mit Credit Points ist kostenneutral und garantiert damit eine über den Förderzeitraum des Verbundprojekts hinausreichende Durchführbarkeit der Maßnahmen.

Abb. 2-2: Ausbildungsmodul eines eTutors



<sup>1</sup> An der Hochschule OWL werden dafür Online-Kurse auf dem sogenannten eCampus angeboten. Der eCampus basiert auf dem Learning Management System ILIAS.

### Verzahnung von eMentoring und eTutoring

Die beiden oben beschriebenen Akteure eTutoren und eMentoren bilden die Basis für die Ausgestaltung des Lehr-/Lernszenarios der Grundlagenveranstaltung Mathematik:

- Ein eTutor erarbeitet zusammen mit dem Dozenten der Grundlagenveranstaltung und der hochschuldidaktischen Beratungsstelle<sup>2</sup> ein Online-Kurs Szenario für die Lehrveranstaltung, das Elemente für das Selbststudium im virtuellen Lernraum anbietet und das die vorhandenen Fachtutorien integriert.
- Ein weiterer (oder derselbe) eTutor gestaltet mit dem Dozenten, der die eMentoren ausbildet, ein Blended-Learning-Szenario für seine Veranstaltung.
- Die eMentoren betreuen Teilnehmer der Grundlagenveranstaltung Mathematik

A) in Blended-Learning-Lerngruppen, in denen sie jeweils eine Kleingruppe von Studierenden in einer Kombination aus Präsenz- und Online-Sitzungen sowie Selbststudienphasen in das wissenschaftliche Arbeiten, Lernmanagement und die Arbeit mit ILIAS und Online-Lernmaterialien einführen und das Gruppenlernen von fachlichem Inhalt koordinieren;

B) in reinen Online-Lerngruppen, für die sie wöchentlich Lernereinheiten zu Themen des wissenschaftlichen Arbeitens, des Lernmanagements und dem Arbeiten und Lernen mit der Lernplattform erstellen und auf ILIAS veröffentlichen. Im Forum wie auch in den wöchentlichen Online-Sitzungen unterstützen sie bei der Bearbeitung des Lernmaterials und beantworten Fragen rund um das (Selbst-)Studium.

C) in Zusammenarbeit mit dem Fachtutor der flankierten Grundlagenveranstaltung bei der Nutzung des ILIAS-Kurses des Fachtutoriums, virtueller Lernräume und Online-Lernmaterialien zu fachlichen und überfachlichen Themen.

- Auch für die verschiedenen Online-Betreuungsangebote der eMentoren für die eMentees steht ein eTutor beratend zur Verfügung.

Die Abbildung 2-3 zeigt diese Ausgestaltung im Überblick.

Abb. 2-3: Darstellungen der Aktivitäten, die von eTutoren und eMentoren im Rahmen einer Grundlagenveranstaltung Mathematik durchgeführt werden (eigene Darstellung).



<sup>2</sup> An der Hochschule OWL ist das die Koordinierungsstelle eTutoring am Institut für Kompetenzentwicklung (KOM).

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Evaluationsergebnisse eTutoring

Im Sommersemester 2013 wurden erstmals acht eTutoren hochschulweit an der Hochschule OWL für die Beratung von Lehrenden bei der Online-Lehre eingesetzt. Insgesamt wurden in dieser Zeit 30 Lehrende durch das eTutoring-Programm betreut<sup>3</sup>. In 75 % der Fälle handelte es sich um punktuelle Einsätze, bei denen kleinere konkrete Anliegen für Lehrende umgesetzt wurden. In 25 % der Fälle sind aber auch didaktisch innovative Lehr-/Lernszenarien entwickelt oder unterstützt worden, bei denen die Veranstaltung als Ganzes betrachtet sowie Präsenz- und Online-Lehre verzahnt worden sind. Hier wird online oft mit interaktiven und kollaborativen Elementen gearbeitet.

Die anschließende Befragung der Lehrenden hat ergeben, dass für 80 % der betreuten Lehrenden die Unterstützung des eTutoren für ihre Veranstaltung sehr hilfreich war und immerhin 60 % urteilen, dass ihre Studierenden auf das Online-Lernangebot durchweg oder eher positiv reagiert haben. Bei der Wahl der Online-Werkzeuge sprechen sich 7 von 10 Befragten für die Materialdistribution über Downloads aus und 4 von 10 Befragten würden interaktive Online-Skripte, Übungen mit Abgaben und Online-Feedback, gemeinsame Wissenskonstruktion über ein Wiki oder Tests/Selbsttests wählen, um die kursspezifischen Lernziele zu vermitteln. Besonders erfreulich ist, dass 8 von 10 Befragten sich auch bei anderen Veranstaltungen Gedanken über weiterführende Online-Angebote machen werden.

### 3.2 Evaluationsergebnisse eMentoring

Bei der Evaluation des Piloten des eMentoring-Konzepts der Hochschule OWL, der im Sommersemester 2013 in einem Fachbereich implementiert wurde, zeichnete sich deutlich eine positive Einschätzung der acht ausgebildeten eMentoren bzgl. des Nutzens ihrer Ausbildung ab: 100 % der eMentoren geben an, hier Arbeits- und Lernstrategien bzw. Online-Werkzeuge und -Medien kennengelernt zu haben, die sie für ihr Studium nutzen bzw. eher nutzen können; einen deutlichen Nutzen der Ausbildung für ihre spätere Berufstätigkeit sehen 67 % der eMentoren.

Mit insgesamt 78 Teilnehmern an den Online-Lerngruppen und im Schnitt 85 aktiven Nutzern des von eMentoren betreuten ILIAS-Kurses des Fachtutoriums und der dort angebotenen Lernunterstützung erreichten die Angebote der Lerngruppenbetreuung des eMentorings etwa 70 % der ca. 120 potentiellen eMentees<sup>4</sup>. Im Gegensatz zu den hohen Teilnehmerzahlen der Online-Angebote wurde die Blended-Learning-Lerngruppe nur unregelmäßig und von wenigen Studierenden in Anspruch genommen.

<sup>3</sup> Die Betreuung fand sowohl durch die eTutoren als auch durch die eTutoring-Koordinierungsstelle statt.

<sup>4</sup> Da der Fachtutor alle Studierenden der begleiteten Grundlagenveranstaltung für den ILIAS-Kurs des Fachtutoriums eingeladen hat, kann keine sichere Aussage darüber getroffen werden, in wie vielen Fällen Studierende sowohl eine Online-Lerngruppe als auch den ILIAS-Kurs des Fachtutoriums besuchten und so in beiden als Mitglieder gezählt werden.

Der Nutzen der Lerngruppen für das Studium wird durchaus positiv bewertet: die große Mehrheit der eMentees (87 %) gibt an, in den Lerngruppen Arbeits- und Lernstrategien sowie Online-Werkzeuge kennengelernt zu haben, deren Einsatz hilfreich für ihr Studium ist und ihren Lernaufwand verringert. Der Lehrende der Grundlagenveranstaltung Mathematik verzeichnete mehr Abmeldungen von der Abschlussprüfung der Lehrveranstaltung als in vorhergehenden Semestern; diese Entwicklung schätzt er positiv ein und erklärt sie mit der Betreuung der Studierenden in den Lerngruppen, durch die die Studierenden ihren eigenen Lernstand und ihre Fähigkeiten besser einschätzen können, sodass sich Einige durch die bewusste Abmeldung Frustration und einen vergeblichen Prüfungsversuch ersparen.

## Fazit

Kerres u. a. stellen die Frage, wie prägend ein Learning Management System auf das Handeln der Lehrenden und Lernenden wirkt und stellen fest, dass Lehrende die an der Hochschule vorhandenen Werkzeuge in einer Weise nutzen, dass sie zu der Praxis ihres Lehrens passen. «Die reine Verfügbarkeit von Technik verändert die didaktische Praxis kaum.» (Kerres u. a., 2010, S. 154).

Mit dem oben beschriebenen Maßnahmenpaket ist es möglich, sowohl Lernende als auch Lehrende bei technologiegestützten Angeboten zu begleiten. Die Studierenden werden in ihren Lernprozessen unterstützt und ihnen werden zusätzlich auch überfachliche Qualifikationen wie z. B. Medienkompetenz oder wissenschaftliches Arbeiten vermittelt. Die Lehrenden erhalten didaktische Beratung wie sie Online-Angebote mit ihrer Präsenzlehre verzahnen können und werden von der rein technischen Umsetzung entlastet.

Die eTutoren sollen nicht nur punktuell in den veranstaltungsbegleitenden Online-Angeboten wirken, sondern auch didaktisch innovative Kurskonzepte mit den Verantwortlichen entwerfen und umsetzen, die die Präsenzlehre sowie die Online-Elemente als Einheit betrachten. Das positive Feedback der Lehrenden auf die bisherigen Maßnahmen lässt hoffen, dass diese dafür aufgeschlossen sind und problembasiertes oder kooperatives Lernen als eine der Stärken des onlinebasierten Lernens weitere Verbreitung an der Hochschule OWL finden wird.

Nach der ersten Implementation des eMentoring-Konzepts in einem Fachbereich sollen im Wintersemester 2013/14 sowohl die Ausbildung der eMentoren als auch deren Einsatz als Lerngruppenbetreuer weiter ausgebaut werden. Um weiterhin alle drei Formen der begleiteten Lerngruppen anbieten zu können, werden für das kommende Semester außerdem mehr Anreize zur Teilnahme an den Lerngruppen, besonders auch an den Blended-Learning-Gruppen geschaffen, z. B. durch eine stärkere inhaltliche Verzahnung mit der begleiteten Grundlagenveranstaltung oder den Fachtutorien. Außerdem sollen die Angebote durch mehr Werbung und verstärkte Empfehlung der Teilnahme durch die Lehrenden und Fachtutoren bekannter gemacht werden.

Langfristig wird die Verankerung des eMentorings in allen Fachbereichen angestrebt. So kann hochschulweit von einem bereits in der Evaluation des Piloten feststellbaren Aufbau der Schlüsselkompetenzen der Studierenden profitiert und ausgebildete eMentoren als Begleiter von Lerngruppen in der Studieneingangsphase eingesetzt werden. Dies würde neben dem Ausbau der Studierfähigkeit der Studienanfänger auch zu einer langfristigen Verbesserung der Betreuung in der Studieneingangsphase führen und die Lehrenden entlasten.

## Literatur

Dittler, U. (Hrsg.). (2011). E-Learning: Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des Lernens mit interaktiven Medien (3. Aufl.). München: Oldenbourg Verlag.

Heidenreich, S. (2009). Pädagogische Anforderungen an das Lernhandeln im E-Learning. Dimensionen von Selbstlernkompetenz. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.

Hugger, K.-U., & Walber, M. (Hrsg.). (2010). Digitale Lernwelten. Konzepte, Beispiele, Perspektiven. Wiesbaden: VS-Verlag für Sozialwissenschaft.

Kerres, M., Stratmann, J., Ojstersek, N., & Preussler, A. (2010). Digitale Lernwelten in der Hochschule. In K.-U. Hugger & M. Walber (Hrsg.), Digitale Lernwelten. Konzepte, Beispiele und Perspektiven (S. 141–156). Wiesbaden: VS-Verlag für Sozialwissenschaft.

Landwehr, N., & Müller, E. (2008). Begleitetes Selbststudium. Didaktische Grundlagen und Umsetzungshilfen (2. Ausg.). Bern: hep verlag.

Rakoczi, G., & Herbst, I. (2010). Wie viel Qualifikation brauchen E-Tutorinnen und E-Tutoren an einer Technischen Universität und welchen Einfluss hat Videoconferencing auf die Motivation? In S. Mandel, M. Rutishauser, & E. Seiler Schiedt (Hrsg.), Digitale Medien für Lehre und Forschung (Bd. 55, S. 131–143). Münster: Waxmann Verlag.

Schulmeister, R. (2006). eLearning: Einsichten und Aussichten. München: Oldenbourg Verlag.

Williams, S., & Kim, J. (2011). E-Mentoring in Online Course Projects: Description of an E-Mentoring Scheme. *International Journal of Evidence Based Coaching and Mentoring*, 2(9) S. 80–95.

Ziegler, A. (2009). Mentoring: Konzeptionelle Grundlagen und Wirksamkeitsanalyse. In H. Stöger, A. Ziegler, & Schimke, Diana (Hrsg.), Mentoring: Theoretische Hintergründe, empirische Befunde und praktische Anwendungen (S. 7–29). Lengerich/ Berlin: Dustri-Verlag.

## Der Einfluss von Beliefs der Lehrenden auf den Einsatz von Peer Instruction

Kathrin Munt (1, 2); Anika Fricke (1, 2)

1: Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften

2: ZeLL – Zentrum für erfolgreiches Lehren und Lernen

Abb. 1: Peer Instruction Zyklus nach Mazur 1



An immer mehr deutschen Hochschulen findet der Einzug innovativer Lehrmethoden statt. Darunter befinden sich auch Peer Instruction (PI) mit Clickern, die durch die Arbeit von Eric Mazur (1997) in ihrer Wirksamkeit und Durchführung ausführlich untersucht wurden. Hält man sich dabei strikt an den PI-Zyklus (s. Abb. 1) ist Lernzuwachs bei Studierenden gewiss.

Mit Vorschlägen von Stephanie Chasteen ließen sich auch die Fragen klären, wie das Wissen um PI, Konzept-Fragen und dem Medium Clicker in einem Workshop für Lehrende erfolgreich aufbereitet werden kann.

Vor diesem Hintergrund schien eine nachhaltige Einführung von PI mit Clickern an unserer Hochschule praktikabel. Letztlich ging es doch nur um die Übertragung eines „Good Practice“-Beispiels, oder?

Erfahrungen im Rahmen unseres Projekts haben die erste Euphorie gebremst. Lehrende über alle Fakultäten hinweg (26 Teilnehmende 2012) zeigen Interesse am Medium Clicker und werden im Umgang mit dem PI-Zyklus, der Clickerbenutzung sowie im Erstellen „guter“ Fragen geschult. Wir bieten Begleitung und Beratung rund um den Einsatz von PI mit Clickern in der Lehrveranstaltung an und verleihen Geräte zur Erprobung für die eigene

Lehrveranstaltung. Trotzdem sind die Rückmeldungen zum ersten Einsatz spärlich, Hospitation der LV selten nachgefragt und eine Etablierung des Einsatzes in der LV wird häufig mit dem Hinweis auf logistische Probleme ausgeschlossen. Nun ist bereits belegt, dass Rahmenbedingungen wie Zeit, Raum und Ausstattung manche innovative Praxis behindern, selbst wenn Lehrende aufgeschlossen und motiviert sind (Vgl. Hendersen und Dancy 2007). Aber die Untersuchung von Turpen und Finkelstein boten einen weiteren Erklärungsansatz. Kann es sein, dass unsere Lehrenden ähnlich wie die Lehrenden in ihrer Studie den PI-Zyklus in ihren LV so verändern, dass sich der Mehrwert für Studierende und Lehrende verringert, bzw. ganz ausbleibt? Wenn dem so ist, an welchen Punkten wirkt sich eine Veränderung des Zyklus besonders auf den erfolgreichen Einsatz von PI mit Clickern aus? Turpen und Finkelstein teilen den PI-Zyklus in drei Phasen auf (Abb. 2) und beschreiben anhand eines speziellen Beobachtungsbogens das Lehrhandeln während des PI-Zyklus. Auffällig ist, dass besonders die 3. Phase, die der Auflösung und Diskussion der Konzept-Frage gewidmet ist, unterschiedlich gehandhabt wird. Diese wird häufig in das klassische

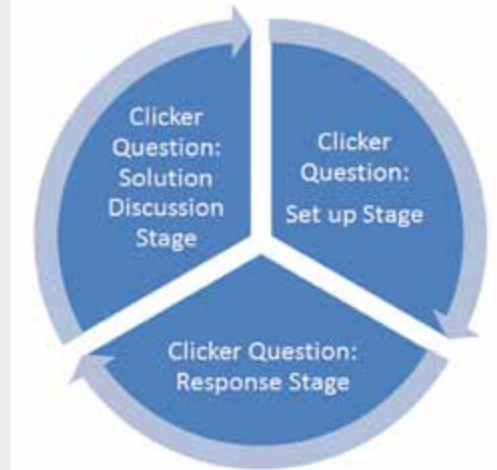
Kommunikationsmuster Initiation-Response-Evaluation (IRE) geändert. Weiterhin zeigen Smith et al. welche Auswirkungen es auf den Lernzuwachs der Studierenden hat, wenn entweder die Peer-Phase oder die Diskussionsphase des PI-Zyklus verändert wird. Und obwohl trotz dieser veränderten Handhabung eine Verbesserung der Studierenden im Konzeptverständnis möglich ist, sind die negativen Auswirkungen auf die Fehlerkultur und die Entstehung neuen Wissens/Erkenntnis innerhalb der Fachkultur unbestritten.

Woran kann es aber liegen, dass es zu einer Veränderung des PI-Zyklus kommt? Beobachtungen legen die Vermutung nahe, dass Lehrende in Deutschland ebenso den Wert der verschiedenen Phasen im PI-Zyklus nicht erkennen, bzw. unterschätzen und so folgenschwere Veränderungen vornehmen. Gerade die Anteile im PI-Zyklus, in denen Studierende Fragen formulieren, die Vollständigkeit und Korrektheit von Problemlösungen evaluieren, wissenschaftliche Erkenntnisse diskutieren und sich selbst als Ressource für die Lösung wahrnehmen, unterscheiden sich in der Ausführung durch Lehrende, belegen Turpen und Finkelstein. Das heißt, der Wert von studentischen Fragen und Antworten, die maßgeblich zur Erkenntnisgewinnung beitragen können, wird nicht als solcher wahrgenommen. Die Rolle des Studierenden bleibt trotz Clicker und PI auf das „richtige“ Antworten beschränkt, Initiierung und Bewertung des Erkenntnisgewinns liegt weiterhin in der Hand des Lehrenden.

Verantwortlich für diesen Umstand könnten die Beliefs (Überzeugungen Vgl. Fendler / Pähler) der Lehrenden sein. Besonders den Prozess der Erkenntnisgewinnung in die gemeinsame Verantwortung von Studierenden und Lehrenden zu geben, verursacht Ängste und Kontrollverlust (vgl. Flammer 2002). Sogar Lehrende, denen durch Befragung eine positive Einstellung gegenüber aktivierender Lehre bescheinigt wird (Vgl. Pundak 2009), führt diese Anforderung an ihre Grenzen. Ausgehend von dem Gedanken, dass die Beliefs (Überzeugungen) der Lehrenden maßgeblich ihr Lehrhandeln bestimmen, vermuten wir ein Zwischenstadium, in dem „neue“ (Pro aktivierende Lehre) und „alte“ (gewohnte) Beliefs nebeneinander existieren und je nach den Anforderungen der Situation das Lehrhandeln beeinflussen. Das führt zu einem inkonsistenten Verhalten der Lehrenden in der Lehrsituation. Wir folgern daraus, dass allein die Nutzung einer aktivierenden Methode wie PI mit Clickern nicht zwingend die Beliefs der Lehrenden verändern, sondern vielmehr die Methode an die Beliefs des Lehrenden angepasst wird.

Wir haben die Einbeziehung studentischer Fragen und Antworten als ein Kernstück des PI-Zyklus erkannt und wollen in unserer weiteren Forschungsarbeit den Zusammenhang zwischen den Beliefs (Überzeugungen) der Lehrenden und dem Wert, den sie studentischen Fragen und Antworten zuweisen, belegen. Wir erhoffen uns ebenfalls Hinweise darauf, welche Bedingungen zu einer Veränderung des PI-Zyklus führen, um bereits in Workshops auf diese Schwierigkeiten eingehen zu können.

Abb. 2: Turpen und Finkelstein 1



### Danksagung

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 01PL11059 und 01PL11066H gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

### Literatur

Mazur, Eric, and Robert C. Hilborn. „Peer instruction: A user’s manual.“ *Physics Today* 50.4 (1997): 68–69.

<http://colorado.academia.edu/StephanieChasteen>

<http://www.colorado.edu/sei/fac-resources/workshops-clickers-materials.htm>

Henderson, Charles, and Melissa H. Dancy. „Barriers to the use of research-based instructional strategies: The influence of both individual and situational characteristics.“ *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 3.2 (2007): 020102.

Turpen, Chandra, and Noah D. Finkelstein. „Not all interactive engagement is the same: Variations in physics professors’ implementation of Peer Instruction.“ *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 5.2 (2009): 020101.

Smith, M. K., et al. „Combining peer discussion with instructor explanation increases student learning from in-class concept questions.“ *CBE-Life Sciences Education* 10.1 (2011): 55–63.

Fendler, Jan, and Eva Katharina Brauer. „Können Studierende die Lehrkonzepte und das Lehrhandeln ihrer Dozierenden einschätzen?“ *Zeitschrift für Hochschulentwicklung* (2013).

Päuler, Lena, and Regina Jucks. „Direkt erfragt: die Messung von Lehrorientierungen per Fragebogen mit offenem Antwortformat.“ *Zeitschrift für Hochschulentwicklung* (2013).

Flammer, August, and Yuka Nakamura. „An den Grenzen der Kontrolle.“ *ZEITSCHRIFT FÜR PADAGOGIK BEIHEFT* 44 (2002): 83–113.

Pundak, David, et al. „Instructors’ attitudes toward active learning.“ *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects* 5.1 (2009): 215–232.

## Poster-Beiträge



## Effiziente Gruppenarbeit durch Bearbeitungstreifen

Toni C. Stocker  
Universität Mannheim

Zum gängigen Format vieler mathematischer oder technisch orientierter Lehrveranstaltungen gehören neben den Vorlesungen auch sog. Übungen oder Tutorien. Diese basieren meist auf wöchentlich aktualisierten Übungsaufgaben parallel zur Vorlesung. Dabei stellt sich regelmäßig die Frage, in welcher Weise die Aufgaben sinnvoll besprochen werden können, insbesondere falls eine Frontalbesprechung (Übungsleiterinnen oder Übungsleiter rechnen bzw. führen mehr oder weniger alles alleine an der Tafel vor) vermieden werden soll. Eine Möglichkeit besteht darin, die Studierenden in den Übungen in kleinere Gruppen von 3 oder 4 Studierenden aufzuteilen, in denen dann die Studierenden ihre Bearbeitungen vergleichen und diskutieren. Im Folgenden wird ein in der Praxis einfach zu handhabendes Verfahren zur Gruppenformierung vorgestellt. Dieses basiert auf der Idee sog. Bearbeitungstreifen, aus denen die individuelle Vorbereitung der Studierenden auf die Übung in Kürze abgelesen werden kann. Es werden konkrete Vorschläge unterbreitet, wie sich dieses Prinzip in ein sinnvolles Gesamtkonzept einbetten lässt, wobei auf mögliche Problempunkte, notwendige Voraussetzungen und Rahmenbedingungen hingewiesen wird. Das Konzept eignet sich besonders für große Lehrveranstaltungen mit mehreren hundert Studierenden und dazu begleitenden Übungen von jeweils 16–20 Studierenden.

### Gelehrt ist nicht gelernt

Das in hochschuldidaktischen Schriften und Seminaren häufig herangezogene Zitat „Learning takes place through the active behavior of the student. It is what he does that he learns, not what the teacher does“ aus einem Werk des US-amerikanischen Pädagogen Ralph Tyler (1949) bringt zum Ausdruck um was es auch in diesem Artikel gehen soll. Die grundlegende Erkenntnis, dass Lernen nicht durch bloße Übermittlung sondern durch eigenständige Auseinandersetzung des Lernenden mit den zu vermittelten Sachverhalten und Zusammenhängen geschieht, ist lange nicht neu. Insbesondere in der Praxis klassischer Vorlesungen fällt es häufig schwer, dem sich daraus ergebenden Anspruch gerecht zu werden. Für das Veranstaltungsformat einer Übung sollte meiner Ansicht nach das Prinzip eines studierenden- und lernerzentrierten Unterrichts jedoch unbedingt realisiert werden. Die Frage, wer in einer Übung eigentlich üben sollte, kann schließlich eindeutig und klar beantwortet werden. Typischerweise werden in Übungen häufig Aufgaben besprochen, die im wöchentlichen Rhythmus je nach Vorlesungsfortschritt neu aufgesetzt werden. Gerade in der Praxis großer Veranstaltungen mit vielen Studierenden kann häufig

beobachtet werden, dass Übungen als eine Art „anschaulichere und vereinfachte Vorlesung“ verstanden werden. Ist die eigentliche Vorlesung möglicherweise noch schlecht konzipiert und für die Studierenden wenig zugänglich, ersetzen die Übungen bisweilen sogar den Vorlesungsbesuch und erhalten ungewollt eine Doppelfunktion. Motivierte und mit viel Verständnis für etwaige Fragen der Studierenden ausgerüstete Lehrende führen nach bestem Gewissen die Lösungen von Aufgaben vor, stellen Zusammenhänge zur Vorlesung her und fassen diese nach Bedarf strukturell zusammen. Dies alles sind jedoch Leistungen, die nicht die Studierenden erbringen, sondern zum größten Teil die Lehrenden. Wer bei solchen „Übungen“ am meisten übt und damit auch lernt, sind absurderweise die Lehrenden und nicht die Lernenden. Ein Großteil der Studierenden stellt in solchen „Frontalübungen“ häufig ohnehin keine Fragen, sondern begnügt sich mit dem Abschreiben der Lösungen von der Tafel und ist dabei, sofern die Übung „gut vorgetragen“ wurde und „alle Aufgaben besprochen“ wurden, sogar noch sehr zufrieden. Einige wenige selbst gut vorbereitete Studierende stellen zwischendurch oder typischerweise eher nach Ende der Übung dann noch paar wenige „schlaue Fragen“. Die anderen heften ihre Notizen lediglich ab und vertagen die detaillierte Aneignung des Lernstoffs auf die spätere Klausurvorbereitung. Das Ganze muss sich natürlich nicht in Gänze in dieser etwas überzogen dargestellten urtypischen Form abspielen, es charakterisiert dennoch einen erheblichen Teil dessen, was sich in der alltäglichen Lehre an Hochschulen bisweilen abspielt. Quasi irreführend bzw. nicht wirklich sachdienlich können in diesem Zusammenhang Lehrevaluationen sein. Werden doch in solchen häufig nur die Leistungen der Lehrenden, wie etwa deren Vorbereitung, Kompetenz und Verständnis, gemessen aber nicht die Erträge eigenständig erbrachten Lernerfolgs. Eine ähnliche Problematik ergibt sich, wenn sich leistungsschwächere Studierende mit leistungstärkeren Studierenden auf eine Prüfung vorbereiten. Vielen Lehrenden mag hier die Klage bekannt sein, dass man doch jeden Tag zusammen gelernt und noch alles verstanden habe. Bei einer für die Schwächeren unproduktiven Zusammenarbeit jedoch werden alle wesentlichen Leistungstransfers von den jeweils Stärkeren erbracht und bereits fertig vorgegeben. Die Schwächeren können den Lösungsweg für ein Problem möglicherweise nachvollziehen, sie haben sich jedoch nicht die Kompetenz zur Suche und Erarbeitung eines Lösungswegs erworben. Ebenso bleiben ihnen alternative Ansätze und Strategien verborgen.

Selbstverständlich wird das Problem des passiven Lernens von vielen Lehrenden regelmäßig erkannt. Dabei werden unterschiedliche Konzepte aufgegriffen, um die Studierenden zu mehr Eigenaktivität zu animieren oder gar zu zwingen.

Eine besonders strikte und aufwändige Form ist das verpflichtende Einreichen von Aufgabenbearbeitungen, die regelmäßig gesichtet und korrigiert werden. Die Studierenden müssen also bis zu einem gewissen Grad Aufgaben bearbeiten und diese zeitlich vorgelagert zur Übung einreichen. Diese erhalten die Studierenden dann meist in der Übung zusammen mit einer Bewertung zurück. Die Übung selbst konzentriert sich dann aber wiederum nur darauf, vollständige und korrekte Lösungswege zu präsentieren. In großen Veranstaltungen ist diese Variante häufig mit einigen organisatorischen Schwierigkeiten verbunden. Es stellt sich aber vor allem auch die Frage, ob die Übung an sich überhaupt

noch notwendig ist. Korrekte, ausführliche und vor allem auch für alle einheitliche Musterlösungen, die beispielsweise online in einem Studierendenportal hochgeladen werden, könnten in vielen Fällen zweckdienlicher sein. Der Einwand, dass mit dem Bereitstellen solcher Dokumente in Folgejahren dem Kopieren von Lösungen Tor und Tür geöffnet wären, ist freilich berechtigt, als Begründung für ein (sinnloses) Lehrkonzept, bei dem der Zugang zu Information quasi erschwert wird, jedoch grotesk. Eine einfache Lösung für dieses Problem gibt es wohl nicht und es sind stets einige Nachteile in Kauf zu nehmen.

Im Folgenden möchte ich ein in der Praxis gut handhabbares und nach eigenen Erfahrungen bewährtes Konzept vorstellen, bei dem die Studierenden während der kompletten Übung aktiv sind. Den zeitlich größten Teil der Übung arbeiten die Studierenden dabei in Kleingruppen von jeweils 2–4 Studierenden. Zunächst wird das Gesamtkonzept im Grundrahmen vorgestellt. Dazu werden Vorschläge wie sich Gruppenarbeit während einer Übung organisieren lässt unterbreitet. Wesentliches Kernelement bilden dabei sog. Bearbeitungstreifen, welche Information über die individuelle Vorbereitung der Studierenden enthalten. Der sich daran anschließende Abschnitt befasst sich damit, wie eine Übungsleiterin oder ein Übungsleiter die einzelnen Studierenden und Gruppen betreuen und unterstützen kann. Danach werden wichtige Grundvoraussetzungen aufgezeigt, die erfüllt sein müssen, um die Funktionsfähigkeit eines solchen Konzepts zu gewährleisten. Kritische Punkte und mögliche Probleme werden dabei ebenfalls beleuchtet. Abschließend wird ein Fazit gezogen.

## Gruppenarbeit organisieren

Zunächst einmal könnte man fragen, warum Studierende überhaupt in Gruppen arbeiten sollen. Ein kommunikativer Austausch fördert in der Regel soziale Kompetenzen und stärkt das soziale Gefüge unter den Studierenden. Dies ist ohne Frage positiv zu bewerten, sollte als Hauptbegründung eines Lehrkonzepts jedoch nicht ausschlaggebend sein. Wesentlicher in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass sich Studierende untereinander bezüglich fachlicher Fragen und Probleme häufig „ungehemmter“ austauschen als mit Lehrenden. Allein schon die mögliche Erfahrung, dass andere Studierende gleiche oder ähnliche Schwierigkeiten mit einem bestimmten Sachverhalt haben, „beruhigt“ und erleichtert das Fragen. So wird aus einem verzagten „Entschuldigen Sie bitte, ich habe das leider nicht verstanden, könnten Sie das bitte erklären“ ein eher forderndes „Wir haben das nicht verstanden, können Sie uns das bitte erklären“. Die in den letzten Jahren in den Schulen stark geförderte Form der Gruppenarbeit kommt hier zusätzlich sehr entgegen. So sind die meisten Studierenden heute erstaunlich gut mit Gruppenarbeit und damit verbundenen technischen und sozialen Regeln vertraut. Mich persönlich hat das teils sehr (positiv) überrascht. Nicht zuletzt lassen sich 5 oder 6 Kleingruppen wesentlich besser betreuen als 20 Individuen. Somit hat Gruppenarbeit schon aus rein organisatorischer Sicht Vorteile gegenüber Einzelarbeit.

Wir gehen im Folgenden von einer Lehrveranstaltung aus, bei der es wöchentlich aktualisierte Aufgabenblätter gibt, die jeweils auf die Inhalte der Vorlesung abgestimmt sind. Hauptinhalt der Übungen soll dann sein, dass sich die Studierenden in Kleingruppen über die Lösungen zu den Aufgaben austauschen oder diese gegebenenfalls erst erarbeiten und dabei durch eine Übungsleiterin oder einen Übungsleiter unterstützt werden. Folgender Grundablauf könnte dabei verwendet werden.

1. Jede Woche wird ein neues Aufgabebblatt online gestellt. Dieses enthält stets eine **Mindestanforderung** an Aufgaben. Dies ist eine bestimmte Mindestanzahl oder eine bestimmte Auswahl an Aufgaben, die auf jeden Fall zu bearbeiten sind.
2. Zu jeder Übung verfassen die Studierenden ein **Bearbeitungsblatt**, auf sie ihre Lösungen zu den Aufgaben ausführlich aufschreiben.
3. Zu Beginn jeder Übung geben die Studierenden sog. **Bearbeitungstreifen** ab, aus denen ersichtlich wird, welche Aufgaben jeweils vorbereitet wurden. Die Übungsleiterin oder der Übungsleiter bildet daraufhin homogene Gruppen von 2–4 Studierenden.
4. Während einer **Gruppenphase** tauschen sich die Gruppenmitglieder dann über bearbeitete Aufgaben aus und erarbeiten ggf. noch nicht bearbeitete Aufgaben.
5. Die Übung kann optional mit einer max. 20 Minuten dauernden **Unterrichtsphase** abgeschlossen werden, in der auf schwierige Aufgaben, besondere Probleme oder allgemeine Aspekte des aktuellen Themas eingegangen wird.
6. Während der Übung unterschreiben die Studierenden ggf. auf einer **Anwesenheitsliste**, falls die Übungen für die Benotung gewertet werden.
7. Nach der Übung erhalten alle Teilnehmenden eine vollständige und ausführliche **Musterlösung** über alle Aufgaben des aktuellen Übungsblattes.

Die **Mindestanforderung** kann bezüglich des Umfangs sehr unterschiedlich gesetzt werden. Prinzipiell wäre es sogar möglich, überhaupt keine Mindestanforderung zu stellen. Allerdings würde dies eine sinnvolle Gruppenarbeit erschweren und der Erzielung von Lernfortschritten natürlich wenig förderlich sein. Nach meiner Erfahrung ist es am besten, die Mindestanforderung so zu setzen, dass sie relativ leicht zu erfüllen ist und die Motivation zum Kopieren von Lösungen gleichzeitig klein hält. Es sollten also möglichst mit Standardmethoden zu bewältigende Aufgaben sein, die für durchschnittlich leistungsfähige Studierende bei entsprechender Vorbereitung keine größere Schwierigkeit darstellen.

Die **Bearbeitungsblätter** müssen hin und wieder kontrolliert werden. Sie bilden ja die Grundlage für die Diskussion unter den Studierenden. Schlampige, oberflächliche oder gar kaum lesbare Bearbeitungsblätter sollten nicht akzeptiert werden. Wesentliches Element zur Gruppenformierung bilden die sog. Bearbeitungstreifen.

Ein **Bearbeitungstreifen** ist ein segmentierter genormter Papierstreifen, der von den Studierenden eigenständig gemäß ihrer individuellen Vorbereitung markiert wird. In praktischer Hinsicht ist es hier hilfreich beispielsweise eine DINA4-Vorlage mit Bearbeitungstreifen für alle Übungsblätter des Semesters zu erstellen, welche sich die Studierenden dann selbst ausschneiden müssen. Dabei ist es denkbar zwischen vollständig bearbeiteten Aufgaben und „halb bearbeiteten“ Aufgaben zu unterscheiden. Letzteres wären Auf-



Abb.: Bearbeitungstreifen für Blatt 4 mit 4 vollständig und 2 halb bearbeiteten Aufgaben

Blatt 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Name Max Musterschüler
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

gaben, die nur teilweise oder nur oberflächlich bearbeitet wurden. Empfehlenswert ist es dabei eine zahlenmäßige Beschränkung vorzunehmen, indem man z. B. höchstens 2 Halbmarkierungen zulässt. Schließlich tragen die Studierenden noch ihren Namen auf dem Streifen ein. Vom Ablauf her ist es dann wichtig, die Studierenden dahingehend zu „erzie-

hen“, die Streifen stets unaufgefordert und gleich zu Beginn der Übung abzugeben. Auf diese Weise können die Übungsleiterinnen und Übungsleiter ohne größere zeitliche Verluste die Gruppenbildung vornehmen. Dies geschieht durch paralleles Auslegen aller abgegebenen Streifen. Studierende mit gleicher oder zumindest ähnlicher Überschneidungsmenge können schnell identifiziert und in eine Gruppe zusammengeführt werden. Das Prinzip dieser Gruppenformierung zielt damit auf eine Homogenisierung der Studierenden ab.

Die Bearbeitungstreifen brauchen in der Regel nicht archiviert zu werden. Jedoch können die Bearbeitungsgrade (prozentuale Anteile bearbeiteter Aufgaben) aller Studierenden protokolliert und später in eine Übersichtstabelle übertragen werden. Damit erhält man auf einfachem Wege selbst in Massenveranstaltungen individuelle Leistungsprofile aller Studierenden und Übungsgruppen. Zeitliche Verläufe können so verglichen und analysiert werden. Dabei ergeben sich objektive Anhaltspunkte darüber, mit welchem Einsatz während des Semesters gearbeitet wurde. Dies kann sich auch später z. B. bei Klausureinsichten, Beratungen oder Begutachtungen als sehr nützlich erweisen.

Nach meinen Erfahrungen hat sich gezeigt, dass die Wirkung solcher Bearbeitungstreifen über ihren zunächst nur rein funktionalen Charakter weit hinausgeht. In quasi schriftlicher Form stellen sie eine verbindliche Aussage des Studierenden gegenüber den Lehrenden dar. Als Art Selbstoffenbarung wirkt dies deutlich stärker als lediglich eine mündliche Mitteilung, welche eher der Gefahr einer verfälschenden Darstellung unterliegt. Auch wird für jeden Studierenden optisch sichtbar, wie sich die eigene Mitarbeit im Vergleich zu anderen darstellt. Die Gruppenformierung erfolgt nicht aufgrund von Sympathie oder anderen subjektiven Merkmalen, sondern aufgrund transparenter, objektiver und logisch nachvollziehbarer Gründe. Im günstigen Fall kann ein starker Ansteckungseffekt zur Mitarbeit festgestellt werden. Die Bearbeitungsgrade liegen nach mehrjährigen Erfahrungen im Fach Statistik regelmäßig bei 70 % oder gar höher. Dazu sollte betont werden, dass die Mindestanforderung meist nur einem Bearbeitungsgrad von 20–30 % entspricht.

Die **Gruppenphase** sollte den größten Teil der Übung, wenn nicht sogar die gesamte Übung umfassen. Während dieser Phase sollte möglichst kein Frontalunterricht stattfinden. Den Studierenden wird auf diese Weise auch ersichtlich, dass Ertrag und Nutzen der Übung zum wesentlichen Teil von ihrer eigenen Mitarbeit abhängen und nicht etwa von der Vortragsweise eines Lehrenden. Selbst minimal vorbereiteten Studierenden ist damit meist klar, dass sie ihre Zeit sinnlos verschwenden, wenn sie sich nicht mit den Aufgaben befassen und ihre Probleme mit anderen Studierenden und den Lehrenden zu lösen versuchen.

Je länger eine optionale **Unterrichtsphase** regelmäßig in eine Übung eingebaut wird, desto höher ist nach unseren Erfahrungen die Gefahr, dass sich Studierende während der Gruppenphase zurücklehnen und lediglich auf den Beginn des Frontalunterrichts warten.

Um eine sinnvolle Gruppenarbeit zu gewährleisten ist es wichtig, adäquate Gruppengrößen und Gruppenzusammensetzungen zu wählen und den Studierenden allgemeine Besprechungsstrategien und Verhaltensregeln an die Hand zu geben. Die Lehrenden müssen außerdem angemessen und passend ihre Kontroll- und Unterstützungsfunktionen wahrnehmen. Dies soll im nächsten Abschnitt näher ausgeführt werden.

## Gruppenarbeit betreuen

Da die Gruppen im Wesentlichen nach dem Homogenitätsprinzip gebildet werden, ergibt sich automatisch für alle Teilnehmenden einer Gruppe eine gemeinsame Diskussionsgrundlage. Dies sind hauptsächlich die Aufgaben, die von allen Gruppenangehörigen bearbeitet wurden. Diese sollten dann auch zuerst besprochen werden. Danach folgt die Besprechung von Aufgaben, die nur von einigen aus der Gruppe, evtl. auch nur von einzelnen aus der Gruppe, bearbeitet wurden. In diesem Fall stellen die betreffenden Studierenden den anderen ihre Lösung quasi in einem Frontalstil vor. Abschließend geht die Gruppe an die Bearbeitung der Aufgaben, die von niemandem aus der Gruppe vorbereitet wurden. Zur Besprechung der Aufgaben ist es hilfreich, den einzelnen Gruppen ein spezielles Besprechungsblatt, hier **Gruppenblatt** genannt, auszuhändigen. Dies sollte sich vom eigentlichen Aufgabenblatt dahingehend unterscheiden, dass darauf nur die wesentlichen Ergebnisse eingetragen werden. Dies geschieht vorzugsweise durch Ausfüllen von Leerfeldern oder Ankreuzen von Antwortoptionen. Letzteres eignet sich insbesondere bei Aufgaben, bei denen qualitative Beurteilungen vorzunehmen sind, die sich auf ein Ja oder Nein bzw. ein Falsch oder Richtig reduzieren lassen. Natürlich lässt sich auch der Grad an Genauigkeit zum Ausfüllen von Rechenergebnissen verfeinern. So könnte man bei Rechenaufgaben auch das Ausfüllen von Zwischenergebnissen verlangen, so dass die Studierenden etwaige Rechenfehler bereits frühzeitig identifizieren können. Das Gruppenblatt muss von einem Gruppenmitglied quasi in einer Protokoll- oder Leitungsfunktion geführt werden. Dazu gehört die Aufgabe, die Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Gruppenbesprechung fortwährend auf das Gruppenblatt zu übertragen. Die Sprecherin oder der Sprecher sollte außerdem für einen produktiven Fortschritt der Gruppenarbeit sorgen und beispielsweise unverhältnismäßig langes Stocken an einer Stelle verhindern. Anhand der Gruppenblätter können die Lehrenden nun schnell den Besprechungsfortschritt einer Gruppe erkennen und die Qualität der Ergebnisse zumindest von den Endergebnissen her beurteilen.

Nach eigenen mehrjährigen Erfahrungen hat sich bei uns eine **Gruppengröße** von durchschnittlich 3 Teilnehmenden als optimal erwiesen. Diese Größe hat auch den praktischen Vorteil, dass bei Hörsälen mit fester Bestuhlung, Gruppenmitglieder auch nebeneinander sitzen können, wobei die Protokollantin oder der Protokollant dann in der Regel in der

Mitte sitzt. Insbesondere jedoch ist bei dieser Gruppengröße die Einbindung jedes Gruppenmitglieds in die Besprechung am ehesten gewährleistet. Sofern alle Gruppenmitglieder einen hohen Bearbeitungsgrad aufweisen, kann ohne Bedenken jedoch auch eine Gruppengröße von 4 gewählt werden.

Die Aufgabe der Lehrenden besteht nun darin, die Ergebnisse der einzelnen Gruppen zu kontrollieren, bei Fragen und Problemen zu unterstützen und korrigierend bei Fehlern und Fehlverläufen einzugreifen. Dabei sollten die Lehrenden förmlich zwischen den einzelnen Gruppen zirkulieren, um so zu gewährleisten, dass fortlaufend und regelmäßig jede einzelne Gruppe besucht wird. Richtige Ergebnisse auf dem Gruppenblatt werden fortlaufend abgehakt. Kontrollfragen und weitergehende Fragen können abschließend gestellt werden. Bei Problemen greifen die Lehrenden ein. Sie geben Hilfestellung und Ratschläge. Dazu kann auch der Rat zum Abbruch einer Aufgabe zählen, insbesondere falls der Eindruck besteht, dass eine Gruppe temporär mit einer Aufgabe überfordert ist. In diesem Fall können dann strategische Hinweise gegeben werden, welche Aufgaben z. B. als nächstes besprochen werden sollten und welche nicht. Insgesamt besteht die Aufgabe der betreuenden Lehrenden also darin, jede einzelne Gruppe gemäß ihrer Vorbereitung und Fähigkeit zu einem größtmöglichen Lernerfolg zu führen.

Gruppen, die vor Ende der Übung bereits alle Aufgaben erfolgreich besprochen haben, können **Zusatzaufgaben** ausgehändigt werden, um keine Leerläufe entstehen zu lassen. Solche Zusatzaufgaben können z. B. alte Klausuraufgaben sein. Sie sollten allerdings nicht als regulärer Bestandteil der Übung angesehen werden. Dementsprechend sollten zu diesen auch keine Lösungen veröffentlicht werden. Ansonsten erhielte man automatisch ein zweites Übungsblatt.

## Grundvoraussetzungen und Kritik

Vermutlich eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Funktionsfähigkeit eines solchen Konzepts ist die formale Anrechnung des Übungsbesuchs für die Benotung in der Endprüfung. Ohne Zwang funktioniert das Ganze höchstwahrscheinlich nicht richtig. Experimente dazu werden natürlicherweise ausbleiben. Dabei sollte allein schon aus formalen und organisatorischen Gründen ein möglichst einfaches Bewertungsverfahren zugrundegelegt werden. Beispiel: „Der Besuch jeder Übung wird mit 1 Leistungspunkt gewertet, sofern die Mindestanforderung erfüllt und im Rahmen des vorgesehenen Konzepts an der Übung teilgenommen wird. Es sind bei insgesamt 13 Übungen max. 10 Punkte zu erzielen“. Bei einer solchen Regelung spielt es keine Rolle, ob die Teilnehmenden nur die Mindestanforderung erfüllt oder alle Aufgaben perfekt bearbeitet haben. Ist die Erfüllung der Mindestanforderung für einen durchschnittlichen Studierenden ohnehin kein Problem und wird gleichzeitig eine darüber hinausgehende Leistung nicht durch eine höhere Punktezahl honoriert, wird eine etwaige Motivation zum Kopieren von Lösungen zu einem Großteil

schon herausgenommen. Die Leistungswertung sollte dahingehend noch Luft lassen, dass nicht zwingend alle Übungen eines Semesters besucht werden müssen, um auf die maximale Punktezahl zu kommen.

Die formale Wertung der Übungen wird von Studierenden häufig als faktische „Anwesenheitspflicht“ kritisiert. Auch wird in diesem Zusammenhang eine zu starke „Verschulung“ beklagt. Dem lässt sich kaum etwas entgegenhalten. Allerdings darf gefragt werden, weshalb ein verschultes Prinzip per se schon negativ sein sollte, wenn es letztlich dem Lernfortschritt dient und einem Großteil der Studierenden tatsächlich zu Gute kommt. Wird ein positiver Effekt subjektiv verneint erübrigt sich freilich jegliche Diskussion darüber.

Die individuelle und zeitgleiche Unterstützung mehrerer Kleingruppen stellt die Lehrenden in diesem Konzept regelmäßig vor größere Herausforderungen. Insbesondere müssen diese individuelle Bedürfnisse erkennen und ein dazu jeweils passendes Maß an Unterstützung finden können. Die Lernenden sollen möglichst viel eigenständig erarbeiten und nur so weit unterstützt werden, wie es tatsächlich erforderlich ist (zum „Prinzip der minimalen Hilfe“ vgl. etwa Görts (2011)). Die Lehrenden sollen einerseits für eine offene Lernatmosphäre sorgen, müssen andererseits aber auch die Einhaltung von Verhaltensregeln wie z. B. Pünktlichkeit oder Ehrlichkeit bezüglich der Bearbeitungsangaben gewährleisten. Entsprechend sollten sie auf diese vielfältigen Funktionen vorbereitet werden. Dies kann sich auf Eigenentwürfe, auf maßgeschneiderte Schulungen, die von Hochschuldidaktikzentren angeboten werden, oder auf dazu leider nur rar vorhandene Literatur wie z. B. Görts (2011) stützen.

Das Homogenitätsprinzip, welches der Gruppenformierung zugrunde liegt, erweist sich allein schon aus psychologischer Sicht als nicht ganz unproblematisch. Da die Bearbeitungsgrade erfahrungsgemäß stark mit der Leistungsfähigkeit der Studierenden korrelieren, erhält man über die Gruppenbildung quasi eine Klassifizierung der Studierenden. Es gilt hier eine positive Atmosphäre gegenseitiger Wertschätzung zu schaffen, die trotz aller individueller Unterschiede bezüglich Motivation und Fähigkeit für alle konstruktiv bleibt. In einem Perspektivenwechsel sollte Homogenisierung nicht als Abstempelung in „gute“ und „schlechte“ Studierende sondern als „Chance für alle“ verstanden werden. Gut vorbereitete und leistungsstarke Studierende benötigen häufig nur kurze Rückmeldungen und Hinweise, während leistungsschwächere Studierende nun intensiver unterstützt und beraten werden können. Sie schwimmen nun nicht mehr unentdeckt in der Masse mit. Es geht also in erster Linie darum, wie mit Homogenisierung umgegangen wird.

Es versteht sich von selbst, dass die Übungen mit der Vorlesung gut abgestimmt sein müssen und wiederum zielgerichtet auf die Klausur vorbereiten sollen. Die Übungsaufgaben dürfen sich nicht allzu sehr von den Klausuraufgaben unterscheiden, sondern müssen auf diese konstruktiv ausgerichtet sein. Das was gelernt wird und das was geprüft wird, müssen konkordant sein. Diese Bedingung wird häufig auch im Zusammenhang des auf John Biggs (2011) zurückgehenden „Constructive Alignment“ (konstruktive Ausrichtung) der Lehre genannt.

Die Lehrmaterialien müssen dahingehend vollständig und zugänglich sein, dass sich alle Studierenden auf die Übung auch selbständig vorbereiten können. Sollen während der Übung noch nicht bearbeitete Aufgaben gemeinsam erarbeitet werden, so müssen die Lehrmaterialien dafür auch geeignet vorliegen. Dies erfordert in aller Regel ein Skript oder einen ausführlichen ausdrucksfähigen Foliensatz. Schließlich gewährleistet das Zusenden von vollständigen und wirklich ausführlichen Musterlösungen, dass alle Studierenden letztlich Zugang zur gleichen Information haben. Niemand soll etwas durch das Konzept „verpassen“.

### Fazit

Nach mehreren Jahren im Fach Statistik im Einsatz hat sich dieses Konzept nach meinen Erfahrungen gut bewährt. Es stößt auf allgemein hohe Akzeptanz und führt zu beachtlichen Bearbeitungsgraden (i. d. R. 70–90 %) und hohen Teilnahmequoten zu 1. Prüfungsterminen (80 % und mehr), sofern mehrere Prüfungstermine angeboten werden. Selbstverständlich gibt es immer auch einen kleineren Teil von Studierenden mit ablehnender Haltung – wie es bei jedem Lehrkonzept der Fall sein dürfte.

Letztlich ausschlaggebend sind dann aber, wie sich häufig zeigt, die individuellen Geschicke einzelner Lehrender in ihrer Gratwanderung zwischen Kontrolle, Unterstützung und Motivation der Lernenden.

### Literatur

Biggs, John and Tang Catherine (2011): Teaching for Quality Learning at University; McGraw-Hill and Open University Press.

Görts, Wim (2011): Tutoreinsatz und Tutorenausbildung: Studierende als Tutoren, Übungsleiter, Mentoren, Trainer, Begleiter und Coaches – Analysen und Anleitung für die Praxis; UVW Univ.-Verl. Weblar.

Tyler, Ralph W. (1949): Basic principles of curriculum and instruction; The University of Chicago Press.

## Praktische Erfahrungen eines ganzheitlichen Blended-Learning-Konzepts für den Einstieg in das Ingenieurstudium im Fach Mathematik an der Fakultät für Technik der Hochschule Pforzheim

Dr. Ralph Hofrichter, Diplom-Mathematiker, Akademischer Mitarbeiter der Fakultät für Technik, Hochschule Pforzheim, Tiefenbronner Straße 65, 75175 Pforzheim  
ralph.hofrichter@hs-pforzheim.de

### Zusammenfassung

Die Hochschule Pforzheim entwickelt seit dem WS12/13 ein ganzheitliches Konzept für die Studieneingangsphase der Ingenieurstudiengänge im Fach Mathematik. Bestandteile sind ein auf freiwilliger Basis angebotener Vorkurs, der seit dem WS12/13 durch E-Learning-Einheiten unterstützt wird, ein ab dem WS13/14 verbindlicher elektronischer Eingangstest und ein Angebot der semesterbegleitenden Grundlagenmathematik-Auffrischung seit dem Sommersemester 2013, welches die schon länger bestehenden vorlesungsbegleitenden studentischen Tutorien ergänzt.

### Blended-Learning-Vorkurs Mathematik

Bereits mit der Immatrikulationsbescheinigung erhalten die Studienanfänger den Zugriff auf den E-Learning-Vorkurs Mathematik und bekommen die Einladung für den Präsenz-Vorkurs.

Der Mathe-Präsenzkurs hat eine Dauer von 6 Tagen mit insgesamt 23 Unterrichtsstunden in der Woche vor dem regulären Studienbeginn.

Es erfolgt ein lernzielorientierter Unterricht (curriculare Didaktik), welcher dem begleitenden E-Learning-Kurs folgt. Es wird darauf geachtet, dass nur so wenig wie nötig Frontalunterricht stattfindet. Durch das Unterrichtsgespräch werden immer wieder die vorhandenen Kenntnisse der Studienanfänger abgerufen bzw. überprüft.

Der Lernstoff wird häufig durch Übungsaufgaben in den Lektionen des E-Learning-Kurses angereichert und die selbständige Bearbeitung durch die Teilnehmer allein oder in Gruppen gefördert. Der Präsenz- und der E-Learning-Kurs haben einen gemeinsamen Aufbau. Die Online-Selbsttests werden im Präsenzkurs nicht vollständig bearbeitet. Der Kursabschnitt „Lineare Algebra und Geometrie“ ist noch nicht im E-Learning-Kurs implementiert.

Erfahrungsgemäß nehmen etwa 30 % eines Studienganges an den kostenlos angebotenen Mathe-Präsenz-Vorkursen teil.

Eine Befragung der am Blended-Learning-Vorkurs teilnehmenden Studenten ergab bisher folgende Bewertungen (Skala: 1-trifft zu bis 4-trifft nicht zu):

- Der Mathe-Vorkurs hat meine Erwartungen erfüllt: 1,2
- Der E-Learning-Kurs hat mein Wissen vertieft: 1,8
- Der E-Learning-Kurs hat mir geholfen, meinen Wissensstand zu überprüfen: 1,5

### Elektronischer Eingangstest Mathematik

Der Eingangstest wird von den Studienanfängern in den ersten drei Wochen absolviert. Es handelt sich dabei um einen E-Test, der komplett im Learning-Management-System (LMS) moodle implementiert ist. Es werden 33 Aufgaben aus fünf elementaren Grundlagenbereichen gestellt. Dabei kommen 12 Multiple Choice Fragen und 21 Fragen mit einer direkten Eingabe der Lösung zum Einsatz.

Für die Bearbeitung der Aufgaben stehen 90 Minuten zur Verfügung. Außer einem graphischen CAS-Taschenrechner sind alle gedruckten oder geschriebenen Hilfsmittel (Formelsammlung usw.) erlaubt.

Direkt nach Abgabe aller Fragen eines Bereiches (Aufgabenblocks) erhält der Teilnehmer die Auswertung:

- Grün: Die Erwartungen sind erfüllt.
- Gelb: Es sind Unsicherheiten und Wissenslücken erkennbar.
- Rot: Eine Beschäftigung mit den Grundlagen ist unerlässlich.

Alle Studierende, die in einem oder mehreren Aufgabenblöcken „Rot“ sehen, müssen ein Beratungsgespräch beim Studiengangleiter absolvieren. Der Abschluss einer verbindlichen persönlichen Studienvereinbarung mit dem Ziel, die Schwächen in Mathematik zu beseitigen, wird angeboten.

Der Test setzt sich wie folgt zusammen:

• Rechenaufgaben mit Klammern	7 Aufgaben	(Grün > 90 %, Rot <50 % richtig)
• Bruchrechnung	4 Aufgaben	(Grün > 90 %, Rot <50 % richtig)
• Elementare Rechengesetze	12 Aufgaben	(Grün > 90 %, Rot <50 % richtig)
• Lin. Gleichungen/lin. Gl.systeme	4 Aufgaben	(Grün > 80 %, Rot <40 % richtig)
• Funktionen	6 Aufgaben	(Grün > 80 %, Rot <40 % richtig)

Der Test ist im LMS moodle implementiert. Jede Aufgabe wird zur Laufzeit zufällig aus einem Aufgabenpool ausgewählt. Bei Multiple-Choice-Aufgaben werden die Antworten von moodle zufällig angeordnet. Nach Abschluss von jedem der fünf Testbereiche erhält der Teilnehmer sofort die Auswertung.

Da der Test erstmalig im Wintersemester 2013/14 durchgeführt wird, sind konkrete Ergebnisse erst im Oktober verfügbar und werden zum Kolloquium vorgestellt.

### Semesterbegleitende Mathe-Grundlagen-Auffrischung

Im Sommer-Semester 2013 hat die semesterbegleitende Mathe-Grundlagen-Auffrischung das erste Mal auf freiwilliger Basis stattgefunden. An 7 Terminen haben im Schnitt 12 Studierende teilgenommen. Ab dem Wintersemester 2013/14 wird die Teilnahme für diejenigen Studenten Pflicht, die den Eingangstest nicht bestanden haben.

Die Präsenzveranstaltung ist so konzipiert, dass die teilnehmenden Studenten sich in kleinen Arbeitsgruppen mit selbstgewählten Aufgaben beschäftigen (in Anlehnung an die Ideen der „Neueren kommunikativen Didaktik“). Die Lehrperson ist während der Zeit bei Fragen als Ansprechpartner vor Ort. Zu 23 Aufgabenfeldern sind in moodle mehr als insgesamt 1000 Aufgaben mit Lösungen als pdf-Datei abrufbar.

### Vorlesungsbegleitende studentische Tutorien

Die vorlesungsbegleitenden studentischen Tutorien zu den Mathematik-I- und II-Vorlesungen sind nicht neu. Sie sind aber ein Bestandteil des Gesamtkonzepts eines erfolgreichen Übergangs von der Schule zur Hochschule.

Die Tutoren erhalten Aufgaben und Hinweise für den zu übenden Stoff von den Vorlesenden. Für den Ablauf der Tutorien sind die Tutoren selbstverantwortlich.

Zwischen den Tutoren und der Lehrkraft für die semesterbegleitende Mathe-Grundlagen-Auffrischung besteht ein Informationsaustausch.

### Ausblick

Mittelfristiges Ziel ist die signifikante Senkung der Zahl der Studienabbrüche, die auf Probleme mit den Fächern Mathematik und Physik zurückzuführen sind. Bisher konzentrierten sich die Anstrengungen auf die Mathematik. Ab dem Wintersemester 2013/14 wird der Physik mehr Aufmerksamkeit zuteil. Der Mathe-Vorkurs soll dabei zukünftig zu einem Mathe-Physik-Vorkurs entwickelt werden.

## Studieneingangsphase an der Hochschule Aalen – fachlich fördern und Defizite analysieren

Valentin Nagengast, Miriam Hommel, Axel Löffler; Hochschule Aalen, Grundlagenzentrum  
Valentin.Nagengast@htw-aalen.de; Miriam.Hommel@htw-aalen.de;  
Axel.Loeffler@htw-aalen.de

### Einleitung

Die Heterogenität der Studienanfänger nahm in den letzten Jahren stark zu. Laut Statistischem Bundesamt (vgl. Brugger et al., 2012, S. 6–7) lag 2010 „die Studienberechtigtenquote bei 49 %. Zwischen 2000 und 2010 ist die Studienberechtigtenquote um knapp 12 Prozentpunkte gestiegen. Das bedeutet, dass 2010 jede und jeder Zweite gemessen an den Gleichaltrigen in der Bevölkerung die schulischen Voraussetzungen erfüllte, ein Hochschulstudium in Deutschland aufzunehmen.“ Die steigende Anzahl an möglichen Hochschulzugangsberechtigungen hat eine zunehmende Streuung der Eingangskennntnisse der Erstsemester vor allem in Grundlagenfächern wie Mathematik oder Physik zur Folge, da jede Institution eigene Lehrpläne hat und unterschiedliche Themen behandelt. „Die mangelnden Kenntnisse im Fach Mathematik zu Studienbeginn werden“ laut Curdes et al. (2013, S. 92) „seit Jahren wahrgenommen und in der Fachwelt thematisiert“. Die Angleichung des Niveaus der Studienanfänger in diesen Fächern stellt somit eine besondere Herausforderung für die Hochschulen dar.

Seit November 2011 existiert innerhalb der Hochschule Aalen eine Anlaufstelle für Studienanfänger, die diesen den fachlichen Studieneinstieg erleichtern soll – das Grundlagenzentrum (GLZ). Es ist durch das gemeinsame Bund-Länderprogramm „Qualitätspakt Lehre“ gefördert.

Beim Übergang Schule/Hochschule handelt es sich um ein komplexes Problemfeld, dem sich das Grundlagenzentrum durch ineinandergreifende Fördermaßnahmen stellt. Grundgedanke ist, die Abbrecherquote (Drop-Out-Rate) zu reduzieren, die insbesondere aufgrund von Defiziten der Studierenden im Bereich der Mathematik und mathematikintensiver Grundlagenfächer (beispielsweise MINT-Bereich und Quantitative Methoden in den Wirtschaftswissenschaften) entsteht.

Die entwickelten Fördermaßnahmen umfassen mathematische Vorkurse, fachlich hochwertige Tutorien, offene Sprechstunden sowie Pilotversuche, z. B. zum Thema „kontinuierliches Lernen“. Um eine hohe Wirksamkeit dieser Fördermaßnahmen zu erzielen, sollen zunächst bestehende Defizite erfasst und analysiert werden. Hierzu wird eine umfassende Erhebung

sowohl soziodemographischer Daten als auch fachlicher Kompetenzen durchgeführt. Ziel ist, mit Hilfe dieser umfassenden, kontinuierlichen Messreihe den Lernfortschritt einzelner Studierender über mehrere Semester zu verfolgen. Des Weiteren können auf diese Weise Korrelationen zwischen verschiedenen Faktoren, wie z. B. dem Bildungshintergrund der Studierenden, ihrer Selbstwahrnehmung, ihrer Teilnahme an den Maßnahmen und ihren tatsächlichen Kenntnissen bei Studienbeginn, bestimmt werden und die Veränderung dieser Faktoren und ihrer Korrelationen mit spezifischen Fördermaßnahmen über die Zeit analysiert werden. Langfristig, über die gesamte Projektlaufzeit, soll mit Hilfe der Datenreihe festgestellt werden, ob sich die Zusammensetzung der Studierendengruppen, ihre Eingangskennntnisse sowie ihre Lernfortschritte mit der Zeit verändern. Die Analyse von Studienverläufen und Studienerfolg sowie sozialen, regionalen und geschlechtsspezifischen Disparitäten insbesondere an der Schwelle des Hochschulzugangs stellen seit Beginn der Hochschulforschung ein verfolgenswertes Forschungsfeld dar (siehe z. B. Wolter, 2011, S. 125).

Im Folgenden werden zunächst die entwickelten und erprobten Fördermaßnahmen beschrieben. Anschließend erfolgt eine Darstellung der durchgeführten wissenschaftlichen Begleitung, die neben Erläuterungen zur datenschutzrechtlichen Absicherung eine Beschreibung der erfassten Daten und Testverfahren enthält. Im Anschluss daran werden erste statistische Auswertungen der bisherigen Datenreihe vorgestellt und analysiert. Am Ende erfolgt ein Ausblick auf die in Zukunft geplanten Arbeiten des Grundlagenzentrums der Hochschule Aalen.

### Vorstellung der einzelnen Fördermaßnahmen

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Fördermaßnahmen vorgestellt. Die Maßnahmen sind dabei nicht als separate Bausteine zu sehen. Ihre Stärke liegt vielmehr in der Kombination der Einzelmaßnahmen, durch die den Studierenden eine kontinuierliche Begleitung in den ersten Semestern ihres Studiums geboten wird.

#### Vorkurse

Das Grundlagenzentrum konzipiert, organisiert und führt die zentralen mathematischen Vorkurse der Hochschule Aalen durch. Die Vorkurse werden jeweils vor Beginn des Vorlesungszeitraums im Sommer- und Wintersemester angeboten. Bis einschließlich Sommersemester 2013 dauerten die Vorkurse zwei Wochen. Ab dem Wintersemester 2013/14 wurden sie auf drei Wochen erweitert.

#### Aufbau und inhaltliche Gestaltung

Eine Übersicht über den Aufbau und die inhaltliche Gestaltung der Kurse zeigt Abbildung 1. Der Vorkurs wird aufgeteilt in einen einwöchigen Grundkurs, zwei parallel laufende einwöchige Brückenkurse „Höhere Mathematik mit physikalischen Anwendungen“ (HM) und „Quantitative Methoden“ (QM) sowie eine Vertiefung der Grundkursinhalte in der dritten Woche. Im Grundkurs, der für alle Studiengänge identisch ist, werden wesentliche Inhalte

der Sekundarstufe I wiederholt. Der Brückenkurs HM richtet sich an Studierende ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge, der Brückenkurs QM ist für Studierende betriebswirtschaftlicher Studiengänge konzipiert. Ziel der Brückenkurse ist die Vermittlung der mathematischen Inhalte der Sekundarstufe II im physikalischen bzw. ökonomischen Anwendungsbezug. Sie dienen als Hinführung zu den mathematischen Grundvorlesungen des ersten Semesters sowie der Vorbereitung auf Erstsemestervorlesungen, die mathematische Inhalte benötigen, die in den Mathematikvorlesungen zum Teil erst später behandelt werden. In der dritten Woche erfolgt die Wiederholung und Vertiefung der Grundkursinhalte. Für einige ausgewählte Studiengänge geschieht dies in Zusammenhang mit einer Einführung in MATLAB. Dieser spezifische Teil wird begleitet von Laborübungen, in denen Aufgaben zu den Themenbereichen aus dem Grundkurs mithilfe von MATLAB gelöst werden. Für die restlichen Studierenden werden in der dritten Woche Tutorien angeboten, in denen komplexe Übungen bearbeitet werden, zu deren Lösung verschiedene mathematische Grundlagen in Kombination angewandt werden müssen.

#### Didaktische Grundkonzeption

Jeder Vorkurstag umfasst einen Vorlesungsteil mit einem Umfang von drei Unterrichtsstunden. Der Vorlesungsteil wird durch Aktivierungsphasen ergänzt, in denen die Studierenden direkt im Anschluss an kleinere Vorlesungsabschnitte deren Inhalte selbstständig auf eine Aufgabe anwenden sollen. Dadurch sollen die Studierenden zur kontinuierlichen Mitarbeit aktiviert werden. Jeweils am Ende des Vorlesungsteils soll von den Studierenden zur Ergebnissicherung des Tages eine vorstrukturierte Formelsammlung ausgefüllt werden.

Im Anschluss an den Vorlesungsblock finden Tutorien mit einem Umfang von drei Unterrichtsstunden statt. In diesen sollen die Vorkursteilnehmer Aufgaben zum Vorlesungsstoff selbst aktiv bearbeiten. Sie erhalten dabei individuelle Unterstützung durch studentische Tutoren.

#### Organisatorische Konzeption

Zusammen mit den Zulassungsunterlagen erhalten die Studierenden ein vom Rektor der Hochschule unterzeichnetes Informationsschreiben zu den Vorkursen, in dem die Teilnahme dringend empfohlen wird. Auf diese Weise werden alle Studienanfänger erreicht und hohe Teilnahmequoten von über 50 % der Studienanfänger erzielt (vgl. Abschnitt „Statistische Auswertungen“). Die Anmeldung für die Vorkurse geschieht online. Die Gruppeneinteilung erfolgt nach Studiengängen, so dass die Studierenden schon vor dem eigentlichen Studienbeginn ihre Kommilitonen kennenlernen und Lerngruppen bilden können, die zum Teil auch während des Studiums Bestand haben. In den Vorlesungen haben die Gruppen eine Stärke von ca. 50 Teilnehmern, in den Tutorien wird ein Tutor pro 20–25 Vorkursteilnehmer bereitgestellt.

#### Fachlich hochwertige Tutorien

Um die Studierenden in den ersten beiden Semestern weiter zu unterstützen und zu begleiten, führen die Mitarbeiter des GLZ pro Semester für jeden Studiengang ein Tutorium in den Fächern Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Physik oder Technische Mechanik durch. Die Tutoriumsform wird nach Vorgabe der Dozenten umgesetzt, wobei das aktive Üben der Studierenden mit individueller Hilfestellung empfohlen wird. Außerdem sollen im Rahmen dieser Tutorien studentische Tutoren angeleitet und geschult werden, so dass ein Multiplikatoreffekt entsteht.

#### Offene Sprechstunden

Zur fachlichen Betreuung von Studierenden im Grundstudium, die aufgrund der Heterogenität des Bildungshintergrundes besondere Unterstützung benötigen, werden vom GLZ ergänzend zum Tutoriums- und Vorkursangebot offene Sprechstunden angeboten. In diesen individuellen Terminen werden Studierende in den ersten zwei Semestern bei gezielten fachlichen Verständnisfragen in den Grundlagenfächern Mathematik, Physik, Technische Mechanik sowie bei der Lösung von Aufgaben individuell beraten und unterstützt. Es hat sich gezeigt, dass das Angebot bislang von eher wenigen Studenten genutzt wird, von diesen allerdings oftmals regelmäßig (z. B. einmal pro Woche).

#### Pilotversuche

Ein Ziel des GLZ ist es, bestehende Lehrkonzepte zu erweitern und somit eine Verbesserung der Qualität in der Lehre zu erzielen. Hierfür werden u. a. Pilotversuche innerhalb der Hochschule durchgeführt.

Abb. 1: Aufbau und inhaltliche Gestaltung der zentralen Vorkurse an der Hochschule Aalen

Erste Woche	Grundkurs Mathematische Grundlagen der Sekundarstufe 1	
	Mathematische Grundgesetze; Potenzen/Wurzeln/Logarithmen; Gleichungen/Ungleichungen; Geometrie/Trigonometrie; Grundlagen Funktionen	
Zweite Woche	Brückenkurse Mathematik der Sekundarstufe 2 im Anwendungsbezug	
	Höhere Mathematik für ingenieurtechnische Studiengänge: Physikalische Grundlagen; Vektorrechnung; Grundlagen Differenzial- und Integralrechnung; Matrizenrechnung; Lineare Gleichungen	Quantitative Methoden für betriebswirtschaftliche Studiengänge Zinsrechnung; ökonomische Funktionen; Grundlagen Marginalanalyse I und II; Matrizenrechnung; Lineare Gleichungen
Dritte Woche ab (WS 2013/14)	Vertiefung des Grundkurses	
	Einführung in MATLAB mit Laborübungen	Tutorien mit komplexen Übungen zur Anwendung aller mathematischen Grundlagen

Ein solcher Pilotversuch zum Thema „Kontinuierliches Lernen“ wurde erstmals im Wintersemester 2012/13 in einem vom GLZ betreuten Mathematik-Tutorium im zweiten Semester durchgeführt. Im Rahmen dieses Pilotversuchs wurden im Tutorium neben dem aktiven Üben von Aufgaben auch 10 Kurztests à 20 Minuten durchgeführt. Es mussten mindestens 50 % der Punkte erreicht werden, um zur Klausur am Semesterende zugelassen zu werden. Die Durchführung der Tests als Zulassungsvoraussetzung zur Klausur wurde durch Beschluss des Prüfungsausschusses in der Studien- und Prüfungsordnung verankert. Mithilfe der Tests sollten die Studierenden zum kontinuierlichen Arbeiten während des Semesters angeleitet werden. Die Anzahl der erreichten Punkte und den prozentualen Stand – bezogen auf die zur Zulassung benötigte Punktzahl – konnten die Studierenden durchgehend bei der betreuenden Mitarbeiterin einsehen. Auch eine individuelle Einsichtnahme in die Tests war jederzeit möglich. Auf diese Weise erhielten die Studierenden ein direktes Feedback zur Lernzielkontrolle, das es ihnen ermöglichte, frühzeitig eigene Defizite zu erkennen und diese gezielt zu beheben. Die Klausurergebnisse im Wintersemester 2012/13 und im Sommersemester 2013 waren deutlich besser als in den vorherigen Semestern. Insbesondere die Durchfallquote konnte auf jeweils 5 % gesenkt werden.

### Darstellung der wissenschaftlichen Begleitung

In der Einleitung wurde bereits unsere Auffassung dargelegt, dass nur wenn bestehende Probleme im Detail bekannt sind, geeignete Maßnahmen ergriffen werden können, um diesen entgegenzuwirken. Vor dem Hintergrund der Heterogenität der Kenntnisse der Studierenden bei Studienbeginn ist somit zunächst eine vertiefte Analyse der fachlichen Kompetenzen der Studierenden notwendig.

Um sowohl eine umfassende Analyse der fachlichen Fähigkeiten der Studierenden durchzuführen als auch die Maßnahmen des Grundlagenzentrums zu evaluieren und damit die Möglichkeit zu schaffen, Konzepte anzupassen bzw. weiterzuentwickeln, durch die die Qualität der Lehre nachhaltig verbessert werden kann, ist eine umfassende Datenerhebung erforderlich.

Zur kontinuierlichen Verfolgung des individuellen Lernfortschritts der Studierenden sind personenbezogene Daten zu erheben sowie aus dem Hochschulinformationssystem (HIS) abzufragen (z. B. Geschlecht, Art, Ort und Note der Hochschulzugangsberechtigung). Außerdem sollen zur Erfassung des Studienerfolgs Klausurnoten in den Grundlagenfächern in den ersten beiden Semestern sowie die benötigte Zeit zum Erreichen der Bachelor-Vorprüfung erhoben werden.

Somit sind Belange des Datenschutzes betroffen und es muss die schriftliche Einwilligung der Studierenden in die Verarbeitung Ihrer erforderlichen personenbezogenen Daten eingeholt werden. Aus diesem Grund war die Festlegung eines Datenerhebungsprozesses unter Mitarbeit und in enger Abstimmung mit der Zentralen Datenschutzstelle der baden-württembergischen Hochschulen ZENDAS erforderlich. Im Rahmen dieser Prozessdefinition wurde eine Datenschutzerklärung zur Einwilligung der Studierenden in die Datenerhebung

und -evaluation erarbeitet, die die Studierenden im Rahmen der Vorkurse, Tutorien oder Sprechstunden unterschreiben sollen, damit ihre personenbezogenen Daten abgefragt und gespeichert werden dürfen.

Für die Erfassung der Eingangskennnisse der Studienanfänger sowie der Entwicklung ihrer Kenntnisse im Laufe des Vorkurses wurde ein umfassendes Testkonzept entwickelt. Dieses umfasst sowohl für den Grundkurs als auch für die beiden Brückenkurse jeweils einen Pre-, einen Post- und einen Follow-Up-Test, die jeweils die Themen des entsprechenden Kurses abdecken. Der Pre-Test wird am ersten Tag des entsprechenden Kurses, der Post-Test an dessen Ende und der Follow-Up-Test ca. vier Wochen nach Abschluss des Kurses durchgeführt. Um eine hohe Vergleichbarkeit der Testergebnisse und damit der Entwicklung der Kenntnisse der Studierenden erreichen zu können, wurde bei der Konzeption der Tests darauf geachtet, dass sie hinsichtlich Struktur und Punkteverteilung eine hohe Ähnlichkeit aufweisen. Im Grundkurs wurden die Tests im Wintersemester 2012/13 erstmals durchgeführt, in den Brückenkursen wurde mit der Durchführung im Sommersemester 2013 begonnen.

Um einen Vergleich zwischen den tatsächlichen Kenntnissen der Studierenden und der Einschätzung ihrer Kenntnisse in den einzelnen Themenbereichen herstellen zu können, sollten die Studierenden vor jedem Test ihren Leistungsstand in den einzelnen Themengebieten einschätzen. Dies wurde vor allem durchgeführt, da die exakte Selbsteinschätzung des eigenen Leistungsniveaus laut Hattie (2009) von verschiedenen Faktoren den stärksten Einfluss auf das Erzielen großer Lernfortschritte hat.

Um einen Zusammenhang zwischen der Teilnahmehäufigkeit an den einzelnen Maßnahmen und den Test- bzw. Klausurergebnissen feststellen zu können, werden sowohl in den Vorkursen als auch in den semesterbegleitenden Tutorien Anwesenheitslisten geführt.

### Statistische Auswertungen

In diesem Abschnitt werden einige Ergebnisse der Auswertungen der bisherigen Datenreihe vorgestellt. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Zahl der Studienanfänger in Bachelorstudiengängen an der Hochschule Aalen, der Teilnehmerzahl an den Vorkursen und der Zahl Studierender, die die Datenschutzerklärung unterschrieben haben. Im WS 2012/13 haben somit 53 % der Bachelor-Studienanfänger an den Vorkursen teilgenommen, im SS 2013 47 %. Die Anzahl unterschriebener Datenschutzerklärungen liegt über der Anzahl der Vorkursteilnehmer, da zu ersterer auch die Datenschutzerklärungen zählen, die in den vom GLZ durchgeführten Tutorien während des Semesters unterschrieben wurden. Die Anzahl der Studierenden, die an den einzelnen Tests teilgenommen haben, können Tabelle 2 entnommen werden. In

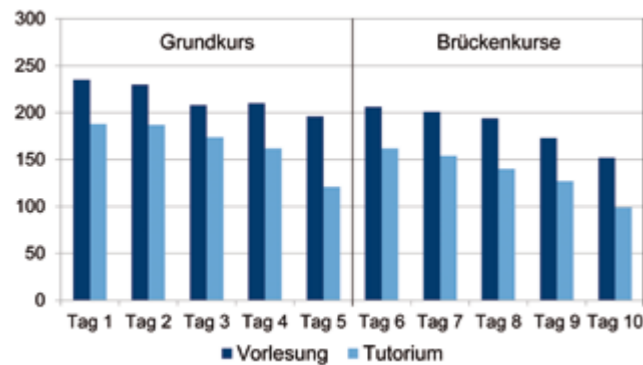
Tab. 1: Anfängerzahlen und Vorkursteilnehmer an der Hochschule Aalen

	WS 2012/13	SS 2013
Studienanfänger Bachelorstudiengänge	1133	524
Vorkursteilnehmer	604	246
Datenschutzerklärung unterschrieben	716	329

Tab. 2: Zahl der Studierenden, die an den entsprechenden Tests in den verschiedenen Vorkursen teilgenommen haben (GK: Grundkurs, HM: Brückenkurs „Höhere Mathematik“, QM: Brückenkurs „Quantitative Methoden“).

Semester und Kurs		Pre-Test	Post-Test	Follow-Up-Test	Alle 3 Tests
WS 12/13	GK	555	486	317	170
SS 13	GK	247	209	210	131
SS 13	HM	143	104	129	68
SS 13	QM	68	56	82	39

Abb. 2: Teilnahmeentwicklung an Vorlesung und Tutorium während der Vorkurse im SS 2013.



Der Vergleich der Follow-Up-Test-Ergebnisse der Studierenden, die nicht am Vorkurs teilgenommen haben, mit den Ergebnissen der Vorkursteilnehmer im Pre- bzw. Follow-Up-Test macht deutlich, dass die Vorkursteilnehmer im Follow-Up-Test zwar besser (Grundkurs, Brückenkurs „Quantitative Methoden“) bzw. gleich gut (Brückenkurs „Höhere Mathematik“) abschneiden wie die Nichtteilnehmer, die Nichtteilnehmer erreichen im Follow-Up-Test allerdings in allen drei Kursen bessere Ergebnisse als die Vorkursteilnehmer im Pre-Test. Dies bedeutet, dass die Studierenden, die nicht im Vorkurs waren, aber am Follow-Up-Test teilgenommen haben, zum Zeitpunkt des Follow-Up-Tests bessere Kenntnisse in den abgefragten Gebieten haben als die Vorkursteilnehmer am ersten Vorkurstag. Gründe hierfür können zum einen bessere Eingangskennnisse dieser Studierenden sein, zum anderen kann es aber auch daran liegen, dass die Mathematik-Vorlesungen zum Zeitpunkt

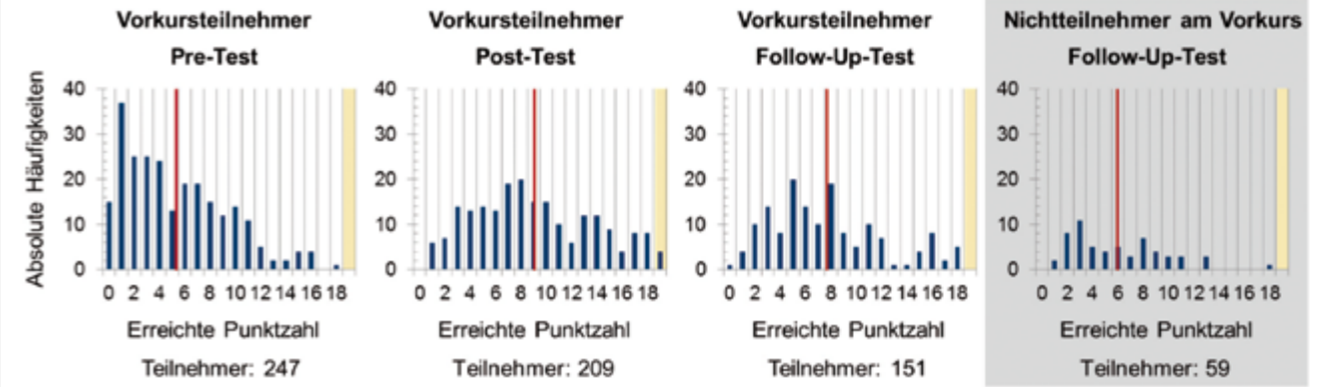
der Spalte „Alle 3 Tests“ steht dabei die Anzahl der Studierenden, die sowohl den Pre- als auch den Post- und den Follow-Up-Test mitgeschrieben haben.

Abbildung 2 zeigt die Teilnehmerzahlen an den einzelnen Vorkurstagen getrennt nach Vorlesung und Tutorium während des Vorkurses im SS 2013. Es wird deutlich, dass je nach Tag ca. 60–85 % der Vorlesungsteilnehmer auch das Tutorium besucht haben. Zum Wochenende hin ist jeweils ein gewisser Rückgang zu verzeichnen.

Abbildung 3 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der erreichten Gesamtpunktzahlen in den Tests zum Grundkurs im SS 2013. Die Maximalpunktzahl lag bei 19 Punkten. Der Follow-Up-Test wurde im Rahmen der Mathematik-Vorlesungen im ersten Semester durchgeführt. Somit liegen auch die Ergebnisse einer Gruppe Studierender vor, die nicht an den Vorkursen teilgenommen haben (grau hinterlegt), welche mit den Ergebnissen der Vorkursteilnehmer verglichen werden können. Tabelle 3, Tabelle 4 und Tabelle 5 enthalten Übersichten über die Teilnehmerzahlen sowie verschiedene Kennzahlen der Tests zum Grundkurs bzw. zu den Brückenkursen „Höhere Mathematik“ und „Quantitative Methoden“.

Die Entwicklung der durchschnittlich erreichten Punktzahlen (vgl. auch rote Linien in Abbildung 3) zeigt in allen drei Kursen einen Lernfortschritt vom Pre- zum Post-Test, was bedeutet, dass die Studierenden sich während des Vorkurses deutlich verbessern. Allerdings haben sie bis zum Follow-Up-Test auch vieles wieder verlernt, so dass der Gesamtdurchschnitt dann wieder abfällt.

Abb. 3: Entwicklung der Häufigkeitsverteilungen der erreichten Gesamtpunktzahlen in den Tests zum Grundkurs im SS 2013. Die Maximalpunktzahl (19 Punkte) ist durch einen orangen Balken gekennzeichnet. Die rote Linie stellt jeweils die durchschnittlich erreichte Punktzahl dar.



des Follow-Up-Tests bereits vier Wochen laufen und darin eine gewisse Auffrischung einiger Themen erfolgte.

Da auch der Lernfortschritt einzelner Studierender interessiert, wurde außerdem analysiert, wie sich die erreichten Punktzahlen der Studierenden, die an allen drei Tests eines Kurses teilgenommen haben, von einem Test zum nächsten entwickelt haben. Hierzu wurde für die einzelnen Studierenden die Differenz der erreichten Gesamtpunktzahlen in jeweils zwei Tests berechnet. Die Häufigkeitsverteilungen dieser Punktedifferenzen für den Grundkurs im SS 2013 zeigt Abbildung 4.

Es wird deutlich, dass sich die meisten der 131 Studierenden vom Pre- zum Post- bzw. zum Follow-Up-Test verbessert haben, vom Post- zum Follow-Up-Test beim Großteil der Studierenden allerdings eine Verschlechterung eintrat. Dies zeigt, dass sich die Ergebnisse der Gesamtgruppe auch im individuellen Fall widerspiegeln. Für die Brückenkurse sehen

Tab. 3: Übersicht über Teilnehmerzahl und verschiedene statistische Kennzahlen bezüglich der erreichten Gesamtpunktzahlen in den Tests zum Grundkurs im SS 2013.

Grundkurs	Pre-Test	Post-Test	Follow-Up-Test	
			Vorkursteilnehmer	Nichtteilnehmer
Teilnehmer	247	209	151	59
Median	4	8	7	5
Mittelwert	5,32	9,10	7,68	6,00
Mittelwert / Maximalpunktzahl (19 Pkt.)	28 %	48 %	40 %	32 %
Standardabweichung	4,06	4,74	4,46	3,67



**Tab. 4: Übersicht über Teilnehmerzahl und verschiedene statistische Kennzahlen bezüglich der erreichten Gesamtpunktzahlen in den Tests zum Brückenkurs „Höhere Mathematik“ im SS 2013.**

Höhere Mathematik	Pre-Test	Post-Test	Follow-Up-Test	
			Vorkursteilnehmer	Nichtteilnehmer
Teilnehmer	143	104	95	34
Median	3	8	7	7
Mittelwert	3,38	8,26	6,85	6,85
Mittelwert/Maximalpunktzahl (15 Pkt.)	23 %	55 %	46 %	46 %
Standardabweichung	2,80	3,49	3,93	3,99

**Tab. 5: Übersicht über Teilnehmerzahl und verschiedene statistische Kennzahlen bezüglich der erreichten Gesamtpunktzahlen in den Tests zum Brückenkurs „Quantitative Methoden“ im SS 2013.**

Quantitative Methoden	Pre-Test	Post-Test	Follow-Up-Test	
			Vorkursteilnehmer	Nichtteilnehmer
Teilnehmer	68	56	54	28
Median	4	11	7,5	6
Mittelwert	4,15	10,39	7,80	5,61
Mittelwert/Maximalpunktzahl (15 Pkt.)	28 %	69 %	52 %	37 %
Standardabweichung	2,83	3,38	3,22	2,85

die Häufigkeitsverteilungen ähnlich aus. Auch hier zeigt sich ein Lernzuwachs vom Pre- zum Post- bzw. Follow-Up-Test, aber eine Degradation im Laufe der Zeit zwischen Post- und Follow-Up-Test.

### Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse der statistischen Auswertungen zeigen, dass die Studierenden zu Beginn der Vorkurse durchschnittlich weniger als 30 % der Fragen zum Mathematikstoff der Sekundarstufe I bzw. II richtig beantworten konnten. Es wurde gezeigt, dass diese Defizite durch die vom GLZ konzipierten und durchgeführten Vorkurse zumindest teilweise behoben werden können.

In einem nächsten Schritt sollen nun die Verknüpfungen der Eingangskennnisse mit den soziodemographischen Daten, wie z. B. der Art der Hochschulzugangsberechtigung, hergestellt werden sowie die Zusammenhänge zwischen der Teilnahme an Vorkurs bzw. Tutorien und den erzielten Klausurergebnissen analysiert werden. Auch der Vergleich der Einschätzung der eigenen Kenntnisse mit den erzielten Testergebnissen in verschiedenen Themenbereichen soll untersucht werden, um herauszufinden, ob die Studierenden sich hinsichtlich ihrer Kenntnisse tatsächlich überschätzen wie es oft vermutet wird.

Mit dem Beginn der umfassenden Datenerhebung hat das Grundlagenzentrum den Grundstein für eine umfassende Analyse der Defizite und des Lernfortschritts der Studierenden gelegt. Außerdem wurde durch die Konzeptionierung und die Durchführung der

ineinandergreifenden Maßnahmen, mit denen den Studierenden der Übergang von der Schule zur Hochschule erleichtert werden soll, begonnen, den bestehenden Problemen entgegenzuwirken. Die weitere Analyse der Datenreihe über die nächsten Semester wird dann zeigen, ob die Maßnahmen greifen oder ob bislang nicht berücksichtigte Defizite auftreten, durch die eine Anpassung der Maßnahmen notwendig wird.

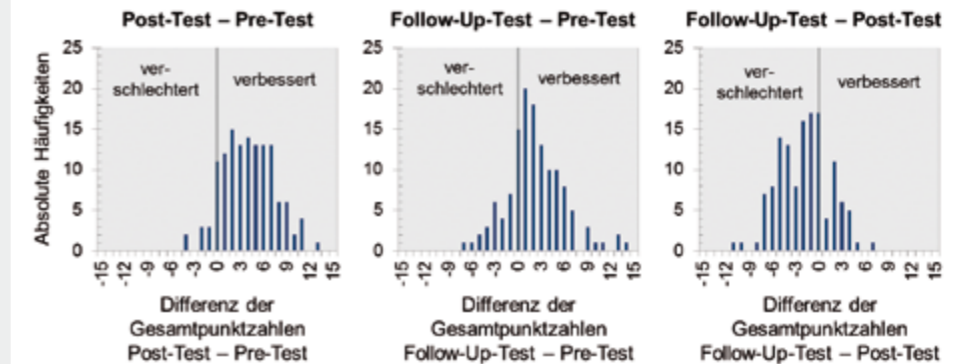
### Danksagung

Das Projekt wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 01PL11015 im Rahmen des „Gemeinsamen Bund-Länder-Programms für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre“ ([www.qualitaetspakt.lehre.de](http://www.qualitaetspakt.lehre.de)) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

### Literatur

- Brugger, P., Threin, M., Wolters, M., 2012. Hochschulen auf einen Blick. In: Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Hochschulen auf einen Blick, Ausgabe 2012, Wiesbaden, [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Hochschulen/BroschBroschuereHochschulen0110010127004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Hochschulen/BroschBroschuereHochschulen0110010127004.pdf?__blob=publicationFile) (Stand 12.09.2013).
- Curdes, B., Schleier, U., Winkler, K.-H., 2013. Mathematische Fähigkeiten zu Studienbeginn. Ein Fachbereich reagiert. Die Neue Hochschule, Heft 3, Jahrgang 2013, S. 92–94.
- Hattie, J., 2009. Visible Learning – A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. Routledge, Abingdon.
- Wolter, A., 2011. Hochschulforschung. In: Reinders, H., Ditton, H., Gräsel, C., Gniewosz, B. (Hrsg.), Empirische Bildungsforschung – Gegenstandsbereiche, 1. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 125–136.

**Abb. 4: Individueller Lernfortschritt der 131 Studierenden, die im SS 2013 an alle drei Grundkurs-Tests teilgenommen haben: Häufigkeitsverteilungen der Punktedifferenzen aus jeweils zwei Tests. Die graue Linie visualisiert eine Differenz von null Punkten, d. h. die Studierenden links davon haben im zweiten Test eine geringere Gesamtpunktzahl erreicht als im ersten und sich somit verschlechtert, diejenigen rechts dieser Linie haben ihre Gesamtpunktzahl vom ersten zum zweiten Test erhöht und sich damit verbessert.**



## Schlüsselqualifikationen praxisnah! BO-RapiD – Handlungsorientierung zwischen Virtualität und Realität

Prof. Dr. paed. Michael Radermacher, Institut für Mathematik- und Technikdidaktik (IMT),  
Fachbereich Technikdidaktik, Hochschule Bochum, michael.radermacher@hs-bochum.de

### Einleitung

Berufsfähigkeit setzt, unabhängig von den fachlichen Qualifikationen, vielfältige überfachliche Kompetenzen wie Selbstständigkeit, Zeitmanagement, Teamfähigkeit, Leistungsbereitschaft, Fremdsprachen oder auch Empathie voraus. Zugleich werden von angehenden Ingenieuren überdurchschnittliche Kommunikations- und Präsentationskompetenzen erwartet. Diese Persönlichkeitsmerkmale, deren Ausprägung und Systematik sich nahezu beliebig erweitern lassen, werden als Soft Skills oder Schlüsselqualifikationen bezeichnet. Die Hochschule Bochum fördert ihre Studierenden auch in diesem Bereich bereits während der Studieneingangsphase in besonderem Maße. So entwickelte das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (Förderkennzeichen 01PL11079) unterstützte Institut für Mathematik- und Technikdidaktik (IMT) gemeinsam mit dem Institut für Zukunftsorientierte Kompetenzentwicklung (IZK, Prof. E. Müller) zum Sommersemester 2013 ein neues Konzept für praxis- und realitätsnahe Schlüsselqualifikationsseminare. Erklärtes Ziel war dabei die Verbesserung der Akzeptanz derartiger Veranstaltungen innerhalb der ingenieurwissenschaftlichen Basisausbildung.

Für die virtuelle Firma „BO-RapiD“ wird dabei der Entstehungsprozess eines individuellen Produktes in modernster 3D-Technik von der Idee bis zur Produktion recherchiert, dokumentiert, kommuniziert, präsentiert und letztendlich sogar realisiert.

### 1. Curricularer Kontext

Innerhalb des Bachelorstudiengangs Informatik müssen alle Studierenden die erfolgreiche Teilnahme an zwei Schlüsselqualifikationsveranstaltungen nachweisen. Im zweiten Kurs, der in diesem Beitrag beschrieben wird, sieht das Modulhandbuch einen Workload von 180 h bei 6 Credits vor. Neben einer Präsenzveranstaltung von 3 SWS werden 126 Stunden Selbststudium vorausgesetzt. Das Modulhandbuch benennt Kompetenzerwartungen wie „Techniken wissenschaftlicher Arbeitsweisen“, „Bewusstsein für Kommunikation“ oder „Fähigkeit, Themen zur Präsentation aufzubereiten und dem Publikum angemessen vorzutragen“. Zudem werden konkrete Inhalte wie „Kreativtechniken“, „Präsentationstechnik“,

„Softwaretools“, „Wissenschaftliches Schreiben“, „Korrekte wissenschaftliche Arbeitsweise bei der Nutzung von Inhalten Dritter“ sowie „Kommunikation im Team oder im Betrieb“ (vgl. [1]) gefordert. Bei einer erwarteten Gruppengröße zwischen 50 und 100 Studierenden (konkret 64 Studierende des 2.–4. Semesters) ist eine authentische, individuelle Auseinandersetzung mit der Thematik sowie die für die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen unverzichtbare Erprobung der angestrebten Kompetenzen und Qualifikationen kaum realisierbar. Weder reichen die räumlichen Gegebenheiten noch die Anzahl sinnvoller Aufgaben aus, derartig große Gruppen effektiv zu fördern. Gemäß des zentralen Anspruchs der wissenschaftlichen Einrichtungen, Studienerfolg und Handlungskompetenz der Studierenden zu fördern, entstand die in der Abbildung 1 in Form eines Posters vorgestellte Veranstaltung.

### 2. Konzepte

Um dem Anspruch „Schlüsselqualifikationen praxisnah!“ gerecht zu werden, wurden verschiedene methodisch-didaktische Ansätze kombiniert. Im Rahmen dieses Artikels ist allerdings weder eine inhaltliche, noch eine methodisch-didaktische Diskussion möglich, sodass an dieser Stelle nur die grundlegenden Paradigmen dargestellt werden.

#### Kompetenzorientierter Ansatz

Der Kompetenzbegriff unterliegt vielfältigen Auslegungen und ist in seiner Relevanz durchaus diskutabel. Die Definition von Weinert: „Dabei versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“ [8, S. 27–28] gibt allerdings einen probaten Rahmen für die geplante Veranstaltung vor. Kompetenzen beinhalten faktisch immer eine individuelle Handlungskomponente und ihre Glaubwürdigkeit korreliert in hohem Maße mit der persönlichen Akzeptanz und Realität der Problemsituation. Die Strukturen und Prozesse der virtuellen Firma BO-RapiD sind authentisch, nachvollziehbar und hochschulintern real abzubilden (vgl. Kapitel 3). Bereits die Lösungsansätze erfordern konkretes, eigen- und gruppenverantwortliches Handeln.

#### Kooperativer Ansatz

Vor- und Nachteile kooperativer Ansätze wurden zum Beispiel von Slavin [7] aufgezeigt, evaluiert und mittlerweile über Jahrzehnte von diversen Autoren in ihrer Wirksamkeit bestätigt. In der Veranstaltung wurden diese Grundprinzipien mit unterschiedlichem methodischem Schwerpunkt umgesetzt. Die Aufgaben der Innovationsteams lassen sich beispielsweise nur kooperativ lösen. Reale Abhängigkeiten ermöglichen die Vermittlung von Selbstwirksamkeitserfahrungen. Stamm- und Expertengruppen greifen ineinander (Jigsaw). Der Einsatz von „Moodle“ als LMS (Lernmanagementsystem) bietet eine standortunabhängige

Abb. 1: Schlüsselqualifikationen praxisnah – Poster



Kommunikationsbasis. Die verpflichtenden Portfolios (vgl. Kapitel 4) dokumentieren den individuellen Prozess.

### 2.3 Rollenspiel

Rollenspiele bieten auch im technischen Umfeld vielfältige Vorteile. Sie erlauben unter anderem die Auseinandersetzung mit kritischen Situationen, ohne in der Realität mit den Konsequenzen leben zu müssen. In Allgemeinbildenden Schulen werden sie als eigenständige Unterrichtsverfahren im Lernbereich Technik eingesetzt [5]. Zum Abschluss der Veranstaltung sollten die Teilnehmenden im Rahmen eines Rollenspiels in einer „Geschäftsleitungskonferenz“ ihre Kenntnisse, Meinungen und Fähigkeiten kreativ darstellen. Über eine freiwillige Zuordnung (Geschäftsleitung, IT-Abteilung, Anbieter, Beobachter) erhielten sie so die Chancen in gelenkte, aber erfahrungs- und interessenbasierte Rollen zu schlüpfen und in ergebnisoffenen Gesprächen ihre Authentizität zu wahren.

### Produktorientierung

Eine Besonderheit zur Steigerung des Realitätsbezugs und der Motivation stellt die Möglichkeit der realen Produktion eines geeigneten, prämierten Produktes auf den hochschulinternen 3D-Druckern sowie der Laserschmelzanlage dar. Während des Professionalisierungsprozesses dient das Produkt darüber hinaus als Identitätsanker der Innovationsteams.

## 3. Aufbau

Die Metapher „Reale Virtualität“ beschreibt plakativ einen mit relativ geringem Aufwand umsetzbaren Kompromiss zwischen der rein theoretischen, für Studienanfänger kaum erfahrungsgeleiteten Lösung von Problemstellungen innerhalb virtueller Firmenszenarien und realen, konsequenzbehafteten Entscheidungen. Als roter Faden zieht sich daher das virtuelle Szenarium der Firma BO-RapiD durch die gesamte Veranstaltung. Alle Recherchen, Bewertungen und Entscheidungen basieren trotzdem auf realen Elementen, mit denen die Studierenden handelnden Kontakt erlangen.

### 3.1 Zentrale Problemstellung

Bereits in den ersten Stunden wird die Problemstellung an die Studierenden herangetragen, ob ein durchgängiger, systematischer Einsatz innovativer 3D-Konstruktions-, Visualisierungs- und generativer Fertigungstechnik für BO-RapiD sinnvoll ist. Ähnlich wie viele Spin-Offs der Hochschule repräsentiert diese Firma einen kleinen Mittelständler, der mechanische Prototypen, Einzelstücke und Modelle fertigt und über strategische Investitionen entscheiden muss. Die Thematik der generischen Fertigung sowie der 3D-Visualisierung ist zukunftsfruchtig und im Innovationskonzept der Hochschule Bochum verankert.

### 3.2 Ablaufsystematik

Entsprechend der in den vorausgegangenen Kapiteln dargestellten Rahmenbedingungen ist ein Großteil der Leistungen im Selbststudium zu erbringen. Um den individuellen Präferenzen der Studierenden entgegen zu kommen, wurden 6 Innovationsteams (ca. 10 Personen) mit freiwilliger Zuordnung gebildet. Jedes Team benannte zunächst je 5 Spezialistengruppen, um Vorerfahrungen zu nutzen und insbesondere die Recherchen effektiver zu gestalten. Zur ortsunabhängigen Kooperation, Dokumentation und Lenkung wurde ein spezieller, intensiv von einer Mitarbeiterin moderierter Moodle-Kurs eingerichtet. In den ersten 3 Wochen stand rund die Hälfte der Präsenzzeit für Vorlesungen zu den theoretischen Grundlagen der Kommunikation, Präsentation etc. zur Verfügung.

Die innovationsteamübergreifenden Spezialisten führten zunächst sowohl web- als auch interviewbasierte Recherchen und Marktanalysen zu aktueller 3D-Hard- und Software durch. In gruppeninternen Präsentationen und Diskussionen einigten sie sich auf eine Vorauswahl, über die abschließend im Plenum per Akklamation abgestimmt wurde.

Da faktisch alle favorisierten Systeme in den Laboren der Hochschule zu finden sind, erhielten die Innovationsteams konkurrierende Aufträge, eine Machbarkeitsstudie für ein Produkt ihrer Wahl (einzige Vorgabe < 5000 mm<sup>3</sup>) anzufertigen. Im Sinne der Grundüberlegungen sollten dabei reale Erfahrungen gesammelt werden. In Absprache mit den involvierten Fachbereichen erhielten die Studierenden die Gelegenheit, Hard- und Software sowie wirtschaftliche Aspekte in kleineren Gruppen (je 3 x 2 Teams, wöchentlicher Wechsel) zu erkunden und anhand selbst entwickelter Kriterienkataloge fundiert zu beurteilen. So wurden die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen einer kleinen Firma ebenso vermittelt,

wie moderne 3D-Konstruktionstechnik oder die Grundlagen generativer Fertigungstechnik. Aufgrund des überschaubaren Aufwands war es nicht schwierig, hochschulinterne Spezialisten für diese Workshops zu gewinnen.

Gegen Ende der Präsenzveranstaltungen präsentierten alle Innovationsteams ihre Produktvorschläge (Solarglobus, Minitool, Universalbesteck, Becherhalter, Würfel, Ringflaschenöffner) mit der Prämisse, das Auditorium von der besonderen Qualität und Brauchbarkeit ihres jeweiligen Produktes zu überzeugen. Aufgrund der Stimmengleichheit wurden zwei Vorschläge (Solarglobus und Becherhalter) für die Produktion auf dem 3D-Metalldrucksystem SLM 125 freigegeben.

Im Zuge der Erfahrungen im Umgang mit den für alle Studierenden zunächst unbekanntesten 3D-Techniken entwickelten sich ausgeprägte Präferenzen für oder auch gegen diese Technologie. Die Simulation einer Geschäftsleitungskonferenz zur zukünftigen Firmenstrategie führte abschließend in Form von Rollenspielen (vgl. Kap. 2.3) zu sehr differenzierten, zum Teil außerordentlich emphatisch geführten Diskussionen und Lösungsansätzen als Antwort auf die Eingangsproblemstellung.

## 4. Anspruch und Realität

Die Veranstaltung „Schlüsselqualifikationen praxisnah“ wurde im Sommersemester 2013 erstmalig realisiert und im Detail (Portfolios und Produktfertigung) noch nicht abschließend evaluiert. Trotzdem ergeben sich bereits heute Zwischenergebnisse, die Erfolge, aber auch Probleme erkennen lassen und in die Planung der Folgeveranstaltung einfließen.

### 4.1 Erwartungen

Unter Berücksichtigung der vergleichsweise hohen Creditierung und Selbststudiumsanteile ergaben sich umfangreiche formale Erwartungen an die Teilnehmenden. Diese Vorgaben wurden frühzeitig wiederholt kommuniziert und als Grundlage für das erfolgreiche Bestehen des Kurses auch detailliert überprüft. Neben aktiver Präsenz in der wöchentlichen Veranstaltung, der eigenständigen, kreativen Mitarbeit, der konstruktiven Gruppenarbeit in Klein- und Großgruppen, einer kontinuierlichen Kooperation und Dokumentation über Moodle und zumindest einer Präsentation, diente die Erstellung eines Portfolios der individuellen Prozess- und Ergebnisdokumentation.

### 4.2 Erfahrungen

Das Setting ermöglichte allen Studierenden die Entwicklung, Vertiefung und Erprobung der geforderten Schlüsselkompetenzen. Die zeitgemäße Thematik bietet einen hohen Anforderungscharakter, führt zu herausragenden, kreativen Beiträgen und individuellen Lösungsansätzen. Die Kombination der professionellen Lerngruppenstrategien mit webbasierten Komponenten förderte die Kommunikation sowohl innerhalb der Studierenden als

auch im Austausch mit den Lehrenden. Das Rollenspiel eröffnete eine Vielzahl faktenorientierter Facetten der ursprünglichen Problemstellung, die ohne entsprechende Erfahrungen nicht realisierbar gewesen wären.

Die Wahlfreiheit bei der Gruppenbildung ergab gewisse, im weiteren Verlauf der Veranstaltung nicht mehr korrigierbare Asymmetrien innerhalb der Innovationsteams. Insbesondere unerwünschte Gruppenprozesse (Team = Toll, ein anderer macht's) führten zu Unmut und subjektiver Überforderung. Insbesondere die Präsentationsergebnisse der ersten Runden entsprachen nicht dem erwarteten Niveau. Teile der Studierenden waren sowohl von der Komplexität der Produktentwicklung als auch von der sinnvollen Gestaltung eines Portfolios überfordert.

Ein entscheidendes Schlüsselproblem derartiger Veranstaltungen liegt allerdings in dem für die noch unerfahrenen Studentinnen und Studenten kaum realisierbaren Verhältnis zwischen Kontaktzeit und Selbststudium. Die eigenständige, selbstverantwortliche Erarbeitung des Themas in einem Umfang von 126 Stunden wurde, allen Selbstorganisationskompetenzerwartungen zum Trotz, nur von einem geringen Teil realisiert. Letztendlich litten dadurch die Dokumentationen, Details und Portfolios. So hat es beispielsweise nur ein Team geschafft, außerhalb der Präsenzzeiten fachlichen Rat bei den involvierten Fachbereichen einzuholen. Der frühe Gruppenbildungsprozess war eher persönlichkeits- als ergebnisorientiert. Die daraus resultierenden Gruppen waren bezüglich ihrer Leistungsbereitschaft, aber auch Leistungsfähigkeit sehr heterogen. Viele Studierende waren mit der freien Wahl des Produktes und damit einhergehend auch mit dem vergleichsweise hohen Komplexitätsgrad einer realen Fertigung überfordert. So sind bis heute noch keine produzierbaren CAD-Daten der Gewinnerprojekte vorgelegt worden.

## Zusammenfassung

Die vorgestellte Veranstaltung „Schlüsselqualifikationen praxisnah!“ ermöglicht die realitätsnahe, fachlich eingebundene Entwicklung individuelle Soft-Skills auf der Basis handlungs- und problemorientierter, kooperativer Handlungsformen. Die als zentrales Ziel benannte höhere Akzeptanz der Schlüsselqualifikationsseminare konnte allerdings noch nicht nachgewiesen werden. Die dargestellten Probleme lassen sich jedoch durch eine signifikante Erhöhung der Präsenzzeiten und eine damit einhergehende Intensivierung der Gruppenbetreuung verringern. Die Vorgabe eines konkreten, in seiner Komplexität beherrschbaren Produktes beschleunigt den Entwicklungsprozess. Die didaktischen Vorteile des individuellen, selbst gestalteten Bauteils wiegen die Frustrationsrisiken aufgrund einer möglichen Selbstüberschätzung nicht auf. Entgegen der ursprünglich erwarteten Fluktuation sind die Gruppen in ihrer Zusammensetzung weitgehend stabil geblieben. Insofern bietet sich eine zukünftige Verkleinerung der Innovationsteams an. Die Konsequenzen der formativen Evaluation werden in einer entsprechend angepassten Veranstaltung im Sommersemester 2014 erprobt.

### Literatur

- [1] Fachbereich Elektrotechnik und Informatik (Hg.) (2012): Modulhandbuch der Bachelorstudiengänge Informatik mit dem Abschluss Bachelor of Science. Online verfügbar unter <http://www.hochschule-bochum.de/fileadmin/media/studienangebot/ordnungen/bachelor/CCE/ModulhandbuchBachelorInformatik.pdf>, zuletzt geprüft am 08.09.2013.
- [2] Radermacher, Michael (2010): Inhalte allgemeinbildenden Technologieunterrichts. Ein praxisgeleitetes, integratives Strukturmodell auf der Basis etablierter Lehrpläne und Standards. Münster, 2010. Hamburg: Kovac (Schriftenreihe Didaktik in Forschung und Praxis, 51).
- [3] Radermacher, Michael: (2013) Praxisorientierte Technikdidaktik. Ein integrativer Ansatz zur Optimierung von Lehr-/Lernprozessen im ingenieurwissenschaftlichen Studium. In: TeachIng-LearnIng.EU discussions Innovationen für die Zukunft der Lehre in den Ingenieurwissenschaften, S. 132–138.
- [4] Sinn, Hansjörg (1990): Empfehlung des VDI zur Integration fachübergreifender Studieninhalte in das Ingenieurstudium. Hg. v. VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V. Online verfügbar unter [www.vdi.de/fileadmin/media/content/hg/21.pdf](http://www.vdi.de/fileadmin/media/content/hg/21.pdf), zuletzt geprüft am 04.01.2013.
- [5] Jeschke, Sabina; Petermann, Marcus; Tekkaya, Erman (2011): Ingenieurwissenschaftliche Ausbildung – ein Streifzug durch Herausforderungen, Methoden und Modellprojekte. Hg. v. Ursula Bach und Sabina Jeschke. TeachING-LearnING.EU. Aachen (Next Generation Engineering Education).
- [6] Schmayl, Winfried; Wilkening (1995): Technikunterricht. Unter Mitarbeit von Fritz, Wolf Bienhaus, Karl Heinz Gebhardt und Walter Kosack. 2., überarb. und erw. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [7] Slavin, Robert E. (op. 1995): Cooperative learning. Theory, research, and practice. 2. Aufl. Boston [etc.]: Allyn and Bacon.
- [8] Weinert, Franz E. (2002): Leistungsmessungen in Schulen. 2., unveränd. Aufl., Dr. nach Typoskript. Weinheim: Beltz-Verl.

## Studentische Lernprozessbegleitung in MINT-Fächern durch „Angeleitete Selbstlerngruppen“ an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe

Bettina Eller-Studzinsky, Miriam Magadi, Katharina Thies, Stefan Vörtler, Hochschule Ostwestfalen-Lippe

### Rahmenbedingungen

Im Rahmen des „Qualitätspakts Lehre“ wird an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe mit den Standorten Lemgo, Detmold und Höxter das Projekt PRAXIS OWL<sup>1</sup> gefördert. Die drei Zielrichtungen des Gesamtprojektes sind die Verbesserung der Studierfähigkeit, die Förderung der Berufsorientierung sowie die Stärkung der Lehrkompetenz. Darunter richten sich die „Angeleiteten Selbstlerngruppen“ als Teilprojekt direkt an die Studierenden zur Entwicklung der Selbstlernkompetenzen.

In den insgesamt über 40 Studiengängen sind kooperative Formate in der Lehre zwar zum Teil bereits vorhanden, in den klassischen Ingenieurwissenschaften überwiegen jedoch instruktive Lehrformen. Um den Paradigmenwechsel vom Wissenstransport durch Lehrende hin zur Wissenskonstruktion durch Lernende anzustoßen, sollten die Potentiale des begleiteten Selbststudiums (Landwehr / Müller 2008) zukünftig stärker in die Lehr- und Lernprozesse mit einbezogen werden. Durch die „Angeleiteten Selbstlerngruppen“ wird auf Seiten der Studierenden bereits im Vorgriff auf grundsätzliche Veränderungsprozesse im Bereich der Lehre auf die Entwicklung selbstgesteuerter und kooperativer Lernformen (Konrad / Traub 2011) hingewirkt.

### Kooperatives Lernen als Katalysator von Selbstlernkompetenzen

In Abgrenzung zu schulischem und berufsschulischem Lernen erfordert das Studium eine stärker selbstbestimmte und selbstgesteuerte Art des Wissenserwerbs, da Zielsetzung und Motivation, Überwachung und Reflexion des Lernprozesses und die daraus resultierende Anpassung der Ziele oder Maßnahmen (Konrad / Traub 2011, S. 7), in viel umfangreichem Maße vom Lernenden selbst übernommen werden muss.

<sup>1</sup> PRAXIS OWL – Praxisorientiertes, innovatives Studieren in Ostwestfalen-Lippe

Die im Workload berücksichtigte Selbststudienleistung lässt sich zum Teil durch kommunikative und kooperative Arbeitsformen erreichen. Es gilt dafür ein optimales Umfeld zu schaffen (Vogel/Woisch 2013, S. 33), wenn auch der Großteil des Selbststudiums am heimischen Arbeitsplatz stattfindet. Besonders für Fachhochschulen wurde aus studentischer Sicht ein hoher Stellenwert der Gruppenarbeit als Faktor dafür festgestellt, die Zeit des Selbststudiums in der Hochschule zu verbringen (ebd., S. 46). Der Heterogenität von „Lerntypen“, die sich beim Studienerfolg als vom Zeitaufwand für das Selbststudium als relativ unabhängig darstellen (Schulmeister et. al. 2011 und 2012, S. 22), kann damit ebenso Rechnung getragen werden.

Kooperatives Lernen beinhaltet per definitionem positive Wechselbeziehungen in der Gruppe zur gemeinsamen Zielerreichung, individuelle Verantwortlichkeit, gegenseitiges Anleiten und Ermutigen in der Face-to-Face-Interaktion, Feedback und das Erlangen von metakognitivem Wissen etwa zum eigenen Lernverhalten, kooperative Kompetenzen mit Strategien zum Entscheidungs- und Konfliktmanagement sowie eine Reflexion der Gruppenprozesse (Konrad/Traub 2010, S. 6). Das Lernen im gegenseitigen Austausch mit dem gleichen Ziel und der individuellen Verpflichtung für das Gelingen eröffnet also eine konstruktive Form der Wissenserarbeitung und –verarbeitung in direkter Kommunikation und Interaktion. Es werden unterschiedliche Standpunkte eingenommen und Problemlösungsstrategien angewendet, neben dem Erkenntnisgewinn wird die Motivation gefördert. Die Reflexion schafft ein Bewusstsein für das eigene Lernen, das über die Gruppenarbeit hinaus auch auf andere Bereiche des Selbststudiums wirkt.

### Das Konzept der „Angeleiteten Selbstlerngruppen“

Zur Unterstützung dieser Form des Selbststudiums wurde im Rahmen des Projekts ein neues Betreuungsformat konzipiert, das die Ideen von Peer-Learning und Lernen im Team (Michaelson 2004) vereint. Bislang werden bei Bedarf Tutorien für Übungen oder Labor-Praktika eingerichtet. Um die neu ausgerichtete Betreuungsform der Lernbegleitung auch begrifflich zu differenzieren und den selbstgesteuerten Lernprozess zu betonen, wurde die Bezeichnung „Lernscout“ in Abgrenzung zum klassischen Tutor eingeführt.

Das neue Konzept beinhaltet zwei Ziele, die fachliche Unterstützung und die Förderung selbstreflexiver Lernprozesse. Somit leistet die Maßnahme sowohl kurzfristig wirksame Lernerfolge mit daraus wachsender Lernmotivation, stößt aber auch längerfristige Veränderungsprozesse im Lernverhalten an. Einerseits soll den Studierenden in Kleingruppen ein begleiteter Rahmen zum Austausch von fachlichen Inhalten geboten werden. Dazu bringen die Lernscouts ihre eigenen Erfahrungen und fachspezifisches Wissen ein und geben der Gruppe Hilfestellungen zu Lösungswegen und zum wissenschaftlichen Arbeiten. Andererseits soll durch Reflexion der Prozesse innerhalb der Gruppe die Studierfähigkeit weiterentwickelt werden. Dazu sind die Lernscouts aufgefordert, Arbeitsabläufe und Konflikte anzusprechen und durch das Einüben kooperativer Arbeitsformen Kompetenzen wie Teamfähigkeit, Selbstorganisation und Zielorientierung zu fördern.

Die eingeforderte aktive Mitarbeit jedes Teilnehmenden bringt die Erfahrung konkreter Lernerfolge und damit erhöhte Lernmotivation. Durch die Bewusstmachung der Eigenverantwortung tragen die Erfahrungen in der Selbstlerngruppe mittelfristig zum Studien-erfolg bei.

### Umsetzung des Konzepts

Der Bedarf an Selbstlerngruppen wird durch den Austausch mit den Studierenden, den Fachschaften, den Mitarbeitenden und Lehrenden bilateral ermittelt. Erwartungsgemäß ist die Nachfrage in besonders lernintensiven technisch-mathematisch ausgerichteten (also MINT-)Fächern hoch.

Die Lernscouts betreuen in regelmäßigen, mit den Stundenplänen der Beteiligten abgestimmten Terminen, Kleingruppen von jeweils 5 bis 6 Studierenden. Dies erlaubt auch mehrere Gruppen parallel in einem Raum zu begleiten, was sowohl der Raum- wie der Terminfindung entgegen kommt.

Ein wichtiges Ziel der in Gruppenarbeit verbrachten Selbststudienzeit ist die Entlastung der Prüfungsvorbereitung durch kontinuierliches Lernen. Hierfür bringen die Studierenden ihre fachbezogenen Fragen in die Diskussionen ein, ergänzt durch Bearbeitung von Übungsaufgaben, Fragenkatalogen oder Probeklausuren der Lehrenden. Idealerweise legt die Gruppe für das gemeinsame Arbeiten Lernziele, Aufgaben und Verbindlichkeiten fest. Durch den Austausch erhalten die Teilnehmenden Rückmeldungen über ihre Wissensstände, Herangehens- und Arbeitsweisen und erreichen eine Wissenserweiterung durch neue Perspektiven und Lösungsansätze. Durch die Begleitung im Lerngeschehen bekommen sie darüber hinaus Hinweise zum Lernverhalten, Tipps und Strategien zur Optimierung des eigenen Lernens. Mittelfristig werden die Teilnehmenden in die Lage versetzt, die in der Gruppe bewusst gemachten Erfahrungen eigenverantwortlich auf andere Fächer und Inhalte zu übertragen.

In der Nacharbeit halten die Lernscouts Teilnahmezahlen sowie Erfahrungen und Beobachtungen für eine Rückkoppelung mit der verantwortlichen Mitarbeiterin fest. Schwierigkeiten oder besondere Vorkommnisse werden in Reflexionsgesprächen aufgegriffen und Handlungsoptionen entwickelt. Darüber hinaus fließen die Rückmeldungen in die Evaluation und Weiterentwicklung des Konzepts ein.

### Qualifizierung der studentischen Lernbegleiter

Die Lernscouts werden in zwei ganztägigen Workshops auf ihre Tätigkeit vorbereitet und durch regelmäßige Gespräche begleitet. Der Schwerpunkt in Workshop I liegt auf einer ausführlichen Rollen- und Aufgabenklärung, denn die herkömmliche Tutorentätigkeit weicht von dem neuen Format der Lernbegleitung erheblich ab. Weitere Inhalte sind die Themenblöcke „Vorteile von Gruppenlernen“, „Lernen und Gedächtnis“, „Lerntypen und

-strategien“ und „Feedback“. Workshop II durchlaufen die Lernscouts, die bereits über erste Betreuungserfahrungen verfügen. Fokus dieser Schulung liegt auf den Themenbereichen „Gruppenphasen und -prozesse“, „Rollen in der Gruppe“ und „Kommunikation“. Bestandteil beider Workshops sind Rollenspiele. Anhand simulierter Szenarien wird ein Umgang mit schwierigen Situationen geübt und gemeinsam Handlungsoptionen erarbeitet. Die in den Workshops angewandten Methoden zur Vermittlung der Schulungsinhalte sind dabei so gewählt, dass sie von den Lernscouts in der eigenen Tätigkeit eingesetzt werden können. Überdies bietet die Schulung einen Rahmen zum Erfahrungsaustausch, was von den Teilnehmenden als hilfreich empfunden wird, da Unsicherheiten angesprochen und Fragen geklärt werden können.

## Herausforderungen

Die Herausforderungen liegen zum einen bei den Beteiligten, also Studierenden, Lernscouts, Lehrenden und der Hochschule als Ganzes, und der konkreten Implementierung, aber auch in der nachhaltigen Weiterentwicklung. Erfahrungsgemäß wird die eigene Leistungsfähigkeit in der Studieneingangsphase häufig überschätzt oder der Arbeitsaufwand für das Fach unterschätzt, so dass die Erfordernis zur Teilnahme an Lerngruppen oftmals nicht gesehen wird. Darüber hinaus ist vielen Studierenden der Umfang des Selbststudiums am Workload nicht bekannt (Schulmeister/Metzger 2011, S.119). Dennoch ist das subjektive Belastungsempfinden hoch, so dass Studierende auf Zusatzangebote eher verzichten. Die Herausforderung besteht darin, den Studierenden die Vorteile der Selbstlerngruppen als Teil ihres Selbststudiums zu vermitteln.

Auf Ebene der Lernscouts stellt sich die Akquise fachlich und persönlich kompetenter Studierender als Herausforderung dar. Verkürzte Regelstudienzeiten, Praxissemester, hoher Zeitaufwand durch ein duales Studium oder Auslandsaufenthalte tragen hierzu ebenso bei wie die Tatsache, dass die Wirtschaft finanziell attraktivere Nebenjobs bietet und an einer Hochschule mit ingenieurwissenschaftlichem Schwerpunkt nur wenige Studierende Interesse an methodisch-didaktischen Tätigkeiten mitbringen.

Den neuen Ansatz des Konzepts den Lehrenden nahe zu bringen und sie für die Idee eines kooperativen Lernens zu begeistern stellt sich ebenfalls als Aufgabe dar. In Zeiten gestiegener Studierendenzahlen wünschen Lehrende sich vielmehr eine konkrete Entlastung durch eine direkte Unterstützung im Fach. Daher gilt es, das Ziel der Verbesserung der Studierfähigkeit und den Mehrwert einer nachhaltigen Wissens- und Kompetenzerweiterung durch begleitendes und begleitetes Selbststudium mit längerfristiger Wirkung transparent zu machen.

Durch das Konzept und seine Umsetzung ist auch die Hochschule als Institution räumlich, organisatorisch und personell vor Herausforderungen gestellt, da die beschriebenen Aspekte nur im hochschulweiten Rahmen strukturell sinnvoll angegangen werden können.

## Evaluation und erste Ergebnisse

Die Evaluation des Teilprojekts erfolgt mit qualitativen und quantitativen Methoden. Zur Beurteilung der Lernscouttätigkeit werden neben Einzelgesprächen und Rückmeldungen auch Gruppendiskussionen herangezogen. Ergänzend finden qualitative Erhebungen in Form von Einzelgesprächen mit den Lehrenden der durch die angeleiteten Selbstlerngruppen begleiteten Module statt. Belastbare Ergebnisse sind jedoch erst im weiteren Maßnahmenverlauf nach mehreren Durchläufen zu erwarten. Erste quantitative Erhebungen bieten indes einen Einblick in den von den Studierenden subjektiv wahrgenommenen Nutzen der eigenen Teilnahme an der Lerngruppe. Die meisten Teilnehmenden gaben an, dass sie mehr gelernt haben, als wenn sie alleine gearbeitet hätten, sich gut auf die Prüfung im entsprechenden Fach vorbereitet fühlen, der Lernaufwand und Zeitdruck vor der Prüfung reduziert war und die Gedanken und Sichtweisen der anderen Gruppenteilnehmer sie weiter gebracht haben. Das Angebot wurde von den Befragten insgesamt als hilfreich und sinnvoll empfunden und die Lernscoutarbeit als sehr gut bewertet.<sup>2</sup>

Als Indikatoren für den Erfolg der Selbstlerngruppen sind zahlreiche aktive Rückmeldungen von Studierenden und Lehrenden zu werten, die zeigen, dass die Maßnahme sich in der Hochschule etabliert. Auch der zahlenmäßige Ausbau im Teilprojekt seit Start der ersten Selbstlerngruppen-Angebote im Wintersemester 2012/13 von zunächst 24 Lernscouts auf etwa die doppelte Anzahl nach einem Jahr spricht dafür.

## Fazit und Ausblick

Studierende sehen sich heute einem schnelleren Wandel gegenüber als in früheren Zeiten: innerhalb der Gesellschaft, bei den Berufsfeldern und in den Anforderungen der konkreten Arbeitsstellen, in den technologischen Möglichkeiten aber auch den Studienanforderungen selbst. Die erforderliche Studierfähigkeit ist bei vielen Studierenden nicht hinreichend ausgeprägt und muss erst im Studium erarbeitet werden. Hier leisten die „Angeleiteten Selbstlerngruppen“ einen Beitrag, der bereits subjektiv empfunden und bestenfalls zukünftig messbar sein wird.

Die Vernetzung des Projekts mit den Fachbereichen und den zentralen Einrichtungen der Hochschule fördert die Akzeptanz. Diese wird bei den Studierenden auch von den beschrittenen Kommunikationswegen abhängig sein. Dabei spielen soziale Netzwerke ebenso eine Rolle wie die persönliche Präsenz und Betreuung durch die Projektverantwortlichen vor Ort. Für den Austausch von Informationen wird teilweise bereits die Lernplattform der Hochschule genutzt. Hier ist zukünftig im Bereich von Blended Learning weiterzudenken und neue Formen und Wege der Gruppenarbeit zu erschließen.

<sup>2</sup> Evaluation der Teilnahme an den „Angeleiteten Selbstlerngruppen“ im Sommersemester 2013, Fragebogen, Gesamtauswertung

Für die Weiterentwicklung des Formats wird außerdem angestrebt, möglichst früh im Studienverlauf die Einrichtung von festen, über verschiedene Module gleichbleibenden Lerngruppen zu fördern und das gemeinsame Lernen und den Austausch zu verankern. Erst Gruppen mit einer gewissen Kontinuität können alle Vorzüge der kooperativen Lernarbeit entfalten, was sich sowohl auf das Gelingen des Studiums als auch auf eine anregende und konstruktive Lehre auswirken kann. Schließlich werden so neben der fachlichen Arbeit überfachliche Kompetenzen vermittelt und gleichzeitig selbst eingeübt.

#### Literatur

Konrad, Klaus und Traub, Silke (2010): Kooperatives Lernen. Theorie und Praxis in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung. Baltmannsweiler.

Konrad, Klaus und Traub, Silke (2011): Selbstgesteuertes Lernen. Grundwissen und Tipps. Baltmannsweiler.

Landwehr, N./Müller, E. (2008): Begleitetes Selbststudium. Didaktische Grundlagen und Umsetzungshilfen. Bern.

Michaelson, Larry K. (2004): Getting Started with Team Learning. [<http://www.med.illinois.edu/facultydev/classroom/interactivemethods/Michaelson.pdf> abgerufen am 28.8.2013]

Schulmeister, R. & Ch. Metzger (Hrsg.) (2011): Die Workload im Bachelor: Zeitbudget und Studierverhalten. Eine empirische Studie. Münster [u. a.]: Waxmann.

Schulmeister, R., Ch. Metzger & T. Martens (2012): Heterogenität und Studienerfolg. Lehrmethoden für Lerner mit unterschiedlichem Lernverhalten. Paderborner Universitätsreden Heft 123. Paderborn.

Vogel, Bernd Vogel und Woisch, Andreas Woisch (2013): Orte des Selbststudiums. Eine empirische Studie zur zeitlichen und räumlichen Organisation des Lernens von Studierenden. (HIS:Forum Hochschule 7/2013)

## Methoden zur diversitätsorientierten Entwicklung der Lehre – Impuls-Feedback und Studienverlaufsanalyse

Christian Soyk, Katharina Roeber, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

### 1. Hintergrund

Diversität in all ihren Facetten bietet hinsichtlich der Planung von Lehre zahlreiche Herausforderungen. Gerade in Studiengängen, die einen hohen Anteil beruflich qualifizierter Studierenden aufweisen, ist entsprechend ausgerichtete Lehre von Bedeutung. Oft kennen Lehrende nicht alle Merkmale der Studierenden wie Vorbildung, Erwartungen an das Studium oder personale und soziale Kompetenzen. Studierenden fehlt gleichzeitig häufig die Möglichkeit, ihre Ressourcen und Bedarfe adäquat zu artikulieren, um eine Kommunikation über diese in Gang zu setzen.

Anlass der Diskussion zu diesem Thema war die Beobachtung einer subjektiv empfundenen und objektiv feststellbaren Tendenz einer Verschlechterung der grundlegenden Verständnisentwicklung in den MINT Fächern der Studiengänge „Drucktechnik“ und „Verpackungstechnik“. Der Anteil beruflich qualifizierter Studierender liegt seit Einführung der Bachelorstudiengänge im Jahr 2008 in der Drucktechnik regelmäßig zwischen 90 und 100 %, in der Verpackungstechnik um die 50 %. Zugleich verfügen diese Studierenden über keinerlei Studiererfahrung. Die bereits erwähnte subjektive Empfindung artikulierten Lehrende der Fächer Mathematik, Physik, Chemie und Informatik und bezogen sich dabei zumeist auf ein mangelndes Verständnis der Studierenden hinsichtlich der Grundprinzipien der einzelnen Fächer. Die Annahmen über mögliche Ursachen sind vielfältig und reichen von unzureichender oder lange zurückliegender Schulbildung über fehlendes Interesse der Studierenden bis hin zu falschen Erwartungen an den Studiengang. Daneben steigt von Jahr zu Jahr die Anzahl der Studierenden, die in den MINT Fächern eine Wiederholungsprüfung absolvieren müssen, während Umfang, Inhalt und Gestaltung der Lehrveranstaltung im Wesentlichen unverändert sind. Dies wirft zusätzlich die Frage auf, ob die angebotene Lehre (noch) zu den Voraussetzungen aber vor allem zu den Bedarfen der Studierenden passt.

Zur Vermeidung von Spekulationen über die Ursachen und zur Förderung eines konstruktiven Prozesses zur Verbesserung beschriebener Situation werden die Studierenden genannter Studiengänge fortan intensiv begleitet. Diese Begleitung basiert auf zwei wesentlichen Bausteinen: einer Studienverlaufsanalyse vom ersten bis zum vierten Fachsemester, die die Entwicklung der Studierenden abbildet sowie dem sogenannten Impuls-Feedback, einer Rückmeldemethode zur Unterstützung einer bedarfsorientierter Entwicklung der Lehre.



Tab. 1: Untersuchungsdimensionen der Studienverlaufsanalyse

Untersuchungsdimensionen	
Eingangsbefragung (T0) 1. Semester	Wiederholungsbefragung (T1, T2, T3) 2., 3. und 4. Semester
Informationsquellen rund um das Studium	
Erwartungen an das Studium	
Einschätzung der eigenen fachlichen Kompetenzen	
Ziele und Prioritäten für das jeweilige Semester	
Zufriedenheit	
Soziodemographische Daten	
Entscheidungsgründe	Beratungsbedarf
Vorbereitung auf das Studium/ die Studienzeit	Lerntransfer, Workload und Prüfungslast

### 2.2 Ergebnisse

Bei den bisher durchgeführten Erhebungen im ersten und zweiten Fachsemester wurden im Studiengang Drucktechnik 12 (T0) bzw. 16 (T1), im Studiengang Verpackungstechnik 10 (T0) bzw. 16 (T1) von jeweils 30 Studierenden befragt. In der Eingangserhebung wurden die Studierenden nach ihren Erwartungen gefragt, in der Wiederholungserhebung danach, ob sich ihre Erwartungen erfüllt hätten. Beide Einschätzungen waren auf einer Skala von 1 = überhaupt nicht erfüllt bis 5 = in sehr hohem Maße erfüllt vorzunehmen.

Abb. 1: Erwartungen der Studierenden des Studiengangs Drucktechnik



In beiden Studiengängen sehen die Studierenden ihre Erwartungen nur mäßig erfüllt. Es wird deutlich, dass seitens der Studierenden im Hinblick auf eine Anwendungs- bzw. Praxisorientierung im Gegensatz zu den tatsächlichen Gegebenheiten im Studium andere Vorstellungen herrschen. In Bezug auf die These, dass Anwendungs- und Praxisbezug das Verständnis in den MINT Fächern fördere, liefern diese Ergebnisse einen Anhaltspunkt für entsprechende Ergebnisse in den Prüfungen.

Die Studienverlaufsanalyse sowie das Impuls-Feedback werden im Rahmen des durch den Qualitätspakt Lehre (BMBF)<sup>1</sup> geförderten Projekts „Studifit – Studieren lernen fürs Leben“ an der HTWK Leipzig realisiert.

## 2. Studienverlaufsanalyse

### 2.1 Methodisches Vorgehen und Untersuchungsdimensionen

Die Studienverlaufsanalyse ist als Längsschnittstudie mit vier Befragungszeitpunkten (T0 bis T3) angelegt und begleitet die Studierenden vom Beginn des ersten bis zum Beginn des vierten Semesters. Dabei werden mittels standardisiertem Fragebogen retrospektiv verschiedene Dimensionen untersucht (vgl. Tab. 1).

Ein weiterer Beleg für die geschilderte Problematik ist die Einschätzung der personalen Kompetenz der Studierenden in Bereichen, die für eine Verständniseentwicklung in den MINT Fächern wichtig erscheinen. Darunter fallen die Fähigkeiten des logischen Denkens und des Umgangs mit komplexen Sachverhalten sowie die Motivation, sich mit mathematischen und naturwissenschaftlichen Sachverhalten auseinanderzusetzen. Beides wurde ebenfalls in der Eingangsbefragung und Wiederholungsbefragung untersucht. Einzuschätzen waren die jeweiligen Fähigkeiten auf einer Skala von 1 = überhaupt nicht bis 5 = in sehr hohem Maße.

Auffällig ist, dass die Studierenden des Studiengangs Drucktechnik ihre Fähigkeiten zum logischen Denken sowie zum Umgang mit komplexen Sachverhalten sehr positiv und stabil einschätzen, wohingegen nur wenig Motivation zur Auseinandersetzung mit mathematischen und naturwissenschaftlichen Problemen vorhanden ist. Für die Studierenden des Studiengangs Verpackungstechnik gilt dies in ähnlicher Weise, allerdings wurden dort nicht dieselben Kategorien zur Einschätzung der relevanten Fähigkeiten verwendet. Für die Entwicklung geeigneter Maßnahmen ist diese Interpretation jedoch ausreichend.

### 2.3 Impuls Feedback

#### 2.3.1 Methodisches Vorgehen und Untersuchungsdimensionen

Das Impuls-Feedback, auch One Minute Paper genannt, ist vom Prinzip her eine Kurzabfrage mittels Handzettel zu einem bestimmten Thema mit bis zu drei offenen Fragestellungen (Angelo & Cross, 1993). Die jeweilige Fragestellung kann sich aus den Ergebnissen eines vorausgegangenen Impuls-Feedbacks oder aus einem aktuellen Anlass ergeben. Zu beachten ist dabei, dass die Fragen klar und einfach gestellt und in kurzer Zeit zu beantworten sind. „Impuls“ ist dabei wörtlich zu verstehen, denn die Studierenden sollen ihrem ersten Empfinden nach antworten. Nachfolgend sind beispielhaft drei aufeinander aufbauende Befragungen dargestellt.

Durchgeführt werden kann dieses Verfahren im Verlaufe einer Lehrveranstaltung, bspw. nach Abschluss eines Themenblocks, oder an deren Ende. Ausschlaggebend ist der Frageimpuls, der die Studierenden zum Reflektieren ihres Lernens und der Lehrveranstaltung anregt. Das Feedback holen die Lehrenden selbst ein und werten es auch aus. In der Erprobungsphase werden sie dabei von Projektmitarbeitern unterstützt.

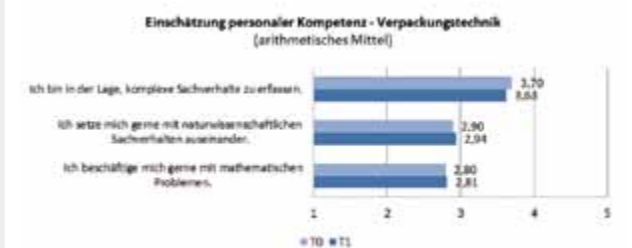
Abb. 2: Erwartungen der Studierenden des Studiengangs Verpackungstechnik



Abb. 3: Komponenten personaler Kompetenz – Selbsteinschätzung der Studierenden des Studiengangs Drucktechnik



Abb. 4: Komponenten personaler Kompetenz – Selbsteinschätzung der Studierenden des Studiengangs Verpackungstechnik



<sup>1</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Qualitätspakt Lehre: [www.qualitaetspakt-lehre.de](http://www.qualitaetspakt-lehre.de)

Tab. 2: Themen und Fragestellungen aufeinander aufbauender Impuls-Feedbacks (Beispiel)

	Thema	Fragestellung
1	Studieneinstieg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gab es Stolpersteine oder unerwartete Schwierigkeiten?</li> <li>• Was lief richtig gut?</li> <li>• Was ist zum jetzigen Zeitpunkt noch unklar?</li> </ul>
2	Herausforderungen im MINT Bereich <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Physik</li> <li>• Chemie</li> <li>• Informatik</li> </ul>	Welche Punkte (Themen, Abläufe, Bedingungen) sind genau, die Dich in den naturwissenschaftlichen Modulen besonders herausfordern?
3	Rückmeldung zum Grundlagenmodul <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Drucktechnik</li> <li>• Grundlagen der Verpackungstechnik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gab es Schwierigkeiten?</li> <li>• Was lief richtig gut?</li> <li>• Was würdest Du Dir wünschen?</li> </ul>

Die Art der Fragestellung sowie die anonyme Rückmeldung führten zu einem Rücklauf von 90–100 %. Der Auswertungsaufwand ist relativ gering. Lehrende können unmittelbar nach ihren Veranstaltungen sehen, wo „der Schuh drückt“ und entsprechend reagieren. Voraussetzung für die Weiterarbeit im Lernprozess ist die gezielte Rückmeldung der Befragungsergebnisse sowie den daraus erwachsenen Erkenntnissen. Dies betont nicht nur den ernsthaften Charakter des Feedbackverfahrens, sondern auch die Wertschätzung der Rückmeldung der Studierenden, was deren Motivation zur weiteren Beteiligung stärkt. Darüber hinaus setzen sich die Studierenden bewusst oder unbewusst mit ihrem eigenen Lernen auseinander.

### 3. Umsetzung der Ergebnisse in diversitätsorientierte Maßnahmen

Als Konsequenz der beschriebenen Ergebnisse und Erkenntnisse wurden bisher in den Fächern Mathematik und Physik konkrete Maßnahmen ergriffen, die die Verständniserweiterung der Studierenden fördern sollen. Die Interventionen erfolgen auf der Mikroebene im Bereich der Aufgabenentwicklung und auf der Makroebene in der Bereitstellung von Unterstützungsangeboten für die Studierenden. Für Lehrende besteht die Möglichkeit, eine Hospitation und ein Auswertungsgespräch in Anspruch zu nehmen.

### 2.3.2 Ergebnisse

Im ersten Impuls-Feedback konnten die Anforderungen der MINT Module als Schwierigkeiten beim Studieneinstieg identifiziert werden. Mit einem weiteren Impuls-Feedback, bei dem die Studierenden angeben sollten, worin genau die Herausforderungen bestanden, wurde direkt Bezug auf die vorangegangene Befragung genommen (vgl. Tab. 2). Die Antworten der Studierenden lieferten konkrete Anhaltspunkte zu den Problemlagen. Speziell bei den Modulen Mathematik und Physik zeigten sich große Schwierigkeiten und entsprechender Handlungsbedarf. Besonders evident waren folgende Aspekte:

- Umgang mit Formeln (40,7 %)
- Tempo der Lehrveranstaltung (29,6 %)
- Stoffdichte (29,6 %)
- abstrakte Darstellung der Inhalte (22,2 %)
- fehlende Vorkenntnisse (14,8 %)
- Strukturierung der Lehrveranstaltung (7,4 %)

### 3.1 Entwicklung anwendungsbezogener Mathematikaufgaben

Studierende des Masterstudiengangs „Druck- und Verpackungstechnik“ der HTWK Leipzig entwickelten auf Praxisbeispiele bezogene Übungsaufgaben. Die Aufgaben greifen Szenarien aus der Druck- und Verpackungstechnik auf. Diese veranschaulichen die Relevanz von MINT Fächern und stellen zugleich den Bezug zu Erfahrungswelten der Mehrheit der Studierenden her. Sie werden im Wintersemester 2013 / 14 erstmals eingesetzt.

### 3.2 Kontinuierliches Tutorien-Angebot

Für die Module Mathematik, Chemie und Physik der Studiengänge Drucktechnik und Verpackungstechnik wurde ein kontinuierliches Tutorien-Angebot etabliert, das sich auf die ersten beiden Fachsemester erstreckt. Die Tutorien ergänzen die jeweiligen Lehrveranstaltungen durch Vertiefung der Lerninhalte sowie gezielte Reflexion von Lernfortschritten. Die Teilnahme ist freiwillig und stellt eine Unterstützungsoption zum Selbststudium dar. Zur Sicherung der Lehrqualität absolvieren die Tutoren eine Schulung zu erwachsenengerechter Methodik und Didaktik und sind so auf ihre Aufgabe, Studierende mit ihren unterschiedlichen Voraussetzungen beim Lernen zu unterstützen, vorbereitet.

### 3.3 Protokollbasierte Lehrbeobachtung im Modul Physik

Im Modul Physik wurden auf Wunsch des verantwortlichen Professors im Rahmen von Hospitationen protokollbasierte Lehrbeobachtungen (Wibbecke, 2013) durchgeführt. In den Auswertungsgesprächen fand eine intensive Auseinandersetzung mit den eigenen Grundhaltungen als Lehrender statt, zum anderen wurden konkrete Veränderungen besprochen und geplant. Folgende Maßnahmen sollen demnach umgesetzt werden:

- Nutzung von Räumlichkeiten, die sich für Interaktion im Seminar eignen;
- mehr Raum für Verständnisfragen und aktive Beteiligung sowie den bewussten Einbezug der Erfahrungswelten der Studierenden;
- gezielte Mischung aus anwendungsbezogenen und abstrakten Seminaraufgaben;
- Einsatz eines E-Tutors im Modul Physik zur Etablierung des E-Learning Angebots

Ein wichtiger Effekt der Lehrbeobachtung ist die Möglichkeit zur Reflexion, die den Lehrenden durch die Auswertungsgespräche ermöglicht werden. Die bisher begleiteten Lehrenden empfanden dies als Mehrwert, da sie „aus ihrem Einzelkämpfertum“ (Zitat eines Lehrenden) herauskamen und in Zusammenarbeit mit den Projektmitarbeitern ihre eigene Lehre aus hochschuldidaktischer Perspektive analysieren konnten. So ergaben sich „allein aus den Gesprächen über die Lehrveranstaltungen Ideen und Lösungen für individuelle

### Beispielaufgabe mit Anwendungsbezug zur Verpackungstechnik:

#### Joghurtbecher

Eine Firma stellt konische, rotationssymmetrische Joghurtbecher her. Der Durchmesser der Grundfläche beträgt 4 cm und der Durchmesser der Deckfläche 5 cm. Der Becher ist 8 cm hoch. Die Wanddicke ist zunächst zu vernachlässigen.

- Zeichnen Sie einen Querschnitt des Joghurtbechers in einem Koordinatensystem mit der y-Achse als Rotationsachse.
- Ermitteln Sie alle 4 Geraden die den Becher beschreiben!
- Ermitteln Sie die Querschnittsfläche des Bechers!
- Ermitteln Sie das Volumen des Bechers, wenn sein Boden 0,2 cm dick ist!  
Die Masse der hergestellten Becher ist normalverteilt mit dem Erwartungswert 5,5 g und der Standardabweichung 0,05g.
- Ermitteln Sie die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Masse eines Bechers um höchstens 0,1 g vom Erwartungswert abweicht.

Geschichten“ (Zitat eines Lehrenden), die wiederum positive Effekte auf die Durchführung von Lehrveranstaltungen haben werden. Die Hospitation durch Projektmitarbeiter kann von allen Lehrenden in Anspruch genommen werden.

#### 4. Fazit und Ausblick

Die bisher aus den Ergebnissen von Studienverlaufsanalyse und Impuls-Feedback abgeleiteten Maßnahmen können als positiv bewertet werden. Es ist gelungen, Rahmenbedingungen zu schaffen, die eine gezielte Förderung der Verständnisentwicklung in den MINT Fächern ermöglichen und dabei die unterschiedlichen Voraussetzungen der Studierenden berücksichtigen. Die einzelnen Interventionen erzeugen sowohl bei Studierenden als auch Lehrenden eine positive Resonanz. Zu erklären ist dies nicht zuletzt damit, dass unmittelbar etwas unternommen wird, um Probleme zu bearbeiten. Einhergehend wird seitens aller Beteiligten die Erfahrung von Wertschätzung der eigenen Anliegen zurückgemeldet. Auf diese Weise gelingt es sukzessive, fachliche und soziale Anforderungen an das Studium miteinander zu verknüpfen und einen konstruktiven Umgang mit nicht oder nur teilweise erfüllten Erwartungen der Studierenden zu etablieren. Dabei hat sich auch bestätigt, dass durch den Einbezug aller Beteiligten – also Studierender und Lehrender – deren gemeinsame Verantwortung für einen gelingenden Lernprozess deutlich wird (Waldherr & Walter 2009). Insgesamt ist eine wichtige Diskussion zur Diversitätsorientierung der Didaktik in den MINT Fächern in Gang gekommen, die sich mit großer Wahrscheinlichkeit auf die zukünftige Entwicklung der Lehre und deren Qualität auswirken wird.

#### Literatur

Angelo, Thomas A.; Cross, K. Patricia (1993): Classroom assessment techniques. A handbook for college teachers. 2nd ed. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Waldherr, Franz; Walter, Claudia (2009): didaktisch und praktisch. Ideen und Methoden für die Hochschullehre. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Wibbecke, Gerald (2013): BEO-LV: Beobachtungsbogen für Lehrveranstaltungen. [www.lehre-beobachten.de](http://www.lehre-beobachten.de) (abgerufen am 11.09.13)

Dipl. Päd. Christian Soyk studierte Erziehungswissenschaften an der Goethe-Universität Frankfurt am Main. Anschließend arbeitete er in der Jugendberufshilfe bei freien Bildungsträgern sowie in der Forschung und Lehre an der Universität Leipzig im Bereich Bildungsberatung und Kompetenzentwicklung. Von 2009 bis 2011 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der HTWK Leipzig für die Begleitung von Modellprojekten in frühpädagogischen Einrichtungen der Stadt Leipzig verantwortlich. Seit 2011 beschäftigt er sich als Koordinator im Projekt „Studifit“ schwerpunktmäßig mit den Themen Hochschuldidaktik, Evaluationsmethoden und Optimierung von Studienverläufen.

Dipl.-Ing. (FH) Katharina Roeber studierte Druck- und Verpackungstechnik an der HTWK Leipzig und schloss 2008 mit Diplom ab. Anschließend war sie als Lehrkraft im Studiengang „Verpackungstechnik“ der HTWK Leipzig tätig, ab 2009 außerdem als Laboringenieurin im Studiengang „Drucktechnik“. Seit Januar 2012 arbeitet sie im Projekt „Studifit“ der HTWK Leipzig als Fachberaterin für die ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge der Fakultäten Medien sowie Maschinenbau & Energietechnik. Ihre Arbeitsschwerpunkte beinhalten die Betreuung von Studienanfängern sowie die Entwicklung der Hochschuldidaktik und der Studienbedingungen in den ersten Fachsemestern an der HTWK Leipzig.

## Institut für Mathematik- und Technikdidaktik – ein neuer Weg für das Lehren und Lernen in angewandten Studiengängen

Michael Radermacher, Mike Scherfner; HS Bochum

### Einleitung

Heterogenität in Bezug auf das Wissen von Studienanfängern – u. a. induziert durch eine Vielzahl an Varianten von Biographien beim Studienzugang – stellt die Hochschulen, insbesondere Fachhochschulen, vor immense Aufgaben im Bereich der Didaktik. Aber gerade die Fachhochschulen haben selten speziell geschultes Personal zur Behandlung der genannten Problematik, da im Mittelbau zu oft zu wenige Stellen vorhanden sind und Lehrende durch das hohe Lehrdeputat wenig Spielraum für ergänzende und interdisziplinäre Veranstaltungen haben.

Es ist ein Fehler zu glauben, dass die Schwierigkeiten lediglich im Bereich der „klassischen“ Problemfächer (wie Mathematik) liegen; problematisch ist für Studentinnen und Studenten beispielsweise allgemein, dass viele Veranstaltungen im Hochschulbetrieb als isoliert wahrgenommen werden – oder gar tatsächlich isoliert von größeren Zusammenhängen gelehrt werden. Oft fehlt auch ein übergreifendes Konzept. Eine Möglichkeit besteht nun darin, beispielsweise die einzelnen Fachbereiche mit mehr Mitarbeitern auszustatten, um Vernetzungen zu realisieren und die Didaktik lokal zu verbessern, was allerdings im Rahmen der aktuellen Haushaltspolitik leider eine Utopie ist. Hier setzt die Idee an, ein übergreifendes Institut zu etablieren, welches sich der erwähnten Aufgaben annimmt.

### Die Idee für ein Institut für Mathematik- und Technikdidaktik (IMT)

Ein wesentlicher Ansatz liegt also in der Schaffung einer fachbereichsübergreifenden Basis, deren Kompetenzträger einen Gesamtüberblick haben und diesen gezielt zur fachbereichsübergreifenden Arbeit nutzen können. Für diese Basis bietet sich ein Kompetenzteam an, das einerseits die Mathematik als zentrales Fach für sehr viele Studiengänge vertritt, welches andererseits aber auch auf den Bereich der Technik spezialisiert ist, da sich hier die verschiedensten Grundlagenbereiche wie Physik, Informatik, Konstruktion etc. vereinen. Dies sogar bis zu fertigen Produkten. Das Team soll neben der fachlichen Kompetenz auch didaktisch geschult sein, um wesentlich bei der Vermittlung der Inhalte unterstützen zu können.

Das zuvor Beschriebene resultiert in der Konsequenz in einem mathematisch-technischen Zentrum mit den folgenden wesentlichen Angebotsmerkmalen: Didaktische Schulungen und Begleitung der Dozierenden, eigenes Einbringen im Bereich der Lehre in Form von Beispielveranstaltungen, inhaltliche Vernetzung von Lehrveranstaltungen (beispielsweise durch ein reales Produkt, zu dessen Erschaffung diverse zu erlernende Fähigkeiten aus verschiedenen Veranstaltungen zusammenfließen), fachbereichsübergreifende Angebote für Studierende zur Erlangung von Prüfungssouveränität, ergänzende im Zentrum vereinte Möglichkeiten zur Visualisierung und zum Erfahren von Technik, uvm. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dadurch keine künstliche Beratungsplattform geschaffen wird, sondern ein tief in den bestehenden Veranstaltungen verhaftetes Element zur Verbesserung der Lehre und des Lernerfolgs.

Ein solches Zentrum existiert an der Hochschule Bochum in der Form des Instituts für Mathematik- und Technikdidaktik.

### Struktur

Ein Institut der beschriebenen Form soll unabhängig von Fachbereichen etabliert werden, um die Interaktion mit und zwischen diesen, aber auch die Institutsangebote an sich, neutral zu realisieren.

Konkret exemplarisch besteht ein solches Institut aus jeweils einem Professor und einem wissenschaftlichen Mitarbeiter für die Mathematik und die Technik (mit der erwähnten Zusatzexpertise im Bereich der Didaktik). Im speziellen Fall müssen im Bereich des Personals die Anforderungen abgebildet werden, sodass (z. B. bei der Verwaltung von Projektgeldern im größeren Rahmen, einer ausgedehnten E-Learning-Basis oder bei einem zusätzlichen Studien-Monitoring zur Qualitätssicherung der Maßnahmen) weitere Mitarbeiter nötig sein können.

Wir weisen darauf hin, dass sich der reale zusätzliche Finanzierungsbedarf für die Mitarbeiter dadurch reduziert, dass die Mitarbeiter des Kompetenzteams nicht nur unterstützen, sondern selbst eigene Veranstaltungen anbieten, die dann auch Pilotcharakter haben. Durch geeignete Besetzung freier Stellen ist ein solches Institut vom Start an auch wesentlicher Bestandteil des regulären Betriebes.

### Allgemeine Angebote und Maßnahmen

Wir wollen nachstehend allgemein zentrale Angebote und Maßnahmen auflisten, die im Falle der Hochschule Bochum realisiert wurden und die uns grundsätzlich als bedeutsames Basisangebot erscheinen:

- Didaktische Sprechstunden, die Kolleginnen und Kollegen nutzen können, um existierende Formate der Lehre und neue Ideen für die Lehre zu diskutieren. Hospitationen existierender Veranstaltungen sollen integraler Bestandteil sein.
- Zusatzveranstaltungen, die schwierigen Stoff aufarbeiten, wie beispielsweise mathematische Themenabende, in denen spezielle Themen in entspannter Atmosphäre neu beleuchtet und behandelt werden.

- Zusammenarbeit mit der psychologischen Studienberatung, um z. B. bei Prüfungsangst zu helfen und die Ursachen dafür zu bekämpfen, die sowohl im fachlichen Bereich, als auch im rein psychologischen Bereich liegen können. Auch vermittelnde Tätigkeit zwischen Studierenden und Prüferinnen und Prüfern.
- Erarbeitung und Realisierung neuer Vorkurskonzepte (speziell im Bereich der Mathematik).
- Entwicklung von Projekten, welche Interdisziplinarität greifbar machen.
- Etablierung einer zentralen Anlaufstelle für Fragen des E-Learning.
- Angebot von Vorträgen von Spezialisten für gewissen Themengebiete, speziell im Bereich der Didaktik.
- Etablierung eines Visualisierungszentrums, auf das die verschiedensten Disziplinen zugreifen können.
- Personenzentrierte Unterstützung von Studierenden bei fachlichen und allgemeinen Fragen des Studiums.
- Koordinierung von Angeboten mit dem Studierendenservice.

Die Liste ließe sich fortführen, wir denken allerdings, dass die Kernideen hier hinreichend genannt wurden.

Wichtig ist bei allen Angeboten, wir wollen es trotz der eigentlichen Selbstverständlichkeit nicht unerwähnt lassen, eine ansprechende und informative Netz-Präsenz, durch welche die Studierenden und Kolleginnen und Kollegen alle benötigten Informationen parat haben. Zu oft geht der Mut zum Hilfesuchen gerade beim Suchen verloren.

### Konkrete Beispiele für Angebote und Maßnahmen

1. Das IMT entwickelte einen Selbsteinstufungstest bzgl. der für den Studienerfolg äußerst relevanten mathematischen Vorkenntnisse. Mit einem neu erdachten Ampelsystem erfolgt die Empfehlung in die Veranstaltungen: Rot – dreiwöchiger Vorkurs, Gelb – zweiwöchiger Vorkurs, Grün – direkter Zugang zu den Vorlesungen des ersten Semesters möglich.

Das Vorkurskonzept orientiert sich an aktuellen Forschungsergebnissen und eigenen Überlegungen. Dabei werden – in enger Absprache mit dem Studierendenservice und den Fachkollegen – spezielle Gegebenheiten berücksichtigt, wie z. B. die Tatsache, dass an der Hochschule Bochum wesentlich zuerst die leistungstärkeren Studierenden immatrikuliert werden. Diese haben dann die Möglichkeit, an einem zweiwöchigen Vorkurs teilzunehmen. Die später immatrikulierten Studierenden können dann an einem dreiwöchigen Vorkurs (nahezu identischer Stoff, allerdings durch die Extra-Woche weniger Stoffdichte) teilnehmen; Die Empfehlung zum passenden Vorkurstyp ist auch an den oben erwähnten Selbsttest gekoppelt.

2. Es wurde eine Vorlesungsreihe mit dem Titel „Mathematische Themenabende“ initiiert. Im Rahmen dieser Vorlesungsreihe werden Themen, in denen die Studierenden Defizite aufweisen, die in anderen mathematischen Lehrveranstaltungen identifiziert wurden, systematisch aufgearbeitet. Die Kurse befassen sich zusätzlich mit mathematischen Themen, die lediglich als „Crashkurse“ in den ingenieurwissenschaftlichen Vorlesungen geliefert werden (Beispiel: Laplace-Transformation). Weiterhin werden auch allgemeinere Themen aufgenommen, die sich beispielsweise mit grundlegenden Regeln zum Aufschreiben von Mathematik befassen, was bereits einen erkennbaren Erfolg in anderen Mathematikveranstaltungen brachte.
3. Neue Konzepte werden im Bereich der Mathematikveranstaltungen eingesetzt, wie z. B. das an der Hochschule Bochum entwickelte Pre- und Postlearning, das u. a. den Erfolg der Wissensvermittlung in den Vorlesungen selbst unterstützt. Gleichfalls wird eine Mathematik-Werkstatt eingeführt, in welcher die Studierenden an (beliebig vielen) Aufgaben mit Computerunterstützung ihre Fähigkeiten trainieren können, welches aber auch Ansprechpartner vor Ort bietet, die mit Stift und Papier ergänzend Hilfestellung geben.
4. Die Praxistauglichkeit von Veranstaltungen mit problem- und kompetenzorientierter Ausrichtung wurde im Rahmen des Bachelorstudiums in der Veranstaltung „Simultaneous Engineering“ überprüft. Mit rund 50 Studierenden werden erste Erfahrungen mit neuen Formaten gewonnen, wobei insbesondere organisatorische Aspekte (Ressourcen, Gruppenbildung, Bewertung etc.) erprobt und optimiert werden. Es etablierten sich stabile professionelle Lerngruppen, die engagiert die gestellte Problemstellung (Entwicklung und Fertigung einer elektrisch angetriebenen Vakuumpumpe) angenommen, analysiert, mit den kooperierenden Fachwissenschaften bearbeitet und in erste Konstruktionen umgesetzt haben.
5. Ein (produktorientiertes) Universaltechnikzentrum (UTZ) wurde aufgebaut. Dieses vereint ein klassisches Praxislabor mit einem 3D Virtualisierungs-, Konstruktions- und Fertigungszentrum. So bietet das UTZ ein optimales Lernfeld für professionelle Lerngruppen, in dem alle Grundlagenfächer und sämtliche Fachbereiche integriert werden.

## Projekt DegTrepE – die Deggendorfer Treppe zum Erfolg

Silke Kreupl (M. A.), operative Projektleitung / wissenschaftliche Mitarbeiterin für Didaktik Projekt DegTrepE  
 Prof. Dr.-Ing. Rudi Marek und Prof. Dr. Peter Ullrich, Professoren an der Fakultät Bauingenieurwesen und Umwelttechnik

Abb. 1: Kunstobjekt inmitten des Campus Deggendorf als Inspiration und Namensgeber für DegTrepE



Das Projekt DegTrepE bündelt Maßnahmen, die heute sowie zukünftig zur Qualität von Studium und Lehre an der Technischen Hochschule Deggendorf beitragen. Diese sollen als Prozess die Studierenden durch ihr Studium begleiten, damit sie, angelehnt an das zentrale Element im Innenhof des Campus (siehe Abb. 1), Stufe für Stufe an fachlicher Qualifikation und persönlicher Reife gewinnen – sie gehen die Deggendorfer Treppe zum Erfolg.

**Ausgangspunkt** bildet eine Bestands- und SWOT-Analyse (engl. Akronym für Strengths, Weaknesses, Opportunities und Threats). Nachdem im ersten Jahrzehnt seit Gründung der Hochschule Deggendorf (im Jahr 1994) günstige Betreuungsverhältnisse eine überdurchschnittliche Studienerfolgsquote bewirkt hatten, bedingte u. a. das schnelle Wachstum der Studierendenzahlen (von 2006 bis 2010 um 40,5 % auf derzeit ca. 4.800) sowie die zunehmende Heterogenität der Studierenden eine Verschlechterung der Betreuungsrelation (Studierende vs. Professoren), speziell in den Ingenieurstudiengängen, und damit ein Abfallen der Studienerfolgsquote.

Basierend auf den Ergebnissen der Analysen wurden Maßnahmen konzipiert, die im Zusammenspiel einen Prozess der Verbesserung anstoßen sowie flächendeckend und nachhaltig die Qualität von Studium und Lehre erhöhen, indem sie an allen Phasen des Studiums, vom Übergang in die Hochschule bis zum Berufseintritt der Absolventen, anknüpfen. Dabei sind die Grenzen zwischen den Projektstufen und den darauf bezogenen Maßnahmenbündeln fließend sowie ineinandergreifend und nicht auf bestimmte Studienphasen begrenzt.

Das vom Bund-Länder-Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre geförderte Projekt fokussiert den MINT-Bereich mit der vorrangigen Zielsetzung die Einstiegsvoraussetzungen der heterogenen Studienanfänger anzugleichen, das individuelle Lernverhalten und die Studienerfolgsquote zu verbessern, den Kompetenzzuwinn der Studierenden zu erhöhen und die Einmündung in den Beruf zu erleichtern.

**Stufe eins** optimiert die Einstiegsvoraussetzungen durch Veranstaltungen zur Studienorientierung, Vorbereitungs- sowie Brückenkurse und ein Erstsemesterpatenprogramm. Diverse Veranstaltungen gewähren Studieninteressenten Einblicke in die verschiedenen Studienangebote mit dem Ziel, Fehlentscheidungen bei der Wahl des Studiums vorzubeugen und insgesamt für ein Studium an der Technischen Hochschule Deggendorf zu begeistern, beispielsweise „Come2study“. Aktuell bieten sieben unterschiedliche Vorbereitungs- sowie Brückenkurse, angefangen von „Studieren mit Erfolg“ über Auffrischung von Sprachkenntnissen bis hin zu Mathematikseminaren, differenziert nach Lehrniveau und zukünftigem Studienbereich, einen optimalen Einstieg ins Studium. Individuelle Studienberatung und Coachings komplettieren die Maßnahme.

**Stufe zwei** konzentriert sich auf die Verbesserung der Betreuung, Intensivierung des Grundlagenunterrichts in traditionell schwierigen Fächern wie Mathematik und Physik, Verkleinerung der Arbeitsgruppen, Optimierung von Laborpraktika, Individualisierung der Tutorien, den Ausbau des E-Learning-Bereichs sowie eine bessere Verzahnung der Fakultäten mit den zentralen Einrichtungen. Dazu tragen maßgeblich sogenannte Studienassistenten in den technischen Fakultäten bei, die mit den Studiendekanen, der Studienberatung und dem Career Service eng kooperieren. Sie wirken als Bindeglied zwischen Studierenden und Lehrenden der jeweiligen Fakultät, sind zentrale Anlaufstelle und unterstützen Studierende sowie Dozenten.

Vor allem das zusätzliche Personal ermöglicht es, bedarfsorientierte und zielgruppenspezifische Angebote zu initiieren. So entwickeln sich Tutorien und betreutes Lernen, Förder- und Stützkurse, Workshops, Lern- sowie Übungsgruppen, Mathematik-Sprechstunden und multimediale Lernmodule. Als Fortsetzung der Stufe eins werden u. a. Teambuilding-Workshops für Studienanfänger und interdisziplinäre Arbeitsgruppen für High Potentials implementiert.

Die **dritte Stufe** der DegTrepE setzt Impulse in der Lehre und beinhaltet den Aufbau lern-typorientierter Unterrichtsformen, hochschuldidaktische Weiterbildung, Intensivierung des aktiven Lernens sowie die Förderung von Tutoren. Konkrete Maßnahmen sind bis dato individuelles Coaching von Lehrenden in MINT-Fächern, Workshops für Tutoren, Veranstaltungen zur Weiterbildung, beispielsweise der „Tag der Lehre“ oder Seminare in Kooperation mit dem Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ). Darüber hinaus wird eine Verbesserung der Studierendenorientierung im Sinne des „Shift from Teaching to Learning“ und der Ausbau von lern-typorientiertem Blended Learning angestrebt. Vorlesungsinhalte werden multimedial aufbereitet, z. B. mittels Videosequenzen oder Kontrollfragen, was wiederum die stärkere Differenzierung nach Studierenden- und Leistungsgruppen sowie die Individualisierung der Maßnahmen widerspiegelt.

In der zweisemestrigen Mathematiklehrveranstaltung der Fakultät Bauingenieurwesen und Umwelttechnik wurde beispielsweise die leistungsnachweisbasierte Zulassung auf ein flexibleres Punktesystem umgestellt. Die Studierenden können die erforderlichen 40 Credit Points (von 100 möglichen) während der beiden Semester auf unterschiedliche Weise aktiv erwerben. Neben den bisherigen Klausuren Midterm Exam in der Semestermitte und Final Exam am Semesterende gibt es weitere Elemente, wie Quiz, TOYS (Tutorial on yourself), Förderkurs und Basiccamp. Studierende, die an dem vor Studienbeginn stattfindenden Mathematikvorbereitungskurs teilnehmen, können diesen ebenfalls mit einer Klausurleistung abschließen, die wie das Midterm Exam honoriert wird.

Das „Early Bird Quiz“ ermöglicht Studierenden, eine im Lehrveranstaltungsbegleitenden Moodle-Kurs gestellte Quizaufgabe zum aktuellen Lehrstoff zeitnah zu bearbeiten und ihren individuellen Lernfortschritt zu kontrollieren. Dabei kommt es neben fachlicher Richtigkeit auch auf Schnelligkeit an, da eine gestaffelte Bewertung erfolgt, bei der der Ersteinreicher der Lösung die meisten Credit Points erwerben kann. Demgegenüber wird beim Open Quiz eine zu einem vorab bekannten Termin freigeschaltete Aufgabe innerhalb eines bestimmten Zeitfensters bearbeitet und hochgeladen. Dabei werden alle eingereichten Lösungsvorschläge bewertet.

In den TOYS rechnen Studierende aus einem vorab bekanntgegebenen Kontingent selbst ausgewählte Übungsaufgaben an der Tafel, dem Overhead oder dem Visualizer vor und erklären diese ihren Kommilitonen, wodurch ein vertieftes Verständnis gewonnen werden kann. Studierende höherer Semester moderieren die Veranstaltung, geben erforderlichenfalls Hilfestellung und bewerten die Präsentation.

Der Förderkurs fokussiert sich auf anspruchsvollere Aufgaben mit Prüfungsniveau. Unter fachkundiger Supervision können die Studierenden auch hier durch Vorrechnen und Erklären von vorab ausgewählten Aufgaben Credit Points erwerben. Zu den thematisch gebündelten Aufgaben wiederholt der Dozent vorab die wichtigsten Punkte in einem kurzen Review und geht auf typische Fehlerquellen ein.

Im Basiccamp hingegen existiert kein festes Programm. Hier bringen Studierende selbst Themenvorschläge ein, die sie gerne vertiefen bzw. erneut besprechen möchten, wobei Grundlegendes, wie z. B. Logarithmen und Winkelfunktionen, im Vordergrund steht. Damit kann gezielt auf die heterogene Vorbildung einzelner Studierender reagiert werden. Im Anschluss an die behandelten Themen bietet der Dozent den Studierenden unbekannte Aufgaben gegen Erwerb von Credit Points zum Vorrechnen an (Bargain in Class). Dies entspricht der Prüfungssituation, wo es ebenfalls gilt, sich in kurzer Zeit mit unbekanntem Aufgaben auseinanderzusetzen.

Durch diese vielseitigen Maßnahmen werden die Studierenden während des Semesters individuell gefördert und können passende Angebote bedarfsabhängig wählen.

Auf Stufe vier geht es um Employability, also um die Beschäftigungsfähigkeit der Studierenden, und Maßnahmen für einen optimalen Übergang in den Beruf, da neben dem Fachwissen vielfältige Methoden- und Persönlichkeitskompetenzen für den Erfolg in Studium und Beruf entscheidend sind. Studienbegleitend können Veranstaltungen zu Studien-, Persönlichkeits- und Berufskompetenzen besucht werden; diese Kurse beinhalten z. B. Zeitmanagement, Studienorganisation, Schreibwerkstätten, Rhetorik, wissenschaftliches Arbeiten oder EDV für technische Fächer. Ergänzend bietet der Career Service berufsqualifizierende Kurse wie Kompetenzanalyse und Selbstmarketing, Karrierecoaching sowie individuelle Beratungen, ferner Stipendiaten-, Bonus- und Mentorenprogramme an.

Perspektivisch ist die Intensivierung und Ausweitung der Maßnahmen geplant. Ein Qualitätszirkel mit laufenden Evaluationen der Veranstaltungen und Maßnahmen, regelmäßige Absolventenbefragungen sowie die Anpassung zukünftiger Angebote sichern die Erreichung der Ziele und Nachhaltigkeit der Maßnahmen.

## Aufbau einer fachspezifischen Tutorenqualifizierung im interdisziplinären Team-Teaching für Tutor/-innen einer Rechenübung im Seminarrahmen

Dr. Irene Kreitmeir (ITT), Sonja Rapp (zlw), Universität Stuttgart

### 1. Motivation für die Einführung der Tutor/-innenqualifizierung

Wie der großen Studierendenzahl und den hohen Durchfallquoten begegnen und dabei eine individuell(er)e Betreuung der Studierenden realisieren? Diese nicht nur hochschulpolitisch brisante, sondern speziell auch didaktisch herausfordernde Frage, hat man sich auch im Fach Technische Thermodynamik I/II am Institut für Technische Thermodynamik (ITT) der Universität Stuttgart gestellt.

Bis dato fanden begleitend zur Vorlesung zentrale Großrechenübungen (eine Art betreutes, freiwilliges Training) mit ca. 200–600 Teilnehmenden aus den Studiengängen Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Umweltschutztechnik und Technische Kybernetik statt. Die von den Studierenden, je nach Jahrgangsgröße und studentischer Motivationshaltung im Jahrgang, unbeständig besuchten Übungen wurden von zehn bis 15 wissenschaftlichen Mitarbeiter/-innen und studentischen Tutor/-innen begleitet. Dabei hatten die Studierenden die Gelegenheit aus einem vorgegebenen Curriculum vorab feststehende Übungsaufgaben frei zu bearbeiten, während die Tutor/-innen im Rahmen der Veranstaltung bei Bedarf (sozusagen in Rufbereitschaft) überwiegend sehr konkrete Lösungshinweise gaben. Das Arbeitsverhalten auf Studierendenseite war dadurch in aller Regel von „Konsum und Passivität“ gekennzeichnet. Konkret hieß das, dass viele Studierende ihre Aufgaben in Einzelarbeit angegangen sind. Fand Gruppenarbeit statt, blieben „gute“ und „schlechte“ Studierende jeweils unter sich, ein Austausch zwischen diesen Gruppen fand nicht statt. Der Ruf nach Hilfe durch Tutor/-innen kam prinzipiell prompt. Außerdem wurde regelmäßig über das Semester ein starkes Abfallen der Teilnehmerzahlen beobachtet.

Im Rahmen des im Januar 2012 an der Universität Stuttgart gestarteten Projekts „Qualitätspakt Lehre – Individualität und Kooperation im Stuttgarter Studium (QualIKiSS)“ wurde daher eine neue Mitarbeiterin, u. a. zur Umstrukturierung der Übung und zur damit einhergehenden Betreuung der 20 studentischen Hilfskräfte eingesetzt. Nach einer Pilotphase mit fünf Seminargruppenübungen im fachlich integrierten, aber modular ausgegliederten Studiengang Technische Kybernetik im Wintersemester 2012/2013 wurden zum Sommersemester 2013 erstmals flächendeckend für alle beteiligten Studiengänge 27 Selbstrechenübungen im Seminarrahmen eingeführt, bei denen feste Übungsgruppen mit maximal je

20 Studierenden von einem gruppenfesten, studentischen Tutor bzw. einer Tutorin bei der Bearbeitung von ein bis drei vorgegebenen Übungsaufgaben betreut werden. Neben u. a. der Einführung eines Stoffverteilungsplans im Fach (um Zusammenhänge zwischen Vorlesung und Übung sichtbar zu machen) und der Überarbeitung des Curriculums für die Übungen (Aufgabenkatalog) liegt der besondere Schwerpunkt des Projekts darauf, dass die Tutor/-innen sowohl fachlich, wie auch persönlich und didaktisch die Anforderungen der Tutorentätigkeit erfüllen können und so ein angenehmes, fachlich kompetentes und für die Studierenden motivierendes Lernklima schaffen.

Bei diesem Konzept zur Umgestaltung fanden insbesondere auch Ansätze der sog. „Lernerorientierten Didaktik“ (vgl. Waldherr, 2009, S. 62) Berücksichtigung, also die Idee, dass der/lernende Student/-in sich mehr und mehr in einer aktiven Rolle des Lehr-Lernprozesses wieder findet: „Lernen wird von der Person her begründet“ und „ist nicht mehr [nur] durch äußere Anstöße hinreichend erklärbar, sondern erst durch die von den Individuen selbst hergestellten Bedeutungszusammenhänge zu verstehen.“ (Faulstrich, 2008, S. 31).

### 2. Das Konzept

Um eben diese fachdidaktische sowie persönliche Vorbereitung und die professionelle Begleitung der Tutor/-innen zu leisten, wurde daher eine Kooperation mit dem Bereich Hochschuldidaktik des Zentrums für Lehre und Weiterbildung (zlw) eingegangen. Aus der so entstandenen fachübergreifenden Zusammenarbeit zwischen einer Mitarbeiterin des lernenden Instituts als Expertin für die Übungen im Fach Technische Thermodynamik und einer Mitarbeiterin der Hochschuldidaktik als Expertin für den Bereich Lehre und Didaktik wurde ein verpflichtendes Qualifizierungsangebot für die Tutorinnen und Tutoren entwickelt, in dem sowohl fach- wie auch allgemeindidaktisch Inhalte erarbeitet werden. Innerhalb dessen werden die Tutor/-innen in Block- und Regelveranstaltungen vor und parallel zu den neu eingeführten Seminarübungen fach- und allgemeindidaktisch ausgebildet, so dass sie ihre Aufgabe versiert wahrnehmen können.

Vor Semesterbeginn besuchen die Tutor/-innen intensive Workshops im Umfang von insgesamt 1,5 Tagen, die sie auf ihre Arbeit in den bevorstehenden Gruppenübungen vorbereiten. Inhaltliche Schwerpunkte (unterlegt von thermodynamischen Fachinhalten) sind die Rolle und Verantwortung als Tutor/-in, die Planung von Tutorien und deren Lernziele, sowie Methoden zur Unterrichtsgestaltung (insbesondere Gruppenarbeit), konstruktives Feedback und der Umgang mit kritischen Situationen (u. a. durch Lehrsimulationen). Zusätzlich unterstützt das Verfassen eines Essays über die Tutorentätigkeit die persönliche Positionierung als Tutor/-in und fördert die Fähigkeit zur Selbstreflexion.

Über das Semester gibt es wöchentliche Meetings der Tutor/-innen mit den wissenschaftlichen Betreuer/-innen der Lehrveranstaltung zur fachlichen Vorbereitung, zur weiteren didaktischen/methodischen Begleitung sowie zur gegenseitigen Praxisberatung. Außerdem findet eine vom Lehrbetrieb am Institut gelöste, unabhängige Praxisberatung statt. Die gegenseitigen Peer-Hospitationen der Tutor/-innen, bei der im Vorfeld ein für den/die



hospitierten Tutor/-in wichtiger Beobachtungsschwerpunkt erörtert wird, stärken die eigene Rollenfindung als Lehrperson. Die über das Semester laufende didaktische Begleitung soll die Tutor/-innen umfassend unterstützen und ihnen insbesondere helfen, in ihren Seminargruppen eine für alle Teilnehmer/-innen positive Lernatmosphäre mit der für das Format der Rechenübungen so ausschlaggebenden „Hilfe zur Selbsthilfe“ zu arrangieren.

Zum Ende des Semesters findet außerdem ein halbtägiger Abschlusstermin zur Reflexion über den Verlauf der Tutorentätigkeit und zum Erfahrungsaustausch statt, mit der Gelegenheit, u. a. auch im Hinblick auf zukünftige Tutorentätigkeiten Lösungsansätze zu entwickeln. Zusätzlich wird bis Semesterende ein sich mit ausgewählten didaktischen Themen befassender, im Kontext mit der Tutorentätigkeit stehender, Reflexionsbericht von den Tutor/-innen eingereicht.

### 3. Ziel der Tutorenqualifizierung

Zweck der Tutor/-innenqualifizierung (TQ) ist es, dem/der Tutor/-in die Fähigkeit zu vermitteln, in der betreuten Gruppe motivierende Arbeitsbedingungen zu schaffen. Der/die Tutor/-in soll durch die TQ imstande sein, zu Gruppenarbeit anzuregen und Methoden einzusetzen, welche Studierende in ihrem Lernprozess unterstützen. In den Tutorien vermittelt er/sie außerdem Wissen, erklärt Sachverhalten anschaulich und zeigt (statt fertiger Lösungen) Arbeitsstrategien. Er/sie vermag zudem adäquat mit Leistungsinhomogenität umzugehen und weiß um einen konstruktiven Umgang mit Fehlern (vgl. Oser/Hascher/Spychinger, 2009, S. 12). Die Grundlagen dazu werden vor allem in den Workshops zu Beginn des Semesters erarbeitet. Im Vordergrund der wöchentlichen Vorbereitung steht dann besonders die praktische (und mit dem in der Woche zu behandelten Stoff realisierbare) Integration des „klassischen Dreischritts der Lehre“ (Einstieg – Arbeitsphase – Abschluss) (vgl. Straka, 2006, S. 211) in die Übungen: Im Team werden die Lernziele benannt und prüfungsrelevante Sachverhalte hervorgehoben, es gibt Diskussionen zu kritischen Aufgaben(teilen) und außerdem die Möglichkeit aktuelle Unterrichtssituation zu reflektieren. Individuelle und konstruktive Rückmeldung über die Arbeit der Tutor/-innen (über das Feedback während des Arbeitsprozesses von Tutor/n zu Student/-in hinaus) eröffnet die Chance eine Tutor/-innen-individuelle Stundengestaltung zu entwickeln und umzusetzen.

Der Tutor bzw. die Tutorin nimmt sich durch die TQ als fachlich wie auch didaktisch, handelnde Person wahr. Die TQ unterstützt außerdem die professionelle Persönlichkeitsbildung der Tutorenperson und stärkt die Sozialkompetenz.

Die Idee, ausschließlich mit studentischen Hilfskräften als Tutor/-innen zu arbeiten, wird mit der Intention verfolgt, ein Lernen auf Augenhöhe zu ermöglichen, da Studierende Unterstützung von „ihresgleichen“ denkbar vorbehaltlos annehmen (vgl. Topping, 1996, S. 324 f.). Außerdem reduziert sich damit der Leistungsdruck in den Seminarübungen, da studentische Tutor/-innen nicht in die Rolle eines potentiellen Prüfers rücken können. Effektiv wird so der „Angst vor dem Fehlermachen“ entgegengewirkt (vgl. Bobko, 1984, S. 62 ff.).

### 4. Besonderheiten der Tutor/-innenqualifizierung

Am vorgestellten Konzept ist hervorzuheben, dass durch die interdisziplinäre Erarbeitung der Lehrveranstaltung eine optimale Anpassung sowohl an fachliche Bedürfnisse und Voraussetzungen, als auch an didaktische Ansprüche gegeben ist. Durch das Team-Teaching ist die Expertise in allen relevanten Bereichen der Tutor/-innenausbildung gewährleistet. Aufgrund der Anwesenheit der Fachvertreterin des Instituts können ständig Erwartungen an die Arbeit der Tutor/-innen geklärt werden. Wohingegen durch ihre Abwesenheit in der Praxisberatung Raum zur Besprechung von möglichen Konflikten geschaffen wird.

Starke Synergieeffekte aus der interdisziplinären Arbeit im Lehrteam sind besonders im Hinblick auf eine geeignete Umsetzung der Lehrpraktiken erwähnenswert. So wird vermieden, dass z. B. didaktische Konzepte, die innerhalb der gegebenen Fachdisziplin nicht realisierbar sind, zu einer negativen Haltung gegenüber didaktischen Methoden allgemein und der Hochschuldidaktik im speziellen führen. Demgegenüber können aber über diese Interdisziplinarität Fachtraditionen, die aus didaktischer Sicht keine zwingende Berechtigung haben, durch neue Ideen aufgebrochen werden. Die Tutor/-innen haben so die Chance, ein didaktisch gestütztes, dabei aber eigenes Lehrprofil zu entwickeln.

Durch die Kooperation vom lehrenden Institut (i. d. F. ITT) mit dem zlw, das u. a. für Lehrveranstaltungen im Bereich der Schlüsselqualifikationen (SQ) zuständig ist, erhalten die Studierenden zudem die Möglichkeit ECTS-Punkte für die im Studienverlauf obligatorisch zu belegenden SQ-Veranstaltungen zu erlangen. Dieses Angebot wird von 85 Prozent der Tutor/-innen genutzt. Darüber hinaus kommen durch dieses Angebot kontinuierlich neue Tutor/-innen ins Team.

### 5. Ergebnisse und Erfolge

Die Tutor/-innen berichteten zum Ende des Semesters, dass sie insgesamt (im Vergleich zu den sog. Großrechenübungen) weniger auf direkte, fordernde Lösungsanfragen einzugehen hatten. Diesen gewonnenen Freiraum konnten sie nutzen, die Studierenden über eine impulsweise Anleitung Lösungen aus ihrem eigenen Wissen heraus erarbeiten zu lassen, statt ihnen nur fertige Ergebnisse anzubieten. Die Studierenden zeigten außerdem durch das aktive Erarbeiten der Lösungen – und den damit einhergehenden persönlichen Erfolgserlebnissen – eine deutlich höhere Motivation innerhalb der Übungen. Dies spiegelt sich letztendlich auch in den Teilnehmerzahlen wieder: Sie blieben über das Semester hinweg nahezu konstant – im Gegensatz zu den (im stark anonymen Rahmen durchgeführten) Rechenübungen im Großveranstaltungsformat, bei denen über den Semesterverlauf ein starkes Absinken der Teilnehmerzahlen in den Veranstaltungen beobachtet wurde. Die Evaluationsergebnisse bestätigen dies (Teilnehmer lt. Evaluation Ende SoSe 2012: 140 / Teilnehmer lt. Evaluation Ende SoSe 2013: 257).

Die veränderten Rechenübungen wurden von beiden Seiten, also von Studierenden wie auch von Tutor/-innen, als positiv und „das studentische Lernen fördernd“ eingestuft. Darüber hinaus unterstrich auch das Urteil einer externen kollegialen Hospitation, die zur Weiterbildung der Mitarbeiterin des lehrenden Instituts durchgeführt wurde, diesen Eindruck. Eine durchgeführte Evaluation zu den Gruppenübungen im Seminarrahmen ergab, dass sich die Studierenden fachlich, wie auch persönlich sehr gut betreut fühlen. So benoteten die zum Ende des Semester befragten Studierenden die methodische Gestaltung mit der Note 1,6 (Skala von 1,0–4,0), die fachliche Vermittlung des Stoffes hat ihren Erwartungen überwiegend entsprochen, was sich in der Note 1,6 niederschlägt (Skala von 1,0 (voll entsprochen) bis 4,0 (nicht entsprochen)). Insbesondere das vertrautere Lernklima und der persönlichere Bezug zu den Tutor/-innen wurden im angefügten, offenen Befragungsteil ausdrücklich positiv betont (vgl. Schlipf 2013, S. 3). Daher kann davon ausgegangen werden, dass neben dem individuelleren Lehrformat mit kleineren Gruppen auch die Tutor/-innenqualifizierung maßgeblich dazu beigetragen hat:

- Durch die intensive Auseinandersetzung mit der Rolle als Lehrperson wird das Selbstverständnis der Tutor/-innen gestärkt.
- Das Vorwegnehmen und Erproben möglicher herausfordernder Situation u. a. durch eine im Workshop statt findende Lehrsimulation, mindert unangenehme Befürchtungen im Umgang mit der Lerngruppe.
- Insbesondere die bewusste Gestaltung der Anfangsphase (vgl. Szczyrba/Wildt, 2005) als didaktisches Element, die vorher in den „Hörsaal-Tutorien“ am ITT nicht zum Einsatz kam, erweist sich in der Praxis als wirksames Instrument eine produktive Lernatmosphäre in den Übungen zu schaffen.
- Eine „eigene“ Lerngruppe über das Semester hinweg anzuleiten fördert das Verantwortungsbewusstsein der Tutor/-innen und sorgte darüber hinaus auch für die für sozial „stimmiges Lernen“ wichtige emotionale Orientierung (vgl. Nuissl, 2002, S. 10), sowohl auf Studierenden- wie auch auf Tutor/-innenseite.
- Die Erarbeitung von Methoden, um Gruppenarbeit in Lerngruppen zu realisieren und den fachlichen Austausch für Lösungsstrategien unter den Studierenden selbst anzuregen, lässt den Tutor/-innen Raum in der Arbeitsphase der Übungen mehr die Rolle eines kollegialen Mentors als die eines Lehrers einzunehmen.
- Durch wöchentliche, fachliche Besprechungen erlangen die Tutor/-innen zudem Sicherheit und können Fragen seitens der Übungsteilnehmer/-innen gelassen entgegensehen. Die zusätzliche Möglichkeit in diesem Rahmen auch methodisch herausfordernde Problemstellungen anzusprechen und im Team zu diskutieren stärkt die Souveränität der Tutor/-innen.
- Fehler als Lernchance zu verstehen und wertschätzendes Feedback zu geben sind für die Tutor/-innen schließlich auch hilfreiche Einheiten ihrer didaktischen Weiterbildung. Neben der individuellen und konstruktiven Rückmeldung zum Lernstand (Sachinformation) während des Arbeitsprozesses von Tutor zu Student – und teilweise auch umgekehrt – ergibt sich aus dem persönlichen Kontakt und der damit verbundenen

Wertschätzung im Prinzip auch ein emotionaler Kopplungsprozess, dem ein positiver Effekt auf das Arbeitsklima zuzuschreiben ist: „Je angenehmer eine Lehrsituation empfunden wird, desto motivierter sind die Lernenden bei der Sache.“ (vgl. Waldherr, 2009, S. 87).

Kritisch anzumerken bleibt, dass für die große Herausforderung, die die Tutor/-innen in ihren Tutorien immer wieder zu bewältigen haben, nämlich in den Seminar-Rechenübungen eine geeignete Balance zwischen Hilfe, Regulation, Motivation und „Loslassen“ zu finden, die TQ keine Patentlösung anbieten kann. Allerdings hilft die TQ den Tutor/-innen, ihren persönlichen Lehrstil als Tutorenperson zu entwickeln, da über die TQ zumindest eine Sensibilisierung der Tutor/-innen für einen angemessenen, lernförderlichen Umgang mit Leistungsheterogenität innerhalb der zu betreuenden Gruppe stattgefunden hat. Ebenfalls als schwierig ist es zu bewerten, dass den Tutor/-innen mit der TQ noch kein Handlungsrepertoire, sozusagen „einfache, allgemeingültige“ Standardmethoden für leitungsdifferenziertes Arbeiten im Format der Selbstrechenübungen vorgestellt werden. Die hierfür passenden Praxistipps zu entwickeln, muss daher auch eine der nächsten Maßnahmen sein.

Anzunehmen ist, dass bei Teilnehmern/-innen der Gruppenübungen ein größerer Prüfungserfolg resultiert. Dies müssen jedoch erst die aktuelle Prüfungen und deren ausstehende Auswertung belegen.

#### Literatur

Bobko, E. (1984): The effective use of undergraduates as tutors for college science students, In: *Journal of College Science Teaching* 14, S. 60–62.

Faulstich, P./Zeuner, Ch. (2008): *Erwachsenenbildung: Eine handlungsorientierte Einführung in Theorie, Didaktik und Adressaten*, Weinheim: Beltz Juventa.

Nuissl von Rein, E. (2002): *Selbstgesteuertes Lernen in der Weiterbildung*. In: Kraft, S. (Hrsg.): *Selbstgesteuertes Lernen in der Weiterbildung*. Hohengehren: Schneider, S. 9–15.

Oser, F./Hascher, T./Spychinger, M. (2009): Aus Fehlern lernen – Zur Psychologie des „negativen“ Wissens. In: Atlhof, W. (Hrsg.): *Fehlerwelten: vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern*. Beiträge und Nachträge zu interdisziplinärem Symposium zum Anlass des 60. Geburtstags von Fritz Oser. Opladen: Leske + Budrich, S. 11–41.

Schlipf, I. (2013) (unveröffentlicht): *Evaluation der GÜ Sommersemester 2013 im Rahmen von QuaLiKiSS*. Universität Stuttgart; Institut für Technische Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik.

Straka, G.A./Macke, G. (2006): *Lern-Lehr-Theoretische Didaktik*, 4. Auflage, Münster: Waxmann.

Szczyrba, B. / Wildt, J. (2005): Vom akademischen Viertel zur methodisch regulierten Anwärmphase – Lernprozesse durch Arrangements für die Anfangssituationen in Lehrveranstaltungen fördern. 1 16 05 02 (C 2.9). In: Berendt, B. / Voss H.-P. / Wildt, J. (Hrsg.), Neues Handbuch Hochschullehre. Berlin / Stuttgart: Raabe.

Topping, K. J. (1996): "The effectiveness of peer tutoring in further and higher education: A typology and review of the literature. In: Higher Education 32, S. 321–345.

Waldherr, F. / Walter, C. / Kurz, A. (Hrsg.) (2009): Didaktisch und praktisch: Ideen und Methoden für die Hochschullehre, Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

## FLExperimente als erster Schritt in der Laborausbildung Wissenschaftliche Kompetenz aus dem Baukasten

Prof. Dr.-Ing. Thorsten Jungmann und Philipp Ossenberg, Technische Universität Dortmund, thorsten.jungmann@tu-dortmund.de und philipp.ossenberg@tu-dortmund.de

### 1. Einleitung

Von Ingenieurinnen und Ingenieuren wird erwartet, dass sie Innovationen entwickeln und kreativ technische Probleme lösen. Um den Studierenden dies zu ermöglichen, ist ihre Ausbildung in Laboren ein wichtiger Bestandteil von Ingenieurstudiengängen. Dort lernen die angehenden Ingenieure u. a. den Umgang mit technischen Geräten auf dem Stand der Forschung. Als weitere Fähigkeiten werden in Laboren das Experimentieren, die methodische Suche nach Literatur und das Schreiben eines wissenschaftlichen Berichts erlernt. Studierende in den ersten Semestern besuchen Veranstaltungen wie Mathematik, Physik und Technische Mechanik, doch die wenigsten nutzen ihre dort erworbenen Fähigkeiten, um kreativ technische Probleme zu lösen, bis sie beginnen über ihrer Abschlussarbeit nachzudenken (vgl. Jungmann 2012).

Das im Projekt ELLI (Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften) entwickelte Lehr-Lernformat FLExperiment soll neben der Fähigkeit zu experimentieren die Fähigkeit ausprägen, die zum wissenschaftlichen Arbeiten erforderlich sind. Ohne kostspielige Laborgeräte führen die Studierenden kleine Experimente mit einem flexiblen, professionellen Experimentierkasten durch (FLExperiment) und dokumentieren ihre Erkenntnisse in einem technischen Bericht nach wissenschaftlichen Standards. In diesem Beitrag wird das didaktische Konzept charakterisiert und beispielhaft ein FLExperiment aus dem Bereich der Kinetik vorgestellt. Das Format der FLExperimente haben die Autoren bereits an verschiedenen Stellen veröffentlicht (vgl. Ossenberg und Jungmann 2013b, Ossenberg und Jungmann 2013a und Jungmann und Ossenberg 2013).

### 2. Didaktisches Konzept

Um sicherzustellen, dass die Studierenden die angestrebten Lernergebnisse (ILO) erreichen, wurde bei der Entwicklung der FLExperimente auf die Designmethode Constructive Alignment zurückgegriffen (vgl. Biggs und Tang 2007). Das Design der FLExperimente

verfolgt einen forschungsorientierten Ansatz, indem es den Lernzyklus nach Kolb mit dem Forschungszyklus nach Jungmann synchronisiert (vgl. Kolb 1984 und Jungmann 2011).

### 2.1 Constructive Alignment

Die Designmethode Constructive Alignment basiert auf der Ausrichtung des Lehr-Lernprozesses und der Prüfungsform an den angestrebten Lernergebnissen (Intended Learning Outcomes). Bei der Umsetzung in ingenieurwissenschaftliche Curricula besteht die Herausforderung darin, die Lehr-Lernaktivität und die Prüfungsaktivität so zu gestalten, dass die aus den beruflichen und gesellschaftlichen Aufgabenstellungen hervorgehenden angestrebten Lernergebnisse (ILOs) durch die Studierenden erreicht und durch die Prüfung geprüft werden (vgl. Wildt 2009b).

Abb. 1: Constructive Alignment



Um zu überprüfen, ob die Anforderungen des Constructive Alignment erreicht wurden, sollten die von Anderson und Krathwohl formulierten organisatorischen Fragen beim Entwerfen einer Lehrveranstaltung beantwortet werden:

- (1) "What is important for students to learn in the limited school and classroom time available? (the learning question)" (Anderson und Krathwohl 2001)  
Diese Lerninhaltsfrage wird im Abschnitt 3.1 durch die Definition von drei angestrebten Lernergebnissen (ILOs) beantwortet. Die ILO sollen nach dem erfolgreichen Absolvieren mehrerer FLExperimente erreicht werden.
- (2) "How does one plan and deliver instruction that will result in high levels of learning for large numbers of students? (the instruction question)" (Anderson und Krathwohl 2001)  
Die "Instruction Question" wird im Abschnitt 3.2 mit der Beschreibung der Aufgabe beantwortet, die die Studierenden zu lösen haben. Im Abschnitt 3.2 wird außerdem ein iterativer Prozess skizziert, den die Studierenden beim Experimentieren durchlaufen.

- (3) "How does one select or design assessment instruments and procedures that provide accurate information about how well students are learning? (the assessment question)" (Anderson und Krathwohl 2001)  
FLExperimente sind derzeit ein freiwilliges Angebot für die Studierenden. Aus diesem Grund benötigt das entwickelte Format derzeit keine formale Prüfung, die den Lernerfolg feststellt und eine Note generiert. Stattdessen erhalten die Studierenden durch geschulte Tutoren und wissenschaftliche Mitarbeiter ein qualitatives Feedback, das sowohl Rückmeldung über die Ergebnisse (wissenschaftlicher Bericht) als auch über den Prozess (wie die Ergebnisse entstanden sind) liefert. Das Feedback soll den Studierenden ihren Lernerfolg aufzeigen.

- (4) "How does one ensure that objectives, instruction, and assessment are consistent with one another? (the alignment question)" (Anderson und Krathwohl 2001)  
Dies ist die dominante Frage während des gesamten Entwicklungsprozesses. Im Abschnitt 3.4 wird beschrieben, wie die Lehr-Lernaktivität und die Prüfungsaktivität auf die angestrebten Lernergebnisse abgestimmt sind.

### 2.2 Forschendes Lernen

Abbildung 2 zeigt Kolbs Lernzyklus synchronisiert mit einem von Jungmann entwickelten für die Ingenieurwissenschaften typischen Forschungszyklus (vgl. Kolb 1984; Jungmann 2011).

Das Erfahrungslernen nach Kolb ist ein "well accepted (...) efficient pedagogical model of Learning" (Abdulwahed und Nagy 2009). Das Erfahrungslernen wurde aus den Theorien von Lewin, Dewey und Piaget entwickelt. Der Lernzyklus in der Mitte von Abbildung 2 entspricht weitestgehend dem von Kurt Lewin entwickelten Model of Action Research and Laboratory Training.

Nach Arnegger kann der Lernzyklus an jeder Position beginnen (Arnegger 2010). Für gewöhnlich starten Beschreibungen mit (1.) der Konkreten Erfahrung. In diesem Abschnitt des Lernzyklus werden die Studierenden durch eine Situation oder Erfahrung irritiert (Wildt 2010). Dieser Zustand initiiert den Lernprozess des Erfahrungslernens. Im zweiten Schritt des Lernzyklus (2.), reflexives Beobachten, wird die Erfahrung oder Situation durch die Studierenden reflektiert. Diese reflexive Beobachtung bildet die Grundlage für den (3.) Schritt der abstrakten Konzeptualisierung. In dieser Phase wird eine Theorie über die Erfahrung bzw. Situation gebildet, die im (4.) Schritt aktives Experimentieren durch Ausprobieren entweder bestätigt oder widerlegt wird. Der vierte Schritt erzeugt dann wiederum eine konkrete Erfahrung, d. h. der Lernzyklus beginnt von neuem.

Der in Abbildung 2 gezeigte Forschungszyklus wurde von Jungmann (vgl. Jungmann 2011) entwickelt, um Forschendes Lernen in der Ingenieurausbildung umzusetzen. Dabei folgte er dem Postulat Wildts, dass eine Synchronisation von Lern- und Forschungsprozess für jede Disziplin separat erfolgen sollte (Wildt 2009a, 2010).

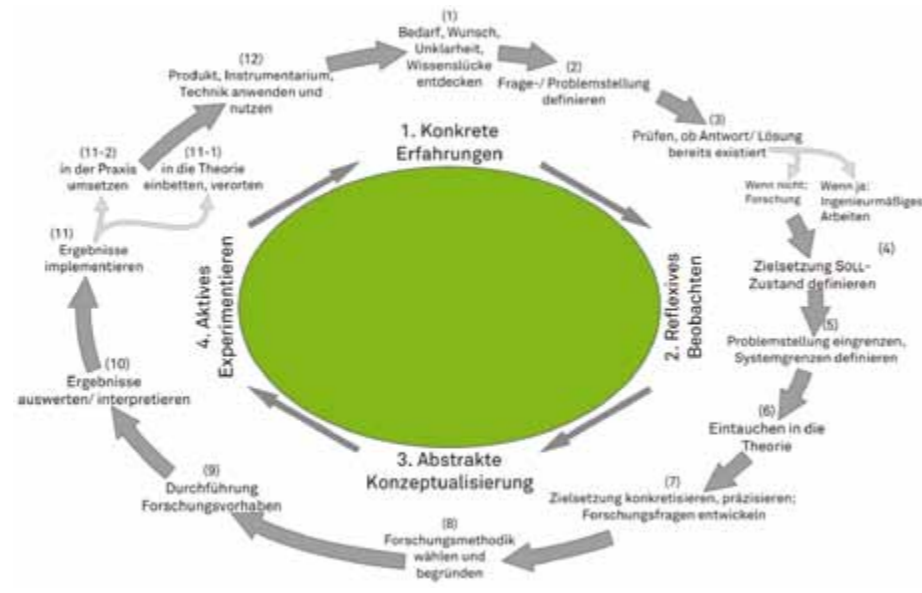
## 3. Lehr-/Lernformat: FLExperiment

In diesem Abschnitt wird das entwickelte Lehr-/Lernformat beschrieben. Es wird die Lernumgebung beschrieben, die angestrebten Lernergebnisse definiert, die Lehr-/Lernaktivität sowie die abschließende Assessment skizziert.

### 3.1 Beantwortung der Lerninhaltsfrage

Die angestrebten Lernergebnisse werden basierend auf dem folgenden Richtziel formuliert:

Abb. 2. Kolbs Lernzyklus synchronisiert mit dem Forschungszyklus nach Jungmann (Jungmann 2011)



“The overall goal of engineering education is to prepare students to practice engineering and, in particular, to deal with the forces and materials of nature” (Feisel und Rosa 2005). Angestrebte Lernergebnisse (ILOs) definieren, was Studierende nach dem Lehr-/Lernprozess können sollten (vgl. Biggs und Tang 2007).

- ILO 1 Studierende führen Experimente erfolgreich durch.
- ILO 2 Studierende treffen Annahmen, verifizieren diese experimentell und berichtigen ihre Annahme.
- ILO 3 Studierende verfassen einen wissenschaftlichen Bericht.

Diese drei angestrebten Lernergebnisse sind als Grobziele für alle FLExperimente definiert.

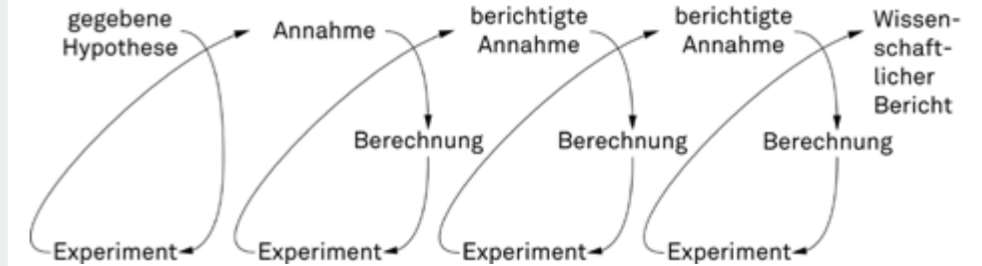
Zusätzliche, themenabhängige ILOs werden für jeden experimentellen Aufbau formuliert. Beispielsweise im Fall des in diesem Beitrag beschriebenen Aufbaus: Studierende sind mit der Energieerhaltung vertraut.

### 3.2 Beantwortung der “Instruction Question”

Die Studierenden erhalten die Aufgabe, einen wissenschaftlichen Bericht zu schreiben, der ihr Experiment inkl. des experimentellen Aufbaus, der Methoden, der verwendeten Materialien, der Forschungsergebnisse und der Schlussfolgerungen umfasst. Zu Beginn ihres Studiums erhalten die Studierenden Unterstützung in Form von Anleitungen für den experimentellen Aufbau und eine Hypothese, die es mit Hilfe des Experimentes zu bestätigen oder zu belegen gilt. Außerdem erhalten sie Leitfragen, die sie durch den Forschungsprozess führen sollen. Studierende in höheren Semestern müssen dann den Aufbau und die zu untersuchende Hypothese eigenständig erstellen.

Während Studierende ein FLExperiment durchführen, durchlaufen sie den in Abbildung 3 gezeigten iterativen Prozess. Ausgehend von der gegebenen Hypothese führen die Studierenden ein erstes Experiment durch. Anschließend ist es erstmals Aufgabe der Studierenden, eine Annahme zu treffen bzw. einen Erklärungsansatz zu finden, der das Experiment mittels mathematischer und physikalischer Gleichungen beschreibt und eine Vorhersage über den Ausgang zulässt. Mit Hilfe der Annahme und dem Erklärungsansatz ist dann im nächsten Schritt die Beschreibung bzw. Vorhersage, wie das Experiment ausgeht, mittels einer Rechnung möglich. Auf eine Berechnung erfolgt dann die experimentelle Überprüfung, die im Regelfall scheitert und weitere Annahmen erforderlich macht. Nachdem die Studierenden durch mehrmaliges Anpassen ihrer Annahme, Rechnung und reales Verhalten im Experiment in Einklang gebracht haben, schreiben sie ihren wissenschaftlichen Bericht und ziehen dabei Schlussfolgerungen aus ihren Forschungsergebnissen.

Abb. 3: Iterativer Prozess



Das FLExperiment, das in Abschnitt 4 beschrieben wird, startet mit einer gegebenen Hypothese. Diese entspricht im Lernzyklus nach Kolb (1984) der abstrakten Konzeptualisierung (3.), das darauf folgende erste Experiment dem aktiven Experimentieren (4.). Das erste Experiment dient dazu, die Studierenden zu irritieren und ihnen eine (1.) konkrete Erfahrung zu liefern. Während der konkreten Erfahrung haben die Studierenden die Gelegenheit, durch reflexives Beobachten (2.) und eine abstrakte Konzeptualisierung einen Erklärungsansatz zu entwickeln bzw. eine Annahme aufzustellen, die im nächsten Schritt überprüft werden soll. Im iterativen Prozess folgt nach einer Rechnung das zweite Experiment und der Lernzyklus schließt sich und/oder wird fortgesetzt.

Während die Studierenden den iterativen Prozess durchlaufen und dabei dem Lernzyklus folgen, absolvieren sie ebenfalls Teile des Forschungszyklus.

Während des gesamten Prozesses können die Studierenden die Hilfe von Tutoren in Anspruch nehmen, die ausgebildet sind im wissenschaftlichen Arbeiten und Erfahrung mit Vorgehen beim Experimentieren haben.

### 3.3 Beantwortung der “Assessment Question”

Beim derzeitigen Entwicklungsstand sind die FLExperimente ein zusätzliches Angebot für Studierende der Ingenieurwissenschaften und noch nicht in Curriculae integriert. Dem Constructive Alignment zufolge ist die Prüfung wichtiger Bestandteil des Lehr-/Lernprozesses. Anstatt einer strikten Bewertung erhalten die Studierenden ein qualitatives Feedback

von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter bezüglich ihres wissenschaftlichen Berichts. Wäre das Format FLExperiment in ein Curriculum integriert, würde bewertet werden welchen Lernfortschritt die Studierenden erreicht haben, dazu ist eine Operationalisierung der ILOs nötig.

### 3.3 Beantwortung der "Alignment Question"

Das erste, zweite und dritte angestrebte Lernergebnis wird durch die gegebene Aufgabe in der Lehr-/Lernaktivität umgesetzt. Das „Assessment“ bzw. Feedback untersucht den Lernfortschritt, indem es den wissenschaftlichen Bericht überprüft. Die Studierenden werden während des Schreibprozesses unterstützt, so dass sie gut auf das „Assessment“ (Feedback) vorbereitet sind.

## 4. Der Energieerhaltungssatz auf dem Prüfstand

In diesem Abschnitt wird beispielhaft ein FLExperiment mit möglichen Annahmen, Rechnungen und Ergebnissen beschrieben. Das FLExperiment „Der Looping“, das erste ausgearbeitete Experiment ist aus dem Bereich der Technischen Mechanik. Es ermöglicht den Studierenden sich näher mit dem Prinzip der Energieerhaltung und deren Anwendung auseinandersetzen. Der experimentelle Aufbau ist in Abbildung 4 zu sehen. Eine Stahlkugel kann von zwei festgelegten Startpositionen in einen Looping rollen. Abhängig von Starthöhe rollt die Stahlkugel entweder durch den Looping in den Kugelfang oder verhungert im Looping und rollt zurück.

### 4.1 Kick off – Studierende arbeitsfähig machen

Wenn Studierende das FLExperiment "Der Looping" durchführen, sind der experimentelle Aufbau, eine zu überprüfende Hypothese und zwei Leitfragen gegeben. Die Vorgaben sollen den Forschungsprozess in Gang setzen bzw. unterstützen.

**Hypothese:** Das reale Verhalten der Kugel beim Durchrollen des Loopings weicht von der mathematischen Modellvorstellung ab.

Anhand der folgenden zwei Leitfragen wird die Hypothese untersucht:

- (1) Welche Ausgangshöhe wird mindestens benötigt, damit eine Kugel der Masse  $m$  den Looping mit der gegebenen Höhe  $h_B$  durchrollt?
- (2) Welche Rolle spielt die Masse der Kugel?

Die Leitfragen können mit den zur Verfügung gestellten Ausrüstungen, Materialien und Methoden beantwortet werden.

### 4.2 Ausrüstung, Material und Methoden

Studierende erhalten die Materialien, um das Experiment aufzubauen. Das Experiment kann mit Teilen des Fischertechnik-Baukastens „Dynamic“ aufgebaut werden. Der Looping verfügt über zwei unterschiedliche Startpositionen. Die beiliegende Stahlkugel wiegt 7 Gramm.

### 4.3 Was die Studierenden machen

Zu Beginn des FLExperiments wird der Looping von Studierenden mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Anleitung aufgebaut. Dafür benötigen die Studierenden ungefähr 30 Minuten. Anschließend führen die Studierenden das erste Experiment durch, in dessen Folge sie für die Bearbeitung der nächsten Schritte weitere Informationen benötigen.

Die Aufgabe der Studierenden ist in diesem Schritt Informationen zu beschaffen, mit deren Hilfe sie die Hypothese bestätigen oder widerlegen können. In dieser Phase des FLExperimentes können die Studierenden die Universitätsbibliothek benutzen, um Literatur zu beschaffen. In diesem FLExperiment wird von Studierenden erwartet, dass sie Grundlagenliteratur finden und ihre Vorlesungsunterlagen aus den Bereichen Technische Mechanik, Physik und Mathematik nutzen.

### 4.4 Forschungsergebnis mit einem Experiment erzeugen

Die Studierenden durchlaufen mehrmals den iterativen Prozess. Während sie ihre Erkenntnisse einsetzen, stellen sie Abweichungen zwischen dem berechneten (vorhergesagtem) Verhalten und dem realen Verhalten im Experiment fest. Daraufhin müssen Annahmen angepasst und experimentell erneut überprüft werden. Dies erfolgt so lange, bis die Hypothese belegt oder widerlegt ist.

Im ersten Versuch könnten die Studierenden die Energieerhaltung nutzen, um die minimale Starthöhe rechnerisch zu ermitteln. Dazu kann die Annahme, die Kugel sei ein Massenpunkt, hilfreich sein. In diesem Fall wären die kinetischen und potentiellen Energien auf einfache Weise zu betrachten. Zunächst muss jedoch festgestellt werden, mit welcher Geschwindigkeit die Kugel durch den Looping rollen muss, damit sie nicht runterfällt. Die minimale Geschwindigkeit kann mit Hilfe der Zentrifugalkraft ermittelt werden (vgl. Tipler 1982):

$$F_z = m \cdot a_z = m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

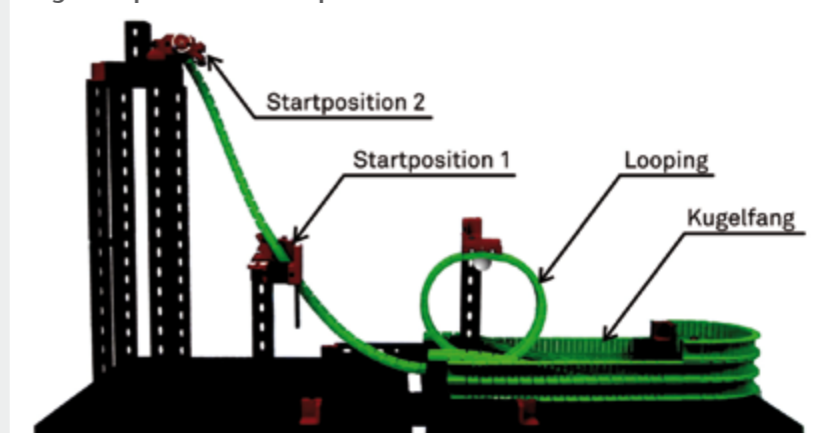
Die Zentrifugalkraft wird im nächsten Schritt mit der Gewichtskraft gleichgesetzt. Wird die neue Gleichung dann nach  $v_{min}$  umgestellt, ergibt sich die minimale Geschwindigkeit:

$$v_{min} = \sqrt{g \cdot r}$$

Mit der minimalen Bahngeschwindigkeit der Kugel und dem Energieerhaltungssatz können die Studierenden dann die minimale Starthöhe  $h_{min}$  berechnen:

$$E_{pot,1} = E_{kin,2} + E_{pot,2} \Rightarrow h_{min} = 1,25 \cdot h_{Looping}$$

Fig. 4. Experimental set-up



Die experimentelle Überprüfung des Ergebnisses scheitert. Die Stahlkugel kann den Looping nicht rollend passieren. Die Studierenden müssen nun ihre Annahmen anpassen.

Eine Möglichkeit, die bisher getroffenen Annahmen anzupassen, besteht in dem Versuch, das betrachtete System genauer zu beschreiben. Beispielsweise rollt die Kugel, und in den Energieerhaltungssatz ist ein rotatorischer Anteil einzubeziehen.

$$E_{pot,1} = E_{kin,trans,1} + E_{kin,rot,1} + E_{pot,2}$$

Um die Rotationsenergie der Kugel zu bestimmen, ist das Massenträgheitsmoment zu berücksichtigen, das mit Hilfe des folgenden Integrals bestimmt werden kann (oder durch Entnehmen einer Formel aus einer Tabelle) (vgl. Gross et al. 2010):

$$J_{\tau} = \rho \int_V r^2 dV \quad \Rightarrow \quad h_{min} = 1,35 h_{Lagrange}$$

Mit Hilfe der Rotationsenergie kann ein neues  $h_{min}$  berechnet werden. Dieses weicht von der vorher berechneten minimalen Starthöhe ab. Auch die neue minimale Starthöhe wird experimentell überprüft. Das Ergebnis dieser Überprüfung: auch im zweiten Fall kann die Kugel nicht durch den Looping rollen.

Ein dritter Schritt sollte in jedem Fall die Reibung zwischen Kugel und Bahn mit einbeziehen. Während des letzten Schritts erfahren die Studierenden dann die Grenzen des Energieerhaltungssatzes, der „einfach“ nur in konservativen Systemen anwendbar ist.

Mit Hilfe einer weiteren Annahme über die Reibungsverluste könnte eine dritte minimale Starthöhe berechnet werden.

$$E_{pot,1} = E_{kin,trans,1} + E_{kin,rot,1} + E_{pot,2} + W_{fr}$$

Im Berufsalltag von Ingenieuren kommt es häufiger vor, dass sie bestimmte Einflussgrößen zunächst schätzen müssen. Nachdem die Studierenden die dritte Runde absolviert haben, können sie ihr Handeln reflektieren und ihre Ergebnisse strukturiert in einem wissenschaftlichen Bericht dokumentieren.

## 5. Fazit

Dieser Beitrag hat FLExperimente als Format Forschenden Lernens vorgestellt. Implementiert wird das Format derzeit in einer neuen Lernumgebung, der FLEx-Forschungswerkstatt für Studierende der Ingenieurwissenschaften. FLExperimente ermöglichen den Studierenden das Lösen von technischen Fragestellungen bereits zu Anfang ihres Studiums.

Durch FLExperimente kann Studierenden das Gesamtbild der Ingenieurwissenschaften in einer aktivierenden Lernatmosphäre näher gebracht werden. Auch kann die Fähigkeit zur Kreativität und Innovation bei den Studierenden ausgeprägt werden.

## Literatur

Abdulwahed, Mahmoud; Nagy, Zoltan K. (2009): Applying Kolb's Experiential Learning Cycle for Laboratory Education. In: Journal of Engineering Education 98 (3), S. 283–294. Online verfügbar unter <http://www.jee.org/2009/july/7.pdf>, zuletzt geprüft am 26.11.2012.

Anderson, Lorin W.; Krathwohl, David R. (2001): A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Unter Mitarbeit von Peter W. Airasian, Kathleen A. Cruikshank, Richard E. Mayer, Paul R. Pintrich, James Rahts und Merlin C. Wittrock. Abridged ed., [Nachdr.]. New York: Longman.

Arnegger, Manuel (2010): Begleittext zum Vortrag. Wie können soziale Kompetenzen vermittelt werden? Die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens von David A. Kolb. Tagung „Vielfalt in der Fortbildung“ – 12.11.2010. Online verfügbar unter <http://www.xenos-berlin.de/attachments/article/199/Handout%20dieWille.pdf>, zuletzt aktualisiert am 10.11.2010, zuletzt geprüft am 19.12.2011.

Biggs, John B.; Tang, Chathrine (2007): Teaching for quality learning at university. What the student does. 3rd, ed. Maidenhead: McGraw-Hill.

Feisel, Lyle D.; Rosa, Albert J. (2005): The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. In: Journal of Engineering Education 94, S. 121–130.

Gross, Dietmar; Schröder, Jörg; Wall, Wolfgang A. (2010): Technische Mechanik. Band 3: Kinetik. 11. neu bearbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.

Jungmann, Thorsten (2011): Forschendes Lernen im Logistikstudium. Systematische Entwicklung, Implementierung und empirische Evaluation eines hochschuldidaktischen Modells am Beispiel des Projektmanagements. Dissertation. TU Dortmund, Herne. Online verfügbar unter <https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/28955/1/Dissertation.pdf>, zuletzt geprüft am 19.10.2011.

Jungmann, Thorsten (2012): Innovation und Kreativität durch Forschendes Lernen. In: ATZagenda 1 (1), S. 114–118.

Jungmann, Thorsten; Ossenberg, Philipp (2013): Scrutineering Kinetics. Engineering Students put physical laws to the proof. In: A. Erman Tekkaya, Sabina Jeschke, Marcus Petermann, Dominik May, Nina Friese, Christiane Ernst et al. (Hg.): Innovationen für die Zukunft der Lehre in den Ingenieurwissenschaften. Aachen: TeachING-LearnING.EU (TeachING-LearnING.EU discussions).

Kolb, David A. (1984): Experiential learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. Online verfügbar unter <http://www.learningfromexperience.com/images/uploads/process-of-experiential-learning.pdf>! (date of download: 31.05.2006).

Ossenberg, Philipp; Jungmann, Thorsten (2013a): Experimentation in a Research Workshop: A Peer-learning Approach as a First Step to Scientific Competence. In: Int. J. Eng. Ped. 3 (S3), S. 27.

Ossenberg, Philipp; Jungmann, Thorsten (2013b): FLExperiment. Solving small technical problems by using mathematical and physical knowledge, skills and competencies in Engineering Education. In: Proceedings of the 2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). „Synergy from Classic and Future Engineering Education“. Technische Universität Berlin, Berlin, Germany, 13.–15.03.2013. IEEE, S. 597–601.

Tipler, Paul Allen (1982): Physics. Volume 1. 2. Aufl. New York, N.Y: Worth Publishers.

Wildt, Johannes (2009a): Forschendes Lernen: Lernen im ‚Format‘ der Forschung. In: Journal Hochschuldidaktik 20 (2), S. 4–7. Online verfügbar unter [http://www.hdz.tu-dortmund.de/fileadmin/JournalHD/2009\\_2/2009\\_2\\_Wildt.pdf](http://www.hdz.tu-dortmund.de/fileadmin/JournalHD/2009_2/2009_2_Wildt.pdf).

Wildt, Johannes (2009b): Funktionen und Anforderungen von Prüfungen unter den Bedingungen neuer Lehr- Lernformen. Online verfügbar unter [http://www.hrk-bologna.de/bologna/de/download/dateien/Wildt\\_Funktion\\_Anforderung\\_\\_Pruefungen.pdf](http://www.hrk-bologna.de/bologna/de/download/dateien/Wildt_Funktion_Anforderung__Pruefungen.pdf), zuletzt aktualisiert am 03.11.2011, zuletzt geprüft am 03.11.2011.

Wildt, Johannes (2010): Guidelines for Educators. ‚From the sage on the stage to the guide at the side‘. In: Neues Handbuch Hochschullehre, S. Griffmarke J 1.8.

## Videos in der Lehre: Ein Versuch

Prof. Dr. Michael Kipp, Hochschule Augsburg, michael.kipp@hs-augsburg.de

### 1. Motivation

Dass die traditionelle Vorlesung ineffizient ist, wurde 2011 von Nobelpreisträger Carl Wieman in einem viel beachteten Science-Artikel eindrucksvoll dargelegt (Deslauriers et al. 2011). Die traditionelle Vorlesung ist aus Sicht der Studierenden zu lang (90 Minuten), nicht selten langweilig, da wenig interaktiv, von schwierigen Randbedingungen geprägt (Unruhe im Hörsaal, Sichtbarkeit von Leinwand, Tafel, Dozent) und vor allem unflexibel (feste Zeit, fester Ort). Aus Sicht der Dozentin ist eine Vorlesung repetitiv, da jahrelang die fast exakt gleichen Inhalte doziert werden, was nach einigen Jahren zu Motivationsproblemen von Seiten der Dozentin führen kann. Die Folgen einer ineffizienten Vorlesung sind dramatisch, denn sobald Studierende „abgehängt“ sind, können weitere Inhalte kaum vermittelt werden, da – zumindest in technischen Fächern – die Inhalte oft aufeinander aufbauen. Dies bedeutet, dass zum Semesterende in der Vorlesung kaum noch Studierende erreicht werden, was für beide Seiten, Studierende und Dozenten, eine Verschwendung von Ressourcen bedeutet.

Die Idee des Inverted Classroom, auch Flipped Classroom genannt, bietet hier einen Lösungsansatz (Bergmann, Sams 2012, Khan 2012). Die reine Wissensvermittlung, die sich in vielen Fächern über die Jahre kaum ändert, wird auf Videos verlagert, die die Studierenden an einem Ort ihrer Wahl sehen können (zu Hause, im Café, an der Hochschule). Die dadurch gewonnene Zeit in der Präsenzveranstaltung wird genutzt, um die Anwesenheit von Studierenden und Dozentin maximal zu nutzen, zum Beispiel durch betreute Gruppenarbeiten und vor allem durch aktive Kommunikation unter den Studierenden und mit der Dozentin. Deshalb „inverted“ Classroom: Wissensvermittlung nicht an der Hochschule, sondern zu Hause, und umgekehrt die Hausaufgabe nicht zu Hause, sondern an der Hochschule.

Videos bieten die folgenden Vorteile gegenüber traditionellen Vorlesungen: Sie können wiederholt angesehen werden, ohne dass ein Gefühl von Scham aufkommt und ohne dass Hemmschwellen (Nachfragen) überwunden werden müssen. Man kann frei im Video springen oder auch die Geschwindigkeit erhöhen. Videos können zu jeder Zeit und an vielen Orten angesehen werden, unterbrochen und pausiert werden. Die Inhalte eines Videos sind in der Regel kompakter dargestellt, da die Produzentin des Videos sich dessen bewusst ist, dass das Video viele Male angesehen wird (im Gegensatz zu einer einmaligen Vorlesung). Videos erlauben es auch, Inhalte „aufzuholen“, z. B. kurz vor der Klausur. Die Nachteile von Videos sind, dass sie nicht interaktiv sind, d. h. es kann nicht nachgefragt



werden, dass das Ansehen des Videos nicht so leicht überprüfbar ist (im Gegensatz zur Anwesenheit in einer Präsenzveranstaltung) und dass es sich nicht um ein „Gruppenerlebnis“ handelt, wo die Anwesenheit der anderen evtl. motiviert.

Das Thema Inverted Classroom ist auch im Kontext der aufkommenden reinen Online-Lehrveranstaltungen, sog. MOOCs (Massive Open Online Courses), relevant und wurde jüngst in einer eigenen Konferenz aufgegriffen, der ICM-Konferenz<sup>1</sup> 2013 in Marburg. In Deutschland sind u. a. die Professoren Handke (Univ. Marburg), Loviscach (FH Bielefeld) und Spannagel (PH Heidelberg) sehr aktiv in diesem Bereich<sup>2</sup>. In den USA wurde das Thema durch den Erfolg der Khan-Academy<sup>3</sup> popularisiert, einer kostenlosen Videosammlung von über 4000 Videos, die von Google und der Bill & Melinda Gates Stiftung gefördert wird (Khan 2012).

Im Sommersemester 2013 habe ich in zwei Vorlesungen zum Thema Programmieren selbst produzierte Kurzvideos eingesetzt (insgesamt 17 Videos bzw. 12 Videos je Vorlesung). Durch ein Bonussystem gab es Anreize, die Videos vor der Vorlesung zu sehen (analog zu Pre-Readings, Heiner, Banet 2012). In der Vorlesung wurde praxisorientiert vorprogrammiert und durch Clickerfragen das Lernen und der Austausch motiviert (peer instruction, cf. Mazur 1997). Im begleitenden Praktikum wurde anhand einer Kompetenz-Checkliste kommuniziert, welche Kompetenzen zu „meistern“ sind (mastery learning, Khan 2012). Diese Kompetenzen wurden anhand eines praxisnahen Live-Coding-Tests abgefragt, die u. a. Minimalanforderungen abbilden sollen (Städler 2010).

Diese Maßnahmen wurden aufgrund von Ressourcenmangel nur teilweise implementiert. Hier berichte ich erste Erfahrungen und studentisches Feedback.

## 2. Videos

Videos lassen sich zunächst unterscheiden in zwei Typen: abgefilmte Vorlesungen (90 Min.) und thematische Einheiten (10 Min.). Abgefilmte Vorlesungen komplementieren oder ersetzen den Vorlesungsbesuch und erlauben das wiederholte Ansehen, auch mit höherer Geschwindigkeit. Sie haben den Vorteil, dass das Video und das Gesehene 1-zu-1 übereinstimmen. Nachteil ist, dass es schwer ist, in einem 90-minütigen Video gezielt Inhalte zu finden und die Veranstaltung nicht optimiert für die Betrachtungssituation gestaltet ist, also schnell langatmig wirken kann. Schließlich ist auch der Produktionsaufwand nicht zu unterschätzen. Es müssen Sprecher, Tafel, Projektion und Audiosignal evtl. getrennt aufgezeichnet werden und zumindest in der Nachbearbeitung adäquat zusammengeschnitten werden, so dass Sprecher, Folie, Tafel jeweils optimal dargestellt werden, wobei der Kontrastunterschied zwischen Projektion und Sprecher teils nur eins von beiden optimal sichtbar lässt.

<sup>1</sup> <http://invertedclassroom.wordpress.com/konferenz2013>

<sup>2</sup> Online-Artikel „Vorlesung verkehrt, aber richtig“: <http://www.uni-marburg.de/aktuelles/news/2012b/invertedclassroom>

<sup>3</sup> <https://www.khanacademy.org/>

Der zweite Typ Video sind thematische Einheiten, wie sie die Khan-Academy verwendet. Diese auch von mir eingesetzte Variante setzt auf außerhalb der Vorlesung produzierte Videos mit je einem Kernthema und einer maximalen Dauer von 10 Minuten. Laut Salmon Khan begründete sich diese Restriktion zunächst rein technisch, da YouTube nur ein Limit von 10 Minuten erlaubte (Khan 2012). Im Nachhinein erwies sich diese Grenze als ideal, um ein Thema konzentriert mit hoher Aufmerksamkeit zu vermitteln. Dies deckt sich mit meiner Erfahrung, dass Videos, die eher 15 Min. lang sind, bereits Kritik auf sich ziehen.

### 2.1 Konzept und Produktion

Die eingesetzten Videos drehen sich um das Thema „Programmieren“ und behandeln jeweils ein Thema. Umfangreichere Themen werden dabei in Unterthemen zergliedert, so dass ein Einzelvideo die Dauer von 10-15 Minuten nicht überschreitet. Meine persönliche Einschätzung ist, dass eine Länge von 6–8 Minuten optimal ist.

Von der Form her sind die Videos an die Videos der Khan-Academy angelehnt. Die Grundidee ist, dass der Student eine Art virtuelle Tafel sieht und den Lehrer nur hört, während sich auf der Tafel Diagramme und Texte entwickeln. Der Lehrer selbst ist nicht zu sehen, nur zu hören. Bei meinen Videos gibt es also folgende Komponenten:

- **Virtuelle Tafel:** eine Zeichenfläche, auf der geschrieben und gemalt wird – wo auch vorgefertigte Texte hineinkopiert werden können
- **Voice-over:** die eigentliche Erklärung des/der Lehrenden
- **Fenster:** weitere Programme, z. B. die Programmierumgebung (z. B. Processing, BlueJ, Eclipse) oder ein File-Browser, die zu Demonstrationszwecken hinzugeschoben werden
- **Screen-Markup:** temporäre Markierungen (Einkreisen in rot, Pfeile), um die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Stelle des Bildschirms zu lenken

Die Phasen bei der Videoerstellung sind wie folgt:

- **Konzeption:** Hier wird der grobe Ablauf festgelegt und in der Regel stichwortartig abgelegt. Benötigte Demonstrationseinheiten, z. B. Programmiercode, werden erstellt. Empfehlenswert sind auch Textbausteine, die später direkt auf die Zeichenfläche kopiert werden können.
- **Aufnahmepvorbereitung:** Vor der Aufnahme sollten Ablaufplan und alle Ressourcen auf dem Bildschirm sein. Man sollte die Audioeinstellung prüfen (Lautstärke) und den Abstand des Mikrophons, da eine unzulängliche Audiospur eine komplette Neuaufnahme notwendig macht.

Abb. 1: Screenshot eines Lehrvideos zum Thema „If-Anweisung“

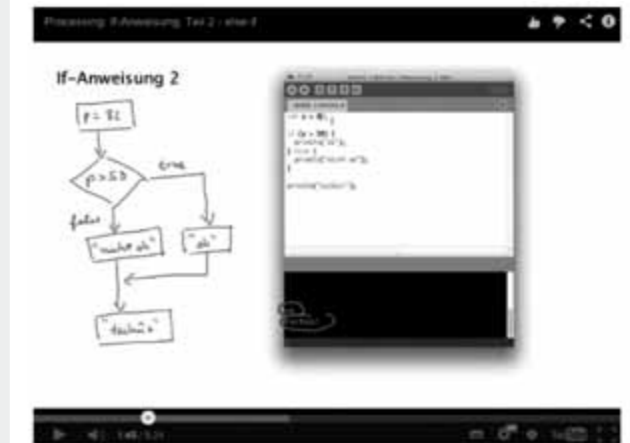
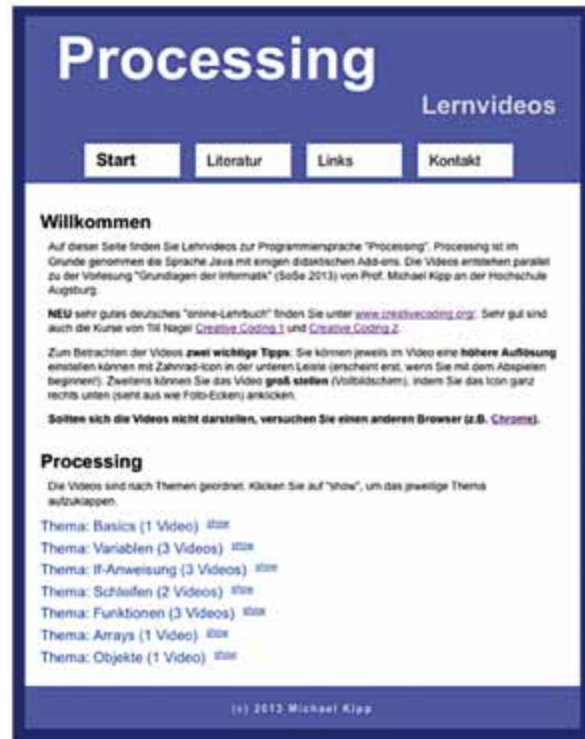


Abb. 2: Auf einer eignen Internetseite<sup>4</sup> sind alle Videos einsehbar und abspielbar. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Themen „zugeklappt“ und können per Link aufgerollt werden.



- **Aufnahme:** Während der Aufnahme ist es wichtig, bei Störungen und Versprechern die Ruhe zu bewahren und gegebenenfalls nochmal im Text „zurückzuspringen“. Es ist effizienter, Störungen später rauszuschneiden, als jedesmal neu zu beginnen. Ich empfehle ferner, für alle Videos die gleiche Begrüßung und Verabschiedung zu wählen. Beides sollte sehr knapp sein.
- **Postproduktion:** Hier wird das Video geschnitten. Dies beschränkt sich auf das Herausschneiden von Versprechern, Störungen (Baustellenlärm etc.), Fehlern (falsches Fenster reingezogen), aber auch von Längen (ich schneide z. B. bei längeren Texteingaben den Mittelteil heraus und nehme dafür „Sprünge“ im Video in Kauf).

## 2.2 Veröffentlichung

Alle Videos werden auf einer eigenen Internetseite gelistet und sind dort direkt abspielbar (Abb. 2). Zur Vorbereitung lade ich die Videos auf YouTube hoch und schalte sie dort auf „public“, d. h. die Videos sind von jedermann/frau über das YouTube-Portal einsehbar.

## 2.3 Eingesetzte Hard- und Software

Da es nützlich sein kann zu wissen, welche Ausstattung man für die beschriebenen Videos benötigt, gebe ich hier eine Auflistung aller von mir verwendeten Hard- und Software-Posten:

- **Rechner und Monitor:** MacBook Air und externer 26“-Monitor mit einer Auflösung von 1920×1080 Pixeln
- **Grafik-Tablet:** ein Schreibbrett mit Stift der Firma Wacom, Modell Intuos 5 Touch, Größe M, ca. 350 € (Empfehlung: ein Gerät mit ausreichender Größe/Auflösung wählen, damit die Handschrift leserlich bleibt)
- **Headset:** Kopfhörer mit Mikrofon, Logitech PC 960 Stereo Headset USB, ca. 25 €
- **Malprogramm** für die virtuelle Tafel: Autodesk Sketchpad Express (kostenlos)
- **Screen-Markierungs-Programm:** OmniDazzle (nur Mac, kostenlos, für Windows wäre UltimatePen eine Alternative)
- **Videoaufzeichnungs-Programm** (auch Screencasting-Software genannt): ScreenFlow (nur Mac, ca. 80 €, unter Windows wird häufig Camtasia empfohlen)

Diese Aufstellung zeigt, dass es mit relativ wenigen Ressourcen möglich ist, Videos zu produzieren. Man benötigt kein professionelles Video-Studio.

## 3. Einbindung

In diesem Abschnitt stelle ich vor, welche Inhalte ich für die Videos auswähle und wann die Videos im Rahmen der Lehrveranstaltung angesehen werden. Beim letzteren Punkt habe ich verschiedene Varianten ausprobiert.

### 3.2 Kernthemen vs. komplementäre Themen

Die Idee des Inverted Classrooms ist es, die komplette Vorlesung, da es sich um reine Wissensvermittlung handelt, in Videos auszulagern. Umgekehrt wäre es auch möglich, lediglich komplementäre Informationen, z. B. Beispiele oder Vertiefungswissen, in Videoform zu fassen. Das heißt, inhaltlich kann man sich für „Kernthemen“ oder „komplementäre Themen“ entscheiden. In meinen Veranstaltungen beinhalteten die Videos hauptsächlich Kernthemen.

- Zeitliche Einbindung
- Es gibt drei Möglichkeiten der zeitlichen Einbindung:
- Video zur Vorlesungsvorbereitung
- Video in der Vorlesung
- Video als Begleitmaterial

Da ich in meinen Veranstaltungen mit allen drei Formen Erfahrungen gesammelt habe, möchte ich alle drei Formen besprechen.

**Video zur Vorlesungsvorbereitung:** Da die Videos Kernthemen behandeln, habe ich 2–3 Videos als verpflichtende Vorlesungsvorbereitung im Sinne eines Pre-Readings aufgegeben und mit Hilfe von Online-Tests überprüft (Heiner, Banet 2012). Die Punkte des Tests gingen zu 5 % in die Endklausur ein. In der Vorlesung wurden die Inhalte der Videos nicht wiederholt, sondern direkt in Beispielen angewandt. In der Evaluation wurde zurückgemeldet, dass viele die Vermittlung von Kerninhalten lieber „live“ sehen. Die Tests zur Überprüfung des Gesehenen sind mit einigem Aufwand verbunden, wobei sich anhand der YouTube-Statistik zeigte, dass teils nur die Hälfte die Videos wirklich anschauten und die Testlösungen wahrscheinlich per Internet kommuniziert wurden.

**Video in der Vorlesung:** Da die Videos relativ kurz sind, kann man diese auch in der Vorlesung mit den Studierenden ansehen und anschließend Fragen beantworten. Interessanterweise werden hier oft mehr Fragen gestellt als in einer normalen Vorlesung. Gerade in der Entstehungsphase der Videos erlaubt dieses Vorgehen, auch direktes Feedback zur Videogestaltung einzuholen. In der Evaluation wurde aber auch diese Form der Videoeinbindung kritisch bewertet, da zum einen der Vorteil verlorengeliegt, das Video anzuhalten oder zurückzuspringen. Des Weiteren verliert man wertvolle Präsenzzeit mit dem Dozenten. Dennoch könnte diese Art der Einbindung z. B. zu Beginn einer Erstsemester-Vorlesung genutzt werden, um die Studierenden an die Videos heranzuführen und diesen Prozess so zu begleiten.

**Video als Begleitmaterial:** Hier werden die Videos entweder in ihrer Gesamtheit oder gestaffelt parallel zur Vorlesung zur Verfügung gestellt und die Studierenden entscheiden selbst, ob sie die Videos zur Vorbereitung, zur Nachbereitung, nur im Bedarfsfall oder zur Prüfungsvorbereitung nutzen. Bei einigen Studierenden können die Videos auch Ausgangspunkt für eine Suche nach weiteren Videos zum Thema sein, die vielleicht besser den Neigungen des Studierenden entsprechen. Diese Variante wurde in der Evaluation von fast allen Studierenden begrüßt und ist im Sinne des selbstregulierten Lernens auch die wünschenswerteste. Sie birgt die Gefahr, dass die Ressource Video zu spät als wertvolle Hilfe wahrgenommen wird und erst kurz vor der Prüfung zum Einsatz kommt.

#### 4. Kompetenzorientierung

Im Bereich Programmierung ist es im Grunde absurd, dass die Note aufgrund einer handschriftlichen Klausur festgestellt wird, die viele Aspekte der Programmierfähigkeit nicht realistisch abbildet (Programmierumgebung mit Code-Vervollständigung, Nachschlagen in Online-Dokumentationen). Durch diese Praxis kann es zu artifiziellen Aufgabenstellungen kommen, die nur teilweise die studentischen Leistungen in den Ziel-Kompetenzen abbilden.

Ich habe daher versucht, die studentische Leistung aufgrund von zu erwerbenden Kompetenzen zu definieren. Diese Kompetenzen werden in einer Checkliste kommuniziert (Abb. 3), die gleichzeitig zur Selbsteinschätzung genutzt werden kann, denn bei jeder Kompetenz gibt es vier Kästchen für die Einschätzung der Beherrschung dieser Kompetenz:

- **Anfänge:** Ich bin ins Thema eingeführt.
- **Basiskonntnisse:** Ich habe die Grundlagen erarbeitet und kann in kleinen Schritten selbstständig arbeiten mit wechselnden Ergebnissen.

- **Gesicherte Kenntnisse:** Ich kann vorwiegend selbständig Aufgaben bearbeiten mit häufig zufrieden stellenden Ergebnissen.

- **Vertiefte Kenntnisse:** Ich beherrsche das Gelernte und kann es auf neue Probleme übertragen mit guten bis sehr guten Ergebnissen.

Dieses Vorgehen ist angelehnt an die Leistungsfortschrittsdokumentation der Montessori-Schulen, genannt IZEL<sup>5</sup> (Informationen zum Entwicklungs- und Lernprozess).

Abb. 3: Ausschnitt aus der Kompetenz-Checkliste

Thema: Funktionen	Vorl.	Angänge	Basis	gesichert	vertieft
Einfache Funktion definieren und aufrufen	7				
Funktion mit Parametern definieren und aufrufen	7				
Funktion mit Rückgabewert (int, float, boolean, String) definieren, zurückgegebenen Wert an eine Variable binden.	7				

Weiterer Bestandteil der Kompetenzorientierung ist die Zulassungsprüfung zur Klausur. Dies wurde bislang an unserer Hochschule durch die persönliche Abnahme von Praktikumsaufgaben mit dem Dozenten geleistet, wobei bei diesen Abnahmen in der Praxis immer wieder schwierig zu klären ist, ob der Programmcode selbst geschrieben wurde. Mein Eindruck war, dass an dieser Stelle auch die Dozent-Student-Beziehung belastet wurde durch eine wiederkehrende Quasi-Prüfungssituation.

Daher habe ich diese Zulassungsprüfung ersetzt durch sog. Live-Coding-Prüfungen, in denen innerhalb einer begrenzten Zeit Programmieraufgaben am Rechner mit Hilfe der entsprechenden Programmierwerkzeugen, also unter realistischen Bedingungen, gelöst werden müssen. Die Aufgaben entsprechen den aufgelisteten Kompetenzen und sind in der Regel Variationen der Übungsaufgaben aus dem Praktikum.

Die Kombination aus Videos, Kompetenz-Checklisten und Live-Coding-Prüfungen soll dazu führen, dass die Studierenden von praxisnahen und konkreten Zielen motiviert ihren Lernprozess selbst gestalten.

#### 5. Diskussion

Wie im letzten Abschnitt geschildert war die Einführung von Videos Teil des Versuchs, den Studierenden im Sinne eines selbstregulierenden Lernens mehr Flexibilität zu geben. Die Meinung der Studierenden wurde in mehreren Fragebögen eingeholt.

Die Videos wurden ausnahmslos als Ergänzung zur Vorlesung begrüßt. Einige Studierende betonten jedoch, dass sie die Vorlesung als Präsenzveranstaltung bevorzugen, d. h. die Videos sollten die Vorlesung nicht ersetzen. Hier ist jedoch zu bedenken, dass die Präsenzveranstaltung noch eher traditionell (frontal) gehalten war und dass interaktivere Formate vielleicht doch die Videos als Ersatz für den Frontalvortrag akzeptabel machen.

Hinsichtlich des Themas Flexibilität ist überraschenderweise zu beobachten, dass Studierende es überwiegend (80 % der Befragten) begrüßen, wenn Kontrollmechanismen wie Anwesenheitspflicht beim Praktikum oder Online-Tests eingerichtet werden, da offenbar die Befürchtung besteht, dass die eigene Disziplin nicht ausreicht. Hier eine gute Balance aus Pflichten und Anreizen zu finden, scheint die wesentliche Aufgabe zu sein.

Im Kollegenkreis wurde auch die Einbindung externer Videos diskutiert, und es gibt Erfahrungen, die zeigen, dass selbst hochwertig produzierte externe Videos nicht angenommen werden. Meine Vermutung ist, dass es auf eine hohe Stimmigkeit zwischen Videos und Vorlesung ankommt. Sind die Darstellungsform oder die Inhalte zu verschieden, sinkt die Motivation, das (optionale) Videomaterial hinzuzuziehen. Daraus folgt als Handlungsempfehlung: Entweder man produziert die Videos selbst oder man nimmt vorhandene Videos als Grundlage für den Aufbau/Umbau der eigenen Vorlesung. Eine bestehende Vorlesung lediglich durch eine Empfehlungsliste zu passenden, externen Videos zu ergänzen, scheint nicht immer zu funktionieren.

<sup>5</sup> siehe z. B. <http://www.montessoribayern.de/paedagogik/paedagogik-in-der-praxis/izel-informationen-zum-entwicklungs-und-lernprozess.html>

Allgemein denke ich, dass Videos immer nur als Teil der Gesamtveranstaltung gesehen werden müssen und dass besondere Sorgfalt auf die Erreichbarkeit der Videos gelegt werden muss. Dies kann in Form einer eigenen Webseite oder durch Erinnerungsmails mit anklickbaren Links geschehen.

## 6. Konklusion und Ausblick

Prinzipiell wurden alle drei hier vorgestellten Methoden – Videos, Kompetenz-Checklisten und Live-Coding-Prüfungen – von den Studierenden gut angenommen. Da z. B. die Videos nur unvollständig den Kurs abdeckten und auf verschiedene Weise eingebunden wurden, lassen sich noch keine verlässlichen Aussagen ableiten. Es scheint so, als ob die Methoden sinnvoll sind, aber die richtige Einbindung noch festgestellt werden muss und durch gründliche Evaluation abgesichert werden sollte.

Für die Zukunft ist geplant, die Videos und ein schriftliches Skript stärker zu kombinieren, etwa in Form einer interaktiven Internetseite. Dies würde das Material auch als Grundlage eines reinen Online-Angebots (MOOC) nutzbar machen. Im kommenden Semester wird die komplette Vorlesung mit Videos begleitet werden, so dass die Frage, wie die Vorlesungszeit besser genutzt werden kann, stärker in den Vordergrund rückt. Ziel ist es, die Studierenden dazu zu bewegen, aktiv über die Inhalte zu sprechen, was z. B. im Bereich Mathematik ein Schlüssel zu einem nachhaltigeren Lernen ist (Boaler 2009). Geplant sind z. B. Gruppenarbeiten, in denen Poster zu Inhalten erstellt werden. Die besten Poster verbleiben dann im Vorlesungsraum als Lernhilfe und Dokumentation. Interessant sind auch Hörsaal-Spiele<sup>6</sup> und die Lehrmethode des aktiven Plenums (Spannagel 2011). Weiterhin sollen die Kompetenz-Checklisten zum peer assessment genutzt werden, in einem Zeitraum, in dem Studierende sich zu zweit zur Selbsteinschätzung zu verschiedenen Themen beraten. Bei Prüfungen soll weiterhin per Live-Coding unter realistischen Bedingungen getestet werden. Interessant wäre ein Online-System, das automatisch Rückmeldung gibt, so dass Studierende jederzeit ihre Fähigkeiten testen können.

### Literatur

Ackoff, R.L., Greenberg, D. (2008) *Turning Learning Right Side Up: Putting Education Back on Track*, Pearson Prentice Hall

Bergmann, Jonathan, and Sams, Aaron (2012) *Flip Your Classroom*, International Society for Technology in Education.

Boaler, Jo (2009) *What's Math Got to Do with It?: How Parents and Teachers Can Help Children Learn to Love Their Least Favorite Subject*, Penguin Books

Deslauriers, L., Schelew, E., Wieman, C. (2011) Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. In: *Science*, Vol. 332, no. 6031, pp. 862–864

Heiner, C., Banet, A. (2012) Students' perspectives on pre-class reading assignments, Poster at Foundations and Frontiers of Physics Education Research: Puget Sound.

Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Khan, S. (2012) *The One World Schoolhouse: Education Reimagined*, Hodder & Stoughton.

Städtler, T. (2010) *Die Bildungs-Hochstapler: Warum unsere Lehrpläne um 90 % gekürzt werden müssen*, Spektrum Akademischer Verlag.

Spannagel, C. (2011). Das aktive Plenum in Mathematikvorlesungen. In: L. Berger, C. Spannagel & J. Grzega (Hrsg.), *Lernen durch Lehren im Fokus. Berichte von LdL-Einsteigern und LdL-Experten* (S. 97–104). Berlin: epubli.

## Software Engineering aktiviert lernen – Erfahrungen mit dem konstruktivistischen Methodenbaukasten

Michael Schumm<sup>1</sup>, Saskia Joseph<sup>1</sup>, Michael Reschke<sup>1</sup>, Alexander Soska<sup>1</sup>, Irmgard Schroll-Decker<sup>2</sup>, Jürgen Mottok<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultät Elektro- und Informationstechnik

<sup>2</sup> Fakultät Angewandte Sozialwissenschaften  
Hochschule Regensburg, Seybothstraße 2, 93053 Regensburg  
{michael.schumm, saskia.joseph, michael.reschke, alexander.soska, irmgard.schroll-decker, juergen.mottok}@hs-regensburg.de

### Abstract

Software Engineering beschäftigt sich mit der systematischen und disziplinierten Entwicklung von Software. Als sehr volatiles Fach mit einem hohen Anteil an sich ändernden Technologien und Methoden bietet sich diese Fachdisziplin sehr gut an, sowohl im Hochschulkontext, als auch in der beruflichen Praxis über geeignete Strategien der Fort- und Weiterbildung und des Lernens selbst nachzudenken. Dieser Beitrag beschreibt die Erfahrungen der Autoren mit ausgewählten Methoden zum aktivierenden und forschenden Lernen.

### 1. Einleitung

Mit der Umsetzung des Bologna-Prozesses und der Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen an den Hochschulen wurde studentisches Lernen neu thematisiert. „The Shift from Teaching to Learning“ [Welbers, 2005] beinhaltet einen Perspektivwechsel der akademischen Lehre hin zu einer Lerner- und Lernprozesszentrierung [Schneider, 2009]. Die Diskussion über die von den Studenten zu erwerbenden Kompetenzen als Lernergebnisse neben den Lerninhalten gewinnt seit langem an Bedeutung. Die Gewichte der Diskussion verschieben sich vom Lehraufwand hin zum Lernaufwand und Lernprozess. Damit wird der Lehrende zum Unterstützer der Lernenden, dessen Lehrkompetenz sich in dem Motto „Lehren zum Lernen“ realisiert [Trautwein, 2013].

Der konstruktivistische Ansatz [Jank, 2008] bildet die Erklärungsfolie zur Aneignung von Wissen, zum Lernen und Lehren [Mottok, 2009]. Kernaussage ist, dass jeder Mensch durch die Interaktion mit seiner Umgebung seine eigene persönliche Wirklichkeit erschafft. Diese unterscheidet sich von der Wirklichkeit anderer Menschen. Lernen wird als die Konstruktion

von Bedeutung und damit als das dynamische Weiterentwickeln der persönlichen Wirklichkeit gesehen. Die grundsätzliche Ausrichtung ist [Reich, 2012]: „Selbst erfahren, ausprobieren, untersuchen, experimentieren, immer in eigene Konstruktion ideeller oder materieller Art überführen und in den Bedeutungen für die individuelle Interessen-, Motivations- und Gefühlslage thematisieren.“ Neuere Ergebnisse der Gehirnforschung bestätigen die ganzheitliche Informationsverarbeitung im Gehirn und damit den konstruktivistisch didaktischen Ansatz in der Lehrmethodik [Herrmann, 2009]. Wenn Lernen die Weiterentwicklung einer subjektiven Wirklichkeit ist, dann impliziert dies eine Selbststeuerung des Lernprozesses: der Lernende findet seinen Weg, um möglichst effektiv sein Wissen zu erweitern [Waldherr, 2009].

Dieser Beitrag beschreibt die Erfahrungen der Autoren mit ausgewählten Methoden aus dem konstruktivistischen Methodenpool von Kersten Reich [Reich, 2012] und der Methodensammlung von Gerd Macke [Macke, 2012]. Nach einer kurzen Vorstellung des Software Engineering Curriculums in Abschnitt 2 folgen die Vorstellung der Lernziele und die Beschreibung der Aufgabenstellung in Abschnitt 3. An diese technische Beschreibung der Veranstaltung schließen sich die Vorstellung des Aufbaus in Abschnitt 4 und die Vorstellung der verwendeten Methoden in Abschnitt 5 an. Vor dem Ausblick werden im Abschnitt 6 die Erfahrungen und Evaluationsergebnisse vorgestellt.

### 2. Software Engineering für Mechatroniker

Im Curriculum des Bachelorstudiengangs Mechatronik der Hochschule Regensburg wird im vierten Semester die Vorlesung Software Engineering im Umfang von 2 SWS/3 ECTS und im fünften Semester das Praktikum/Seminar Software Engineering als Blockveranstaltung im Umfang von 4 SWS/5 ECTS angeboten. Alle Studierenden haben als Vorkenntnisse die Programmiersprachen C und C++ (10 SWS V+Ü), sowie Mikrokontrollertechnik (6 SWS V+Ü). Sie haben dagegen keine Erfahrung bezüglich der über die Programmierung hinausgehenden Schritte bei der Software-Entwicklung. Wie an der großen Zahl von Praktika und Projekten zu erkennen ist, wird deren zentrale Rolle in der Lehre von Software Engineering [Ludewig, 2009] Rechnung getragen.

Die Vorlesung Software Engineering bereitet auf eine schriftliche Prüfung vor. Dagegen wird die Blockveranstaltung Praktikum/Seminar Software Engineering mit einem studienbegleitenden Leistungsnachweis abgeschlossen.

### 3. Fachwissenschaftliche Lernziele und Aufgabenstellung

Ein wesentlicher Bestandteil des Praktikums/des Seminars Software Engineering ist ein Planspiel, welches eine Projektaufgabe mit dem Embedded Roboter-System LEGO® Mindstorms® NXT 2.0 beinhaltet. In dieser sollen ein Labyrinth-Algorithmus sowie eine Fernsteuerung- und Fernüberwachung des NXT-Roboters über einen Server-PC und zusätzlich

Abb. 1: Grobes Architekturmodell: NXT-Roboter, Server-PC und Web-Clients

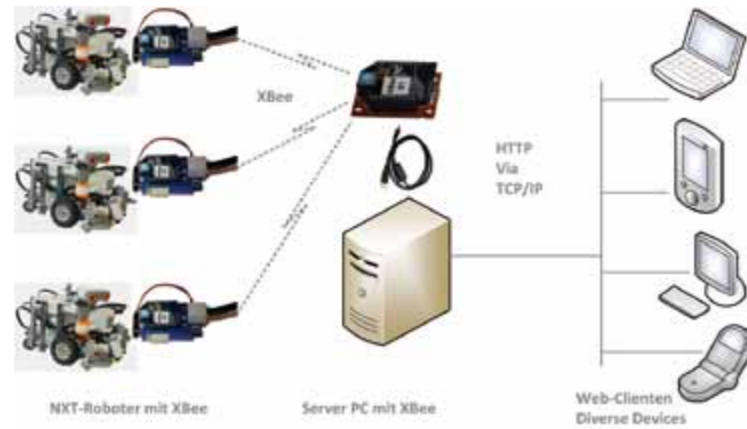


Abb. 2: NXT-Roboter findet selbstständig den Weg aus einem Labyrinth



über Web-Clients, also Browserapplikationen, erstellt werden. Bibliotheken und einfache Beispiele liegen den Lernenden in der Lernplattform moodle bereits vor. Dies entspricht einer realen Projektsituation, in der betriebsbewährte Softwarelösungen verstanden und anteilig wiederverwendet werden sollen.

Die für die Projektaufgabe notwendigen Kompetenzen werden vor und während der Durchführung des Planspiels erarbeitet. Im Einzelnen sind diese:

1. Entwicklungsprozess und Methoden
  - Softwareentwicklungsprozess V-Modell 97
  - Projekt-, Qualitäts- und Konfigurationsmanagement
  - System- und Softwareerstellung
  - Requirements Engineering
  - Analyse und Design mit der UML
  - Implementierung
  - Review-Techniken
  - Software-Test
2. Web-Client-Programmierung
  - SWebtechnologien (HTML, JavaScript, XML, DOM, CGI, Ajax, Sambar)
3. Server-Programmierung
  - .Net Programmierung mit C++: Basic Windows Forms (Label, Button, Text and Selection Controls)
  - .Net Programmierung mit C++: Graphics using GDI+
4. Embedded System mit NXT-Roboter
  - SNXC-Programmierung, Entwicklungsumgebung, Kommunikation
5. Kk

### 3.1 Aufgabenstellung 1: Labyrinth-Algorithmus

Der NXT-Roboter soll mit Hilfe eines frei wählbaren Algorithmus und Sensor-Unterstützung den Ausgang aus einem Labyrinth (s. Abb. 2) finden können. Dabei soll das Labyrinth kartographiert werden, um einen zweiten Roboter, ohne Sensor-Unterstützung, auf dem kürzesten Weg aus dem Labyrinth steuern zu können.

### 3.2 Aufgabenstellung 2: Fernsteuerung und Fernüberwachung

Zusätzlich soll der NXT-Roboter auch von der Applikation auf dem Server und über alle gängigen Browser auf den Web-Clients ferngesteuert und fernüberwacht werden können.

## 4. Aufbau der Lehrveranstaltung

Die Blockveranstaltung Praktikum/Seminar Software Engineering findet an fünf Tagen statt. Während in den ersten beiden Tagen Fachthemen erarbeitet und vermittelt werden, werden in den restlichen drei Tagen in einem als Projektarbeit ausgelegten Planspiel die Kenntnisse und Fertigkeiten in den Fachthemen vertieft und angewendet (Lernarrangement in Abb. 3).

Bereits zwei Monate vor der Blockveranstaltung findet eine Vorbesprechung mit den Studierenden statt. Hier werden sowohl die Seminarvortragsthemen, als auch die Posteraufgabe für Open Space vergeben. Den Studierenden werden Literaturhinweise zur Bearbeitung der Aufgaben in der Lernplattform moodle zur Verfügung gestellt.

Die Semestergruppe der Studierenden wird während des Planspiels in mehrere Projektgruppen mit jeweils ca. 10–20 Teilnehmern aufgeteilt. Während der Blockveranstaltung Praktikum / Seminar Software Engineering stehen Seminar- und Rechnerräume für die einzelnen Projektgruppen zur Verfügung. An der Blockveranstaltung haben bereits Semestergruppen mit 20–60 Studierenden teilgenommen.

## 5. Methodenbaukasten in der Lehrveranstaltung

Der Ansatz einer konstruktivistischen Didaktik spricht sich dagegen aus, dass Wissen von einem Lehrer an Lernende übertragen werden kann. Dagegen setzt er auf die Schaffung optimaler Bedingungen für Lernende [Mottok, 2009], der Art, dass sie Wissen selbst für sich aneignen können. Dazu ist ein anregend gestaltetes Umfeld vonnöten, in dem Lernende durch neugieriges Erforschen, Ausprobieren und Untersuchen, entweder alleine oder in Gruppen [Aviram, 2000], Wissen, Fertigkeiten und Kompetenzen „erschaffen“.

Die Ausgestaltung eines Lernarrangements für Software Engineering mit Elementen aus dem Konstruktivistischen Methodenbaukasten [[Reich, 2012] und [Macke, 2012]] und der Aktivierenden Lehre reduziert den Anteil an Frontalunterricht. Seit dem WS 2009 / 2010

Abb. 3: Lernarrangement für das Praktikum/Seminar Software Engineering im WS 2012/2013



sind im Praktikum/Seminar Software Engineering die in Tabelle 1 dargestellten Elemente einer konstruktivistischen Didaktik eingesetzt worden. Dabei ist festzuhalten, dass die große Anzahl an Einträgen in der Tabelle durch die Tatsache entstanden ist, dass im Laufe der Zeit verschiedene Methoden verwendet wurden. Die jeweilige Auswahl der eingesetzten Methoden ist an die Rahmenbedingung wie z.B. Teilnehmerzahl gebunden (siehe z. B. die Auswahl im WS 2012/2013 in Abb. 3).

**Tab. 1: Gestaltung eines Lernarrangements für Software Engineering mit Elementen aus dem konstruktivistischen Methodenbaukasten.**

Elemente	Lernsituation
Pair-Teaching [Jaeger, 2009]	Interdisziplinäres Team vorleben, Verzahnung im Führungstandem, Erlebtes Führungsteam, Konkurrenz versus Zusammenarbeit / Dialog, Klima offener Kommunikation vorleben
Seminarvortrag	Studierende als Lehrer: Durchs Lehren Lernen „Homo docens“
Gruppenpuzzle	Studierende als Lehrer: Fachthemen zur Durchführung des Planspiels erarbeiten und vermitteln
Open Space	Studierende als Lehrer: Fachthemen zur Durchführung des Planspiels vermitteln
Problemorientiertes Lernen	Ein Brettspiel erarbeiten zum V-Modell 97 [Landes, 2012]
Planspiel	Abwicklung eines Softwareprojekts, Individualität versus Kooperation: Teambildung und Rollenverteilung, Rolle ausgestalten
Mentoring	Studierende höherer Semester geben ihr Wissen weiter
Kommunikation	Verbesserung des Kommunikationsprozesses innerhalb des Projektes lernen
Feedback u. a. Blitzlicht	Rückmeldung zur Prozessverbesserung im Projekt und Reflektion des eigenen Lernprozesses
Methodenkompetenz und Sozialkompetenz	Selbstreflexion durch Gespräche mit den Rolleninhabern während des Projektes (Planspiel)
Interaktionsübung	z. B.: Ballspiel, dabei Aufbau und Verbesserung eines Prozesses, Berücksichtigung unterschiedlicher Wahrnehmungskanäle [Spitzer, 2008], Lerntypentheorie, andere Lernformen kennenlernen
Kreativitätstechnik Cyberstorming	Wissen und/oder Informationen über die Programmierung in C bzw. Algorithmen können dabei auf die einzelnen Lernenden aufgeteilt sein, aber die Gruppe erledigt die Aufgabe gemeinsam
Briefmethode	Ein Brief an einen Projektpartner beschreibt eine eigene Problemlösung.
Lerntagebuch	Die Studierenden dokumentieren, erkunden, überprüfen und verändern möglicherweise die eigene Lernpraxis.
Lernplattform moodle	Zur Erarbeitung von Lerninhalten, u. a. mit Wiki als Wissensbasis in der Projektarbeit
Gruppenarbeit	Gemeinschaftliche und selbst organisierte Erstellung von Vorträgen auf Basis von Literaturarbeit

Die Komplexität des Fachgebietes Software Engineering besteht einerseits in der Fülle des theoretischen Lehrstoffes, andererseits in der praktischen Projektarbeit, die problemlösendes Handeln in sozialer Interaktion erfordert. Die praktische Projektarbeit soll damit auch zur Reifung der Team- und Sozialkompetenz der Lernenden beitragen. Dies wird im Pair-Teaching personalisiert durch die Rollen der Lehrenden als Fachwissenschaftler/Professor und als Trainer/Pädagoge.

Um die von der konstruktivistischen Auffassung geforderte Bereitstellung geeigneter Lernumgebungen durch die Lehrenden zu gewährleisten, enthält die Blockveranstaltung Praktikum/Seminar Software Engineering Elemente eines hybriden Lern-Arrangements bestehend aus Präsenz-Veranstaltungen, also einer Lernumgebung auf dem Campus („oncampus“), sowie einem Lernen und Lehren unter Nutzung von Lernplattformen „offcampus“. Tabelle 2 gibt einen Überblick über das hybride Lern-Arrangement im Software-Engineering [Arnold, 2013].

Die Ausgestaltung der Software Engineering Ausbildung in Verschränkungen von On-campus- und Offcampus-Formen des Lernens ermöglicht eine wirksame Aktivierung des Selbstlernens der Studierenden. Die Inszenierung von berufsnahen Begegnungsanlässen im Lern-Setting einer Projektarbeit in Software Engineering motiviert die Studierenden, sich mit den Lehrinhalten in einem situativen Umfeld der Softwareentwicklung in einem Team auseinanderzusetzen, Debatten zu führen, Kritik zu üben und neu Erlerntes zu erproben. Der Lehrende kann als Lernberater Situationen arrangieren, in denen die Studierenden in einer Selbstreflexion über ihren Lernweg nachdenken und diesen planen und ausgestalten.

**Tab. 2: Hybride Lern-Arrangements für das Fach Software-Engineering [Arnold, 2013]**

	Lernen „oncampus“	Lernen „offcampus“
<b>Lehren „oncampus“</b>	<b>Presence-Learning</b> Die Lernenden kommen mit einem Lehrenden räumlich zusammen, um sich in einem konstruktivistischen Lernsetting neue Fachkompetenzen anzueignen.  Beispiel: Gruppen-Puzzle Open Space	<b>Lernen in vernetzten Strukturen (Selbstlernen 1. Ordnung)</b> Die Lernenden nutzen das e-Learning Angebot verschiedener Anbieter.  Beispiel: Nutzung verschiedener Quellen zur Vorbereitung der Fachthemen
<b>Lehren „offcampus“</b>	<b>Vernetztes Lernen (Selbstlernen 2. Ordnung)</b> Die Lernenden nehmen zwar an der Präsenzveranstaltung teil, nutzen dabei die virtuellen Angebote beispielsweise der Lernplattform (teils während der Veranstaltung).  Beispiel: E-Learning Material zur Roboterprogrammierung wird eigenständig in Teams bearbeitet	<b>Distance-Learning</b> Lehren und Lernen ist durch bereitgestellte Lehrmaterialien (auch anderer Hochschulen) verknüpft.  Beispiel: Poster für Open Space erstellen Vortrag vorbereiten

Abb. 4: Selbsteinschätzung Verständnis nach Frontalvortrag

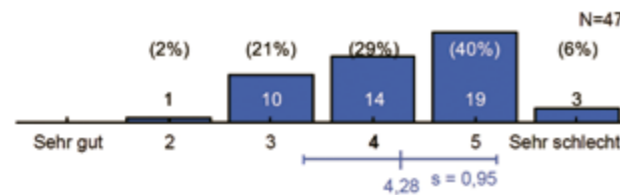


Abb. 5: Selbsteinschätzung Verständnis nach selbstständiger Arbeit

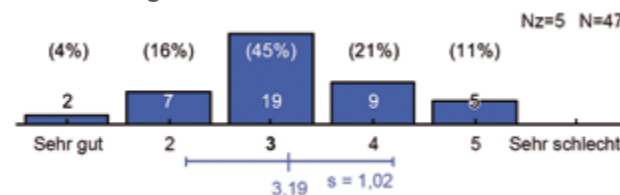


Abb. 6: Antworten auf die Frage: „Wie bewerten Sie das eigenständige Erarbeiten von fachlichen Inhalten?“

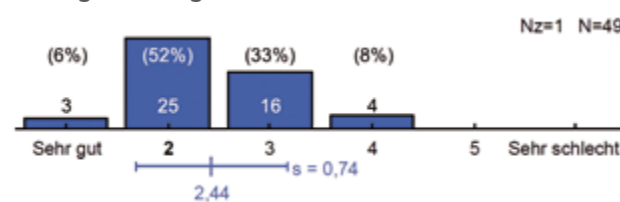
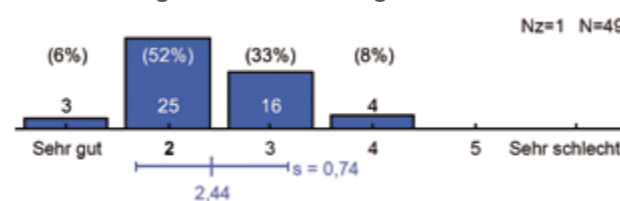


Abb. 7: Antworten auf die Frage: „Es sollen mehr Veranstaltungen wie PSE/PS aufgebaut sein.“



## 6. Erfahrungen mit aktivierender Lehre

Die Studierenden werden in exemplarischem und forschendem Lernen mittels aktivierender Methoden beteiligt und in eine Projektarbeit des Software Engineering mit einem Planspiel involviert.

Dabei wurden Erfahrungen gesammelt und evaluiert:

- Die Lernthemen können von den Studierenden mitbestimmt werden (z. B. Themenauswahl von Seminarvortrag und Poster, Rolle im Projekt).
- Qualitätssicherung der Seminarvorträge und Poster durch Literaturvorgaben, sowie Begleitung und Rückkopplung mit der Lernplattform moodle.
- Die Lernorganisation der Blockveranstaltung lässt mehrere Lernwege offen.
- Anknüpfung an die Lebens- und an die Praktikumserfahrung der Lernenden.
- Die Lerninhalte sind mit dem Anwendungsfall der Projektarbeit fassbar reduziert.
- Die angebotenen Lerninhalte können selbsttätig erschlossen werden.
- Handlungsbezogene Problemstellungen der Projektarbeit sind explizit Thema in der Blockveranstaltung.
- Jede Projektgruppe entwickelt eine andere Kultur!
- Gruppen Puzzle und Open Space benötigen eine intensive Begleitung durch den Lehrenden (Literatur bereitstellen, Hilfestellung geben).
- Problemorientiertes Lernen benötigt eine Moderation in der Methodik des 7-Sprunges.
- Im Planspiel wird bereichsübergreifendes Denken und Handeln gefördert, ebenso wie ein Verständnis für Gruppendynamische Prozesse und ihre Auswirkungen.
- Mit Verlassen des 90-Minutenrhythmus entsteht Raum, Zeit und Gelassenheit zum Lernen.

Diese Erfahrungen werden durch die Evaluation der Veranstaltung im WS 2012/2013, an der 49 von 52 Studenten teilnahmen, gestützt. In den Abbildungen 4 und 5 werden exemplarisch die Selbsteinschätzungen der Studenten bezüglich des Verständnisses der fachlichen Inhalte

(im Beispiel Applikation auf Server) nach den Frontalvorträgen durch die Dozenten am Anfang der Projektwoche und am Ende der Projektwoche verglichen. Durch die selbstständige Auseinandersetzung mit den fachlichen Themen ist eine deutliche Verbesserung zu erkennen.

Die Studierenden bewerten die selbstständige Arbeitsweise (s. Abb. 6) sehr positiv und wünschen sich mehr Veranstaltungen, wie die hier vorgestellte (s. Abb. 7).

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

Der Einsatz aktivierender Methoden im Fach Software Engineering verbessert das Lernen: Die Lernenden steuern ihren Lernprozess selbst. Sie finden dabei ihren Weg, um möglichst effektiv ihr Wissen zu erweitern [Waldherr, 2009]. Ein Lernen der Studierenden, das auf Eigeninitiative beruht, unter Beteiligung mehrerer Ebenen – Gefühl, Intellekt, Tun –, ist das eindringlichste und hat einen nachhaltigen Lerneffekt zur Folge.

Die Rolle des Lehrenden wechselt vom Unterweiser [Aviram, 2000], der seine Lehre nach den Prinzipien des Vormachens und Nachmachens strukturierte, hin zum Lernberater. Der Lernberater übergibt den Lernenden Aufgabenstellungen und motiviert sie zum Durchdenken und Durcharbeiten dieser Aufgaben. Dabei begeben sich die Studierenden in die Situation des forschenden Lernens, bestimmt durch Freiheit und Struktur. Die Studierenden erkennen, dass Aneignung, Selbststeuerung und Reflexion des eigenen Handelns im lebenslangen Lernen des Berufsumfelds möglich und nötig sind.

### Referenzen

- Arnold, R. (2013): Wie man lehrt, ohne zu belehren, Carl Auer Verlag, Heidelberg.
- Aviram, A. (2000): Beyond Constructivism: Autonomy-Oriented Education. Studies in Philosophy and Education, 19: 465–489., Kluwer Academic Publishers.
- Herrmann, U. (2009): Neurodidaktik, Beltz Verlag, Weinheim.

Abb. 8: Studierende als Lehrer vermitteln Fachthemen



Abb. 9: Interaktionsübung: Studierende verbessern ihre Kommunikation untereinander.





Jaeger, U., Schneider, K. (2009): Software Engineering im Unterricht der Hochschulen, SEU11 Tagungsband, dpunkt.verlag, Heidelberg.

Jank, W., Meyer, H. (2008): Didaktische Modelle, Cornelson, Berlin.

Landes, D., Pfeiffer, V., Sedelmaier, Y., Mottok, J., Hagel, G. (2012): Learning and Teaching Software Process Models, IEEE EDUCON 2012, Marrakesch, Marokko.

Ludewig, J. (2009): Erfahrungen bei der Lehre des Software Engineering, Software Engineering im Unterricht der Hochschulen, dpunkt.verlag, Heidelberg.

Macke, G., Hanke, U., Viehmann, P. (2012): Hochschuldidaktik, Lehren, vortragen, prüfen, beraten, 2. Auflage, Beltz Verlag, Weinheim.

Mottok, J., Hagel, G., Utesch, M., Waldherr, F. (2009): Konstruktivistische Didaktik – ein Rezept für eine bessere Software Engineering Ausbildung?, Embedded Software Engineering Kongress, Sindelfingen.

Reich, K. (2012): Konstruktivistische Didaktik – Lehr- und Studienbuch mit Methodenpool, 5. Auflage, Beltz Verlag, url: <http://methodenpool.uni-koeln.de>

Schneider, R., Szczyrba, B., Welbers, U., Wildt, J. (2009): Wandel der Lehr und Lernkulturen, Bertelsmann, Bielefeld.

Spitzer, M. (2008): Geist im Netz, Modelle für Lernen, Denken und Handeln, Spektrum Verlag, Heidelberg.

Trautwein, C. (2013): Struktur und Entwicklung akademischer Lehrkompetenz. Die Bedeutsamkeit individueller Lehr-Lern-Überzeugungen. In: Heiner, M./Wildt, J. (Hg.): Professionalisierung der Lehre. Perspektiven formeller und informeller Entwicklung von Lehrkompetenz im Kontext der Hochschulbildung, wbv-Verlag, Bielefeld, S. 129

Waldherr, F., Walter, C. (2009): didaktisch und praktisch, Ideen und Methoden für die Hochschullehre, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

Welbers, U., Gaus, O. (2005): The Shift from Teaching to Learning, Bertelsmann, Bielefeld.

### Danksagung

Die vorliegende Arbeit ist gefördert durch das vom BMBF finanzierte Verbundvorhaben „Experimentelle Verbesserung des Lernens von Software Engineering (EVELIN)“, Förderkennzeichen 01PL12022F, Projektträger DLR. Das Verbundvorhaben ist im Bund-Länder-Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre angesiedelt. Die Hochschulen Aschaffenburg, Coburg, Kempten, Landshut, Neu-Ulm und Regensburg sind Verbundpartner, weitere Informationen unter [www.las3.de](http://www.las3.de) und [www.qualitaetspakt-lehre.de](http://www.qualitaetspakt-lehre.de).

Dipl.Päd. Fritz Joas sei gedankt für seine Rolle als Partner in der Methode Pair-Teaching.

## Projekt TREFFER Informatik, Hochschule Furtwangen

Martina Kaiser, Cornelia Kellermann, Susanne Matthes  
 Fakultät Informatik, Hochschule Furtwangen, Telefon: 07723 920-2317,  
[Treffter-informatik@hs-furtwangen.de](mailto:Treffter-informatik@hs-furtwangen.de)

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL11008 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt TREFFER Informatik (TRaining Erfolg Fördern und FordERn) an der Hochschule Furtwangen erarbeitet verschiedene Maßnahmen, um die Studierenden der Fakultät Informatik auf dem Weg zu ihrem Studienabschluss zu unterstützen und einem Studienabbruch entgegenzuwirken. Eine gezielte Unterstützung der Studierenden soll nicht nur deren Motivation steigern, ihr Studium erfolgreich zu beenden, sondern auch dem seit Jahren anhaltenden Fachkräftemangel im Bereich Informatik entgegenwirken.

Im Sommersemester 2013 waren an der Hochschule Furtwangen insgesamt 4.869 Studierende (davon 3.190 männlich, 1679 weiblich) eingeschrieben. Davon waren an der Fakultät Informatik mit ihren drei Bachelor- und einem Masterstudiengang 546 Studierende (davon 464 männlich, 82 weiblich) immatrikuliert. Neben 14 Professoren und einer Professorin sind 20 akademische Mitarbeiter/innen sowie 1 Verwaltungsangestellte beschäftigt.

Im Wesentlichen konzentrieren sich die Unterstützungsmaßnahmen der Fakultät derzeit auf das Grundstudium der Bachelor-Studiengänge Allgemeine Informatik, Computer Networking und Software Produktmanagement. Aufgrund der zunehmenden Heterogenität der Studienanfänger ergeben sich im Übergang von der Schule zum Studium unterschiedliche Bedarfe. Diese betreffen hauptsächlich die mathematischen Vorkenntnisse, eingeschränkte Problemlösungskompetenzen, wenig Fähigkeit zur Selbstorganisation sowie fehlende Motivation.

Um eine frühzeitige Erkennung von Problemen und eine individuelle Unterstützung der Studierenden zu gewährleisten, baut TREFFER Informatik systematisch auf eine langfristig angelegte professionelle Begleitung und Beratung. Als Informations- und Kompetenzzentrum (siehe Abb. 1) bündelt TREFFER alle relevanten Informationen hinsichtlich der an der Hochschule bereits vorhandenen Angebote, ergänzt diese um

Abb. 1: Informations- und Kompetenzzentrum TREFFER-Informatik



die TREFFER eigenen Konzepte und hält dadurch ein vielseitiges sowie maßgeschneidertes Beratungsangebot bereit. Die Begleitung beginnt bereits in der Bewerbungsphase der angehenden Studierenden und wird mit der Information der Erstsemester vor Studienbeginn sowie in den ersten Tagen des Studiums fortgesetzt. Somit lernen die Studienanfänger frühzeitig das TREFFER-Team und dessen Angebot kennen und schätzen.

Neben der Schwerpunktsetzung auf das Grundstudium, können auch Studierende im Hauptstudium von den TREFFER-Angeboten und -Konzepten profitieren. Zum einen nehmen schwächere Studierende an maßgeschneiderten Unterstützungsangeboten teil, zum anderen bietet TREFFER eine Plattform für Studierende, die sich aktiv als Mentoren bzw. Tutoren einbringen. Der Einbezug von Studierenden in den Lehr-Lern-Prozess wird von TREFFER ergänzend zur Lehre eingesetzt, um die Selbständigkeit und Selbstorganisation Studierender systematisch zu fördern.

Die zielgruppenorientierten Maßnahmen für Studierende zur Sicherung ihres Studienerfolgs werden im Folgenden näher erläutert.

### Einführungsprogramm „INside – in 7 Tagen zum INSider“

Bis zum SS 2012 wurden Erstsemestern an der Fakultät Informatik eine Woche vor Vorlesungsbeginn Brückenkurse für Mathematik angeboten. Die Problematik dieser Brückenkurse bestand darin, dass sie nur von einem Teil der Studienanfänger besucht wurden. Die Gründe hierfür sind vielschichtig: zum einen sind die Studierenden noch mit der Wohnungssuche bzw. dem Umzug beschäftigt, zum anderen erkennen Studierende teilweise wegen mangelnder Selbsteinschätzung nicht die Notwendigkeit. Die Erfahrungen der Fakultät Informatik der letzten Jahre zeigen, dass die Brückenkurse größtenteils von engagierten und leistungsorientierten Studierenden besucht werden und nicht von den Studierenden, die es aufgrund ihres Leistungsstandes und ihrer Vorkenntnisse „nötig hätten“.

Aufgrund dieser Problematik wurden die Brückenkurse erstmals zum WS 2012/13 in das Einführungsprogramm „INside – in 7 Tagen zum INSider“ umstrukturiert und in die ersten Tage des neuen Semesters integriert. Die Studierenden erhalten während dieser Zeit einen gesonderten Vorlesungsplan.

Mit dieser Umstrukturierung verfolgt TREFFER das Ziel, möglichst alle Studienanfänger zu erreichen und ihnen den Übergang von der Schule ins Studium zu erleichtern. Ein weiteres Ziel ist es, durch die Betreuung in überschaubaren Gruppen ggf. die schwächeren bereits zu identifizieren, um diesen frühzeitig Unterstützung anzubieten.

Um den heterogenen Eingangsvoraussetzungen der Studienanfänger insbesondere im Bereich Mathematik gerecht zu werden, werden diese im Rahmen von INside auf ihrem persönlichen mathematischen Leistungsniveau angesprochen. Die entsprechende Einteilung erfolgt über einen Eingangs-Mathematik-Test.

Neben den Mathematik-Vorlesungen und -Übungen stehen folgende Inhalte auf dem INside-Programm:

- Einführungskurse in die Hard- und Software-Infrastruktur der Fakultät
- Kick-off-Meeting des Mentorenprogramms
- Semesterplanung mit den Studiendekanen
- Bibliotheks- und Campusführung
- Erste reguläre Vorlesungen
- Vorstellung des TREFFER-Projektes

Sowohl im Rahmen der Brückenkurse als auch von INside wurde die Evaluation über einen schriftlichen Fragebogen durchgeführt, in dem sowohl die Veranstaltungen als auch die Dozenten evaluiert wurden. Die Anwesenheit der Studierenden wurde jeweils über Anwesenheitslisten nachverfolgt.

Die nachstehende Tabelle zeigt sehr deutlich, dass sich sowohl die Teilnahme der Studienanfänger an den Mathematikveranstaltungen durch INside als auch die Ansprache auf dem entsprechenden Leistungsniveau positiv entwickelt hat. Hierbei ist anzumerken, dass bei den Erstsemestern des Sommersemesters die Teilnahmequote in der Vergangenheit regelmäßig unter der des Wintersemesters liegt.

Abb. 2: Auszug aus den Evaluationen der Brückenkurse / INside

Anwesenheit Mathematik Vorlesung / Übung	Brückenkurs SS 2012	INside WS 12 / 13	INside SS 13 / 14
Teilnahme Mathematik, 1. Tag	34 %	96 %	65 %
Teilnahme Mathematik, 4. (=letzter) Tag	wurde nicht erhoben	71 %	41 %
Niveau der Mathematik Vorlesung / Übung	Brückenkurs SS 2012	INside WS 12 / 13	INside SS 13 / 14
Genau richtig	69 %	82 %	94 %

### Mentorenprogramm

Anhand der Verlaufsstatistiken der Fakultät Informatik ist erkennbar, dass die Zahl der Studienabbrecher im Grundstudium am höchsten ist. Aus diesem Grund richtet sich das studentische Mentorenprogramm „Mentoring4U“ der Fakultät Informatik an Studierende in der Studieneingangsphase. „Der Studieneingang ist bekanntlich eine kritische Phase im Studium, denn hier werden häufig die Weichen gestellt für Erfolg und Misserfolg des einzelnen Studierenden, für seine Studiendauer und für seinen Notendurchschnitt“ (Weihe, 2010).

Im Rahmen von „Mentoring4U“ werden die Erstsemester in Kleingruppen von Studierenden höherer Semester über ein Semester lang begleitet. Jeder Studienanfänger (Mentee) bekommt einen Mentor als persönlichen Ansprechpartner und Begleiter zur Seite gestellt, der ihn in dieser wichtigen Phase des Studiums betreut. Insbesondere die Weitergabe informellen Wissens ist für die Studienanfänger von großem Vorteil. Die Mentees haben die

Möglichkeit, sich durch den intensiven Kontakt zu ihren Mentoren sowie innerhalb ihrer Gruppe zu vernetzen und sich dadurch schnell an der Hochschule einzugewöhnen. Darüber hinaus können frühzeitig Lern- bzw. Arbeitsgruppen gebildet werden. Durch den frühen Kontakt zu Kommilitonen soll überdies die Motivation für das Studium gesteigert und die Fähigkeit zur Selbstorganisation erhöht werden. Im Verlauf des Programms werden die Mentoren durch regelmäßig stattfindende Feedback-Runden von TREFFER begleitet. Hierbei erfährt das TREFFER-Team u. a. von Unzufriedenheit und/oder falschen Erwartungen, die an das Studium gestellt wurden. Infolgedessen ist es auch an dieser Stelle frühzeitig möglich, durch intensive Beratung der Betroffenen zu intervenieren. Ein früher Studienabbruch ist in jedem Fall vorteilhafter als ein länger hinausgezögerter, insbesondere, wenn er unvermeidbar ist. Ein Studienabbruch zu späterer Zeit wird eher einen Makel im Lebenslauf hinterlassen (Nagl et. al., 2012).

Die Mentoren erhalten im Vorfeld des Programms eine umfassende Schulung. Neben Zielvorgaben und Richtlinien für Mentoren werden Kenntnisse über Methoden zu Gesprächstechniken anhand von praktischen Beispielen vermittelt, womit sie gründlich auf ihre Rolle vorbereitet werden. Ab dem WS 2013/14 wird diese Schulung infolge der Erfahrungen aus den beiden vorangegangenen Semestern auf einen eintägigen Workshop ausgedehnt. Neben einer Eventplanung stehen weitere begleitete Übungen zu den Themen Ansprache/Aktivierung der Mentees, mögliche Unterstützung bei fachlichen Problemen sowie die Schulung der Mentoren als Repräsentanten der Fakultät Informatik auf dem Programm. Im Rahmen von Mentoring4U lernen Mentoren nicht nur Teamprozesse zu begleiten, sondern auch das eigene Verhalten im Umgang mit ihren Mentees kritisch zu reflektieren.

Die Qualitätssicherung des Mentorenprogramms wird durch eine Mentorenvereinbarung mit Zielformulierung sowie regelmäßig abzugebenden Protokollen und Feedbackrunden gewährleistet. Eine abschließende Evaluation zum jeweiligen Semesterende in Form einer schriftlichen Befragung der Mentees trägt weiterhin dazu bei, das Programm kontinuierlich zu verbessern und auf die entsprechenden Bedarfe anzupassen. Der intensive Kontakt

des TREFFER-Teams mit den Mentoren ist für beide Seiten gewinnbringend. Das TREFFER-Team fungiert als professionelle Anlaufstelle und erhält Einblicke in die Aktivitäten und evtl. auftretende Probleme. Die Mentoren dienen zudem als Multiplikatoren der Maßnahmen von TREFFER.

Im WS 2012/13 startete zunächst das Pilotprojekt zum Mentorenprogramm mit zunächst 15 Erstsemestern (von 150), die daran teilnahmen. Seit dem SS 2013 haben alle Studienanfänger die Möglichkeit, an Mentoring4U teilzunehmen. Ergebnisse der Evaluationen zeigen folgendes:

Abb. 3: Auszug aus den Evaluationen des Mentorenprogramms



Insbesondere zu Beginn des Semesters war 10 von 14 Studienanfängern der Kontakt zu ihren Mentoren besonders wichtig. Einzelne Stimmen der Mentees zeigen, dass durch das Mentorenprogramm ein „guter Einstieg“ (7 Nennungen) gewährleistet ist und „man unter allen Unbekannten eine erste Anlaufstelle“ hat (6 Nennungen).

Ein entsprechendes Bild gibt die Mentee-Befragung zum Ende des SS 2013 ab mit einer Gesamtnote des Programms von 1,3. Die Auswertung der Mentorenbefragung ergab die Gesamtnote: 1,6.

### INTensiv-Tutorien

Vorlesungsbegleitende Tutorien sind ein wichtiger Bestandteil in der Unterstützung der Lehre an deutschen Hochschulen. Die Tutoren haben neben der fachlichen Aufgabe und der betreuenden Funktion einen großen Einfluss auf die Studierenden und können im besten Fall deren Lernmotivation steigern und zur aktiven Studiengestaltung beitragen (Krause und Müller-Benedict, 2007). Die Studierenden haben vor allem in einer ungewohnten Lernumgebung die Möglichkeit, Fragen zu stellen. Dies ist ein Ergebnis aus zahlreichen Interviews, die TREFFER mit Tutoren verschiedener Semester geführt hat. Die Bestandsaufnahme im Bereich der Tutorien macht aber auch deutlich, dass in den identifizierten Problemfeldern Mathematik und Programmierung ein Tutorium (neben dem Besuch der Vorlesung) gerade für leistungsschwache Studierende nur selten ausreicht, um die Prüfung zu bestehen. Gründe dafür sind die Gruppengröße im Tutorium, jedoch primär der heterogene Leistungsstand der Studierenden im Grundstudium.

Die Qualität eines studentischen Tutoriums liegt in der individuellen Beziehung „von Studierenden zu Studierenden“ und ist abhängig von der Motivationslage, dem Wissensstand und den didaktischen Fähigkeiten des jeweiligen Tutors. TREFFER Informatik organisiert regelmäßig zu Beginn des Semesters eine Tutorenaustauschrunde, um sowohl erfahrene als auch neue Tutoren an einen Tisch zu bringen. Der dadurch entstehende Austausch und die Vernetzung unter engagierten Studierenden werden als sehr positiv empfunden. Darüber hinaus stellt TREFFER Informatik einen Leitfaden für Tutoren zur Verfügung, der die Aufgaben eines Tutors, organisatorische Informationen und Tipps im Umgang mit Studierenden beinhaltet.

Wie beschrieben, reichen die vorlesungsbegleitenden Tutorien häufig nicht aus, um Wissensdefizite auszugleichen und letztendlich die Prüfung zu bestehen. Aus diesem Grund organisiert TREFFER maßgeschneiderte INTensiv-Tutorien, um gezielt leistungsschwache Studierende zu fördern. Studierende, die im Grundstudium eine Prüfung wiederholen müssen, haben die Gelegenheit, an einem sogenannten INTensiv-Tutorium teilzunehmen. In diesem verbindlichen Rahmen erarbeitet, wiederholt bzw. vertieft ein INTensiv-Tutor in kleinen Lerngruppen den Vorlesungs- und Übungsstoff. Die Studierenden wenden sich mit Fragestellungen und Problemen in den wöchentlich stattfindenden Tutorien an ihre/n

Tutor/in. Um eine Erfolg bringende Kontinuität sicherzustellen, ist es in diesem Zusammenhang erforderlich, dass die Studierenden die zugehörigen Lehrveranstaltungen zum wiederholten Male besuchen.

Ein weiterer Nutzen der INtensiv-Tutorien ist die Vernetzung von Studierenden aus unterschiedlichen Semestern, die in den gleichen Fächern Probleme haben. Darüber hinaus sind im INtensiv-Tutorium vor allem Eigeninitiative und Engagement der Studierenden gefordert, die dazu führen sollen, dass sich die Studierenden frühzeitig mit dem Übungsstoff beschäftigen und lernen, sich besser zu organisieren. Die Tutoren erwerben durch ihre Tätigkeit die Fähigkeit, ein Team verantwortlich zu führen, den Übungsstoff didaktisch aufzubereiten, Diskussionen zu führen und sich durchzusetzen.

Die Qualitätssicherung der Maßnahme wird durch den regelmäßigen Austausch mit dem TREFFER-Team und einer abschließenden Evaluation gewährleistet. Das Ergebnis zur Auswertung der INtensiv-Tutorien im Sommersemester 2013 ergab die Note 1,2 für die Gesamtveranstaltung.

### Evaluation

Zur Bedarfsanalyse im Vorfeld wurden Einzelinterviews mit Studierenden, Dozent/innen sowie Mitarbeiter/innen der Fakultät Informatik an der Hochschule Furtwangen durchgeführt. Um die vorgestellten Maßnahmen stetig weiterzuentwickeln, zu verbessern und noch bedarfsgerechter an die Zielgruppe anzupassen, werden die Maßnahmen regelmäßig evaluiert. Dazu werden sowohl schriftliche Befragungen in Form von Fragebögen eingesetzt als auch regelmäßige Feedback- / Austauschrunden sowie Einzelinterviews durchgeführt.

Die Wirksamkeit der Maßnahmen kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht beurteilt werden, da die Zeitspanne seit dem Start des Projekts noch nicht ausreichend Zeit vergangen ist.

Abb. 4: TREFFER Informatik Projektkreislauf der einzelnen Maßnahmen



### Literatur

Nagl, Manfred; Akbari, Mostafa; Leonhardt, Thiemo; Frickenschmidt; Marlin; Schalthöfer; Svenja (2012): Mentoring in der Studieneingangsphase – Erfahrungen aus der Fachgruppe Informatik der RWTH Aachen, 2012

Krause, Christina; Müller-Benedict, Volker (2007): Tutorium an der Hochschule: Ein Manual für Tutorinnen und Tutoren. Shaker Verlag, Aachen, 2007

Weihe, Karsten (2010): Studieneingangsphase. Einsichten und Empfehlungen des Fakultätentags Informatik. TU Darmstadt, 2010

## Zentrales Mathe-Vorkursmodell „MATHE@OVGU“

Carsten Thiel, Claudia Wendt; Universität Magdeburg

### Abstract

Besonders in den technischen, natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern, aber auch auf dem Gebiet der Wirtschaftswissenschaften werden umfangreiche Mathematikvorkenntnisse für ein erfolgreiches Studium vorausgesetzt. Jedoch können Studienanfänger<sup>1</sup> diese oft nicht erfüllen und besonders diese Fächer sehen sich mit hohen Abbruchquoten konfrontiert. Um die Lücke im Übergang zwischen Schule und Hochschule zu schließen, wurde ein ganzheitlicher Ansatz für ein zentrales, fächerübergreifendes und ressourcenschonendes Vorkursmodell im Bereich Mathematik erarbeitet.

Hintergrund für die Entwicklung des zentralen Mathe-Vorkursmodells war eine Vielzahl von Faktoren. Die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg legt in Ihrem Fächerprofil einen besonderen Schwerpunkt auf die technischen, wirtschafts-, natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächer. Es sind fundierte mathematische Kenntnisse notwendig, um einen erfolgreichen Studienverlauf in diesen Fachrichtungen zu gewährleisten. Aufgrund oft unzureichender Mathematikvorkenntnisse sind jedoch hohe Abbruchquoten in diesen Fächern zu verzeichnen. Dem gegenüber steht der allgemeine Rückgang der Studierendenzahlen durch die geburtenschwachen Jahrgänge, die nun in die Hochschule eintreten und ein Fachkräftemangel, der sich besonders in der Region Sachsen-Anhalt in den kleinen und mittelständischen Unternehmen abzeichnet. Um diesen Faktoren entgegenzuwirken, Studierende möglichst umfassend auf ein Studium an der OVGU vorzubereiten, Abbruchquoten zu reduzieren und Studienerfolg zu fördern, wurde in einer Arbeitsgruppe aus engagierten Akteuren in Hochschulleitung, Lehre und Hochschulentwicklung seit Oktober 2012 das zentrale Mathematik-Vorkursmodell „MATHE@OVGU“ initiiert und umgesetzt.

### Modellbeschreibung

Um den Ansatz möglichst konstruktiv und kompetenzorientiert zu gestalten, wurde das Modell so aufgebaut, dass Studienanfängern die Möglichkeit eröffnet wird, sich im ersten Schritt mit ihren Vorkenntnissen aktiv auseinander zu setzen. Der Online-Selbsttest (Basics@OVGU) soll bei der Einordnung helfen, welche mathematischen Kompetenzen bereits

<sup>1</sup> Zur besseren Leseführung wird im Text primär die männliche Form verwendet. Diese beinhaltet in gleichem Maße auch die weiblichen Adressaten.

vorhanden sind und in welchen Bereichen noch Bedarf der Auffrischung und Vertiefung besteht. Der Online-Test wurde daher in zwei Schwierigkeitsstufen zu je 10 Fragen mit einer zeitlichen Richtlinie von 30 Minuten angeboten, für deren Bearbeitung auch schriftliche Zwischenrechnungen notwendig sind. Die Themenbereiche der Tests umfassen klassische Aufgaben der Schulmathematik, darunter insbesondere

- Bruchrechnung und Potenzgesetze, Wurzeln
- Lineare und Quadratische Gleichungen und Ungleichungen
- Funktionsbegriff und -graphen
- Differential- und Integralrechnung

Im zweiten Schritt wird nach Durchführung des Online-Tests jedem Testteilnehmer eine Empfehlung zur Teilnahme in einem der gestuften Vorkursen gegeben, um sich gemäß dem eigenen Leistungsniveau optimal vorbereiten zu können.

Zur Auffrischung der Kenntnisse auf Abiturniveau wurde der Vorkurs „Grundlagen Abiturwissen“ konzipiert, der bereits bekannte Inhalte aus der Schulzeit behandelt. Dieser Vorkurs ist besonders für jene Studierenden gedacht, die zwar mathematische Anteile in Ihrem Studium durchlaufen, jedoch keine fachspezifischen Kenntnisse benötigen. Hier findet sich besonders die Gruppe der angehenden Studierenden in den Wirtschaftswissenschaften wieder sowie die Gruppe all jener, die als Grundlage für die weiterführenden Kurse noch eine Wiederholung wünschen. Der Vorkurs besteht aus täglich einer Vorlesung und einem vertiefendem Tutorium.

Die fachspezifischen Vorkurse sind inhaltlich stärker auf die im Studium des jeweiligen Fachbereichs notwendigen mathematischen Kenntnisse ausgelegt und gehen stellenweise über den klassischen Schulstoff hinaus. Hier stehen Angebote für die Fächer Informatik, Elektrotechnik und Maschinenbau sowie für die naturwissenschaftlichen Fächer und das Lehramt Mathematik zur Verfügung.

Der zeitliche Rahmen der Vorkursangebote ist so angelegt, dass sowohl eine Teilnahme am Vorkurs „Grundlagen Abiturwissen“ sowie an den fächerspezifischen Angeboten möglich ist. Das Angebot ist freiwillig und kostenfrei.

Der dritte Schritt im Modell beinhaltet eine zweite Testphase, die von allen Studienanfängern durchlaufen wird. In Zusammenarbeit mit den Professoren und Dozenten, welche die Einführungsveranstaltungen zu Beginn des Studiums im Bereich Mathematik ausgestalten, wurde ein Studieneingangstest für jede Vorlesung konzipiert. Inhaltlich wurden diese sowohl mit dem Online-Test (Basics@OVGU) als auch mit den Inhalten des Vorkurses „Grundlagen Abiturwissen“ und den zu behandelnden Themen in der jeweiligen Einführungsvorlesung abgestimmt. Mit einem zeitlichen Umfang von 20 Minuten – bestehend aus je 10 Fragen – sollen hier unter klausurähnlichen Bedingungen die Vorkenntnisse aller Studierenden überprüft werden. Dieser Test wird eingesammelt und evaluiert, jedoch nicht bewertet. Die Lösungen werden in der Vorlesung besprochen. Damit soll ein realistischer Ist-Stand der vorhandenen Mathematikleistungen der Studierenden zu Beginn des Studiums und die Wirksamkeit der Vorkurse erhoben werden.

Sowohl der Online-Selbsttest und die Mathematikvorkurse als auch der Studieneingangstest unterstützen bei der Selbsteinschätzung notwendiger zusätzlicher Maßnahmen. Bei Bedarf soll mithilfe einer individuellen Fachberatung ergründet werden, welche Unterstützungsangebote zu einem erfolgreichen Studium beitragen können. Das Angebot, eine Fachberatung für die eigene Orientierung im Studium zu nutzen, steht darüber hinaus auch allen anderen Studienanfängern zur Verfügung. Zur studienbegleitenden Unterstützung werden z. B. Mathematik-Tutorien, geleitet von engagierten Studierenden aus höheren Fachsemestern, auf regelmäßiger, wöchentlicher Basis angeboten. Außerdem wird eine Mathematikprechstunde an der Fakultät für Mathematik installiert, welche Studierenden des ersten Studienjahres aller Fakultäten mit fachlichen Fragen in der Mathematik individuelle Hilfestellung bietet. An vier Nachmittagen in der Woche wird in einem speziellen Seminarraum die Möglichkeit geboten, allein oder in Kleingruppen an Übungsaufgaben zur aktuellen Vorlesung zu arbeiten. Hier stehen erfahrene Mathematik-Studierende auch zur Beantwortung individueller Fragen zur Verfügung, um so direkte Hilfestellung zu konkreten Themen geben zu können.

Die studienbegleitende Betreuung ist wichtig, um die Anschlussfähigkeit an neue mathematische Kontexte auch während des Studiums zu gewährleisten. Diese wird durch die Tutoren im Fach Mathematik gesichert. Die Tutoren haben eine Tutorenqualifizierung durchlaufen, in der sie sich aktiv mit ihrer Rolle als Tutor, dem eigenen Lehrverständnis, aktivierenden Methoden zur Motivation der Studierenden und dem Umgang mit schwierigen Situationen im Tutorium auseinandergesetzt haben.

## Erste Erkenntnisse

Das Vorkursmodell ist zum Wintersemester 2013/2014 erstmalig an der Otto-von-Guericke-Universität gestartet. Der Online-Selbsttest wurde am 01.09. freigeschaltet, die Vorkurse finden im Zeitraum 16.9.–20.9. (Grundlagen Abiturwissen) sowie vom 23.–27.9. für die fachspezifischen Kurse<sup>2</sup> statt. Der Studieneingangstest wird in der ersten Woche des neuen Semesters durchgeführt. Daher liegen momentan noch keine Daten zur Evaluation vor.

Es zeichnet sich jedoch bereits ab, dass die angehenden Studierenden das Angebot des Selbsttests nutzen und sich auf Grundlage der ausgesprochenen Empfehlung zu den Kursen anmelden. Ferner zeigen die Ergebnisse eine ausgewogene Verteilung der Punktzahlen und somit ein differenzierendes Ergebnis.

<sup>2</sup> Das Vorkursangebot der Fakultät für Informatik ist mit einer Dauer von zwei Wochen (bis 04.10.) ausgelegt.

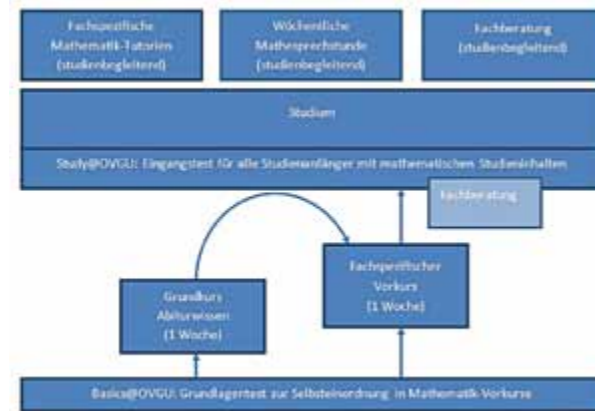
## Relevanz und Nachhaltigkeit

Der demographische Wandel, der sich zukünftig deutlich an deutschen Hochschulen abzeichnen wird, bringt zudem die Notwendigkeit von Kompensationsmaßnahmen bzgl. der abfallenden Studierendenanfängerzahlen mit sich. In einer Öffnung der Hochschulen mit flexibleren Zugängen sollen neue Studierendengruppen angesprochen werden. Die Ursachen des demographischen Wandels können mit diesem Modell zwar nicht gelöst, dessen Auswirkungen im Bereich der Hochschule jedoch kompensiert werden. Durch die neuen Zugangswege wird sich das Leistungsniveau der Studienanfänger noch stärker aus-

differenzieren. Dies findet anhand der umfangreichen Vorbereitungs-möglichkeiten auf den Study@OVGU-Eingangstest entsprechend Berücksichtigung. Außerdem können durch die intensive vorbereitende Auseinandersetzung mit dem künftigen Studium falsche Erwartungen daran minimiert werden. Die einzelnen Stationen im Vorkursbereich werden durch Beratungsangebote und tutorielle Begleitung unterstützt. Diese bestehen bei Bedarf im Verlauf des gesamten Studiums fort, um eine Überflutung von Wissen zu vermeiden und die Anschlussfähigkeit im Studium dauerhaft zu gewährleisten. Damit kann das vorgestellte Vorkursmodell einen wichtigen Beitrag zur fachlich fundierten Vorbereitung auf ein technisches, natur- und wirtschaftswissenschaftliches sowie ingenieurwissenschaftliches Studium leisten.

Das Vorkursmodell kann dabei helfen, die Studierfähigkeit in den betreffenden Fächern zu erhöhen und Studienabbrüche zu vermindern.

Abb. 1: MATHE@OVGU: Zentrales Vorkursmodell der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



## Interaktive Vorlesungen mit Clickern und Peer Instruction – praktische und didaktische Aspekte

Timo Lüth, Peter Salden; TU Hamburg-Harburg

### Einleitung

Audience Response Systeme (ARS) – umgangssprachlich „Clicker“ genannt – haben sich in den letzten Jahren an deutschen Universitäten als didaktisches Hilfsmittel für Großveranstaltungen verbreitet. Bei Clickern handelt es sich um drahtlose elektronische Abstimmungsgeräte, mit denen Studierende auf eine von einer Lehrperson gestellte Frage antworten können. Die Antworten werden von einem Empfänger aufgenommen und von einer Software ohne Zeitverzögerung ausgewertet. Über einen Hörsaal-Beamer können die Ergebnisse den Studierenden direkt präsentiert werden. Lehrende haben so die Möglichkeit, Vorwissen des Plenums zu erfragen, den Verständnisprozess der Studierenden zu verfolgen, ihre Fehlverständnisse aufzudecken – oder auch einfach Rückmeldungen z. B. zum Vorlesungstempo einzuholen. Dies kann jeweils im Rahmen größerer didaktischer Sequenzen geschehen.

Die Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH) gehört in Deutschland zu den Pionieren beim Einsatz von Clicker-Systemen und hat inzwischen die dritte Clicker-Generation in Gebrauch. Der vorliegende Artikel präsentiert die Praxiserfahrungen aus der Nutzung und Verwaltung der Systeme. Im Mittelpunkt stehen die didaktischen Hintergründe und Erfolgskriterien für den Einsatz.

### 1. Drei Generationen Clicker an der TUHH: Evolution der Systeme

Clicker sind in Deutschland ein relativ junges Phänomen, weltweit betrachtet aber nicht mehr völlig neu. Erste ernsthafte Anwendungsversuche mit elektronischen Antwortgeräten reichen zurück bis in die 1960er Jahre, z. B. an der Stanford University (Abrahamson 2006, 3). Erst um die Jahrtausendwende entstanden allerdings serienfähige Geräte, die sich – spätestens seit dem Jahr 2003 – dann auch rasant verbreiteten (Kay / LeSage 2009, 820). Inzwischen arbeiten in den USA praktisch alle Universitäten mit Clickern (Abrahamson 2006, 2).

In Deutschland gehört die Technische Universität Hamburg-Harburg zu den Pionieren bei der Arbeit mit Clickern. Erstmals wurde ein Set der Geräte hier im Jahr 2006 angeschafft. Initiator war Christian Kautz, inzwischen Professor für Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften an der TUHH. Den Einsatz von Audience-Response-Systemen hatte er zuvor als Assistant Professor in den USA kennengelernt.

Die ersten an der TUHH angeschafften Clicker waren Infrarot-Geräte, die im Audimax der TUHH stationiert wurden und nur für diesen Raum bestimmt waren. Die Geräte erwiesen sich didaktisch als hilfreich, technisch aber als nicht optimal – insbesondere dadurch, dass bei Abgabe eines Votums mit einem Einzelgerät möglichst genau auf das Empfangsgerät gezielt werden musste. Im Jahr 2008 wurde deshalb ein moderneres Clicker-Set angeschafft, diesmal mit funkbasierten Geräten, die insofern in der Handhabung durch die Studierenden ein großer Fortschritt waren. Auf Seite der Lehrenden erwies sich allerdings die nötige Software als unkomfortabel, u. a. da Fragen und Auswertungen nicht in eine reguläre (z. B. Power-Point) Präsentation eingebunden werden konnten, sondern separat abgespielt werden mussten.

Seit dem Jahr 2012 ist deshalb eine dritte Clicker-Generation beschafft worden und nun – erfolgreich – in Anwendung. Es wurde darauf geachtet, möglichst kleine, leichte (funkbasierte) Geräte zu erwerben, die zudem mit einer leicht integrierbaren Software ausgestattet sind. Einzelne dieser praktischen Aspekte von Hard- und Software werden in Abschnitt 4 dieses Artikels näher ausgeführt.

## 2. Didaktik der Clicker-Nutzung: Regie – Fragedesign – Peer Instruction

### 2.1 Allgemeiner Kontext

Clickergeräte können ein wirksames Mittel sein, um typische Probleme von Vorlesungen zu beheben sowie Ergebnisse und Forderungen der Lernforschung aufzunehmen (vgl. umfassend zu Großveranstaltungen Lüth/Tscheulin/Salden 2013). So zeigt die sogenannte Aufmerksamkeitskurve (z. B. Stuart 1978, 515) den durchschnittlichen Verlauf von Aufmerksamkeit in einer Frontalveranstaltung im Vortragsstil. Bereits nach 15 Minuten kommt es dabei zu einem rapiden Abfall von Aufmerksamkeit. Der Einsatz von Clickern und eine Strukturierung der Lehrveranstaltung mit sich abwechselnden Phasen von Vortrag und aktiver Auseinandersetzung kann hier ein erster Schritt sein, die fallende Aufmerksamkeitskurve zu harmonisieren. Zudem begegnet man dem klassischen Problem mangelnder Rückmeldung. Gerade im großen Hörsaal geraten Studierende nur ungern durch Fragen und Antworten in den Mittelpunkt. Clickergeräte halten hier für die Studierenden den Vorteil der Anonymität bereit. Dabei haben die Studierenden dennoch das Gefühl, gefragt zu sein. Die Kommunikationssituation des Hörsaals kehrt sich um. Nicht nur erfahren die Lehrenden, ob eventuell an den Studierenden „vorbeigelehrt“ wurde, sondern auch die Studierenden erfahren, was von dem Stoff tatsächlich schon bei ihnen hängen geblieben ist.

In der Beratung zeigt sich, dass die Lehrenden zumeist von den technischen Aspekten des Clickersystems und der scheinbar sehr niedrigschwelligem Einsatzmöglichkeit begeistert sind. In der Praxis ist es dann allerdings eine durchaus komplexe Herausforderung, Clicker gekonnt und wirksam einzusetzen: Wie führt man solch eine neue Methode überhaupt in eine Umgebung ein, in der Studierende ganz andere Unterrichtsszenarien gewohnt sind

und eventuell auch erwarten? Wie sehen geeignete Fragen aus? Und wie verändern Clicker und Peer Instruction – d.h. kurze Phasen der Partnerarbeit – letztlich den Charakter der Vorlesung?

### 2.2 Regie des Clicker-Einsatzes

Der Einsatz der Clicker-Geräte erfordert durchaus eine Art von Regie: Die Studierenden müssen wissen, was sie tun sollen und welcher Zweck damit verfolgt wird.

Bereits die Einführung der Methode in eine Lehrveranstaltung verlangt nach einer Erläuterung: Warum werden diese Geräte eingesetzt? Eine mögliche Antwort: Den Studierenden soll Raum zur Vertiefung des Lernstoffs durch aktive Auseinandersetzung und Austausch gegeben werden. In dieser Weise müssen didaktische Szenarien für die Studierenden transparent gemacht werden, denn nur dann sind sie auch zur Mitarbeit bereit.

Obwohl das Prinzip der Methode denkbar simpel ist, sollten die Studierenden darüber informiert werden, wie viele Fragen gestellt werden und ob diese nur jeweils eine richtige Antwort haben. Ansagen wie „Stimmen Sie jetzt ab“ oder „Sie haben jetzt noch fünf Sekunden, um sich zu entscheiden“ sind eine große Orientierungshilfe für die Studierenden. Auch ob sie im ersten Abstimmungsdurchlauf zuerst versuchen sollen, die Frage allein zu lösen und sich erst danach in einer zweiten Abstimmung mit ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen austauschen sollen, sollte man zuvor bekannt geben. Aus didaktischer Sicht macht es mehr Sinn, die Studierenden bei einer ersten Abstimmung zuerst einzeln nachdenken und sich anschließend austauschen zu lassen, um Beeinflussungen bei einer eventuellen zweiten Abstimmung zu vermeiden und den individuellen Lernprozess anzuregen. Ganz nebenbei trägt diese Verfahrensweise zu einer positiven Entschleunigung des Lehrgeschehens bei und vermeidet Unruhe durch zu langes Zuhören und Stillsitzen.

Wann und wie häufig setzt man die Geräte ein? An diesem Punkt wird besonders deutlich, dass der eher formal erscheinende Aspekt der Regie wiederum mit den inhaltlichen Aspekten der Methode eng zusammenhängt. Lehrende probieren die Clicker erfahrungsgemäß gern am Ende oder zu Beginn des Semesters ein erstes Mal aus. Zum Ende hin mögen Gedanken wie „Nun kann nicht mehr allzu viel schief gehen und ich kann den ganzen Semesterstoff noch einmal abfragen“ eine Rolle spielen, oder zu Beginn Gedanken wie „So erfahre ich, welche Studiengänge in der Vorlesung sitzen und welche Vorkenntnisse die Studierenden mitbringen“. Dabei handelt es sich um sinnvolle Anliegen. Sie bergen jedoch die Gefahr der Übernutzung und Monotonie in sich. Derweil müssen es gar nicht immer Clicker sein: In Kombination mit anderen aktivierenden Methoden wie dem Erfinden von Prüfungsfragen kann leicht methodische Vielfalt erreicht werden. Jenseits einzelner Termine, an denen gebündelt durchaus auch eine größere Anzahl von Clicker-Fragen gestellt werden kann, scheint es daher als Faustregel sinnvoll, die Clicker regelmäßig einzusetzen, aber nicht mehr als vier bis fünf Fragen in einen Vorlesungstermin zu legen. Damit trifft man zugleich die angesprochene 15-minütige Aufmerksamkeitsspanne der Studierenden.

### 2.3 Fragedesign

Der Erfolg des Clickereinsatzes hängt eng mit dem verwendeten Fragentyp und der spezifischen Ausgestaltung der einzelnen Frage zusammen. Werden viele reine Wissensfragen gestellt (wie in einem Vokabeltest), werden Studierende nicht notwendigerweise zum Denken angeregt. Wird mit den Fragen hingegen das Konzeptverständnis der Studierenden adressiert und an ihren Forschergeist appelliert, ergibt sich sowohl für den Lehrenden als auch für die Studierenden die Chance zu sehen, wo grundsätzliche Verständnisschwierigkeiten liegen. Die Fragen sollten also so entwickelt werden, dass sie nicht allein durch die Wiedergabe auswendig gelernter Fakten oder das schlichte Einsetzen von Zahlen in eine Gleichung gelöst werden können. Reizvoller und lehrreicher für Studierende sind z. B. im Kontext technischer Fächer Aufgaben, in denen mit einer Schätzfrage über eine Größenentwicklung gearbeitet wird, in denen ein Vergleich verschiedener Größen und ihrer Beziehung zueinander gezogen wird oder auch in denen in der Art eines inversen Problems von einer Wirkung auf einer Ursache zurückgeschlossen wird (Kautz/ Schmitz 2006). Auf diese Weise werden Studierende dazu angeregt, sich auf Basis der ihnen gegebenen Informationen qualitativ mit verschiedenen Werten und ihrer Beziehung zueinander zu befassen. Dabei macht es auch durchaus Sinn, grundsätzlich als Antwortmöglichkeit „weiß nicht“ anzubieten. Die Studierenden stimmen ansonsten für irgendeine der angebotenen Antwortmöglichkeiten und verzerren damit das Abstimmungsergebnis. Darüber hinaus sind auch andere Fragearten denkbar, in denen Wertentscheidungen getroffen werden oder soziometrische Daten erhoben werden.

Aus diesen knappen Ausführungen ist bereits ersichtlich, dass der Zeitaufwand zum Erstellen guter Fragen nicht zu unterschätzen ist. Strebt man an, die Fehlvorstellungen der Studierenden aufzudecken und zu beheben, sollten klassische Fehler im jeweiligen Stoffgebiet (z. B. in Klausuren) sowie aus der Alltagserfahrung resultierende Fehlvorstellungen berücksichtigt und als irritierende Antwortmöglichkeiten (Distraktoren) in die Fragen integriert werden.

### 2.4 Peer-Instruction

Wie oben bereits angedeutet, geht es beim Clickereinsatz nicht allein darum, Vorlesungen durch Fragen anzureichern. Durch den gezielten Einsatz und die Förderung von Partnerarbeit zwischen den Studierenden lässt sich nicht nur das Vorlesungsgeschehen stark dynamisieren, sondern der Charakter der Vorlesung grundsätzlich verändern.

Entscheiden sich die Studierenden bei einer Frage bspw. zu 80 % für die richtige Antwort, lohnt es nicht, sie diese Frage auch noch in einer Austauschphase diskutieren zu lassen. Entscheiden sie sich hingegen in großer Zahl für ein falsches Ergebnis, kann diese Tatsache dazu genutzt werden, ein Fehlverständnis der Studierenden zu diskutieren. Anders sieht es aber bei einer Verteilung der Antworten auf bspw. 40 % und 60 % aus. Erfahrung und Forschung zeigen, dass die Aufforderung, den Sitznachbarn bei einem kurzen Austausch von einer Minute von den eigenen Argumenten zu überzeugen, bei einer zweiten Abstimmung zu einem deutlich besseren Ergebnis führt (Smith 2009, 124). Gerade bei Fragen zu klassischen

Fehlkonzepten, mit denen man einen Denkprozess anregen möchte, kann es Sinn machen, das Ergebnis der ersten Abstimmung nicht zu zeigen, um wiederum Beeinflussungen zu vermeiden. Bittet man dann nach der zweiten Abstimmung die Studierenden, einige Argumente für die gewählte Lösung anzuführen, antworten die Studierenden auch im Plenum häufig bereitwilliger, da sie bereits Zeit für einen eigenen Denkprozess und eine Rückversicherung durch das Gespräch mit ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen hatten.

Eric Mazur von der Harvard University hält ganz in diesem Sinne keine klassischen Vorlesungen mehr: So hat er bspw. in seiner Vorlesung zur Einführung in die Physik die wissensbasierten Stoffanteile zu großen Teilen in die Selbststudienzeit ausgelagert und setzt in der Präsenzzeit stattdessen – u. a. mit Hilfe von Clickern – auf Interaktion. Auf diesem Weg ist eine reine Peer-Instruction-Veranstaltung entstanden. Mazurs Rolle hat sich dabei mehr zu der eines Moderators und Impulsgebers zur Diskussion von Konzepten gewandelt – selbst bei großem Auditorium (Mazur 1997). Für Lehrende stellt das einen großen Schritt dar. Denn sie verabschieden sich damit ein Stück weit von der Vorstellung, den Studierenden das Wissen allein durch ihren Vortrag zu vermitteln.

## 3. Praktische Aspekte: Beschaffung – Bereitstellung – Verwaltung

Die Nutzung von Clickern bringt nicht nur didaktische, sondern auch eine ganze Reihe von praktischen Fragen mit sich. Als solche sind zu nennen:

- **Zugänglichkeit und Transport der Geräte:** Ob Lehrende Clicker tatsächlich einsetzen, hängt auch von der Zugänglichkeit der Geräte ab. Bei der mittleren Clicker-Generation an der TUHH waren je 200 der Geräte in einem recht großen und (schon im Leerzustand) schweren Koffer deponiert, der über den Campus getragen werden musste. Dies erwies sich (je nach Physis der Lehrenden) als abschreckend. Bei der Neuanschaffung der Geräte wurde darauf geachtet, dass diese relativ leicht zu transportieren sind, in kleinen, leichten Taschen (mit je 60 Geräten). Außerdem wurden die Geräte so auf dem Campus verteilt, dass sie von jedem Veranstaltungsort an der TUHH relativ leicht zugänglich sind. So befindet sich eine Clicker-Leihstelle ganz im Süden des Campus, eine ganz im Norden und eine in der Mitte (jeweils bei den Pfortnern bestimmter Gebäude).
- **Funktionalität der Geräte und der Software:** Bei den auf dem Markt verfügbaren Geräten gibt es inzwischen eine größere Vielfalt bei der Funktionalität von Hard- und Software. Was die Hardware betrifft, so ist mit den „schlankeren“ Geräte insb. Multiple Choice und Multiple Response möglich, mit funktionaleren dagegen auch die Eingabe von Texten und Zahlen. Eine Empfehlung bezüglich der Funktionalitäten soll an dieser Stelle nicht abgegeben werden, da sie vom Anwendungskontext abhängig ist. Wichtiger erscheint es insofern, vor die Anschaffung von Geräten ein geeignetes Auswahlverfahren zu stellen. So wurden an der TUHH Professorinnen und Professoren in die Beratungen einbezogen. Mit Testgeräten wurde erprobt, welche Technik die Anforderungen für den Unterricht (hier: technischer Fächer) am besten erfüllte.



Was die Software betrifft, so zeigt die Erfahrung an der TUHH, dass sie unbedingt in gängige Präsentationssoftware wie Power-Point integrierbar sein sollte, um während eines Vorlesungsvortrags Wechsel zwischen den Programmen zu vermeiden. Zudem sollten Abstimmungsdaten gespeichert und ausgelesen werden können (z. B. als Excel-Datei), wobei auch Fragen (nicht nur Daten) speicherbar sein sollten. So wird es möglich, Ergebnisse einer Sitzung später in Ruhe auszuwerten und auch in einer Folgesitzung wieder aufzugreifen. Besonders praktisch ist es, wenn die Software Screenshots der Fragefolie in der Dokumentation speichert.

- **Ausgabe der Clicker an Studierende:** In einer Veranstaltung werden die Clicker-Geräte den Studierenden an der TUHH am Eingang eines Hörsaals in die Hand gegeben bzw. am Ausgang von ihnen wieder in Empfang genommen. Die Studierenden müssen keinen Pfand abgeben und werden nicht persönlich registriert, in der Annahme, dass aufgrund der speziellen (und ausschließlichen) Nutzungsmöglichkeit der Geräte ein Diebstahl unwahrscheinlich ist. Dies hat sich bisher bestätigt: Noch nie wurde ein Gerät entwendet und auch Defekte waren äußerst selten.
- **Wartung und Verwaltung der Geräte:** Der Aufwand für die Wartung von Clicker-Geräten ist verhältnismäßig gering. Da sie nur aktiv sind, wenn auf einen Knopf gedrückt wird, haben Batterien (Knopfzellen) eine lange Laufzeit. Bei jüngeren Clicker-Generationen lässt sich dies über eine Batterieanzeige verfolgen. Notwendige Batteriewechsel werden an der TUHH von einer Hilfskraft übernommen. Zur Verwaltung der Geräte gehört ansonsten nur die Reservierung bzw. Dokumentation der Geräteausleihen. Dies lässt sich mit einem zentralen elektronischen Kalender lösen, bei nur beschränkter Auslastung der Geräte aber auch durch einen einfachen Papierkalender am Ort der Geräteausgabe. Gehören die Geräte fest zu einem bestimmten Raum – z. B. zum Audimax – erübrigt sich eine Reservierung gänzlich.
- **Kosten:** Clicker-Geräte kosten pro Stück ca. 50 Euro. Da Clicker vor allem für Großveranstaltungen geeignet sind und insofern in großen Stückzahlen beschafft werden müssen, kann eine Anschaffung allein der Geräte also eine Investition von mehreren Tausend Euro bedeuten. Hinzu kommen dann noch die Kosten für Taschen oder Koffer sowie für Empfangsgeräte. Die Software ist i. d. R. kostenlos von den Seiten der Geräteanbieter herunterladbar.  
Eine günstigere Alternative zur Anschaffung von Clickern kann inzwischen die Nutzung von Smartphones als Clicker sein. Dieser Weg wurde an der TUHH allerdings bewusst nicht beschritten, aus der Erwägung heraus, dass nicht alle Studierenden ein Smartphone zur Verfügung haben. Zudem erschien die Tatsache, dass für eine Abstimmung das Smartphone in die Hand genommen werden müsste, als zu hohes Ablenkungsrisiko, da Studierende dann z. B. im Anschluss an die Stimmabgabe spontan ihre Mails überprüfen könnten.

Resümierend lässt sich mithin sagen, dass zu den wichtigsten Erfolgsfaktoren für den Einsatz von Clickern eine gut durchdachte Didaktik, wohlüberlegte Fragen sowie eine leichte Zugänglichkeit, Transportfähigkeit und Bedienung der Geräte zu zählen sind.

## 4. Forschung und Ausblick

Die bereits zitierte Metastudie von Kay und LeSage aus dem Jahr 2009 wertet allein für die Jahre 2000 bis 2007 67 wissenschaftliche Studien zum Einsatz von ARS aus und nennt eindeutige Trends:

- Die Haltung der Studierenden gegenüber ARS ist sehr positiv. (Ihre Einschätzung, dass der Einsatz von Clickern ihr Interesse am Stoff steigert, bestätigt sich dabei objektiv durch gestiegene Anwesenheitszahlen.)
- Zudem gibt es starke Hinweise auf eine Verbesserung der Lernergebnisse und der Lernqualität.

Auch an der TUHH werden Einsatz und Erfolg aktivierender Lehr-Lern-Szenarien schon seit Jahren von einer Abteilung für Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften wissenschaftlich evaluiert bzw. erforscht. Die Ergebnisse der an der TUHH durchgeführten Studien stützen obige Erkenntnisse: Neben dem didaktischen Mehrwert, der sich über gut gestellte Clickerfragen erreichen lässt (Kautz 2006), lassen sich über die Konzeptfragen Fehlverständnisse der Studierenden aufdecken (Kautz/Schmitz 2007, 2). Auf diese Weise kann noch genauer auf die spezifischen Probleme der Studierenden im Lernprozess reagiert werden.

Gerade weil sowohl subjektiv von Lehrenden und Studierenden als auch in wissenschaftlichen Studien der Einsatz von Clickersystemen positiv bewertet wird, dürften sie sich in den nächsten Jahren auch in Deutschland weiter verbreiten. In den Diskussionen über die Einsatzmöglichkeiten mag dabei in der Zukunft auch die Frage eine Rolle spielen, ob die Geräte sich auch zum Einsatz bei (formativen) Prüfungen eignen.

Mit ARS eröffnen damit nicht nur weitere Einsatzszenarien für die Zukunft, sie erleichtern sowohl Lehrenden als auch Studierenden den universitären Alltag durch abwechslungsreichere Lehre und nachhaltigeren Lernerfolg.

### Literatur

Abrahamson, Louis: „A Brief History of Networked Classrooms: Effects, Cases, Pedagogy and Implications“. In: Audience Response Systems in Higher Education. Applications and Cases. Hg. David A. Banks. Hershey 2006, S. 1–26.

Kautz, Christian: „Aktives Lernen in Großen Vorlesungen: Einsatz von internet-gestützten Vortests und interaktiven Vorlesungsfragen“. In: Die Bedeutung der Ingenieurpädagogik, Proceedings of the 1st IGIP Regional Conference, J. Schlattmann (ed.), Hamburg 2006.

Kautz, Christian/Schmitz, Gerhard: „Interactive Lecture Questions as a Research and Teaching Tool in Introductory Thermodynamics“. In: Proceedings of the 2006 SEFI Conference, Uppsala 2006.

Kautz, Christian / Schmitz, Gerhard: „Probing Student Understanding of Basic Concepts and Principles in Introductory Engineering Thermodynamics“. In: Proceedings of the 2007 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE 2007), Seattle 2007.

Kay, Robin / LeSage, Ann: „Examining the Benefits and Challenges of Using Audience Response Systems: A Review of the Literature“. Computers & Education 53 (2009), S. 819–827.

Lüth, Timo / Tscheulin, Alexander / Salden, Peter: Die Masse in Bewegung bringen. Aktives Lernen in Großveranstaltungen. Hamburg 2013.

Mazur, Eric: Peer Instruction: Getting Students to Think in Class. In: The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities, Part Two: Sample Classes, AIP Conference Proceedings, Ed. Edward F. Redish and John S. Rigden. New York 1997, pp. 981–988.

Smith, M. K. et al.: Why Peer Discussion Improves Student Performance on In-Class Concept Questions. In: Science 323 (2009), S. 122–124.

Stuart, John / Rutherford R.J.D.: Medical Student Concentration During Lectures. In: Lancet 1978, 2, S. 514–516.

## E-Learning Courses in Physics, Chemistry and Engineering

Markus Kühn, Manuel Stach, Kim Schneider, Janina Marquis, Marios Karapanos, Frank Kalka, Simone Grimmig, Katja Eulenberg and Michael Lakatos<sup>1</sup>  
University of Applied Sciences of Kaiserslautern, Morlauerer Str. 31,  
D-67657 Kaiserslautern, Germany

Meanwhile, e-learning courses have developed into a mainstream format of online education. Here, we present examples of virtual modules for physics, chemistry and engineering which were developed applying professional software and multiple programming tools. Besides the didactical and technical aspects, the virtual units considerably contribute to each student's digital competence. In this regard, digital competence not only encompasses information and communication technology (ICT) literacy, internet literacy, media literacy, and information literacy, but even goes beyond the sum of these components [1]. Embedded in the university's learning management systems student performance as well as virtual units will be evaluated effecting the further development of physics, chemistry and engineering e-learning courses.

Keywords: University Education, Virtual Laboratories, E-Learning, Webcasts, Online Tutorials.

### Introduction

A paradigm shift takes place regarding the academic education at universities. The individual and complex process of learning comes to the fore. This change of perspective evolved because of changing conditions of the business world and therewith different future job situations for students. Substantial expertise but also transferable skills are essential for success in working life. Numerous teaching strategies support the development of both skills. Particularly through the implementation of action-oriented, problem-oriented and project-oriented teaching methods, learning of students is encouraged. To support and enhance this change in thinking of teaching, long term and sustainable projects should be embedded at the universities to anchor support for both the students and the teachers offering diverse encouragement regarding teaching and change of learning culture.

One promising instrument to introduce a paradigm shift in teaching is e-learning. In the last decade, the increase in distance-learning and extra-occupational studies has led to an enlarged application of e-learning phases to implement location-independent learning.

<sup>1</sup> Corresponding author: michael.lakatos@fh-kl.de

Also preparation before and after in-class courses are increasingly transformed into blended -learning approaches to offer time-independent opportunities connected to professional competence and didactic quality. The use of comprehension questions, self-tests, and additional teaching materials require more independent learning skills of the students (self-determination). On the other hand, e-learning offers opportunities and individualisation of lessons for students to arrange their own pace and comprehension by graded learning material and supplemental offers. Also playful elements are increasingly used e. g. quiz, puzzle, partner work (learning by playing). They increase the diversity of media. Moreover, virtual animations and simulations – for example simulations of experiments – are used to enlarge and to deepen students' knowledge development, because simulations can be playfully explored and repeated several times. Virtually conducted experiments offer more advantages: while the in-class situation may raise difficulties e. g. due to hazardous material, disproportionate efforts or costly equipment, in virtual experiments none of these limiting factors occur.

The challenge is to create meaningful e-learning courses in terms of technique, visual appearance and didactics via a wide range of software and programming tools. Together with other universities (University of Kaiserslautern, the Universities of Applied Sciences of Koblenz and of Trier) and supported by several externally funded projects such as „Open competence region Western Palatinate“ (Offene Kompetenzregion Westpfalz; OKW), „Open MINT labs“ (OML) and tasks of the Higher Education Pact (HSP, Hochschulpakt) the University of Applied Science Kaiserslautern established a team of around 30 experts who support university lecturers on the subject of e-learning. The support in the area of teaching ranges from conceptual design to technically complex multimedia presentation of the contents to concrete implementation of e-learning applications and their use in different e-learning scenarios and application contexts. Particularly useful is the combination of e-learning and in-class courses – so called blended-learning concepts – in the implementation of novel ways to access university. A novel “culture of learning” has to be adapted to meet the demands of these higher education applicants e. g. qualified professionals, business returnees, and students with professional or familial responsibility. Teaching has to be customized to offer spatial and temporal flexibility and has to allow for different learning speeds. This challenge is difficult to meet without e-learning courses.

The e-learning courses can be accessed at any time, as often as desired and from every place where internet connection is available. The latter aspects are of outstanding importance particularly for students of extra-occupational degree programmes. The e-learning courses are embedded in a learning management system (OpenOLAT, Frentix, Zurich, Switzerland) where they are also used for computer-supported collaborative learning methods. The University of Applied Sciences Kaiserslautern provide a complete Learning Management System around the e-learning courses where students can utilise various tools for learning, including additional web-resources, video-lectures, animated demonstrations and self-evaluation. Focusing mainly on the professional technical and didactical aspects, we present three examples of virtual courses in physics, chemistry and engineering based on blended learning concepts for academic teaching at the University of Applied Sciences Kaiserslautern.

## Interactive webcasts in Engineering

In our courses of Electrical Engineering blended learning concepts are used with the focus on webcast applications. The aim is to mediate theoretical knowledge as well as to motivate students to deepen and deliberate their learned knowledge independent of time and location. Webcasts, videocasts or webinars are common tools to impart knowledge similar to the classical in-class lecture with front-of-class teaching concepts. For this purpose digital recordings of in-class lectures are often used to transfer contents into the digital medium efficiently in terms of time investment. Additionally, it is recommended to produce more elaborate tutorials with software to capture screen videos (Figure 1) taking into account didactic aspects and interactivity.

To provide even more structure and clarity in the presentation, digital lectures can emulate the development of a blackboard synopsis step by step. Multimedia-based lectures contain a variety of more or less interactive elements. Animations may be used in order to illustrate e. g. cause-and-effect chains or the chronology of events. Simulations can visualize complex mathematical equations to get an understanding for formulae. Live video sequences of real technical systems or hands-on experiments may also be included in the digital lectures as well as pure audio elements, graphics and photographs, apps, etc. Interactive elements like quizzes can be used as mandatory pauses as well as a means for recapitulation and monitoring of performance (Figure 2). In addition to basic video interaction features, it is possible to increase interactivity by using flash hotspot callouts that allow linking to any web page which contains, for example, interactive HTML5 and Java Script elements or java simulations [2]. Moreover, according to Deci & Ryan [3] self-determination is essential for motivation. Considering the latter, students decide themselves when to access what part of the lecture.

The technical requirements for creating interactive webcasts are quite manageable. In addition to moderate hardware requirements like a plain personal computer with headset we also need some software. The combination of professional screen recording software such as “Camtasia Studio” (TechSmith Cooperation, Okemos, USA) and a presentation programme like Microsoft PowerPoint (Microsoft, Redmond, USA) is sufficient in order to create the digital lectures. The tutorial can easily be recorded by a PowerPoint add-in using both features of the presentation programme as well as all post-editing features of the video software. For the extra-occupational degree programme in automation engineering we developed webcasts based on blended learning concepts in electrical engineering and digital electronics at the university. We produced exercises on electrostatics, electrical circuits and network analysis as well as exercises on Boolean algebra, combinational and sequential circuits and logic families. These fundamental topics are relevant for all students in this field and are first covered in the normal lecture. The blended-learning scenario is the combination of in-class lectures and the online exercises. Based on the PowerPoint slides the lectures are digitally recorded with Camtasia's PowerPoint add-in. The post-editing is done in Camtasia Studio.

Figure 1. Screenshot of the screen recording software Camtasia Studio showing post-editing features.



Figure 2. Quizzes as interactive elements can be used as a mandatory break as well as a means for recapitulation and monitoring of performance.



Several clips can be arranged sequentially on the timeline. A variety of callouts exist and can be used with respect to didactic aspects, e.g. features like zoom and move, highlight, internal and external links, or quiz. Moreover, it is possible to choose several video formats including mp4, flv, swf, wmv, mov, avi. Based on flash templates we can select a suitable player with controls, table of contents, and pictures in menu "picture feature". By generating a SCORM module, the online tutorial is embedded in a particular course of our learning management system.

Online lectures are very popular. The clarity in presentation can lead to an easier and better understanding which facilitates learning. This format of E-learning is well-established. Famous institutions and projects like Udacity, edX, Khan academy and others have taken over the leadership in professional online lectures. The most outstanding disadvantages are the dependence on the technical requirements and the effort of developing the units.

### Virtual laboratories for Physics

Students also benefit from virtual tools helping to exercise and to understand practical implementations such as experiments in laboratories. The virtual laboratory is a training concept that motivates students through practical applications, it supports learning of basic and advanced concepts through repeatable experimentation and it improves their self-learning ability. Particularly in the disciplines of science and engineering, remote-access to virtual labs might offer an alternative when physical distances or the lack of resources prevent students to perform experiments, particularly if sophisticated instruments or highly complex experiment designs are involved. The aim of science

and engineering courses imbedding a virtual laboratory is to introduce students to experimentation, problem solving, data gathering, and scientific interpretation.

The modelling and authoring software "Easy Java Simulations" (EJS) is a tool to create interactive simulations. Its graphical drag-and-drop editor generates Java code for the creation of discrete computer simulations [4]. With EJS we use a free authoring tool for building interactive Java simulations using the actual mathematical model of the physical problem. EJS also allows developers with very few prior knowledge of programming to build a simulation with real-time user interaction. It embeds the mathematical model of a simulation by solving ordinary differential equations at real time based on the differential equations

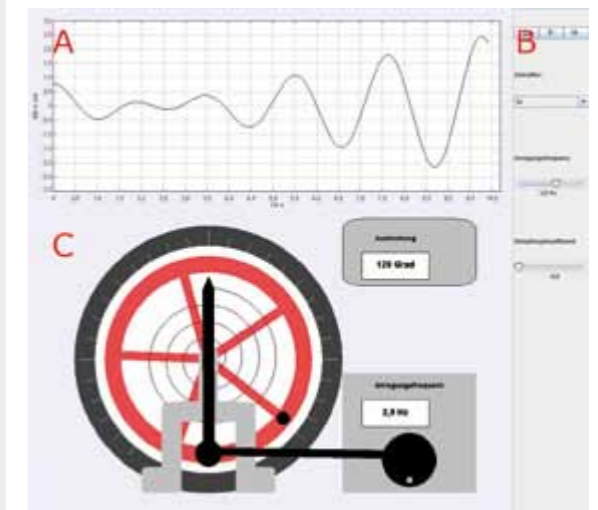
of the given physical problem. This is a great advantage for experiments with complex mechanics such as the Pohl's Wheel – the topic of our blended learning unit.

For blended-learning courses in physics, EJS virtual laboratories were created, e.g. the Pohl's Wheel experiment which represents a common experimental setup in teaching oscillation phenomena. The aim for our students is to learn how the oscillation depends on different parameters such as displacement, damping factor or excitation frequency. To prepare for the real laboratory experiment, a random task selected from a question pool is assigned to each student to enhance self-contained learning. This task should be fulfilled using the virtual experiment. Therefore, we provide theoretical background information along with the guidelines how to use the virtual experiment and a troubleshooting page. The virtual animation presents the deflection of the pendulum in respect to time. In contrast to the hands-on experiments, this relation is plotted in real time (Figure 3A) while Pohl's Wheel is moving. With the help of this visualization it is much easier for the students to understand the relation of the parameters, such as coefficients, eigenfrequency and damping constant of homogeneous and inhomogeneous linear differential equations. For example, the visualization of the deflection-to-time relation for Pohl's Wheel builds a bridge to understand the different shapes of the resonance curve and phase shift in a damped, driven harmonic oscillator depending on different damping factors. To identify the same parameter setups in different visualizations is a precious exercise for our students.

The simulations control panel (Figure 3B) on the right side enables the students to manipulate the damping factor and the excitation frequency via a slider. At the top of the control panel time control buttons are placed to play or pause, reset and fast forward the simulation stepwise. Additionally, students can use a drop-down menu selecting from 0.5, 1, 2, 5 or 10 seconds to speed up the simulation time in respect to 1 second being real time. The displacement can be changed using drag-and-drop functionality by dragging the black handle on the torsion pendulum's wheel in the virtual experimental settings area (Figure 3C).

After logging into the university's learning management system, students can use the interactive laboratory course from every computer providing an internet connection. In addition, to run the simulation they have to install Java Runtime Environment, which is a disadvantage of using EJS. Even though we provide a FAQ troubleshoot webpage, some students still have trouble installing JRE or running Java applications in a browser on their computers. While most modern browsers such as Firefox, IE, Chrome and others support Java Applets, there is no JRE available for tablets with Android or iOS operating systems. There are also known issues with few combinations of JRE, browser versions and older operating systems.

Figure 3. The virtual Pohl's Wheel in motion with the plotting area (A), the control panel (B) and the virtual experimental settings area (C) (see text for further explanation).



This leads to the question whether the virtual experiments should portray a real experimental setup with all its problems and measurement readings with observation errors (e. g. uncertainties, systematic and statistical errors), or in contrast, a vivid representation of the mathematical formula. In this case, we decided to provide data which are calculated from the mathematical model and try to explain this problem to our students. To raise the students' awareness of measurement errors we plan to build a special virtual learning unit covering this topic.

### Virtual Titration Laboratory for Chemistry and the didactical framework

Virtual laboratories are rarely stand-alone applications – rather, mostly they are embedded in a didactical framework. Our Virtual Labs are designed as a blended learning arrangement based on an online-course that essentially consists of five chapters: i) a motivating introduction, ii) a theory chapter, iii) the experiments, which include the virtual experiment as well as real laboratory experiment, iv) an exercise and v) a conclusion.

The didactic concept – reflected in this structure – can be seen as problem based, system-oriented and explorative. Approaching the topic with a relevant problem e. g. scientific research, industry applications, everyday problems, students (hopefully) can appreciate what they are going to learn and get motivated to proceed. Every learning process needs motivation. Without motivation, learning processes can neither be established nor maintained [5]. By offering the students the chance to find relevance in the subject they study, they may discover intersections with personal or professional interests and gain motivation. The theoretical background is given in a rather systematic, textbook-like way but contains an interactive quiz. The following experiment represents all three of the mentioned methods. While it is systematic by its clear prescribed step-by-step instruction, it also refers to the problem given in the introduction. Moreover, every experiment is more or less explorative providing the opportunity that not all experimental results necessarily have to be predictable by knowing just the given theory.

While introduction, theory and conclusion emphasize knowledge transfer by presenting texts and corresponding images, the virtual experiment represents a different technical approach, having been set up as a simulation of an acid-base-titration using HTML5, CSS3 and the JavaScript framework jQuery. While introduction, theory, and conclusion put emphasis on knowledge transfer by presenting videos, texts and corresponding images, the virtual experiment represents a different approach being set up as a simulation using HTML5, CSS3 and the JavaScript framework jQuery.

One example is the development of the virtual titration lab for Chemistry (Figure 4). Titration is a standard method of analytical chemistry and titration experiments are often performed in chemistry education. An unknown concentration of a solution is analysed by adding a solution of known concentration. This topic was chosen because of the wide

possible educational usage, ranging from school chemistry up to variety of undergraduate studies. The aim of the acid-base titration experiment is to identify the end point of the titration from the colour change of the solution and to determine its molarity. Students are virtually provided with a hydrochloric acid sample of unknown concentration including phenolphthalein as tracer. The graphical user interface allows for titrating self-defined amounts of sodium hydroxide. After reaching the equivalence point, which is indicated by a faint colour switch of the acid solution from transparent to light purple, the students calculate the concentration of the acid sample based on the sodium hydroxide consumption. After typing in the calculated amount, the simulation gives feedback about the correctness of the calculation and offers a new sample. Since the concentration of the provided acid sample is generated randomly, the simulation can be used for practicing multiple times. To provide better preparation for the hands-on-experiment at the laboratory, the course unit also contains a video showing how to manage the experiment focusing on basic procedures and how to avoid common mistakes. First evaluation results (guideline-based interviews with students and tutors) show positive effects especially regarding students' performance during the laboratory experiment.

Figure 4. Interactive simulation of the virtual titration laboratory.



### Conclusion

In particular, students of the extra-occupational degree programmes of our university benefit from this kind of learning at the moment. The enrichment of presence studies by transferring these elements into the regular courses as add-ons has been achieved only partly so far. After having worked with this innovative kind of knowledge acquisition, the first feedback of the sample group of students was very positive. Both virtual units and students' performances will be evaluated formally to gather reliable data. For the upcoming physics, chemistry and engineering tutorials these evaluation results will have (amongst others) a deep impact on the future didactical setup.

All virtual units are embedded in the university's central learning management system which was adjusted with a specific self-programmed course style sheet to improve the usability of the given default course appearance and its elements. This also enables more freedom in the didactical arrangement of the whole online learning environment.

Two aspects were crucial for our decision to realize future tutorials by using future-proof and non-proprietary technologies such as HTML5, CSS and JavaScript: i) because of the mentioned technical problems the students were faced with and ii) because we would like to assure a future application and portability of the developed online tutorials (e. g. other

learning management systems or future releases of the current learning management system). The aim is to reach independency from the currently used proprietary software (such as Java and Adobe flash animations).

As many lectures as possible will be transferred to similar online formats in the near future. Therefore, a sustainable e-learning infrastructure of experts has to be available to support lecturers in the production of high education tutorials. Currently, our lecturers can resort to a triangle-setup of experts consisting of content developers, content producers and university didactics experts for considering and realizing the optimal e-learning solutions fitting their and their students' needs. To achieve a definite dimension of unity and quality among the different learning units, the design of the learning environments will follow a purpose-built style guide which gives specifications and advices in didactical setup, technical issues as well as visual parameters for all those who are involved in the production process. Online tutorials following this style guide should facilitate learning in order that students i) can use online tutorials more intuitively, ii) are rather more motivated and iii) perform better in learning success. Thus, we believe that virtual tools as presented herein will massively influence Physics, Chemistry and Engineering lessons both today and in the future.

#### Acknowledgement

We are grateful to our collaboration partners University of Kaiserslautern, the Universities of Applied Sciences Koblenz and Trier. The study was supported by the BMBF, ESF and EU in the frame of the projects „Open competence region Western Palatinate“ (16OH11064, Offene Kompetenzregion Westpfalz; OKW), „Open MINT labs“ (01PL12056A, OML) and tasks of the Higher Education Pact (FHKL\_Q\_1, Second programme phase of the Higher Education Pact for more university entrants).

#### References

- [1] Ferrari A., Punie Y., and Redecker C.: Understanding Digital Competence in the 21st Century: An Analysis of Current Frameworks, EC-TEL 2012, LNCS 7563 (2012), p. 79–92.
- [2] Kühn M.: Interaktive E-Lectures zur Elektrotechnik, Proceedings of the DPG (VI) 46 (2013), DD 15.5.
- [3] Ryan R.M., Deci E.L.: Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist* 55(1), (2000), p. 68–78
- [4] Christian W., Esquembre F.: Modeling Physics with Easy Java Simulations. *The Physics Teacher* 45, No 8, (November 2007) p. 468–528.
- [5] Klauer, K. J., Leutner, D.: *Lehren und Lernen. Einführung in die Instruktionspsychologie*. Weinheim: Beltz-PVU, (2007), p. 65

## Projektorientiertes Lernen: Das Projekt Felsensteinhaus – ein Beispiel aus der Praxis

Prof. Dr. Martin Bayer, HaW Augsburg

Ein Markenzeichen der Hochschulen für angewandte Wissenschaften ist die intensive Praxisorientierung. Ein wichtiges Instrument der praxisnahen Ausbildung ist die Integration von Projekten in die Curricula der verschiedenen Studiengänge. Im Studiengang Mechatronik der Hochschule Augsburg ist dazu das Fach Systems-Engineering vorgesehen. Dieses Fach vermittelt die Entwicklung von mechatronischen Produkten; wobei neben der technischen Umsetzung auch die Organisation des Projektes und die Zusammenarbeit im Team eine wichtige Rolle spielen.

Dieses projektorientierte Modul wurde bereits einige Jahre mit gutem Erfolg durchgeführt. Da im Rahmen des Projekts jedoch nur Prototypen ohne echte Einsatzmöglichkeit entstanden, hatte das Modul damit indirekt den Charakter einer Simulation realer Entwicklungsprozesse.

Dieser Charakter hat sich seit dem letzten Jahr radikal gewandelt. Ausgangspunkt war, dass sich drei Professoren des Studiengangs, Prof. Dr. Bayer, Prof. Dr. Klüver und Prof. Dr. Raps, darauf geeinigt haben, ihre bisher separaten Lehrveranstaltungen in ein „Großprojekt“ einfließen zu lassen und damit den Workload dreier Veranstaltungen für dieses Projekt zu bündeln. Wesentlich aber dafür, dass das Projekt inzwischen von den Studenten als das Highlight des Studiums bezeichnet wird, war die Partnerschaft mit dem Felsensteinhaus, einer Einrichtung für schwerstbehinderte Jugendliche in der Nähe von Augsburg.

In Absprache mit den Verantwortlichen, den Betreuern und den Schwerstbehinderten aus dem Felsensteinhaus wurden nun unter dem Motto „Mechatronik hilft Menschen mit Handicap“ Aufgabenstellungen definiert, die dort den Menschen mit Behinderung helfen, an den kleinen Dingen des täglichen Lebens wieder teilnehmen zu können. Gewünscht wurden Geräte, mit denen die Behinderten reale Spiele wie z. B. „Vier Gewinnt“ spielen oder Töne auf einem Musikinstrument erzeugen konnten. Ein weiterer Wunsch waren Geräte für die gefahrlose Mitarbeit in der Küche des Felsensteinhauses, der dann in die Entwicklung einer Apfelschälmaschine und einer Maschine zur Herstellung von Frucht-Cocktails mündete.

In einer Auftaktveranstaltung an der Hochschule kamen die Studenten zum erstenmal in Kontakt mit den Behinderten, ihren „Kunden“ für ihre Geräte. Vier Rollstuhlfahrer aus dem Felsensteinhaus stellten sich vor, erzählten von ihrem persönlichem Schicksal und beschrieben die Geräte, die sie sich wünschten. Dies hat alle anwesenden Studenten tief

beeindruckt. Es gibt wohl kaum eine andere Veranstaltung an der Hochschule in der die Studierenden über einen langen Zeitraum so aufmerksam und still waren. Aus dieser Begegnung entstand nach einer ersten Betroffenheit bei den Studenten eine ungeheure Motivation, in diesem Projekt ein Produkt zu entwerfen und zu realisieren, das gebraucht wurde und den Behinderten eine wirkliche Hilfe sein sollte. Aus der Simulation war nun Realität geworden, und mit entsprechend großem Enthusiasmus wurde das Projekt von den Studenten vorangetrieben.

## Rahmenbedingungen

An der Hochschule wurden Werkzeuge und Arbeitsräume für die Studenten zur Verfügung gestellt. Die Arbeitsräume waren den Studenten auch abends und an den Wochenenden zugänglich. Die Voraussetzung dafür bildet ein elektronisches Zugangssystem, das an der Hochschule Augsburg hochschulweit eingerichtet wurde.

Das Projekt ist im 6. Semester angesiedelt, es wurden 11 Teams mit einer Teamgröße von 6 Studenten gebildet. In den Teams musste eigenverantwortlich die Spezialisierung auf die notwendigen Teilaufgaben stattfinden, typische Rollen waren Mechanikaufbau, Entwicklung der Elektronik und Softwareerstellung aber auch Projektleitung, Präsentation und Dokumentation sowie Finanzen. Jedes Team hatte ein Budget von 600,- Euro zur Beschaffung der benötigten Bauteile zur Verfügung. Häufig wurden aber von den Studenten Firmen gewonnen, die mit Geld oder oft teuren Komponenten das Projekt gesponsert haben.

Ein großer Teil der Studierenden der Mechatronik verfügt über einen Gesellenbrief als Mechatroniker oder Elektriker – entweder durch eine Ausbildung vor dem Studium oder durch ein Verbundstudium. Die meisten haben noch sehr gute Kontakte zu ihren Ausbildungsbetrieben, die sie zur Fertigung von komplizierten mechanische Bauteilen auch nutzen.

## Ablauf

Für das gesamte Projekt standen im Rahmen eines normalen Semesterablaufs knapp 4 Monate zur Verfügung, ein relativ enger Zeitrahmen für das Ziel, dem Felsensteinhaus stabil funktionierende mechatronische Geräte übergeben zu können. Für die betreuenden Professoren war es jedoch wichtig, den Studierenden nach der Abschlusspräsentation noch genügend Zeit zu lassen für die Vorbereitung auf die Prüfungen der übrigen Module in diesem Semester.

Die Phase der Definition der Projektaufgaben wurde gestartet mit dem Besuch der Jugendlichen mit Handicaps in der Hochschule, es folgte ein Gegenbesuch der Studierenden, um die Gegebenheiten in dem Förderzentrum kennenzulernen.

In der anschließende Planungsphase wurden in den Teams die Rollenverteilung festgelegt und in Diskussion mit den Professoren die Details der Aufgabenstellung besprochen. Meist

war es dabei notwendig, in Diskussion mit den Studenten die in der ersten Euphorie entstandenen sehr aufwendigen Pläne auf Machbares zu reduzieren. In dieser Phase mussten sich die Studenten eng mit den Experten des Felsensteinhauses über die Bedürfnisse und körperlichen Möglichkeiten der künftigen Nutzer abstimmen.

Über den gesamten Zeitraum der Umsetzungszeitraum gab es regelmäßige Treffen der Gruppen mit den betreuenden Professoren. Dazu wurde ein Buchungssystem eingeführt, jede Gruppe musste eine bestimmte Anzahl Termine bei den Professoren buchen und dabei die Projektfortschritte präsentieren und dokumentieren. Dabei konnte auch auf die spezifischen Fragen und Probleme jeder Gruppe eingegangen werden. Die Vorlesungen zur Vermittlung der notwendigen Theorie wurden passend zum Projektterminplan angeboten. Parallel dazu erhielten die Studierenden Einblick in typische gruppendynamische Prozesse innerhalb von Teams. Eine Diplom-Pädagogin nahm an einigen Teambesprechungen jeder Gruppe teil und analysierte anschließend im Gespräch mit der Gruppe die Rollenverteilung im Team.

Den Abschluss des Projekts bildete eine Messe im Förderzentrum „Felsensteinhaus“. Dazu wurden die Presse, die Vertreter der Sponsoringfirmen, die Hochschulleitung und einige Repräsentanten von Verbänden eingeladen. Jede Gruppe präsentierte dort ihr Ergebnis auf einem Messestand. Von den Bewohnern und Besuchern des Felsensteinhauses wurden die Geräte bereits mit großer Spannung erwartet und intensiv ausprobiert. Die Freude, die sie dabei im Umgang mit den Geräten zum Ausdruck brachten, war für die Studierenden ein schöner Lohn für die Anstrengungen der zurückliegenden Wochen, in denen zum Schluss fast rund um die Uhr an dem Projekt gearbeitet wurde.

Wichtig für den Fortgang des Projekts war es, die Studenten des nächsten Jahrgangs zu der Messe mitzunehmen. Bereits während der Messe wurden unter den Studierenden intensiv Ideen und Pläne für das Folgejahr diskutiert.

## Beispiele der entstandenen Geräte

Der „A MAZEing Desk“ ist ein ferngesteuertes Kugellabyrinth. Die Kugel bewegt sich durch Neigung der Tischfläche. Diese kann über verschiedene USB-Eingabegeräte, die von Menschen mit Handicap benutzt werden können, einfach angesteuert werden. Wenn die Kugel das Ziel erreicht hat, wird dies über Lichteffekte und Hupen signalisiert.

A MAZEing Desk



Mensch ärgere dich nicht



### Panflöte



Beim MAGISCHEN MENSCH ÄRGERE DICH NICHT werden die Figuren durch Magnete, die im Tisch eingebaut sind, wie von Zauberhand bewegt. Bis zu vier Teilnehmer können hier zusammen den Spieleklassiker erleben. Möglich wird dies über USB-Anschlüsse, einen Mikrocontroller und Servomotoren, welche die Steuerbefehle in Bewegung umsetzen. Über ein Aktorsystem werden die Figuren von unten bewegt so dass ein sicherer und uneingeschränkter Spielspaß garantiert ist.

Mit der steuerbaren PANFLÖTE werden die Töne erzeugt, in dem Pressluft durch Ventile, die von einem Mikrocontroller angesteuert werden, auf eine normale Panflöte gelenkt werden. Durch LEDs wird angezeigt, welcher Ton ausgewählt wurde, mit einem Tastendruck wird dieser Ton dann gespielt. Damit ist es möglich, einzelne Töne zu spielen oder Tonsequenzen zu speichern und wieder abzuspielen.

„Mehr beim Kochen tun können.“ Das war ein großes Anliegen einer 14-jährigen Schülerin des Felsensteinhauses. Auf Grundlage dieses Wunsches automatisierte eine Gruppe einen mechanischen APFELSCHÄLER, der bis dato von sehr wenigen Schülern und das nur unter Aufsicht verwendet werden konnte. Mit dem Gerät ist es nun möglich allein durch Betätigung eines Tasters einen Apfel zu schälen, zu entkernen und wahlweise sogar in spiralförmige Spalten zu schneiden.

### Panflöte



Dieser DiNa-Sonderband wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL12023A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt beim Autor.



