



# Tagungsband zum 2. HDMINT Symposium 2015

24. / 25. September

Technische Hochschule Nürnberg  
Georg Simon Ohm



GEFÖRDERT VOM





Sehr geehrte Teilnehmende des HD-MINT-Symposiums,

der „Qualitätspakt Lehre“, das gemeinsame Bund-Länder-Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre, öffnet viele Türen zur modernen Didaktik, zum praxis- und forschungsorientierten Unterricht, zur Interaktivität und zum selbstverantwortlichen Lernen.

Dies beweist auch das zweite HD MINT Symposium, das dem gleichnamigen hochschuldidaktischen Projekt gewidmet ist und zugleich weit darüber hinaus seine Strahlkraft entfalten wird. Im Zentrum steht vor allem die Frage, wie der moderne Unterricht an den Hochschulen in den MINT-Fächern gestaltet werden kann. In diesen Disziplinen manifestieren sich aktuell zwei Trends, deren Entwicklung wir aufmerksam beobachten, denen wir aber auch aktiv entgegenzutreten müssen: der Fachkräftemangel und die hohe Anzahl an Studienabbrechern. Mit HD MINT, aber auch mit anderen Projekten des Wissenschaftsministeriums wie Best MINT verbinden wir die berechtigte Hoffnung, beiden Tendenzen Rechnung tragen zu können. Die Zeichen für den Erfolg unseres Engagements stehen gut.

Die Dozentinnen und Dozenten an den bayerischen Hochschulen sind kompetent, motiviert und kreativ. Doch jeder, der einmal unterrichtet hat, weiß, dass es nicht genügt, das Fachliche in Perfektion zu beherrschen, um ein guter Lehrer zu sein. Gerade die theoretisch-methodische Vorbereitung auf die Wissensvermittlung bildet einen ersten notwendigen Schritt in die richtige Richtung. Es folgt ein Prozess der kreativen Anpassung, des gewagten Auslotens von Anwendungsgrenzen und des nachhaltigen Übens vor einer Gruppe. Darin wollen wir die jungen Lehrenden an unseren bayerischen Hochschulen tatkräftig unterstützen.

Bernd Sibler  
Staatssekretär im Bayerischen Staatsministerium  
für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst





Meine sehr geehrten Damen und Herren,

als Präsident der Technischen Hochschule Nürnberg heiße ich Sie ganz herzlich zum 2. HD MINT-Symposium hier in Nürnberg willkommen.

Für uns an der TH Nürnberg ist es eine besondere Freude, wieder Gastgeber dieser hervorragend besetzten und schon jetzt in Fachkreisen anerkannten Tagung zur Hochschuldidaktik in den Ingenieur- und Naturwissenschaften zu sein.

Das Motto der Veranstaltung lautet MINTTENDRIN! Es beschreibt natürlich das Miteinander und den Austausch während der zwei Veranstaltungstage. Fachdidaktiker, Lehrende und Experten aus ganz unterschiedlichen Disziplinen werden miteinander ins Gespräch kommen, voneinander lernen, Lehrkonzepte anhand unterschiedlicher Fachkulturen auf den Prüfstand stellen oder von den neuesten Trends digitaler Lernwelten berichten.

Aber das Wortspiel MINTTENDRIN beschreibt auch sehr trefflich den Stand des Projekts HD MINT. Seit 2012 arbeiten in diesem Verbundprojekt sechs bayerische Hochschulen für angewandte Wissenschaften, das Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ) und das Bayerische Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (IHF) dank der Förderung aus dem „Qualitätspakt Lehre“ zusammen. Die Motivation für diese Zusammenarbeit war die Herausforderung, den vielbeschriebenen Paradigmenwechsel „Shift from Teaching to Learning“ in der klassischen MINT-Bildung zu meistern. Vor allem eine zunehmend heterogene Studierendenschaft macht ein solches Umdenken wichtig. Die Generation der „digital natives“, die die Vielfalt heute verfügbarer digitaler Medienangebote selbstverständlich nutzt, bringt völlig neue Kompetenzen, aber auch Defizite mit an die Hochschulen. Indem das diesjährige HD MINT-Symposium den Fokus auf den Conceptual Change legt, wird auch der anstehende Wandel greifbarer und der Austausch darüber angeregt, was Wandel hier konkret heißen mag.

Das Projekt HD MINT ist dabei mittendrin und hat schon viel bewirkt, diesen Paradigmenwechsel in den beteiligten Hochschulen umzusetzen. Nach meinem eigenen Erleben ist eine anfängliche Skepsis der Professorinnen und Professoren einer gewissen Selbstverständlichkeit gewichen. Der Einsatz innovativer Lehr- und Lernmodelle oder das Experimentieren mit neuen Konzepten gehört heute für viele Lehrende bereits zum Alltag.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Vortragenden, den Organisatoren und den Projektverantwortlichen für ihre guten Ideen und für ihr Mitwirken bedanken und bin gespannt, wie sich das Projekt HD MINT in Zukunft entwickeln wird – und welche Impulse für die Hochschullehre von diesem Symposium ausgehen werden.

Ich wünsche Ihnen anregende Vorträge und Gespräche beim 2. HD MINT-Symposium und einen schönen Aufenthalt an unserer Hochschule und in Nürnberg.

Prof. Dr. Michael Braun  
Präsident der Technischen Hochschule Nürnberg

Herzlich willkommen beim zweiten HD-MINT-Symposium,

es freut mich sehr, dass Sie den Weg nach Nürnberg genommen haben, um dieser Veranstaltung beizuwohnen. Es erwartet Sie ein Gedankenaustausch rund um die Lehre in den naturwissenschaftlichen Fächern an Hochschulen in ganz unterschiedlichen Formaten: Wir bieten an diesen beiden Tagen Workshops, Pecha Kucha Sessions, Diskussionen und Science Slam. Nur eines bieten wir Ihnen nicht: klassische Vorträge! Die Interaktion steht bei uns, so wie in vielen der hier angebotenen Projekte, im Vordergrund.

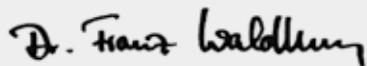
Möglicherweise sind für Sie auch das Wichtigste an dieser Tagung die Kaffeepausen oder das Conference Dinner, weil Sie da andere Menschen mit vielleicht gleichen, vielleicht unterschiedlichen Interessen treffen und mit ihnen diskutieren können!

Gerade in den MINT Fächern geht es darum, mit intelligenten und zielgruppenbezogenen Lehr-/Lernkonzepten bei den Studierenden zunächst den Zugang zum Fach zu schaffen, und ihnen dann durch das Erlebnis von Erfolgen Freude daran zu ermöglichen. Ich glaube, bei dieser Tagung bekommen Sie dafür sehr viele Anregungen!

Das beginnt mit der dialogischen Keynote von Peter Riegler und Katrin Munt von der Ostfalia-Hochschule über Möglichkeit und Zielrichtung von Konzeptwandel in der MINT-Lehre. Ebenso wenig dürfen Sie aber auch den Abschluss mit Noah Finkelstein von der University of Colorado in Boulder versäumen: Es reicht nicht aus, Studierende an Hochschulen in irgendeine Aktivität zu versetzen. Damit sie wirklich etwas lernen, gehört mehr dazu.

An dieser Stelle gilt es noch Dank zu sagen: zunächst Ihnen als den Teilnehmenden dieses HD-MINT-Symposiums, aber auch den sechs Hochschulen und dem IHF, die gemeinsam mit uns das HD MINT Projekt tragen und in der bisher zur Verfügung stehenden Zeit bereits Großes bewirkt haben. Herzlicher Dank auch allen, die direkt und im Hintergrund zum Programm und zum Funktionieren dieser Tagung mitgeholfen haben, und nicht zuletzt natürlich der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm für die wiederholte Gastfreundschaft.

Lassen Sie uns diese Tagung miteinander genießen!



Prof. Dr. Franz Waldherr  
Direktor  
DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik, Ingolstadt



## ■ Workshop-Beiträge

Interaktive Veranstaltungen mit privaten Smartphones – praktische Aspekte .....	12	Forschendes Lernen und Problemlösen im MINT-Bereich selbstständigkeitsorientiert begleiten – Ein fächerübergreifendes Ausbildungskonzept .....	58
Geht doch – Mathematik online für Erstsemester .....	17	Betreuungskonzepte für Online-Vorkurse in Mathematik: Fachliche und überfachliche Aspekte .....	64
Bessere Protokolle mit LabWrite – Schreiben in den Naturwissenschaften .....	23	Lernziele – Zielorientiert zum Lehrerfolg .....	70
Regelungstechnik aktiv begreifen – Ein Konzept für eine Kombination aus Vorlesung und Praktikum unter Verwendung aktivierender Lehrmethoden .....	27	Formatives Feedback in der Lehrveranstaltung als Anlass zum Conceptual Change bei Lehrenden und Studierenden .....	77
Begabtenförderung .....	33	Ein Kurskonzept zur Förderung des kontinuierlichen Lernens durch den Einsatz von Gamification .....	81
Lernen aus Fehlern anderer – Workshop zur Entwicklung bedarfsorientierter Lernmaterialien .....	36	Ressourcenökonomische Erstellung von Materialien für Lehrende und Lernende in der Studieneingangsphase .....	87
Weg vom Fehlkonzept – Umgang mit unerwarteten Ergebnissen einer Peer Instruction .....	42	Automatisch bewertete Übungsaufgaben im Mathematik- und Informatikunterricht .....	93
Entwicklung didaktischer Unterstützungsformate zur Kompetenzorientierung in Studierendenprojekten am Beispiel eines „Formula Student“ Projektes .....	48	Bewertungs- und Feedbackprozesse für nichttechnische Lernziele in der Ingenieurausbildung .....	98
STACK – Ein neuer Fragetyp in der Mathematik .....	54	Semesterbegleitende Studienleistungen in ingenieurtechnischen Grundlagen in der „Basic Engineering School“ .....	99
		Neue Wege zur Konzeption eines kompetenzfördernden, studierendenzentrierten Laborpraktikums .....	106

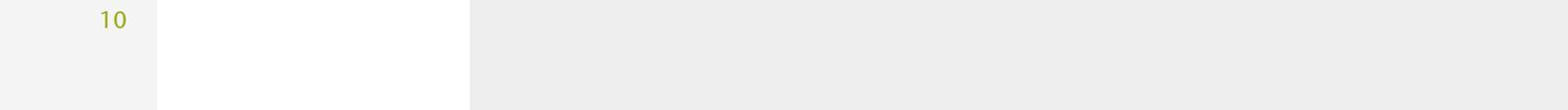
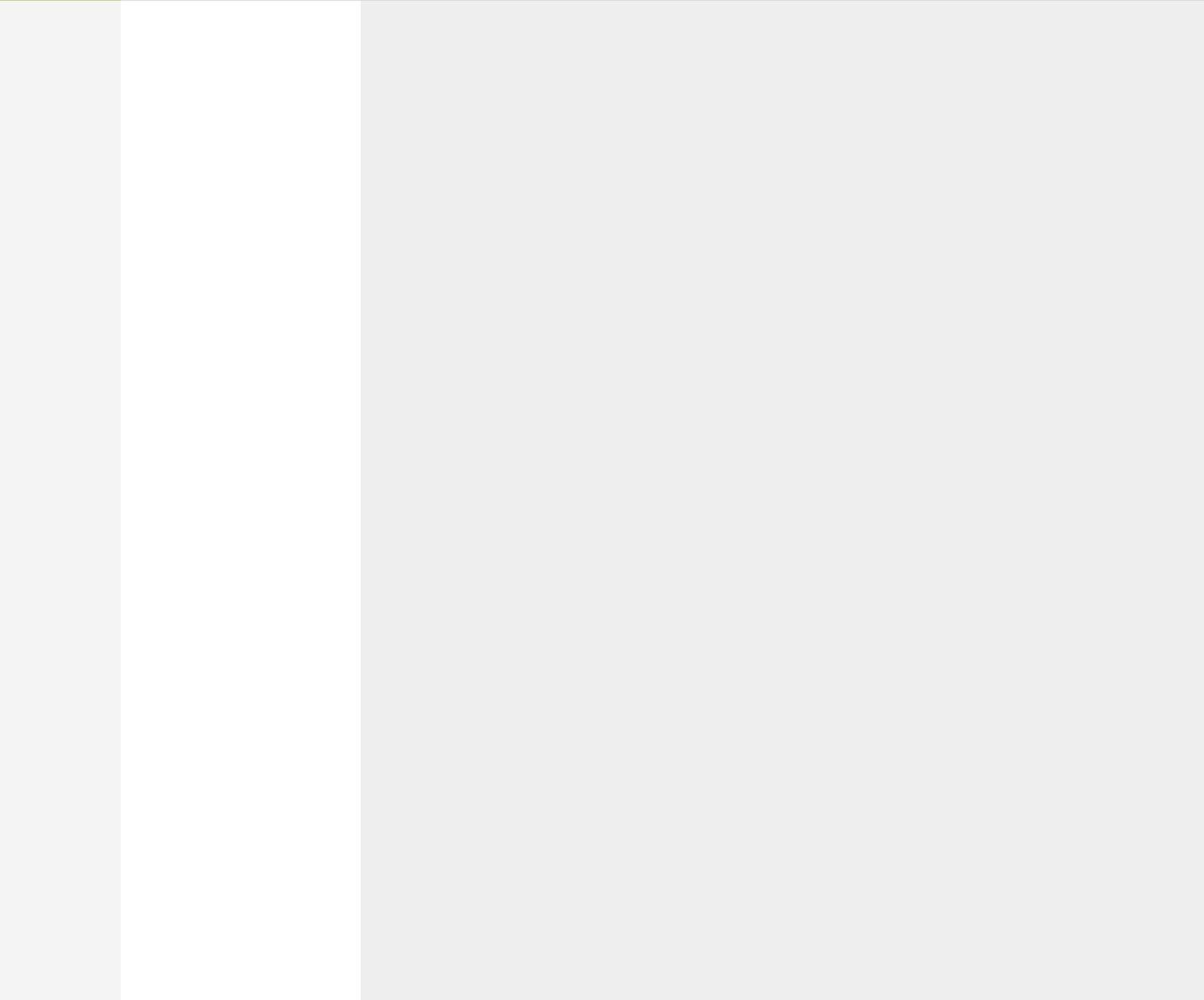
## ■ PechaKucha-Vorträge

„Und das soll Informatik sein?“ Ein Erstsemester-Abschlussprojekt der anderen Art .....	114	Schreiben in der didaktischen Diskussion zum Conceptual Change: Potenziale für das Lernen in MINT-Fächern .....	169
Software Engineering mit JiTT .....	121	Verstehen statt Nachrechnen – Verbesserung der Lernkompetenz in der Mathematikausbildung .....	176
G-MINT: Gender- und differenz- reflexive Perspektiven für die MINT-Fächer .....	122	Weiterentwicklung von kompetenz- basierten Prüfungsformen im MINT-Masterstudiengang (WEITERKOMMEN-MINT) .....	181
MINT mit Medien .....	129	Statistische Geheimhaltung, indivi- dualisierte Lehre und E-Learning .....	187
Untersuchung der Selbsteinschätzung der Studierenden im Bachelorstudien- gang Mechatronik hinsichtlich ihrer überfachlichen Kompetenzen .....	134	Physikgrundlagen medial – ein simultanes Testexperiment von 7 Hochschulen .....	192
Lernportfolios im Studium der Wirtschaftsinformatik .....	140	Lernbar Chemie – Web Based Training (WBT) in der naturwissen- schaftlichen Basislehre .....	198
Fehlkonzepte bewusst machen – Einsatz von Tutorials zur Elektrotechnik und Physik .....	146	Forschungsbasiertes (inquiry based) und aktives Lernen im Physik- Anfängerpraktikum .....	199
Der begleitende Einsatz des Online Lerntagebuchs (OLTB) im Software Engineering als Instrument zur individuellen Lernstandort- bestimmung .....	148	Maschinenelemente in Theorie und Praxis: „Product Archaeology“ von Schlagbohrmaschinen .....	204
„Open Street Map“ als Problem Based Learning Projekt: Möglichkeiten zur Nutzung und Erweiterung der freien Weltkarte .....	155	Tutorenausbildung mittels Rollenspiel und Videoanalyse für das LearnING Center, einen Lernraum an der TUHH .....	211
Begriffliche Modellbildung in der Wissenschaftspropädeutik für MINT-Fächer .....	159	Auswirkung verschiedener Lehrformate auf das konzeptionelle Verständnis im Fach Statik .....	216
Conceptual Change in der Studieneingangsphase .....	163	Konzeption von Lernzielen und Erfolgsmessung .....	224

## ■ Poster-Beiträge

„Die Methode funktioniert nicht!“ – Folgenreiche Fehler auf Dozenten- seite beim Einsatz aktivierender Lehrmethoden .....	232	Thematisierte Videopodcasts und Demonstratoren in der Automati- sierungstechnik (on-demand- Unterstützung nicht nur für Fernstudierende) .....	253
Mehr MINT – Individuell zum Erfolg Betreuung und Begleitung von Studierenden an der Hochschule Coburg .....	234	Das Learning Lab – Neues Lernen und Lehren erfahrbar machen .....	255
Geht doch – Mathematik online für Erstsemester .....	242	LEHRLABOR Förderung von Innovationen in der Lehre an der MIN-Fakultät der UHH .....	257
Mathematik lernen lernen – „In meinem Studium finde ich die richtige Kurve!“ .....	243	(Über-) Fachliche Unterstützung durch TREFFER .....	258
Innovative Lehrkonzepte im MINT- Bereich – Buzz-Groups als Methode zur Förderung von Soft Skills im Studiengang Elektromobilität .....	245	Technik studieren mit 3D-Lernmodulen .....	259
Mathe-App als Aktivierungs- unterstützung beim Studienstart .....	246	Abgehoben? Die Erstellung komplexer Angebote für Satellitenkomponenten .....	261
Schulungen für Tutoren in der Physik .....	248	Peer Review als Lehrmethode im Rahmen von Übungen zu Mathematik-Vorlesungen an Hochschulen .....	262
Mathematische Zwischentests .....	249	Hausarbeit abschaffen! .....	264
Untersuchung der Selbsteinschätzung der Studierenden im Bachelorstudien- gang Mechatronik hinsichtlich ihrer überfachlichen Kompetenzen .....	250	Mathematiklehre zwischen Vorlesungssaal und Selbststudium .....	266
Bierbrauen als (Lern-)Prozess – Ein Umsetzungsbeispiel für problem- und projektorientiertes Lernen aus der Bioprozesstechnik .....	251	Überfachliche Qualifikation in einem Mentoring-Programm – die Rolle von Selbststeuerung und Selbstorganisation in der Studieneingangsphase .....	268
		Basic Engineering School – Neue Lehr- und Lernformate in der Ingenieurausbildung an der TU Ilmenau .....	270

Semesterbegleitende Studienleistungen in ingenieurtechnischen Grundlagen in der „Basic Engineering School“ .....	271	Proteinbiochemie – Ein hybrides, kompetenzorientiertes Flipped-Classroom-Projekt .....	285
Ein neues Lehr-/Lernarrangement als Einstieg in die C-Programmierung mittels LEGO Mindstorms EV3 .....	272	Studentisches Kompetenzerleben und Studierzufriedenheit in MINT-Fächern: Vor- und Nachteile traditioneller versus forschungsbasierter Lehrkonzepte .....	286
WISTA – „Wissensbasierte“ Theorie- und Aufgabendatenbank für die Studieneingangsphase .....	274	Die Studierendenwerkstatt an der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) – ein Raum für kompetenzorientiertes Lehren und Lernen .....	287
Den individuellen Lernprozess der Studierenden im Blick: Anders betreuen in modernen Laborpraktika .....	275		
Projektbezogen Studieren – Aktives Lernen im Team: Fachliche und überfachliche Kompetenzen von Studierenden fördern .....	277		
Theorie der Mathematik für angehende Ingenieure mit Ingenieur-Anwendungen koppeln .....	278		
Das Zauberwort „Kompetenz“ – changed the academic world? .....	280		
Studiengangsentwicklung durch forschendes Lernen in MINT .....	281		
Interaktive Musterlösungen via Javascript in PDF .....	283		



# Workshop-Beiträge



# Interaktive Veranstaltungen mit privaten Smartphones – praktische Aspekte

Barbara Dörsam  
 Hochschule der Medien, Stuttgart  
 E-Mail: doersam@hdm-stuttgart.de

Abb. 1: Beispiele der Fragenformulare für den Dozenten.

**Frage anlegen**

Geben Sie den Fragentyp an:

Multiple Choice (eine Antwort)  Multiple Choice  Aufzählung  Freitext

Kategorie: Spanien

Welche ist die Hauptstadt von Spanien?

Frage:

Abbildung:  Datei auswählen  Keine ausgewählt

Antwort #1:

Antwort #2:

Antwort #3:

+ -

Abschicken

---

**Frage anlegen**

Geben Sie den Fragentyp an:

Multiple Choice (eine Antwort)  Multiple Choice  Aufzählung  Freitext

Kategorie: Spanien

Nennen Sie drei Grenzstaaten von Spanien.

Frage:

Abbildung:  Datei auswählen  Keine ausgewählt

Wie viele Antworten gelistet?

Antwort #1:

Antwort #2:

Antwort #3:

Antwort #4:

Antwort #5:

+ -

Abschicken

## 1. LeMon – Ein classroom response system

Seit zwei Jahren wird an der Hochschule der Medien LeMon (LEcture MONitoring) – ein so genanntes Classroom Response System (CRS) – entwickelt, eingesetzt und kontinuierlich verbessert. LeMon ist eine Weiterentwicklung der „Clicker“-Idee [2], [1] mit dem Einsatz eigener mobiler Geräte.

LeMon bietet dem Dozenten die Möglichkeit, den Wissensstand seiner Studenten zu überprüfen – auch in sehr großen Veranstaltungen. Zu Beginn einer Vorlesung können die Studenten Testfragen zum Vorlesungsinhalt beantworten. Alle Antworten werden anonym gesammelt, gespeichert und online ausgewertet. Die Auswertung kann allen Teilnehmern über den Beamer auf der Leinwand präsentiert werden. Somit erhalten sowohl der Dozent als auch alle Teilnehmer einen sofortigen Überblick über den aktuellen Kenntnisstand der Studenten.

Dadurch kann der Dozent besser auf die Bedürfnisse seines Kurses reagieren und die Geschwindigkeit sowie die Tiefe seiner Vorlesung entsprechend anpassen. Aber auch die Studenten selbst sehen ihre eigenen Wissenslücken sofort, denn sie bekommen nach Beantwortung aller Fragen eine individuelle Auswertung ihrer Antworten. Daher wissen sie auch, welche Teile der Vorlesung sie noch einmal wiederholen oder vertiefen sollten.

## 2. Toolbeschreibung

### 2.1 Dozentsicht – Definition der Fragebögen

Bevor die Studenten einen Fragebogen beantworten können, muss der Dozent diesen über eine Administrationssicht erstellen.

Um eine neue Frage zu erstellen, formuliert der Dozent den Fragetext und die Musterlösung (Abb. 1). Für jeden Dozenten werden seine Fragen in einem persönlichen Pool gespeichert, aus dem er für jede seiner Vorlesungen neue Fragebögen aus beliebigen Fragen zusammenstellen kann. Jeder

Fragebogen gilt für genau eine Vorlesung, das heißt, für ein Datum und eine Zeitspanne. Auf diese Weise können die Studenten die Antworten nicht noch mal nach der Vorlesung manipulieren.

## 2.2 Studentensicht

Typischerweise bekommen die Studenten zu Beginn einer Vorlesungsstunde einen QR-Code eingeblendet, den sie mit ihren Smartphones oder Tablets abscreiben können. Dadurch gelangen sie zum aktuellen Fragebogen. Dort können sie die vorbereiteten Fragen in einer beliebigen Reihenfolge beantworten, überprüfen, aber auch überspringen. Mit Hilfe geeigneter Icons werden bereits beantwortete Fragen entsprechend markiert (Abb. 2).

Die Darstellung der Antwortformulare hängt vom Fragentyp ab (Abb. 3):

1. **Multiple-Choice-Fragen mit einer richtigen Option:** mit Hilfe von Radiobuttons kann der Student genau eine Antwort auswählen. Daher kann er die richtige Antwort auch relativ einfach erraten.

Abb. 2: Studentensicht mit allen Fragen des aktuellen Fragebogens: Darstellung, wenn noch keine Frage beantwortet wurde (links) und Markierung bereits beantworteter Fragen (rechts).

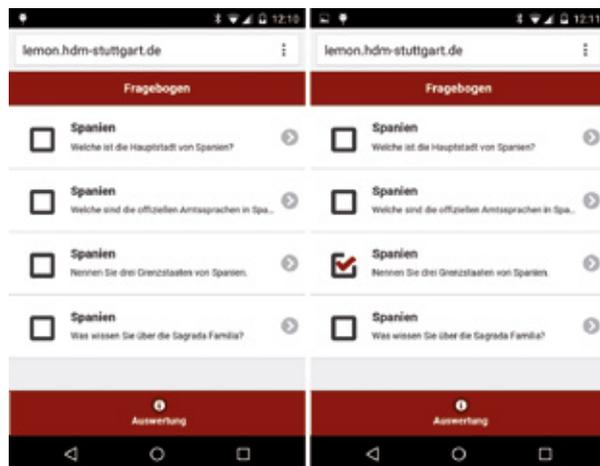
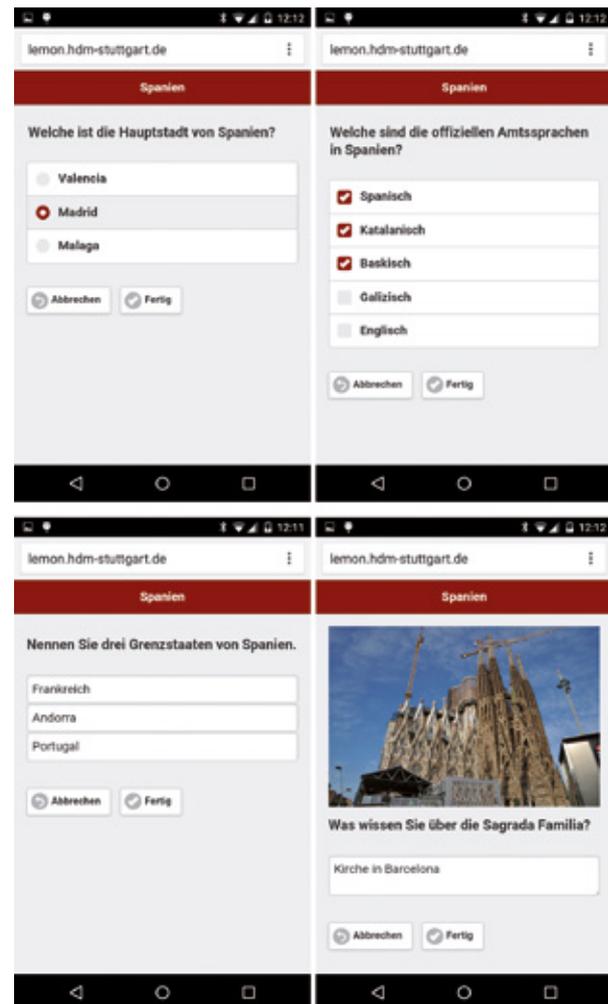


Abb. 3: Studentensicht: Antwortformulare für Ja-/Nein-Fragen, Multiple-Choice-Fragen, Aufzählungen und Textfragen.



2. **Multiple-Choice-Fragen mit mehreren richtigen Optionen:** Hier werden Checkboxes verwendet. Dadurch zeigt das Formular nicht an, wie viele Antworten korrekt sind. Der Student muss wissen, welche und wie viele Optionen er auswählen muss, um die richtige Antwort zu geben. Daher ist die Wahrscheinlichkeit, die richtige Antwortkombination zu erraten, geringer.

Abb. 4: Studentensicht: Vergleich der eigenen Antworten mit der Musterlösung.

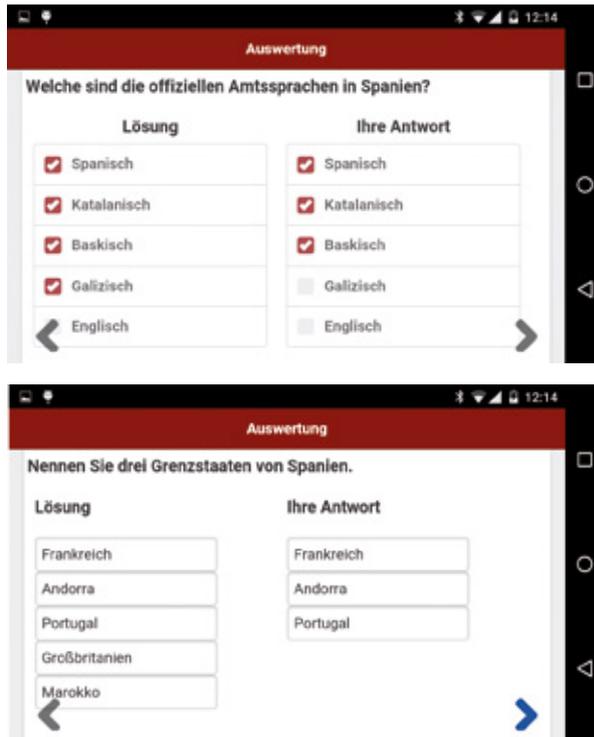


Abb. 5: Antwortenzähler, der während des Tests für alle Teilnehmer sichtbar die Anzahl der bereits eingereichten Fragebögen anzeigt.

Anzahl  
beantworteter  
Fragebögen  
**37**

3. **Aufzählungsfragen:** Hier müssen die Studenten einige kurze Antworten in Texteingabefelder selbst eintippen. Daher müssen sie Kenntnisse über den behandelten Stoff besitzen, sie können die Antwort nicht raten.
4. **Textfragen:** hier müssen die Studenten eine Textantwort formulieren. Diese Art von Fragen erfordert nicht nur das Vorhandensein des Wissens: die Studenten müssen hier auch in der Lage sein, ihre Antworten in vollständigen Sätzen zu formulieren.

Nachdem ein Student alle Fragen beantwortet hat, reicht er seine Antworten ein und wird automatisch auf die Auswertungsseite weiter geleitet. Hier kann er seine Antworten mit den Musterlösungen vergleichen (Abb. 4).

### 2.3 Dozentensicht: Auswertung der Antworten

Während die Studenten die Fragen beantworten, kann der Dozent den aktuellen Stand verfolgen und einen Antwortenzähler für alle Studenten sichtbar einblenden: der Zähler zeigt die aktuelle Anzahl bereits beantworteter Fragebögen (Abb. 5) an und erhöht damit die Motivation, die Fragen zu beantworten.

Alle Antworten werden in einer Datenbank gespeichert und ermöglichen auch künftige übergreifende Analysen. Daneben kann der Dozent die Auswertungsergebnisse über den Beamer allen Teilnehmern zur Verfügung stellen. Abhängig vom Fragentyp sind vier Anzeigen möglich:

1. **Multiple-Choice-Fragen mit einer korrekten Option:** eine Übersicht über die Anzahl der korrekten und falschen Antworten wird mit einem Kuchendiagramm (Abb. 6, links) dargestellt.

## 2. Multiple-Choice-Fragen mit mehreren korrekten

**Optionen:** für jede Option wird die Anzahl der korrekten und falschen Antworten als ein separater Balken im Balkendiagramm dargestellt (Abb. 6, unten). Der erste Balken zeigt zudem den Anteil der Studenten an, welche die korrekte Kombination der Antworten gewählt haben.

3. **Aufzählungsfragen:** hier werden alle Antworten in einer Tag-Cloud dargestellt, wobei die Schriftgröße proportional zur Zahl der Studenten ist, welche die betreffende Antwort gegeben haben (Abb. 6, unten).

4. **Textfragen:** Hier kann der Lehrer die Musterlösung und einige der Studentenantworten auf der Leinwand einblenden und mit den Teilnehmern diskutieren.

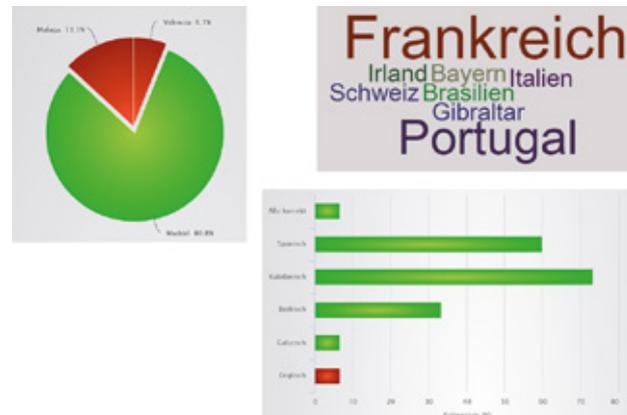
## 3. Diskussion

### 3.1 Anwendungsgebiete

Bisher wurde LeMon für die folgenden Anwendungsfälle erfolgreich eingesetzt:

- **Wiederholungsfragen:** wie oben beschrieben, werden die Fragebögen am Anfang einer Vorlesungsstunde zur Wiederholung der vorhergehenden Vorlesungen eingesetzt. Basierend auf den Ergebnissen kann der Dozent den Inhalt der aktuellen Vorlesung entsprechend anpassen und z. B. bisherige Themen noch mal wiederholen oder durch neue Beispiele vertiefen.
- **Exploratives Lernen:** Hierbei lernen die Studenten neue Inhalte anhand von vorbereiteten Beispielen und Anweisungen bzw. Fragen kennen. An der Hochschule der Medien wird das explorative Lernen vor allem bei Programmierkursen verwendet: Zu Beginn eines neuen Kapitels bekommen die Studenten Code-Beispiele, die sie durcharbeiten und Fragen dazu beantworten müssen. Um die Studierenden zu den gewünschten Erkenntnissen zu führen, werden die Beispiele mit Fragen in LeMon begleitet.
- **Klausurvorbereitung:** Die in LeMon angelegten Wiederholungsfragen können von den Studenten zusätzlich zur Prüfungsvorbereitung verwendet werden: Nach Semesterende werden alle Wiederholungsfragen und auch einige zusätzlichen Fragen den Studenten zur Verfügung gestellt, damit sie nach Belieben ihr Wissen selbst überprüfen können.

Abb. 6: Dozentsicht: Auswertung der Studententantworten: Kuchen- und Balkendiagramme für Ja-/Nein- bzw. Multiple-Choice-Fragen und Tagcloud für Aufzählungsfragen.



- **Abfrage der Vorkenntnisse zum Semesterbeginn:** Zu Beginn des Semesters kann eine Erhebung über die Vorkenntnisse der Schüler mit LeMon erfolgen. Basierend auf deren Ergebnissen können die Inhalte der Vorlesungen im Detail festgelegt werden: Wenn der Wissensstand tief genug ist, können die Inhalte vor allem mit zusätzlichen Übungen oder komplexen Beispielen vertieft werden. Wenn wenig Vorwissen vorhanden ist, werden nur grundlegende Inhalte in der Vorlesung behandelt.

## 4. Künftige Weiterentwicklung

Demnächst wird LeMon um drei neue Fragentypen erweitert:

- Lückentexte,
- Tabellen,
- Reihenfolgefragen.

Erste Erfahrungen zeigen, dass der Einsatz von LeMon vor allem bei guten Studenten zu noch besseren Ergebnissen führt. Schwächere Studenten ziehen jedoch noch keinen Nutzen aus dem Tooleinsatz. Dies kann sicherlich auch damit begründet werden, dass die Antworten nicht automatisch bewertet werden. Um die eigenen Fehler zu erkennen, muss ein Student im Moment selbstkritisch genug sein, die meisten der schwachen Studenten sind dies jedoch nicht. Daher wird eine wichtige Erweiterung von LeMon sein, die Studentenantworten automatisch zu bewerten, um die Defizite der Studenten ihnen explizit zu zeigen.

### Literatur

- [1] Bruff, D. (2015): „Classroom Response System (“Clickers”) Bibliography,“ Vanderbilt Center for Teaching, 25 March 2014. Available: <http://cft.vanderbilt.edu/docs/classroom-response-system-clickers-bibliography/>. [Accessed on May, 17. 2015].
- [2] Mazur, E. (1997): Peer Instruction: A User’s Manual, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1997.

# Geht doch – Mathematik online für Erstsemester

Andreas Daberkow, Oliver Klein  
Hochschule Heilbronn  
E-Mail: andreas.daberkow@hs-heilbronn.de  
Hannes Kreft  
bettermarks GmbH, Berlin

## Zusammenfassung

Gerade an Hochschulen für angewandte Wissenschaften mit vielen Studienanfängern aus dem zweiten Bildungsweg erschwert fehlendes Mathematik-Grundlagenwissen den Einstieg in wichtige studienbezogene Grundlagenfächer wie Technische Mechanik oder Elektrotechnik. Seit über drei Jahren werden deshalb Wissenslücken der Erstsemester an der Hochschule Heilbronn durch den Einsatz eines Mathematik-Onlinesystems behoben. Über die Erfahrungen und Erfolge aus 6 Semestern wird in diesem Beitrag berichtet. Die Autoren sind überzeugt, dass die hier beschriebenen Prozesse und Werkzeuge auch an anderen Hochschulen erfolgreich angewendet werden können.

## 1. Einleitung

Typisch für das Studierendenprofil der technischen Studiengänge an der Hochschule Heilbronn (HHN) mit über 8200 Studierenden ist die Bindung vieler Studienanfänger an die Region mit einem Wohnort am elterlichen Lebensmittelpunkt. Wie an vielen Hochschulen für angewandte Wissenschaften kommen auch in Heilbronn ca. 60 % der Studienanfänger über einen mittleren Bildungsabschluss, oft in Kombination über den zweiten Bildungsweg. Die damit verbundene Vielfalt führt dazu, dass diese Studienanfänger wenig Kontinuität in ihrer mathematischen Grundausbildung erfahren haben. Trotz sehr hoher Motivation gerade dieser Studierenden erschwert die Vielfalt der unterbrochenen Bildungswege wie auch von (Hetze 2011) beschrieben den Einstieg. Dies betrifft zunächst die Mathematikausbildung in den ersten Studiensemestern. Kritisch ist dies aber auch für die wichtigen studienbezogenen Grundlagenfächer wie Technische Mechanik, Physik oder Elektrotechnik.

Ziel war es deshalb, durch ein neues studienbegleitendes mediales Lernen den individuellen Wissensstand in den Grundlagen der Mathematik deutlich zu verbessern. Die Aufgeschlossenheit vieler Erstsemester bei der medialen Nutzung des Computers und des Internets mit Bildern, Animationen und Videos sollte dabei für die Mathematik genutzt werden.

Eine zusätzlich erforderliche Präsenz abends oder am Samstag sowie die damit verbundenen Kosten halten viele Studierende vom Besuch von Brücken- oder Aufbaukursen ab. Hier versprach sich das HHN-Pilotteam, über einen webbasierten Ansatz die Zusatzaufwände zu reduzieren und in eine für die Studierenden wertschöpfende und individuell steuerbare Zeit für die Einübung von Mathematik-Grundlagen umzuwandeln.

Die o. g. Zielstellungen mündeten in ein begleitendes Einführungsprojekt und einen anschließenden Regelbetrieb. Über die gewonnenen Erfahrungen und erarbeiteten Erfolge aus sechs Semestern wird in diesem Beitrag berichtet, im begleitenden Workshop wird das eingeführte und an die Hochschulanforderungen angepasste System vorgestellt.

## 2. Auswahlprozess und erste Erfahrungen

Der Anforderungskatalog, der Auswahlprozess und die Evaluierung alternativer medialer Lernsysteme ist ausführlich in (Daberkow et al. 2013) beschrieben. Zu Beginn des Einführungsprojektes im Jahr 2011 standen nur wenige Online-Lernsysteme zur Mathematik zur Verfügung. Die sogenannte Fachmathematik in den ersten Vorlesungen zur Elektrotechnik, zur Konstruktionstechnik oder zur Technischen Mechanik erfordert Basis-Rechentech-nik-kompetenzen, beispielsweise in der Lösung von Bruchgleichungen, Wurzelgleichungen oder Termen, so dass das Mathematik-Lernsystem eine hohe Funktionalität vor allem in den Grundlagen aufweisen muss.

Eine weitere Anforderung ist die Integrationsfähigkeit des Lernsystems in das Integrierte Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-System ILIAS (Kunkel 2011). Die ILIAS-Installation an der HHN strukturiert Studiengangmodule übersichtlich für Studierende in Kursen, Gruppen und Übungen. Sonstige Anforderungen an das Mathematik-Lernsystem waren die Möglichkeit eines Prüfungsbetriebes mit der Verwaltung von Prüfungsteilnehmern sowie eine, für die Ingenieurausbildung wichtige, hohe Funktionalität bei der Visualisierung mathematischer Sachverhalte (Funktionen, Geometrie, Wertetabellen).

Die Evaluierung mündete dann in eine Kooperation mit der bettermarks GmbH (bettermarks 2008), welche ein mehrfach ausgezeichnetes Online-Lernsystem für die individuelle Förderung und Leistungsverbesserung in der Mathematik entwickelt hat. Eine wissenschaftlich-didaktische Untersuchung dieses Online-Lernsystems auch im Vergleich zu anderen Mathematik-Lernsystemen findet sich beispielsweise in (Stein 2012). Das Online-Lernsystem bietet interaktive Eingabemöglichkeiten per Formel, über Farbmarkierungen, mit Graphen- und Geometrie-konstruktion, über Funktionen oder durch Baumdiagramme. Die Benutzerführung wird durch eine sogenannte Mikro- und Makro-Adaptivität und ein implementiertes Lernnetz unterstützt. Darauf aufbauend sind individuelle Wissenslücken identifizierbar und werden dem Anwender rückgemeldet. Ein Aufgabenpool mit über 100.000 Aufgaben mit hoher Vielfalt in der Tiefe und in der Breite unterstützt die professionelle Nutzung an einer Hochschule (Speroni 2014).

Mikro-Adaptivität bedeutet beispielsweise, dass sich der Studierende zunächst eine Hilfe zur Konstruktion der Geraden anzeigen lassen kann. Ist die Steigung der Geraden korrekt konstruiert, aber der Achsenabschnitt falsch, so wird dies vom System erkannt und der Studierende erhält einen Hinweis für einen zweiten Versuch.

In Kauf genommen wurde zunächst, dass das Lernsystem zum Projektstart nur Inhalte bis zur gymnasialen 9. Klasse aufweist und in seiner Anmutung deutlich als Lernsystem für eine schulische Anwendung erkennbar ist. Die Integration von ILIAS und dem Mathematik-Lernsystem erfolgt dann über Pakete einer Standardschnittstelle (SCORM 2013).

Zum Projektstart im Wintersemester 2011/2012 mit 60 Studierenden aus technischen Studiengängen wählten die Mathematik-Experten des HHN-Pilotteams dann aus dem Lernsystempool der ca. 100.000 Aufgaben diejenigen mit dem gewünschten Schwierigkeitsgrad aus. Die Studierenden mussten als Präsenzveranstaltung zunächst eine Einführungsveranstaltung sowie eine Eingangsprüfung auf freiwilliger Basis durchlaufen. Wurden 60 % der Aufgaben richtig gelöst, so galt der Test als bestanden, sonst war ein weiterer freiwilliger Abschlusstest gegen Ende des Semesters zu durchlaufen. Eingangs- und Abschlussprüfung wurden unter Aufsicht im Computerlabor der Hochschule betreut. Der Systemanbieter stellte zu diesen vereinbarten Terminen einen störungsfreien Betrieb des Lernsystems sicher.

Schnell wurde deutlich, dass die intuitive Bedienung des Lernsystems einen nur geringen Supportaufwand für die Studierenden und das Supportteam erforderte. Die lang bestehende Vermutung des Lehrkörpers, dass viele Studierende mangelhafte Mathematik-Grundlagenkenntnisse aufweisen, hat sich dann nach dem Eingangstest bestätigt: 70 % der Teilnehmer bestehen nicht und sollten den Ausgangstest wiederholen. Die enge Projektbegleitung zeigte dann, dass ein freiwilliges Wiederholen von mathematischen Grundlagen deutlich erkennbar auf Mittelstufenniveau nur von wenigen Studierenden angenommen wurde. Ebenso wurde die schulische Anmutung des Lernsystems abgelehnt (beispielsweise Auswahl einer Schulform, einer schulischen Klassenstufe, die geforderte Darstellung von Ergebnissen als gemischte Zahl sowie das Duzen des Anwenders).

Nach Diskussionen im Pilotteam und mit dem Systemanbieter wurde zunächst ein Abbruch des Projektes erwogen und danach Maßnahmen beschlossen, um in einer weiteren Projektphase einen letzten Einführungsversuch zu unternehmen.

### 3. Modifikationen am Lernsystem und im Einführungsprozess

Als größter erkannter Kritikpunkt wurde der Schulbezug im Lernsystem entfernt. Ebenso konnte ein Duzen des Anwenders in der ersten Ebene des Lernsystems entfernt werden. Im neu modifizierten System ist außerdem im oberen linken Bereich des Lernsystem-Portals der Bezug zur Hochschule immer erkennbar.

Zusätzlich erfolgte für den ausgewählten Ziel-Studiengang „Automotive Systems Engineering“ in enger Abstimmung mit dem Prüfungsausschuss und dem Prorektorat für Lehre und Qualitätssicherung die bindende Verpflichtung der Studierenden zur Mathematik-Grundlagenprüfung. Ohne eine einmalig bestandene Mathematik-Grundlagenprüfung ist jetzt keine Zulassung zu bestimmten Erstsemesterprüfungen gegeben. Auch in diesem Studiengang bestanden nur 37 % der Studierenden den Eingangstest im ersten Anlauf. Das System, die ausgewählten Aufgaben als auch die implementierten Prüfungs-, Übungs- und individualisierten Supportprozesse wurden nun im Sommersemester 2012 gut angenommen und motivierten das Einführungsteam, das Projekt im Folgesemester mit einem erweiterten Teilnehmerkreis fortzuführen.

#### 4. Modifikationen am Lernsystem und im Einführungsprozess

Für den Regelbetrieb standen im Lernsystem mittlerweile die Inhalte bis zur gymnasialen Klassenstufe 10 zur Verfügung, in 65 Minuten sind pro Test jeweils 4 Aufgaben aus 5 Themenfeldern „Brüche“, „Funktionen“, „Terme“, „Gleichungen“, und „Trigonometrie“ zu lösen. Für jeden Studiengang der involvierten Studiengänge unterstützt ein verantwortlicher Professor aus dem jeweiligen Prüfungsausschuss die Integration der Lernsystemaktivitäten in den Stundenplan und in das Curriculum. Das Lernsystem ist für die Studierenden ab der zweiten Vorlesungswoche verfügbar. In der fünften Vorlesungswoche findet der erste Test statt, drei Wochen vor Beginn der Prüfungszeit hat man eine zweite Chance, den Test zu bestehen. Als unschlagbarer Vorteil für Dozenten und Studierende zeigt sich die automatische und unmittelbare Prüfungskorrektur durch das Lernsystem. Auch im Regelbetrieb bestätigt sich wieder, dass nur ca. 40–50 % der Studierenden den Eingangstest im ersten Anlauf bestehen. Der Einsatz des Lernsystems wird durch Umfragen auf der Basis des „Technology Acceptance Model 2“ von (Venkatesh et al. 2003) kontinuierlich begleitet. Trotz der Mehraufwände werden in der begleitenden studentischen Umfrage das System und die Supportprozesse überwiegend positiv bewertet. Im Sommersemester 2015 würden 79 % der 113 befragten Studierenden bettermarks ihren Kommilitonen empfehlen. In Befragungen von Sommersemester 2012 bis Sommer 2015 ergeben sich im Schnitt Schulnoten zwischen 2,3 und 2,7. Einen persönlichen studentischen Eindruck findet man in (o. A. Junge Wissenschaft 2013).

#### 5. Zusammenfassung und Fazit

Eine neue medial gestützte Mathematik-Grundlagenförderung an der Hochschule Heilbronn konnte erfolgreich mit einem professionellen Online-Lernsystem aufgebaut werden. Das Ziel, die grundlegenden Mathematik-Wissenslücken von Studierenden im Übergang von der Schule zur Hochschule zu schließen, wurde erreicht. Spätestens nach der

2. Pflichtwiederholung haben über 95 % der Erstsemester den Test bestanden und damit gezeigt, dass sie ihre Lücken in den Mathematik-Grundlagen geschlossen haben. Generalisierende Aspekte und fördernde Faktoren nach Meinung der Autoren sind

- die Attraktivität und der Inhalt sowie die didaktische Gestaltung, Stabilität und Integrationsfähigkeit des Lernsystems,
- eine Individualisierung persönlicher Lerninhalte, des Lernortes und der Lernzeiten durch das Lernsystem,
- die wirtschaftliche automatische Korrektur und wiederholte Nutzbarkeit von Übungen und Tests und
- die Bereitschaft des Lernsystemanbieters, Anforderungen der Hochschulen aus dem Lern- und Prüfungsbetrieb kooperativ in künftige Versionen des Lernsystems zu integrieren.

E-Learning und e-Assessment sind fachlich und organisatorisch interdisziplinär, siehe beispielsweise (Klimsa 2011). Weitere Erfolgsfaktoren nach Meinung der Autoren sind

- die konstruktive Zusammenarbeit von Rechen- und Medienzentrum, Prüfungsamt, der Prorektorate für Lehre und Qualitätsmanagement mit den lehrenden Dozenten und Professoren,
- die begleitende Einforderung der Mathematik-Grundlagenkenntnisse unbedingt auch durch technische Grundlagenfächer sowie
- die zwingende Verpflichtung der Studierenden zum Mathematik-Grundlagentest direkt oder indirekt über die SPO.

Ist eine der o. g. Hochschuleinrichtungen nicht im Einführungsprozess integriert oder kann diesen aus Kompetenz- oder Kapazitätsgründen nicht begleiten oder steht diesem sogar kritisch gegenüber, so wird eine erfolgreiche Implementierung sehr schwierig bzw. praktisch unmöglich.

## 6. Ausblick und offene Fragen

Die erfolgreiche Mathematik-Grundlagenausbildung mit dem Online-Lernsystem wird auch im Wintersemester 2015/2016 im Regelbetrieb fortgeführt werden. Der Umfang und das Niveau der Übungen und Tests bis zur gymnasialen 10. Klasse werden für die notwendige Mathematik-Grundlagennachschulung der Rechentechniken als ausreichend erachtet, die automatische Testkorrektur erleichtert eine Ausweitung der Nutzung auf weitere Studiengänge. Das Online-Lernsystem kann zur Vorbereitung auch schon während der Schulzeit oder vor dem Erstsemesterstart genutzt werden, ein Piloteinsatz als Diagnosewerkzeug in der Zentralen Studienberatung der Hochschule ist seit Anfang 2015 gestartet. Zusammen mit Hochschulen der Hochschul föderation Süd West (HfSW) wird derzeit ein ähnlicher Prozess für die Grundlagenphysik aufgesetzt, prototypisch sind im System auch Aufgaben des Mindestanforderungskataloges MIANKA der Arbeitsgruppe COSH implementiert (o. A. MIANKA 2014). Nach den Erfahrungen von sechs Semestern verfestigt sich, dass kontinuierlich ca. 50–60 % der Technikstudierenden lückenhafte Mathematik-Grundlagenkenntnisse haben.

Die Autoren sind überzeugt, dass mit den hier beschriebenen und übertragbaren Methoden der Übergang von Schule zur Hochschule erleichtert werden kann. Sie stellen die These auf, dass die erfolgreiche Behebung der Mathematikwissenslücken von MINT-Erstsemestern nur verpflichtend, d.h. über eine Kombination von eLearning und eAssessment erfolgen kann.

### Literatur

Bettermarks (2008): <http://www.bettermarks.de>, Stand vom 9. März 2013.

Daberkow, A. et al. (2013): Webbasiertes Lernen zur Förderung des mathematischen Grundwissens an der Hochschule Heilbronn. In: Stein, M.; Winter, K. (Hrsg.), Mathematiklernen mit digitalen Medien S. 75–96, Erscheinungsort: Münster: WTM.

Hetze, P. (2011): Nachhaltige Hochschulstrategien für mehr MINT-Absolventen, Essen: Edition Stifterverband

Klimsa, P. (2011). Interdisziplinarität als Grundlage des Online-Lernens In Klimsa, P. Issing, L. J. (Hrsg.) (2011): Online-Lernen Handbuch für Wissenschaft und Praxis S. 61–69, München: Oldenbourg Verlag.

Kunkel, M. (2011): Das offizielle ILIAS 4-Praxisbuch. Gemeinsam online lernen, arbeiten und kommunizieren, München: Addison-Wesley

o.A. (2013): Ich dachte, ich sei fit in Mathe. Junge Wissenschaft 96/2013, 28. Jahrgang, S. 62–63.

o.A. (2014): MIANKA [http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog\\_2\\_0.pdf](http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog_2_0.pdf), abgerufen am 3. März 2015

SCORM (2013): (Shareable Content Object Reference Model) <http://www.adlnet.gov/scorm>, Stand vom 9. März 2013

Speroni, C. (2014): Facts and figures – maths made easy by bettermarks [http://bettermarks.com/whitepaper\\_learning.pdf](http://bettermarks.com/whitepaper_learning.pdf), Stand vom 5. Mai 2014

Stein, M. (2012): Eva-CBTM: Evaluation of Computer Based Online Training Programs for Mathematics – 2nd enlarged edition, Münster: WTM

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis G. B., Davis, F. D. (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. MIS Quarterly Vol. 27, No. 3, S. 425–478

# Bessere Protokolle mit LabWrite – Schreiben in den Naturwissenschaften

Kerrin Riewerts  
Universität Bielefeld  
E-Mail: kerrin.riewerts@uni-bielefeld.de

## Ausgangslage

Schreiben als ein Teil des (natur-)wissenschaftlichen Forschungsprozesses spielt eine Schlüsselrolle in der wissenschaftlichen Kommunikation. Das (schriftliche) Argumentieren (von Theorien oder experimentell gewonnenen Ergebnissen) und die jeweilige kritische Auseinandersetzung (Osborne 2010, 464), gelten als Grundpfeiler des naturwissenschaftlichen Studiums. Schreiben ist somit geeignet, das wissenschaftliche Denken (scientific thinking, Carter 2007) zu formen. Überdies ist Schreiben eine wichtige Qualifikation, die für die spätere berufliche Praxis von Bedeutung ist.

Kommunikation in den Naturwissenschaften, darin einbezogen das wissenschaftliche Schreiben und Lesen, wird in der Lehre dennoch selten explizit behandelt und oftmals stillschweigend vorausgesetzt (vgl. Riewerts 2015). Seitens Lehrender wird häufig argumentiert, dass Aufgrund der besonders in den ersten Semestern zu bewältigenden Stofffülle keine Zeit für zusätzliche Schreibaufgaben wäre. Jedoch ließe sich Schreiben im Studium als eine effektive Lerntechnik einsetzen, indem Studierende die Stoffinhalte schriftlich bearbeiten.

Da Studierende der Naturwissenschaften sich bereits in der Studieneingangsphase mit dem Konzept des Protokolls auseinander setzen, könnte dies ein guter Anknüpfungspunkt sein, Studierende in das fachspezifische Denken einzuführen. Gleichzeitig kann dieses Format den Studierenden die Gelegenheit geben, sich mit dem individuellen Schreibprozess näher zu befassen. Für Lehrende wird anhand der Protokolle deutlich, ob die Studierenden das wissenschaftliche Konzept hinter dem Experiment verstanden haben.

Bei Laborprotokollen (sowie auch Publikationen in den Naturwissenschaften) handelt es sich um eine spezielle Textsorte, die besonders Studienanfängern nicht leicht zugänglich ist. Die Texte sind inhaltlich oft stark verdichtet, fachspezifisches Vokabular ist anzuwenden und häufig ist es mit aussagekräftigen Graphiken und Diagrammen zu versehen, auf die im Text dann noch Bezug zu nehmen ist. Protokolle zu verfassen verlangt somit unterschiedliche Strategien und Techniken der Textproduktion. Hilfestellungen im Erstellen von Protokollen werden oft gegeben, jedoch betrifft dies häufig nur formale Aspekte, wie Formatierung und Layout, insbesondere die Darstellungen von Tabellen und Diagrammen. In der Lehre wird auf den Schreibprozess selbst jedoch selten die Aufmerksamkeit gelegt. Wird ein reflektierender Umgang mit dem Schreiben und der Produktion von Texten mit den Studierenden eingeübt, lässt sich die Qualität der Protokolle steigern (Paschke 2011).

Die Universität Bielefeld bietet Studierenden und Lehrenden der Naturwissenschaften eine umfangreiche Unterstützung zum Schreiben und Korrigieren von Protokollen durch die Webseiten **LabWrite** an. **LabWrite** ist die übersetzte und an das deutsche Hochschulsystem angepasste Website, die im Jahr 2000 von der North Carolina State University in den U.S.A. entwickelt wurden. Eine ausführliche Beschreibung dieses online-tools wurde bereits gegeben (Riewerts 2013). **LabWrite** führt Studierende strukturiert durch den Praktikumsalltag von der Laborvorbereitung über eine dezidierte Anleitung zum Protokollschreiben, bis hin zu einer gegebenen Checkliste, mit der die Studierenden ihr Protokoll überprüfen können, bevor sie es abgeben. Als Ergänzung wird Studierenden seit dem Sommersemester 2015 die webbasierte App **LabWrite** angeboten.

## Protokolle und Feedback

Das Korrigieren der Protokolle hinterlässt häufig Unzufriedenheit auf Seiten der Lehrenden und Studierenden: Lehrende bzw. Praktikumsassistent/innen investieren viel Zeit und Mühe in die Korrektur der Protokolle, oftmals ohne zu wissen, ob die Studierenden ihre Kommentare überhaupt wahrnehmen und wenn ja, wie sie diese annehmen und ggf. umsetzen. Da das Lehrendenfeedback unidirektional ausgerichtet ist, wirkt es wie eine Einbahnstraße. Für einen effektiven Lernerfolg ist hingegen ein Dialog wichtig (Nicol 2010). Lehrende könnten in diesem Sinne einfach nachfragen, wie Studierende mit den Anmerkungen in ihrem Protokoll umgehen. Diese Haltung würde den Studierenden zudem signalisieren, dass sich der/die Lehrende für ihre Angelegenheiten interessiert. Im Gespräch zeigt sich dann häufig, dass den Studierenden die (Bewertungs-)Kriterien für das Protokoll nicht klar sind, bzw. sie die Anmerkungen nicht verstehen und das Feedback dementsprechend nicht konstruktiv in nachfolgende Arbeiten umsetzen können (Sadler 2010). Ziel eines Feedbacks ist es, Studierende zum selbstbestimmten Lernen zu befähigen. Orsmond und Merry (2009) untersuchten an vier verschiedenen Universitäten in einer Interviewstudie den Umgang von Biologiestudierenden mit Feedback. Dabei stellten sie zwei unterschiedliche Arten und Weisen im Umgang mit Feedback fest: Während leistungsorientierte (**high-achieving**) Studierende versuchten, die Hauptaussage des Feedbacks zu verstehen und dieses auf ihr weiteres Lernverhalten bezogen, zeigte die zweite Gruppe (**sogenannte non-high-achieving-students**) Schwierigkeiten in der Umsetzung des Feedbacks. Ihr Lernprozess blieb an der Oberfläche, indem sie versuchte, es dem Assistenten recht zu machen. Wichtig ist es jedoch, dass alle mit Feedback umgehen können, um sich weiter zu entwickeln (Wakefield 2014, 254). Darüber hinaus ist in diesem Zusammenhang eine Untersuchung von Paschke et.al. (2011) von Bedeutung. Hier konnte gezeigt werden, dass Feedback, das nicht angenommen wird, eine weitere Ursache dafür ist, dass die Schreibfähigkeit von Studierenden sich nicht verbessert.

Für Lehrende stellt **LabWrite** einen Bewertungsleitfaden zum zeitsparenden Korrigieren zur Verfügung. Dieser Leitfaden ist eine excel-Vorlage und entspricht den von **LabWrite** vorgegebenen Kriterien, die sich auch in der für die Studierenden zu gebrauchenden Checkliste wiederfinden. Jede/r Lehrende und Praktikumsassistent/in kann sich diesen

Bewertungsleitfaden an die jeweiligen Bedingungen des Praktikums anpassen. Diese Vorlage und ein weiteres auf der Webseite gegebenes (englischsprachiges) Bewertungsbeispiel für Protokolle, basieren auf dem Prinzip eines sogenannten Rubric. Ein Rubric ist eine Bewertungstabelle, in der Kriterien anhand von Standards in unterschiedlichen Leistungsniveaus definiert werden. Lehrende können einen Rubric auf vielerlei Weise einsetzen: Es kann dazu dienen, den Erwartungshorizont der Aufgaben an die Studierenden zu kommunizieren, es kann als (formatives) Feedbackinstrument oder als reproduzierbare und nachvollziehbare Bewertungsgrundlage eingesetzt werden.

So kann ein Rubric, der zu Anfang eines Praktikums kommuniziert wird, viele Unklarheiten bezüglich der (Bewertungs-)Kriterien beseitigen.

## Peerfeedback

Ein nachhaltigeres Lernen kann auch dadurch gestaltet werden, wenn Studierende untereinander Kriterien für ein gutes Protokoll aufstellen, d.h. indem sie selbst einen Rubric entwickeln und sich in einem zweiten Schritt untereinander auf ihre Protokolle Feedback geben. Peerfeedback als eine Form des kollaborativen Lernens steigert das Selbstvertrauen, hilft den Studierenden, ihre Meinung klar auszudrücken und unterstützt sie, Verantwortung für ihren eigenen Lernprozess zu übernehmen (Sadler 2010). Darüber hinaus bietet Peerfeedback den Studierenden die Chance zu erkennen, dass andere mit ähnlichen Schwierigkeiten beim Schreiben zu kämpfen haben. Gleichzeitig unterstützt es dadurch den reflexiven Prozess, dass sie ihre Meinungen mit anderen abgleichen (Nicol 2010). Im Gegensatz zu meist produktorientiertem Lehrendenfeedback kann Peerfeedback in den Prozess eingreifen.

Eine Untersuchung, wie sich die **LabWrite** Checkliste und der **LabWrite**-Bewertungsleitfaden auf das Lernen der Studierenden auswirken, wird im kommenden Wintersemester erfolgen. Jedoch können hier im Sinne eines ersten Eindrucks bereits Ergebnisse eines ähnlichen Instrumentes herangeführt werden: Die von Norton et al. (2001) entwickelte **Essay Feedback Checklist (EFC)** nützt Studierenden einerseits beim Schreiben ihrer Essays. Andererseits können sie damit das Tutorenfeedback besser umsetzen, da es die Sicherheit der Studierenden gegenüber Bewertungskriterien stärkt (Wakefield 2014, 259). Weitere Vorteile dieser Checkliste sind, dass ihr Gebrauch Lehrenden hilft, Lernziele und Prüfung stringenter aufeinander abzustimmen. Zu guter Letzt verbessert ihr Einsatz auch das Abschneiden der Studierenden in anderen Prüfungsformen (Wakefield 2014, 260).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Peerfeedback mit Einsatz einer Checkliste die Studierenden im selbstbestimmten Lernen unterstützt. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse können sie dann auch in zukünftigen Arbeiten ganz im Sinne eines „feed-forward“ einsetzen.

Abschließend ist auf eine weitere Herausforderung hinzuweisen, bei deren Bewältigung die Studierenden durch die Nutzung von Schreiben als Denkinstrument im Allgemeinen und **LabWrite** im Besonderen zumindest mittelfristig unterstützt werden: In den Naturwissen-

schaften sind Texte überwiegend in einer Fremdsprache, meist in englischer Sprache, abzufassen. Studierende, die sich sicher im Schreiben von wissenschaftlichen Texten ihrer Muttersprache fühlen, fällt es leichter, dies auch in einer Fremdsprache zu tun (Paschke 2011).

### Webseiten

Amerikanische Seite von LabWrite: [www.ncsu.edu/labwrite/](http://www.ncsu.edu/labwrite/)

LabWrite der Universität Bielefeld: [http://www.uni-bielefeld.de/Universitaet/Einrichtungen/SLK/lehren\\_lernen/labwrite/index.html](http://www.uni-bielefeld.de/Universitaet/Einrichtungen/SLK/lehren_lernen/labwrite/index.html)

Webbasierte App LabWrite: [lul.uni-bielefeld.de/projekte/labwrite](http://lul.uni-bielefeld.de/projekte/labwrite)

[Alle zuletzt aufgerufen am 1. Juli 2015].

### Literatur

Carter, M., Ferzli, M. & Wiebe, E.N. (2007): Writing to Learn by Learning to Write in the Disciplines. *Journal of Business and Technical Communication*. 21, 3: 278–302.

Norton, L., Clifford. R., Hopkins, L., Toner, I. & Norton, J., (2002): Helping Psychology Students Write better Essays. 2(2): 116–126.

Nicol, D. (2010): From Monologue to Dialogue: Improving Written Feedback Processes in mass Higher Education, *Assessment & Evaluation in Higher Education* 35: 501–517.

Osborne, Johnathan (2010): Arguing to learn in Science- the Role of Collaborative, Critical Discourse, *Science*, vol. 328, 464–466.

Paschke, M., McNamara, P., Frischknecht, P. & Buchmann, N. (2011): Wissenschaftliches Schreiben in den Pflanzenwissenschaften. *Zeitschrift Schreiben*, [www.zeitschrift-schreiben.eu/Beitraege/paschke\\_Pflanzenwissenschaften.pdf](http://www.zeitschrift-schreiben.eu/Beitraege/paschke_Pflanzenwissenschaften.pdf) [zuletzt abgerufen 01.07.15].

Riewerts, K. (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*, 114–121.

Riewerts, K. (2015): Schreiben und Naturwissenschaften in der Hochschule – unvereinbare Gegensätze oder fruchtbare Zusammenarbeit? in: Hirsch-Weber, Andreas/Scherer, Stefan (Hrsg.): *Wissenschaft schreiben*. Springer-Spektrum, Wiesbaden 2015 (in Druck).

Sadler, D. R., (2010): Beyond Feedback: Developing Student Capability in complex Appraisal, *Assessment & Evaluation in Higher Education* 35: 535–550.

Wakefield, C., Adie, J., Pitt, E., & Owens, T. (2014): Feeding forward from summative assessment: the Essay Feedback Checklist as a learning tool, *Assessment & Evaluation in Higher Education* 39: 253–262.

# Regelungstechnik aktiv begreifen – Ein Konzept für eine Kombination aus Vorlesung und Praktikum unter Verwendung aktivierender Lehrmethoden

Birgit Rösel  
Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg (OTH)  
birgit.roesel@oth-regensburg.de  
Franz Waldherr  
DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik Ingolstadt  
waldherr@diz-bayern.de

## 1. Problembeschreibung und Lösungsansatz

Das Fach Regelungstechnik wird an der Fakultät Elektro- und Informationstechnik der Ostbayerischen Technischen Hochschule (OTH) Regensburg in allen drei Bachelor-Studiengängen als Pflichtmodul angeboten. Bisher wurde das Modul mit 4 SWS seminaristischem Unterricht und 2 SWS Praktikum im Folgesemester durchgeführt. Beide Teile wurden jeweils mit einer Prüfungsleistung abgeschlossen.

Aufgrund einer Umstrukturierung im Studiengang **Regenerative Energien und Energieeffizienz** an der Fakultät Elektro- und Informationstechnik der OTH Regensburg sollen beide Teile – Theorieerwerb und praktische Anwendung – nun in einem Semester stattfinden, sinnvoll didaktisch miteinander verflochten und mit einer gemeinsamen Prüfung abgeschlossen werden.

Damit ergibt sich die Möglichkeit einer grundsätzlichen Überarbeitung des Moduls mit folgenden Schwerpunkten:

- Constructive Alignment (Biggs, 2003) als Leitfaden zur Entwicklung des gesamten Lehr-/Lernkonzepts inklusive der Prüfung
- Innovation – durchgängige Implementierung von an der Fakultät Elektro- und Informationstechnik der OTH neuen Lehrmethoden wie Just-in-Time-Teaching und Peer Instruction
- Systematische Verknüpfung von Theorie und Praxis mit einem integrativen Konzept, das gemäß den Lernzielen den seminaristischen Unterricht mit dem Praktikum verbindet.

Im Ergebnis dieser Überarbeitung wird die vierstündige Lehrveranstaltung zum Theorieerwerb mit Vorlesung und Übung direkt mit der Anwendung in einem Praktikum verknüpft. So sollen die Inhalte jedes Abschnitts direkt in einem Versuch angewendet und

vertieft werden. Durch diese direkte Verknüpfung von praktischer Anwendung und theoretischem Wissen ergibt sich auch die Notwendigkeit einer Neukonzipierung der Praktikumsversuche.

Zielstellung ist somit, das Zusammenspiel zwischen Vorlesung, Übung und Praktikum im Sinne der zu definierenden Lernziele zu verbessern und damit auch einen besseren Erfolg für die Studierenden zu gewährleisten. Außerdem reduziert sich die Prüfungslast für die Studierenden um eine Prüfung.

Gegenstand des Workshops sind die Erfahrungen in der laufenden Konzeptphase für die Überarbeitung des Moduls, dargestellt wird die Herangehensweise mit Constructive Alignment, Just-in-Time Teaching und Peer Instruction und ihre Anwendung im vorgestellten Konzept. Dabei werden mögliche Stolpersteine diskutiert. Regelungstechnische Inhalte werden nicht diskutiert.

## **2. Vorgehensweise bei der Erarbeitung des neuen Lehrkonzeptes**

### **2.1 Strukturierung des gesamten Moduls**

Zunächst erfolgte auf ganz herkömmliche Art eine Sichtung der bisherigen Lehrveranstaltung unter der Prämisse, Wichtiges zu erhalten und Überflüssiges zu entfernen. Auf dieser Basis wurden die Lehrveranstaltungen kritisch hinterfragt und aufgrund der mit der bisherigen „klassischen“ Durchführung als seminaristischem Unterricht gewonnenen Erfahrungen teilweise neu strukturiert. Einige Inhalte bezogen sich stark auf das bisherige Praktikum und konnten deshalb zugunsten zusätzlicher Übungseinheiten entfallen.

Dann erfolgte die Organisation des zeitlichen Ablaufs. Für eine sinnvolle Gestaltung der Lehrsequenzen, die mit dem Just-in-Time Teaching Ansatz durchgeführt werden sollen, ist die genaue Planung jeder einzelnen Lehrveranstaltung des Semesters nach Ansicht der Autoren unabdingbar. Es ist also zu ermitteln, wieviel Lehrveranstaltungen insgesamt zur Verfügung stehen und wie stark sich die Anzahl durch Variation der Lage einzelner Feiertage in verschiedenen Jahren ändern kann.

Die Praktikumsversuche sind nunmehr in das Raster der Lehrveranstaltungen einzubinden und als Veranstaltungen mit 90 Minuten Dauer zu planen.

Eine Lehrveranstaltung kann also nunmehr eine „klassische“ Vorlesung, eine Lehrsequenz mit JiTT-Leseauftrag und anschließender Präsenzveranstaltung, eine Übung oder ein Praktikumsversuch sein.

Nach Abschluss dieser organisatorischen Arbeiten erfolgte die verfeinerte Definition von Lernzielen für jede einzelne Veranstaltung, um den Erkenntnissen von Biggs [1] gerecht zu werden, wonach Lehren und Lernen in einem System stattfindet. In diesem System, das er „Constructive Alignment“ nennt, sind idealerweise die Lernziele, die didaktische Gestaltung der Lehre, die damit verbundene Eigenarbeit der Studierenden und die Prüfung bzw. der Leistungsnachweis aufeinander abgestimmt. Der erste Schritt der Konzeption einer

Lehrveranstaltung ist dementsprechend die Beschreibung der Lernergebnisse entsprechend der Frage „Was sind die Studierenden nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage zu tun?“. Besonders wichtig im Hinblick auf die Ausarbeitung von Lehrtexten erscheint insbesondere die Definition des angestrebten Verständnisgrades – vom Kennen über das Anwenden zum Verstehen und die Erweiterung auf neue Zusammenhänge.

Aus diesem ersten Schritt ergibt sich der zweite: Man stellt direkt die Frage, wie durch eine Prüfung beurteilt werden kann, inwieweit die oben definierten Lernergebnisse von den Studierenden erreicht wurden. Daraus ergibt sich für den Lehrenden automatisch die Aufgabe, für eine Lernumgebung zu sorgen, die zur Erreichung der gewünschten Lernziele führt [2].

## **2.2 Auswahl von Themen für einzelne Lehrsequenzen, die mit dem Just-in-Time-Teaching-Ansatz durch die Studierenden bearbeitet werden sollen**

Basierend auf den definierten Lernergebnissen wurden acht einzelne Themen ausgewählt, die mit dem Just-in-Time-Teaching-Ansatz durch die Studierenden bearbeitet werden sollen. Auswahlkriterium war in erster Linie eine hohe Stufe im zu erreichenden Verständnisgrad von Lernzielen dieser Sequenz und damit eine hohe Relevanz für die spätere Anwendung und nicht zuletzt – aus Sicht der Studierenden – für das Bestehen der Prüfung. Außerdem wurden Themen gewählt, für deren Verständnis spezielle mathematische Fähigkeiten erforderlich sind. Die jeweils notwendigen mathematischen Inhalte werden in einem Anhang des Lehrtextes zur Verfügung gestellt. Aufgrund der zunehmend heterogenen Struktur der Studierenden sind die Vorkenntnisse sehr unterschiedlich. Durch den „mathematischen Anhang“ kann man dieser Tatsache gerecht werden: Wer es schon mitbringt, liest darüber hinweg, wer es noch nicht beherrscht, arbeitet sich ein.

Die erste Sequenz nimmt dabei eine Ausnahmestellung ein – der Inhalt ist weder besonders kompliziert noch sind die Lernziele auf einer höheren Stufe des Verständnisgrades. Dieser Lehrtext dient primär zur Vermittlung der Lehrmethode des Just-in-Time Teaching. Diese Lehreinheit, die neben regelungstechnischen Lernzielen das Ziel hat, Verständnis für die neue Lehrmethode zu schaffen, verdient insofern besondere Beachtung. Der erfolgreiche Einsatz von JiTT in dem gesamten Modul ist direkt mit dem durch diese Lehreinheit zu vermittelnden Wissen um das Prinzip der Rückkopplung zwischen Lehrenden und Lernenden gekoppelt [3].

Ein weiteres Kriterium für die Auswahl potentieller Lehrtexte ist die notwendige Vorbereitungszeit zur Bearbeitung des Leseauftrags – die JiTT-Sequenzen sollten gleichmäßig über das Semester verteilt sein und möglichst nach Praktikumsterminen liegen.

## **2.3 Ausarbeitung der Lehrtexte und des Leseauftrags**

Zu dem bisher angebotenen Modul Regelungstechnik gibt es ein stichpunktartiges Skript, das den kompletten Inhalt des Moduls enthält. Dieses Skript wird in leicht überarbeiteter Form mit allen Lehrinhalten, die nun durch JiTT vermittelt werden sollen, den Studierenden zu Beginn des Semesters zugänglich gemacht. Zusätzlich werden alle acht Lehrtexte

mit den „mathematischen Anhängen“ beigelegt. Als Lehrtexte bieten sich natürlich ausgewählte Kapitel aus einschlägigen Lehrbüchern an. Die Erstautorin hat sich aber entschieden, eigene Lehrtexte zu entwickeln und dabei auf entsprechende Lehrbücher zurückzugreifen.

Ein Lehrtext umfasst sechs bis acht Seiten. Er enthält immer eine kurze Zusammenfassung des Inhaltes und der erforderlichen Vorkenntnisse, die gegebenenfalls mit dem jeweiligen „mathematischen Anhang“ wiederholt werden können. Außerdem listet er die Lernziele auf, die mit der entsprechenden Lehrsequenz erreicht werden sollen. Nicht zuletzt sind die Quellen für den Lehrtext sowie weiterführende Literatur angegeben. Insofern sind die Lehrtexte auch als Beispiele für wissenschaftliche Texte zu verstehen, was den Anspruch an die Ausarbeitung weiter erhöht.

Bestandteil des Leseauftrags sind außerdem Lesekontrollfragen und Begleitaufgaben. Diese werden erst zu dem Zeitpunkt zugänglich gemacht, zu dem der Leseauftrag über eine eLearning-Plattform ausgegeben wird.

Die Antworten der Studierenden auf die Lesekontrollfragen sollen zeigen, dass der Text gelesen wurde. Sie erfordern nur geringe Transferleistungen. Die Antworten auf die Begleitaufgaben hingegen stellen dar, ob der Text verstanden wurde und ein Transfer bereits möglich ist. Zusätzlich sollen immer offene Fragen gestellt werden, so dass die Studierenden aufgefordert sind, fachliche Zusammenhänge zu formulieren [5]. Solche Fragen können zum Beispiel „Welche Punkte erscheinen Ihnen besonders wichtig?“ oder „Welche Zusammenhänge sollten durch die Dozentin noch vertieft werden?“ sein.

## 2.4 Konzipierung der Präsenzveranstaltungen

In der zugehörigen Präsenzveranstaltung wird zunächst der Leseauftrag besprochen. Was konkret in dieser Lehrinheit passiert, ist eine Mischung aus geplanten Aktivitäten und der kreativen Erwidern der Rückmeldungen der Studierenden auf den Leseauftrag [5]. Zunächst sollte der Anteil der Rückmeldungen und der richtigen Antworten kommuniziert werden. Gavrin betont in [4] die Notwendigkeit der expliziten, jedoch anonymisierten Zitierung einiger exemplarischer Antworten in Originalformulierung und Schreibweise. Nach der Diskussion der Rückmeldungen auf den Leseauftrag schließen sich in der Lehrveranstaltung Anschlussaufgaben an, die für diejenigen, die den Leseauftrag bearbeitet haben, auch lösbar sein müssen. Diese Vorgehensweise dient auch der Motivation für die Bearbeitung des Leseauftrags [5].

Eine Anschlussaufgabe in der Lehrveranstaltung ist dann eine sog. Konzeptfrage, also eine Frage zum tieferen Verständnis, die die Studierenden zum eigenständigen Nachdenken und Diskutieren bringen soll. Es ist hilfreich, für die Beantwortung einer solchen Frage ein elektronisches Abstimmssystem zu verwenden. Im Idealfall sind die Meinungen, welche Antwort nun richtig ist und welche nicht, gut verteilt. Zwischen 30 und 70 % der Studierenden sollten für die richtige Antwort votiert haben. Die Studierenden werden nun aufgefordert, mit ihren Nachbarn eine Fachdiskussion zu führen. In dieser Fachdiskussion sollen die Gesprächspartner davon überzeugt werden, dass die eigene Meinung richtig ist.

In dieser Diskussion merken die Studierenden, welche Argumentation schlüssig und welche brüchig ist, und ändern dementsprechend ihre Meinungen. Bei einer folgenden zweiten Abstimmung mit der gleichen Konzeptfrage sollten sich dann um die 80 % der Anwesenden für die richtige Antwort entschieden haben. Am Ende der Sequenz steht die Auflösung der Frage im Plenum. Diese Vorgehensweise wird als Peer-Instruction bezeichnet und von Mazur in [6] beschrieben.

Im Anschluss daran erfolgt die inhaltliche Fortsetzung und Vermittlung neuer Inhalte in „klassischer“ Form.

### **2.5 Konzipierung des Praktikums und Aufbau eines exemplarischen Arbeitsplatzes**

Das neue Konzept des Moduls Regelungstechnik, in dem je nach gefordertem Lernziel verschiedene Veranstaltungsformen von der Vorlesung mit und ohne JiTT über die Übungen bis hin zum Praktikum zusammengeführt und verknüpft werden, erfordert eine Neukonzipierung der Praktikumsversuche. So sollen nun die Inhalte jedes Abschnitts direkt in einem Versuch angewendet und vertieft werden. Außerdem darf ein Praktikumsversuch nun nur noch die Länge einer Lehrveranstaltung haben, da kein separater Praktikumsplan ausgegeben werden soll.

Dies erfordert die Beschränkung jedes Versuchs auf die Verdeutlichung eines speziellen Zusammenhangs. Das übliche Schema „Versuchsvorbereitung, Durchführung und anschließende Erstellung eines bewerteten Protokolls bei verpflichtender Anwesenheit“ wird dabei durchbrochen. Stattdessen ist die Teilnahme freiwillig und es kommen verschiedene teamorientierte Methoden zum Einsatz – Präsentation des Gruppenergebnisses in der Kleingruppe oder im Plenum auch anhand eines Posters.

Für einen Versuch wird die Erstellung eines Protokolls und Berichtes empfohlen, der dann zur Bewertung eingereicht werden kann. Entsprechen die abgegebenen Unterlagen den Anforderungen, so wird ein Bonus auf die Prüfungsleistung gewährt.

Das Konzept für die einzelnen Praktikumsversuche ist schon während der Strukturierung des gesamten Moduls entstanden. Einige Versuche sind bereits exemplarisch realisiert und sollen im kommenden Semester mit interessierten Studierenden auf freiwilliger Basis getestet werden. Für die Ausarbeitung weiterer Versuche sollen entsprechende Abschlussarbeiten an Studierende ausgegeben werden.

## **3. Evaluation**

Die Erarbeitung und Umsetzung des Konzeptes hat selbst den Charakter einer Regelschleife. Der Zeitplan der Einführung des neuen Studienplans lässt zu, zunächst nur einzelne Abschnitte der Veranstaltung mit dem neuen Konzept zu erproben. So kann vor der generellen Umstellung bereits eine Evaluierung unter realistischen Bedingungen durchgeführt werden.

So wurde bereits mit Abschluss der Sommersemester 2014 und 2015 ein spezieller Fragebogen, der im Rahmen des HD MINT Projektes entwickelt wurde [7], zur Evaluation des bisherigen Lehrkonzeptes an die Studierenden verteilt. Außerdem erfolgte am Ende des Sommersemesters eine Diskussion des neuen Konzeptes mit Vertretern der Fachschaft und Studierenden, die gerade das Modul Regelungstechnik absolviert hatten. Die Ergebnisse dieser Rückmeldungen werden im Workshop vorgestellt.

Im Sommersemester 2016 findet die Lehrveranstaltung Regelungstechnik gemäß Studienplan letztmalig in der bisher üblichen Form statt. In diesem Durchlauf wird das neu konzipierte Praktikum auf freiwilliger Basis parallel zur Veranstaltung angeboten. Außerdem sollen ausgewählte Themen unter Verwendung des JiTT-Ansatzes eingeführt und auch die anderen aktivierenden Methoden exemplarisch genutzt werden. Dies ermöglicht nochmals eine Evaluierung und Adaption.

Mit Umstellung auf den neuen Studienplan für den Bachelorstudiengang Regenerative Energietechnik und Energieeffizienz ist die Durchführung von Vorlesung, Übung und Praktikum in einem Semester fixiert und der Einsatz des Konzeptes für diesen Studiengang fest eingeplant.

### Literatur

- [1] Biggs, J. (13–17.4.2003): [www.dkit.ie](http://www.dkit.ie). Abgerufen am 23.11.2014 von [https://www.dkit.ie/ga/system/files/Aligning\\_Reaching\\_and\\_Assessing\\_to\\_Course\\_Objectives\\_John\\_Biggs.pdf?language=en](https://www.dkit.ie/ga/system/files/Aligning_Reaching_and_Assessing_to_Course_Objectives_John_Biggs.pdf?language=en)
- [2] Waldherr, F. und Walter, C. (2014): Didaktisch und praktisch. Ideen und Methoden für die Hochschullehre. Schäffer/Poeschel.
- [3] Camp, M. E.; Middendorf, J.; Sullivan, C. S. (2010): Using Just-in-Time Teaching to Motivate Student Learning. In S. Simkins & M. H. Maier (Eds.), Just-in-time teaching: Across the disciplines, across the academy (pp. 25-38), Sterling, VA: Stylus Publishing.
- [4] Gavrin, A. (2006): Just-in-Time teaching. Metropolitan Universities, 17(4): 9–19
- [5] Novak, G. M. (2011): Just-in-Time teaching. New Directions for Teaching and Learning, (128): 63–73
- [6] Mazur, E. (1997): Peer Instruction: A User's Manual, Prentice Hall.
- [7] Hofmann, Y., Köhler, Th. (2013): Möglichkeiten und Grenzen der Wirksamkeitsmessung interaktiver Lehrmethoden – Ein erster Erfahrungsbericht. Tagungsband zum 1. HD-MINT-Symposium 2013, abrufbar unter [www.hd-mint.de](http://www.hd-mint.de) (Abgerufen am 23.11.2014)

# Begabtenförderung

Harald Gerlach  
Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm  
E-Mail: harald.gerlach@hs-neu-ulm.de

Die Zusammenarbeit der Hochschulen mit den umliegenden Schulen ist häufig noch gering ausgeprägt. Die Schulen und deren Lehrer wissen oft nur unzureichend welche Anforderungen an die Schüler in einem MINT-Studium gestellt werden und können die Schüler demzufolge auch nur unzureichend auf das Studium vorbereiten. Zu häufig wird dabei der Schulabschluss als Ziel und nicht als Voraussetzung für die nächste Bildungsstufe dargestellt. Diese Situation verschärft sich, wenn Schüler eine ausgeprägte Begabung für MINT-Fächer haben und eine gezielte Förderung an der Schule nicht möglich ist.

An der Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm wird seit einigen Jahren ein enger Kontakt zwischen den örtlichen Schulen und der Hochschule gepflegt und eine gezielte Begabtenförderung praktiziert. Die Aktivitäten hierbei sind vielfältig und Schlagworte wie Kinderuniversität, wissenschaftliche Seminare, Praxisseminare oder Frühstudium sind nur einige der möglichen Ausprägungen einer Förderung und Zusammenarbeit.

## Exemplarische Einzelmaßnahmen

Nachfolgend sollen einige Einzelmaßnahmen zur Begabtenförderung exemplarisch beschrieben werden. Diese Aufzählung ist bei weitem nicht abschließend, stellt jedoch einen wesentlichen Teil der bisher erfolgreich durchgeführten Maßnahmen dar. Weitere Möglichkeiten der Begabtenförderung sind durchaus vorhanden und wurden in Einzelfällen bereits durchgeführt.

## Wissenschaftliche Seminare (W-Seminare)

An bayerischen Gymnasien gehören seit der G8-Reform sogenannte W-Seminare für die Abiturienten zum Pflichtcurriculum. Die Ausgestaltung der W-Seminare ist hierbei weitestgehend offen und wird häufig durch die Kompetenzen des gymnasialen Lehrkörpers bestimmt.

Erfahrungsgemäß ist das Angebot eines Professors für die Ausgestaltung eines W-Seminars willkommen. Die Schüler können somit ein Seminarthema auf universitärem Niveau bearbeiten. Dass dabei auch ein wesentlicher Grundstock für das strukturierte Vorgehen, das methodische Forschen und allgemein für das wissenschaftliche Arbeiten gelegt wird, sind weitere – allzu erwünschte – Begleitkompetenzen.

## Praxis-Seminare (P-Seminare)

Ebenso wie die W-Seminare gehören die P-Seminare zum Pflichtlehrplan der Klassenstufen 11 und 12. Ziel des P-Seminars ist es eine überschaubare Aufgabe mit Projektmechanismen im Team abzuarbeiten.

Die Industrieerfahrungen von Hochschullehrern sind prädestiniert dafür, die Schüler in die berufsrelevante Vorgehensweise des Projektmanagements einzuführen. Zusätzlich zu der Projektarbeit gehört die Findungsphase des späteren Studiengangs und -platzes zum P-Seminar. Auch hierbei können Professoren kompetent beratend wirken.

## Frühstudium

Gymnasiale Schüler schon während der Schulzeit als Frühstudierende an eine Hochschule oder Universität einzuladen, ist bereits ein häufig begangener Weg um begabte Schüler zu fördern. Günstig hierfür entwickelt sich eine Zusammenarbeit von Hochschulen mit den in Bayern vorhandenen Begabtenstützpunkten. Mit den Begabtenstützpunkten erhalten die interessierten Schüler von mehreren Gymnasien eine gemeinsame Ansprechstelle, die dann diesen Schülern, entsprechend ihrer Interessenslage, einen Frühstudienplatz vermittelt. Sollten die Schüler nicht nur an dem Wissenserwerb interessiert sein, so können sie an der regulären Klausur teilnehmen. Die Attestierung erreichter Leistungen und der erworbenen ECTS kann ergänzend erfolgen.

## Kooperationen mit Fach- und Berufsoberschulen

Als Studienpioniere werden Studierende bezeichnet, bei denen beide Eltern keine akademische Ausbildung besitzen. Studienpioniere durchleben häufig einen mehrstufigen Bildungsweg, der nicht unbedingt geradlinig erfolgt. Selbst wenn die Eignung zweifelsfrei vorhanden ist, besteht bei dieser Personengruppe zusätzlich auch die Unsicherheit, ob ein Studium für sie überhaupt leistbar ist. An diesem Punkt setzt die Kooperation mit den Fach- und Berufsoberschulen an.

Interessierte Schüler der Fach- und Berufsoberschulen (FOS/BOS) werden als Frühstudierende an der Hochschule zugelassen. Allerdings ist für diese Schülerstudenten die Fächerwahl nicht frei möglich, sondern ist mit der Fach- bzw. Berufsoberschule koordiniert. Die Fächerwahl erfolgt dergestalt, dass curriculare Lernziele der FOS/BOS eine Teilmenge der Lernziele von Studienfächern der kooperierenden Hochschule darstellen. Diese Schüler besuchen einsemestrig Vorlesungen und absolvieren zum Semesterende die reguläre Prüfungsleistung. Die erreichten Leistungen werden dann sowohl für das Zeugnis der FOS/BOS, als auch als Prüfungsleistung an einer Hochschule in dualer Weise anerkannt.

Ein weiterer wesentlicher Erfolg dieser Förderung liegt darin, dass die Schülerstudenten Selbstvertrauen in die eigene Studierfähigkeit fassen. Dass diese Personengruppe nach einem erfolgreich absolvierten Frühstudium viele Anfangsfehler von Erstsemestern nicht begehen, ist ein zusätzlicher beobachtbarer Effekt.

## Zusammenfassung

Eine enge Zusammenarbeit von Hochschulen und Universitäten mit den vorgelagerten Bildungseinrichtungen führt zu einer besseren Verzahnung der Bildungseinrichtungen. Hierdurch wird eine Förderung begabter und interessierter Schüler möglich, die sich gerade in den MINT-Fächern als zielführend erwiesen hat.

## Lernen aus Fehlern anderer – Workshop zur Entwicklung bedarfsorientierter Lernmaterialien

Kieu-Anh To  
Institut für Kompetenzentwicklung, Hochschule Ostwestfalen-Lippe, HS OWL  
E-Mail: kieu-anh.to@hs-owl.de  
Martin Oldenburg  
Fachbereich Umweltingenieurwesen und Angewandte Informatik, HS OWL  
Katherine Roegner  
Institut für Kompetenzentwicklung, HS OWL

### Abstract

Das Modul „Darstellungstechnik“ im Bachelor-Studiengang Umweltingenieurwesen soll im 1. Semester die Grundlagen des technischen Darstellens vermitteln und dient als Voraussetzung für das Fach „CAD“ im nachfolgenden Semester. Herausforderungen für Studierende sind dabei das Erkennen von Konstruktionen, das Trainieren des räumlichen Vorstellungsvermögens, der Transfer bei der Darstellung räumlicher Elemente auf Zeichenebenen und umgekehrt. Die langjährige Erfahrung zeigt, dass Studierende unterschiedlicher Jahrgänge immer wieder dieselben „vermeidbaren“ Fehler machen und dass die Schwierigkeiten eher im Verständnis bzw. Vorstellungsvermögen der Studierenden zu suchen sind.

Neue Lernmaterialien sollen jetzt die Erkenntnismöglichkeiten verbessern. Ergänzend zu 5–7 minütigen Lehrvideos nach dem Prinzip „Inverted Classroom“ werden Selbsttests zur Fehlererkennung entwickelt. So werden Fehler aus alten Klausuren und Probeklausuren identifiziert, in Aufgaben umgewandelt und von Studierenden in der Selbstlernphase erarbeitet.

In der Präsenzveranstaltung (seminarartige Vorlesung oder interaktive Übung) werden diese Aufgaben und die Erfahrungen der Studierenden besprochen, bevor komplexere Übungen erörtert werden. Hier kommt ein Episkop bzw. Visualizer zum Einsatz, um exemplarisch Handzeichnungen der Studierenden für alle Anwesenden zu visualisieren und zu besprechen. So können die Studierenden freiwillig ihre Lösungen zeigen und erläutern, Feedback anderer Studierender (und eventuell der Lehrperson) dazu erhalten und ihre Arbeit anschließend verbessern. Hierbei können neue Fehler bzw. (Verständnis-)Probleme sofort aufgegriffen und in den Selbsttest-Pool mit aufgenommen werden.

Im Rahmen des Workshops werden folgende Fragestellungen interaktiv mit den Workshopteilnehmer/innen erarbeitet: (1) Welche Arten von Fehlern lassen sich identifizieren? (2) Wie geht man mit diesen Erkenntnissen um bzw. wie kann man dagegen ansteuern? (3) Erfahrungen mit dem Ansatz und kritische Frage: ist es der richtige Weg?

Zur Beantwortung dieser Fragen werden im Workshop zum einen über Erfahrungen aus dem Versuch an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe berichtet, zum anderen soll Raum sein zum Austausch eigener Erfahrungen und neuer Impulse für das vorgestellte Projekt.

## 1. Theoretischer Hintergrund

Laut Fink (2003) erfordert **nachhaltiges und aktives Lernen** sowohl die „Aneignung von Wissen und Ideen“, als auch „Erfahrungen“ und „Reflexion“. Dazu ergänzt Schüßler (2008), dass nachhaltiges Lernen, im Sinne der Entwicklung reflexiver Kompetenzen, auch auf negativem Wissen basiert. Allerdings wird negatives Wissen nur aufgebaut, wenn Emotionen beteiligt sind, wobei die emotionale Intensität den Grad der Tiefe und Nachhaltigkeit eines damit zusammenhängenden Erlebnisses steuert (Schüßler 2008, S. 5). In seiner empirischen Untersuchung konnte u. a. gezeigt werden, dass die Bedeutung dieser emotionalen, wertorientierten Faktoren umso größer ist, je stärker sich das Lernen über den reinen Wissenserwerb hinaus auf die Weiterentwicklung persönlicher Kompetenzen bezieht (Schüßler 2008, S. 9).

Auch Prediger und Wittmann (2009) unterstützen die Hypothese des negativen Wissens, welches eine Schutzfunktion für das positive Wissen hat: „Umfangreiches Wissen darüber, was eine Sache nicht ist oder was nicht getan werden darf, lässt das positive Wissen sehr viel klarer hervortreten.“ Allerdings mit einer kritischen Haltung: „Dieses Fehlerwissen schützt zunächst nur vor einer falschen Vorgehensweise, es umfasst nicht den richtigen Weg. Deshalb sollte dieses Fehlerwissen idealerweise in einem größeren Kontext eingebettet sein, insbesondere in Verbindung mit den richtigen Lösungswegen“ (ebd. S. 6).

Heinrich (2012) ergänzt mit seiner Untersuchung, dass ein **konstruktiver Umgang mit Fehlern** einen hohen Stellenwert bei der Förderung der Problemlösefähigkeit hat. Solcher Umgang mit Fehlern zielt darauf ab, dass das negative Wissen, also Wissen über mögliche Fehler und über mögliche lösungshemmende Verhaltensweisen, erworben wird und dadurch bestimmte Fehler oder defizitäre Verhaltensweisen zukünftig vermieden werden können. Zudem wird erwartet, dass durch den Erwerb negativen Wissens das Wissen um das Richtige verstärkt wird. Der Aufbau von negativem Wissen erfolgt u. a. über einen konstruktiven Umgang mit Fehlern. Dazu gehört, dass Lernende den **Fehler erkennen**, ihn **analysieren** können und Möglichkeiten haben, ihn zu **korrigieren**. Es bedarf Lernangebote, die diese Tätigkeiten anregen und fördern. Dabei ist es möglich, dass sich Lernende sowohl mit eigenen als auch mit fremden Fehlern auseinandersetzen (Heinrich 2012, S. 357).

Allerdings warnen Prediger und Wittmann (2009) davor, dass nicht jede Fehlersituation eine gute Lernsituation ist. „Nur wenn alle Beteiligten akzeptieren, dass Fehler unabdingbare Begleiterscheinungen von Lernprozessen sind, können sie Lernchancen eröffnen und auch als solche wahrgenommen werden“ (ebd. S. 6). Aber allein ein **Fehler akzeptierendes Klima** garantiert nicht, dass Fehler tatsächlich als Lernchancen genutzt werden können. „Ein produktives Lernen aus Fehlern beginnt bei einer gründlichen Analyse, die neben der **Identifizierung möglicher Fehlermuster** auch die **Rekonstruktion von Fehlerursachen** auf syntaktischer und semantischer Ebene umfasst. Nur so kann nachhaltiges Wissen um Fehler und den konstruktiven Umgang mit ihnen entstehen“ (ebd. S. 11).

Im Folgenden wird deshalb erläutert, wie an der HS OWL ein Fehler akzeptierendes Klima den Studierenden ermöglichen soll, aktiv und nachhaltig aus eigenen und Fehlern anderer zu lernen.

## 2. Kontext an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe

### 2.1 Vergleich Alt-/Ist- und Sollzustand

Abb. 1: Vergleich Alt-/Ist- und Sollzustand

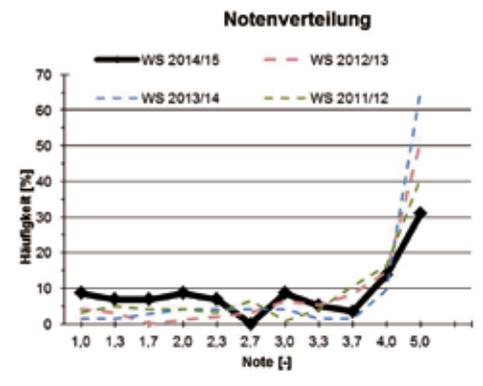
	Freitag bis Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag
WS 13/14 Frontalunterricht		Vorlesung	Übung 1	Übung 2
WS 14/15 Übergang zum IVC*		Vorlesung & Aufzeichnung zur Nachbereitung	Übung 1 mit SPC**	Übung 2 mit SPC**
WS 15/16 IVC*	Selbstlernphase mit Lehrvideos und Selbsttests***	Seminarartige Vorlesung mit Feedbacks und Diskussionen	Übung 1 mit SPC**	Übung 2 mit SPC**

\* Inverted Classroom

\*\* Self-/Peer Correction mit Visualiser

\*\*\* Selbsttests aus Fehlern von Studierenden vorheriger Semester

Abb. 2: Notenvergleich über 4 Semester



## 2.2 Erfahrung mit Self- und Peer-Correction seit WS 14/15

In den Übungen werden zuerst Aufgaben, die von den Studierenden bearbeitet worden sind, und ihre damit verbundenen Erfahrungen besprochen. Danach werden 2–3 Arbeiten von einzelnen Studierenden vorgestellt. Mit Hilfe eines Visualizers/Episkops legen sie dafür ihre Ergebnisse und Lösungswege, in diesem Fall in der Regel Rechnungen und Zeichnungen auf Papier dem Plenum vor. Dabei geht es nicht nur um das korrekte Ergebnis, also „die richtige Lösung“, sondern auch um den Bearbeitungsprozess, wie die Aufgabe analysiert und verstanden wurde und wie die Lösung zustande kommt. Anschließend geben zunächst die Kommiliton/innen, danach die Lehrperson ausführlich Feedback dazu. Anhand der Rückmeldungen können die Studierenden ihre Arbeit ergänzen und korrigieren.

Der Dozent fasst abschließend die wichtigsten Aspekte zusammen. Hierbei können Fehler bzw. Verständnisprobleme sofort aufgegriffen und in den Selbsttest-Pool mit aufgenommen werden. Nicht nur die Freiwilligen, die ihre Ergebnisse der Gruppe präsentieren, profitieren dabei von der Diskussion, auch die anderen Teilnehmenden können ihre eigenen Ergebnisse mit den gezeigten vergleichen und ggf. eigene Fehler finden oder auch wiedererkennen und somit korrigieren. Wenn die Aufgabenstellung mehrere Lösungswege zulässt, lernen die Studierenden auf diese Weise alle möglichen Ansätze kennen.

Laut der Umfrage am Ende des Wintersemesters 14/15 bei 36 Studierenden in der Sitzung der Probeklausur finden 34 Studierende (94,4 %) den Einsatz des Visualizers hilfreich bis sehr hilfreich, u. a. zu folgenden Zwecken: (1) zur Visualisierung von Handzeichnungen, (2) zum besseren Austausch zwischen Studierenden und Dozenten sowie unter Studierenden, (3) zur Förderung der Reflexionsfähigkeit und direkter Stellungnahme, (4) sonstiges: zur Findung von Fehlern, die man selbst nicht sieht und zur Darstellung von typischen Fehlern. Aus der Erkenntnis, dass Studierende aktiver und auch gerne durch das Erkennen eigener Fehler sowie durch Feedback anderer lernen, wird im nächsten Schritt erläutert, wie Selbsttests zur Unterstützung der Selbstlernphase aus Fehlern in alten Klausuren entwickelt werden.

## 2.3 Erstellung von bedarfsorientierten Lernmaterialien/Aufgaben aus Fehlern



Abb. 4



Das Resultat aus dem Prozess der Fehleridentifikation und deren Abbildung zeigt nachfolgende Abbildung. Auf der Basis dieser Fehleridentifikation wurden diese dann gelistet.

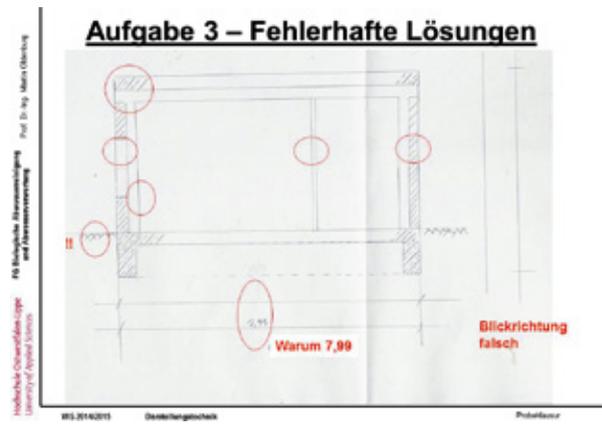
Mögliche drei Schritte bei einer Aufgabe:

- 1) **Fehler erkennen:**  
Können Sie erkennen, dass etwas falsch ist bzw. was falsch ist?
- 2) **Fehler-Ursache identifizieren:**  
Können Sie den Fehler erklären, bzw. können Sie erklären, wie der Fehler zustande gekommen ist?
- 3) **Fehler korrigieren:**  
Wie würden Sie vorgehen, um den Fehler zu vermeiden bzw. korrigieren?

### 3. Fazit

Das hier vorgestellte Pilot-Projekt hat das Ziel, die Studierenden über das selbstständige Lernen hinaus beim aktiven und nachhaltigen Lernen zu unterstützen. Mit den Selbsttests aus Fehlern der Vorgänger sollen Studierende darüber hinaus berufsrelevante Kompetenzen wie Reflexionsfähigkeit, Analysefähigkeit, Umgang mit Fehlern, Entscheidungs- und Problemlösefähigkeit erwerben. Um diese Ziele erreichen zu können, sollen die Lernmaterialien einerseits bedarfsorientiert sein, die aktuellen Probleme bzw. Schwierigkeiten der jeweiligen Semester berücksichtigen. Dazu gehören natürlich auch „vermeidbare“ Fehler, die immer wieder vorkommen. Andererseits sollen sie mit dem Blick auf den Berufsalltag konzipiert sein. Somit wird den Studierenden ermöglicht, einen kritischen Umgang mit eigenen Arbeitsleistungen und später auch denen von Kolleg/innen und Mitarbeiter/innen einzuüben, um sich konstruktiv in eine Fehlerkultur und ein Fehlermanagement einbringen zu können. Wichtig bei diesen Aufgaben sind angemessene Rückmeldungen, die konstruktiv und perspektivisch hilfreich sind.

Abb. 5



Die über mehrere Semester geplante Forschung/Evaluation soll Erkenntnisse darüber erbringen, (1) ob und wie Studierende aktiver und nachhaltiger lernen, wenn sie selbst erkennen, wo Fehler liegen oder selbst herausfinden, welche weiteren Probleme es gibt und (2) inwiefern diese Methode dazu beiträgt, die Gruppenarbeit/-diskussion zu fördern und Hemmschwellen zum Erkennen eigener Fehler abzubauen.

### Literatur

Fink, L. D. (2003): Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Course. San Francisco, übersetzt von Bach, Dorothe J. und Haacke, Stefanie (2010): Leitfaden zur Konzeption und Planung von Lehrveranstaltungen, die nachhaltiges Lernen fördern.

Heinrich, F. (2012): Fehler in eigenen Problembearbeitungsprozessen erkennen. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2012. Münster: Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.

Prediger, S.; Wittmann, G. (2009): Aus Fehlern lernen – (wie) ist das möglich? Vorversion eines Artikels in Heft „Praxis der Mathematik in der Schule“ 27.06.2009

Schüßler, I. (2008): Reflexives Lernen in der Erwachsenenbildung – zwischen Irritation und Kohärenz. In: Häcker, Thomas et al. (Hrsg.): Bildungsforschung 2008: <http://bildungsforschung.org>

Abb. 6



## Weg vom Fehlkonzept – Umgang mit unerwarteten Ergebnissen einer Peer Instruction

Alexander Kröner, Barbara Meissner  
 Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm  
 E-Mail: {alexander.kroener, barbara.meissner}@th-nuernberg.de

Die Peer-Instruction-Methode ermöglicht Lehrenden, mittels interaktiver Aufgaben Lernende in die Diskussion mit Lernenden zu bringen – und auf diese Weise das Verständnis der gelehrt Konzepte zu schärfen. Im Zuge einer Umsetzung der Methode lässt sich aber mitunter beobachten, dass der angestrebte Effekt trotz positiver Mitarbeit der Lernenden nicht unmittelbar erreicht wird. Dieser Beitrag thematisiert Erfahrungen, die im Rahmen einer Umsetzung der Methode gewonnen wurden; fachspezifische Aspekte werden dabei weitgehend ausgeblendet. Der Schwerpunkt wird gesetzt auf Beobachtungen zum Antwortverhalten der Studierenden sowie die Klausurergebnisse. Hier bietet der Artikel Lösungsvorschläge insbesondere für den Fall, dass die Methode keine positive Wirkung auf das Verständnis der vermittelten Konzepte hatte.

Abb. 1: Beispiel für eine Peer-Instruction-Frage

**F18 Wie lautet der reguläre Ausdruck?** 

---

$L = \{ x \in \{a, b\}^* \mid |x|_a = 2 \}$

A.  $b^*(aa)b^*$

B.  $(a \cup b)^* a (a \cup b)^* a (a \cup b)^*$

C.  $b^* a b^* a b^*$



---



### Einführung

Die Theoretische Informatik (TI) ist an der Technischen Hochschule Nürnberg ein Pflichtfach im zweiten Semester der Studiengänge Informatik und Medieninformatik. Das Fach wird zweizügig gelesen auf Basis eines gemeinsamen Skripts.

Seit WS 2013/14 wird in TI die Peer-Instruction-Methode (PI) nach Mazur (2014) jede zweite Woche eingesetzt. Primäre Ziele der Anwendung sind die Kontrolle der Lernziele und die Auseinandersetzung der Studierenden mit den zuvor in Vorlesung und Übungen behandelten Inhalten. Die technische Umsetzung basiert auf dem System Turning Point (Turning Technologies 2015). Ein Beispiel für eine PI-Frage ist in Abbildung 1 aufgeführt. In Evaluierungen wird die Methode durch die Studierenden sehr positiv bewertet (vgl. Tab. 1).

Der Ablauf einer einzelnen PI-Aufgabenstellung ist entsprechend dem Vorschlag von Mazur (2014) in Nachdenkzeit/1. Abstimmung/Peer-Diskussion/2. Abstimmung untergliedert. Zusätzlich wurden vor der Peer-Diskussion die (Zwischen-) Abstimmungsergebnisse präsentiert.

## Ergebnisse der Peer Instruction

Im Folgenden wird eine Auswertung des Antwortverhaltens der Studierenden im SS 2014 diskutiert. Die Reproduzierbarkeit und Signifikanz der Aussagen kann erst in den folgenden Semestern geprüft werden. Da sich die Studierenden nach Belieben der Antwort enthalten konnten, kann die absolute Zahl der Antworten vor und nach einer Peer-Diskussion abweichen. Die Antworten der Studierenden wurden mittels Turning Point anonym zur nachträglichen Auswertung aufgezeichnet. Für die Auswertung wurden die Abstimmungsergebnisse zu einer Frage vor bzw. nach der Peer-Diskussion verglichen. So konnte nachvollzogen werden, wie sich die Verteilung der Antworten durch die Diskussion verändert. Im Folgenden werden anhand von Fragen, bei denen unabhängig vom Dozenten in beiden Vorlesungszügen ähnliches Verhalten beobachtet werden konnte, Ansatzpunkte abgeleitet, wie mit nicht zufriedenstellenden Ergebnissen umgegangen werden kann.

## Erfolgreicher Einsatz der PI

Bei erfolgreichem Einsatz der Methode kann nach der PI eine Verstärkung eines bestehenden Trends zu einer richtigen Antwort beobachtet werden, oder sogar der umfassende Wechsel hin zu der richtigen Antwort (vgl. Tab. 2).

In einem solchen Fall kann eine weitere Frage zu dem geprüften Konzept nachgeschaltet werden, um sicherzugehen, dass dieses tatsächlich von den Studierenden sicher richtig angewendet werden kann. Dieses Vorgehen wird zum Beispiel von Porter et al. (2011) empfohlen, bei denen mit diesem Vorgehen vorhandene Verständnislücken aufgedeckt werden konnten.

**Tab. 1: Beispiel-Items aus einem Fragebogen zum PI-Einsatz SS 2014; Skala: 1=sehr bis 5=überhaupt nicht; M=Mittelwert, SD=Standardabweichung, N=Anzahl der Antworten**

Item	M	SD	N
Das Diskutieren mit meinen Kommilitoninnen und Kommilitonen hat mir geholfen den Inhalt besser zu verstehen.	1,68	0,69	41
Die Methode hilft mir beim Überprüfen meines Lernstandes.	1,34	0,48	41
Wenn Sie die Wahl hätten, für welche Lehrveranstaltungsform würden Sie sich entscheiden	Vorlesung mit PI	Vorlesung	
	97,7 %	2,27 %	44

**Tab. 2: Abstimmungsergebnisse zu einer gut funktionierenden PI-Frage**

F18 Wie lautet der reguläre Ausdruck? $L = \{ x \in \{a, b\}^* \mid  x _a = 2 \}$			
Antwortoptionen		1. Abstimmung $N = 51$	2. Abstimmung $N = 46$
A.	$b^*(aa)b^*$	23,5 %	2,17 %
B.	$(a \cup b)^* a(a \cup b)^* a(a \cup b)^*$	37,25 %	0,00 %
<b>C. (richtig)</b>	$b^*ab^*ab^*$	<b>39,22 %</b>	<b>97,83 %</b>

## Nicht erfolgreicher Einsatz der PI

### Festhalten an falscher Antwort

Auch nach der Peer-Diskussion halten Studierende an einer falschen Antwort fest (vgl. Tab. 3). Das kann daher rühren, dass zumindest ein Teil dieser Studierenden eine in sich geschlossene Argumentation verinnerlicht hat, die für eine falsche Antwort spricht. Es gelingt den Peers nicht, dieses Fehlkonzept in der Peer-Diskussion zu widerlegen.

Als unmittelbare Maßnahme bietet sich eine Spiegelung des Falles in das Auditorium an. Im Anschluss an die Diskussion und Bewertung aller Antwortmöglichkeiten durch den Dozenten stellt dieser in neutraler Form die Frage, warum man eine (falsche) Antwort als richtig erachten könnte. Die Studierenden beteiligten sich hier im Allgemeinen rege und es konnten falsche Argumentationen aufgeschlüsselt werden. Weiterhin können durch diese Form der Diskussion z. B. ungewöhnliche, aber vertretbare Interpretationen der Aufgabenstellung. Ebenfalls umgesetzt wurde eine „Ad-hoc-Übung“. Diese kann in der (für TI charakteristischen) expliziten Beweisführung liegen, die eine attraktive Antwort formal widerlegt. Es

bietet sich zudem an, bei zeitlichem Spielraum Varianten der Fragestellung vor zu halten und in die Diskussion einfließen zu lassen.

Durch eine Analyse des Antwortverhaltens können solche auffälligen Fragen auch im Nachhinein identifiziert werden. In der Folge kann bei weiteren Einsätzen z. B. zunächst die Zeit zur Peer-Diskussion erhöht werden.

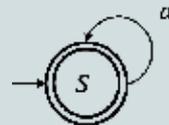
Im vorliegenden Beispiel werden in der Aufgabe zudem zwei Konzepte zugleich abgerufen, ohne dass die Teilkonzepte zuvor isoliert Thema einer Aufgabe gewesen wären. Deshalb ist geplant, eine einfachere Frage zu einem beinhalteten Teilkonzept vorzuschalten. So soll zunächst sichergestellt werden, dass die nötigen Grundlagen zur Beantwortung der komplexeren Frage präsent sind.

Tab. 3: Abstimmungsergebnisse zu einer PI-Frage, bei der die Studierenden auch nach der Diskussion wieder dieselbe falsche Antwort wählen.

**F21** Wie sieht das Produktions-System  $P$  der  $A$  zugeordneten Grammatik aus?

Die Sonderregelung für das leere Wort sei erlaubt.

$A = (\{a\}, \{S\}, S, \delta, \text{gem. Graph}, \{S\})$



Antwortoptionen		1. Abstimmung $N = 55$	2. Abstimmung $N = 49$
A.	$P = \{ S \rightarrow a \}$	1,82 %	0,00 %
B.	$P = \{ S \rightarrow aS \mid a \mid \epsilon \}$	<b>67,27 %</b>	<b>83,67 %</b>
C.	$P = \{ S \rightarrow a^* \}$	9,09 %	2,04 %
D.	$P = \{ S \rightarrow aS \mid a \}$	10,91 %	0,00 %
E. (richtig)	$P = \{ R \rightarrow S \mid \epsilon; S \rightarrow aS \mid a \}$	10,91 %	14,29 %

### Wechsel von richtiger zu falscher Antwort

Nach der Diskussion erfolgt eine Abwanderung von der richtigen zu einer falschen Antwort (vgl. Tab. 3).

Hier lässt sich die Hypothese, dass eine Fehlvorstellung in der Diskussion sehr überzeugend vertreten wird, erneut als mögliche Erklärung anbringen. Da den Studierenden Zwischenergebnisse der Abstimmung kommuniziert werden, besteht im Fall einer Mehrheit bei einer

bestimmten falschen Antwort auch die Möglichkeit, dass sich Studierende der Mehrheit anschließen. Die Zwischenergebnisse deshalb auszublenken birgt allerdings auch Nachteile in sich: Wenn sich die Antworten vor der Diskussion zum Beispiel sehr stark auf mehrere Antworten verteilen, zeigt das Zwischenergebnis den Studierenden deutlich den Diskussionsbedarf.

Falls der Anteil der Studierenden, die an einer falschen Antwort festhalten, die richtigen Antworten deutlich überwiegt, kann der Dozent alternativ die Diskussion der Antworten entfallen lassen und durch eine erneute Präsentation (von Auszügen) des entsprechenden Vorlesungsabschnitts ersetzen. Im Anschluss kann die Aufgabe gleich oder in leichter Variation erneut gestellt werden.

### Kein klarer Trend

Auch nach der PI resultiert die Abstimmung in einer angenäherten Gleichverteilung über die angebotenen Antworten (vgl. Tab. 4) – ein Konzeptwechsel findet nicht statt.

Hypothese ist hier, dass kein spezifisches Fehlkonzept vorliegt, sondern die Studierenden mehrheitlich sehr unsicher bezüglich der Fragestellung sind. Dies kann man als Indiz dafür werten, dass die Fragestellung auf Themen basiert, die in Vorlesung und Übungen bislang nicht ausreichend behandelt wurden. Als Maßnahme wird eine Vertiefung dieser Inhalte vorgeschlagen. Im vorliegenden Beispiel wurden zusätzliche Inhalte erstellt (z. B. Filme), die eine Wiederholung der zugehörigen Vorlesung im Selbststudium befördern sollen. Im Anschluss kann die Aufgabe gleich oder in leichter Variation erneut gestellt werden.

### Auswirkung auf die Klausur

Die schriftliche Prüfung des Fachs beinhaltet u. a. Aufgaben, deren Struktur an die Aufgaben der PI angepasst wurde. Bei deren Korrektur entstand der Eindruck, dass auch in der PI erfolgreich eingesetzte Fragen in der Prüfung falsch beantwortet wurden. Ein möglicher Grund könnte die fehlende Nachhaltigkeit der in einer PI-Sitzung gewonnenen Erkenntnisse sein. Grund zu dieser Annahme ist der zeitliche Abstand zwischen PI-Sitzung und Prüfung. Angedacht ist daher eine Wiederholung besonders auffälliger Fragen zeitnah zur Prüfung.

**Tab. 4: Abstimmungsergebnisse zu einer PI-Frage, bei der nach der Diskussion kein klarer Trend zu einer Antwortmöglichkeit vorliegt.**

#### F9 Zu beweisen: L ist nicht regulär!

Annahme:  $L = \{0^n 1 m 0^n \mid m, n \in \mathbb{N}_0\}$  ist nicht regulär.

Wählen Sie ein Wort  $x$  (zerlegbar in  $uvw$ ) aus  $L$  und eine "Pumpanzahl"  $i \in \mathbb{N}_0$  so, dass das durch "Pumpen" erzeugte Wort  $(uv^i w)$  nicht in  $L$  ist! Beachten Sie die Schranken:  $p \in \mathbb{N}$ ;  $|uv| \leq p \leq |x|$ ;  $|v| > 0$

Antwortoptionen		1. Abstimmung $N = 52$	2. Abstimmung $N = 54$
A.	$x: 00000100000 \quad i: 5$	11,54 %	14,81 %
B. (richtig)	$x: 0^p 1 0^p \quad i: 0$	13,46 %	22,22 %
C.	$x: (010)^p \quad i: 5$	17,31 %	20,37 %
D.	Keine Antwort ist richtig	40,38 %	18,52 %
E.	Keine Ahnung	17,31 %	24,07 %

## Grenzen der Aussagekraft

Die hier gebotene Darstellung basiert auf persönlichen Beobachtungen und ist daher nicht als allgemein gültig oder vollständig zu betrachten. Dies gilt insbesondere für die Beobachtung, dass eine erfolgreiche Anwendung der Methode nicht zwingend eine positive Auswirkung auf den Prüfungserfolg nach sich zieht. In der Literatur finden sich hierzu widersprüchliche Ergebnisse, die zum Teil keinen, zum Teil einen positiven Effekt auf Prüfungsergebnisse belegen (Chui et al. 2013, Anthis 2011). Dort wird vermutet, dass in solchen Fällen individuelle Rahmenbedingungen, wie Charakteristika des Veranstaltungsfaches, das genaue didaktische Design oder psychologische Faktoren der Studierenden-Gruppe, ausschlaggebend sind.

Zudem kann auch die Aufgabenstellung selbst – sei es die einzelne Aufgabe oder die Abfolge von Aufgaben – Auswirkungen auf das Abstimmungsverhalten von Studenten haben. Dies ist zum Beispiel die Vermutung bei der in Tab. 3 dargestellten Frage, deren Beantwortung die Anwendung zweier verschiedener Konzepte zugleich erfordert. Die vorgeschlagenen Maßnahmen greifen in solchen Fällen unter Umständen nicht. Eine genauere Untersuchung aus Sicht der PI ungünstiger Aufgabenstellungen stellt daher eine nötige Ergänzung dieser Arbeit dar. Die Schwierigkeit, gerade im Bereich komplexer Fächer der Informatik effektive Fragen zu formulieren, scheint zum Beispiel bei Porter et al. (2011) für Veranstaltungen zu Rechnerarchitektur sowie zur Theoretischen Informatik offensichtlich zu werden: In Anlehnung an Smith et al. (2009) entwickelten sie Paare aus hintereinandergeschalteten Fragen zu ein und demselben Konzept. Smith et al. konnten auf diese Weise für einen Biologie-Kurs belegen, dass ein sehr hoher Anteil der Studierenden einen (zumindest kurzfristigen) Lernerfolg basierend auf der Peer-Diskussion zeigte. Porter et al. (2011) fand für die untersuchten Informatikveranstaltungen dagegen deutlich heterogenere Ergebnisse. Auch zeigte sich teilweise selbst bei gut funktionierenden PI-Fragen, dass der Anteil richtig antwortender Studierender in einer nachgeschalteten, analogen Frage deutlich abnahm. Diese Ergebnisse könnten ein weiterer Hinweis sein, dass die Formulierung effektiver PI-Fragen anspruchsvoll ist und die Bedeutung fachdidaktischer Überlegungen und wiederholter Optimierungsschleifen nicht unterschätzt werden sollte.

## Zusammenfassung & Ausblick

Neben einigen Erfahrungsberichten (z. B. Simon et al. 2010, Zingaro 2010) gibt es nur wenige Studien, die systematische Aussagen zur Effektivität der Peer-Instruction Methode nach Mazur (2014) im Fachbereich Informatik zulassen. In diesem Artikel wurde eine Umsetzung der Methode im Fach „Theoretische Informatik“ diskutiert. Im Fokus standen Fälle, in denen die Methode nicht die angestrebte Wirkung erzielte. Mögliche Ursachen können qualitativ sehr unterschiedlich sein – ausgehend von ungünstigen Fragestellungen über Wechselwirkungen mit der Historie aus Vorlesungen und Übungen bis hin zum konkreten Ablauf der Methode im Einzelfall. Gegenmaßnahmen können auf den Ablauf der

PI direkt abzielen (z. B. Erhöhung der Diskussionszeit), die Gestaltung des Vorlesungsabschnitts unmittelbar nach der PI-Frage (z. B. inhaltliche Vertiefung) oder die Ausgestaltung der PI-Frage selbst.

Weiteres Ziel ist, die genannten Phänomene in Zusammenarbeit mit anderen Gruppen zu diskutieren. Zudem soll untersucht werden, ob und wie weit die in diesem Artikel diskutierten Phänomene – und Vorschläge zu deren Behandlung – auf andere Lehrveranstaltungen übertragen werden können. So fordert das Informatik-Fach „Interaktive Systeme“ andere Kenntnisse und Fähigkeiten der Studenten. Dort wird derzeit der Einsatz der PI unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem Fach TI getestet.

## Literatur

Anthis, K. (2011): Is it the clicker or is it the question? Untangling the effects of student response system use. *Technology and Teaching* 38(3), 189–193. DOI: 10.1177/0098628311411895.

Chui, L.; Martin, K.; Pike, B. (2013): A quasi-experimental assessment of interactive student response systems on student confidence effort and course performance. *Journal of Accounting Education* 31, 17–30. DOI: 10.1016/j.jaccedu.2013.01.002.

Mazur, E. (2014): *Peer Instruction: A User's Manual*. Harlow: Pearson Education Limited.

Porter, L.; Lee, C.; Simon, B.; Zingaro, D. (2011): Peer Instruction: do students really learn from peer discussion in computing? In: *ICER 11 – Proceedings of the ACM SIGCSE 2011 Workshop on International Computing Education Research*. Providence, Rhode Island, USA; 45–52. DOI: 10.1145/2016911.2016923.

Simon, B.; Kohanfars, M.; Lee, J.; Tamayo, K.; Cutts, Q. (2010): Experience Report: Peer Instruction in Introductory Computing. In: *SIGCSE'10 – Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. Milwaukee, Wisconsin, USA; 341–345. DOI: 10.1145/1734263.1734381.

Smith, M.; Wood, W.; Adams, W.; Wieman, C.; Knight, J.; Guid, N.; Su, T. (2009): Why Peer Discussion Improves Student Performance on In-Class Concept Questions. *Science* 323 (5910), 122–124. DOI: 10.1126/science.1165919.

Turning Technologies (2015): Turning Point. <https://www.turningtechnologies.com/polling-solutions/turningpoint> [letzter Zugriff: 23.6.2015]

Zingaro, D. (2010): Experience Report: Peer Instruction in Remedial Computer Science. In: *Ed-Media 2010 – Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*. Toronto, Kanada; 5030–5035.

# Entwicklung didaktischer Unterstützungsformate zur Kompetenzorientierung in Studierendenprojekten am Beispiel eines „Formula Student“ Projektes

Torsten Sprenger

HAWK – Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst –  
Hildesheim/Holzminde/Göttingen

LernkulTour

E-Mail: torsten.sprenger@hawk-hhg.de

## Forschendes Lernen

**Forschendes Lernen** wird in Deutschland seit 1960 als didaktisches Konzept in der Hochschule diskutiert. Die beiden zentralen Gesichtspunkte dieses Konzeptes liegen in der Förderung berufsqualifizierender Kompetenzen, wie auch in der Entwicklung und Förderung forschungsqualifizierender Kompetenzen (Huber, 2009). Während Huber die Teilhabe am Forschungsprozess in den Vordergrund stellt, ist für die anwendungsorientierten (Fach-) Hochschulen insbesondere die Anschlussfähigkeit an den Berufsalltag (Stichwort Employability, (Richter, o.J.; Wiepcke, 2010) von Bedeutung. Hier wird im Sinne der Kompetenzorientierung das Ziel der Praxisintegration in das Studium verfolgt. Dies „soll bedeutsam für die Entwicklung studentischer Fähigkeiten und Fertigkeiten im Sinne professioneller Handlungskompetenz sein.“ (Jungmann et al., 2010). Der Erwerb von Schlüsselkompetenzen bildet dabei im Sinne des **Student-Life-Cycle** eine Verknüpfung des Kompetenzerwerbs von der Studieneingangsphase bis hin zum Brückenschlag in den Beruf. Auf diesem Weg sollen von den Studierenden von Studienbeginn an zahlreiche Schlüsselkompetenzen im universitären Alltag in einem aktiven Lernprozess erworben werden (Quellmelz et al., 2014). Somit gilt das forschende Lernen durchaus von Studienbeginn an als sinnvolles didaktisches Konzept. In der Konsequenz sehr weit fortgeschritten ist dieses Konzept im „1. Leuphana Semester“ der Universität Leuphana in Lüneburg wiederzufinden.

Das hier exemplarisch vorgestellte Formula Student Projekt mit einem Anteil von 78 % Bachelorstudierenden (gemessen zum Startzeitpunkt WS 14/15) weist durch die Mitwirkenden aus dem 1., 3. und 5. Semester und 6 verschiedenen Studiengängen (Schwerpunkt 66 % Präzisionsmaschinenbau) eine hohe Diversität sowohl fachlicher Art wie auch in der Altersstruktur auf. Somit umfasst das Projekt den gesamten Student-Life-Cycle. Im Projektverlauf in dem Zusammenhang interessant zu beobachten ist die Gruppendynamik,

indem Erstsemester in den gebildeten Projektgruppen von höheren Semestern fachlich/inhaltlich beraten wurden – wobei alle im Projekt völlig neu gestartet sind. Im Sinne des forschenden Lernens ist die Natur des Projektes insgesamt eher auf Praxisrelevanz ausgelegt, wobei der Forschungsaspekt eher als ein individueller Prozess der Kompetenzzaneignung erscheint und zur begründeten Entscheidungsfindung führt. Die Projektstruktur ergibt sich aus einem geordneten, praxisnahen Projektmanagement.

## Forschendes Lehren

SoTL steht für **Scholarship of Teaching and Learning**. Dies kann kurz zusammengefasst als Forschung an der eigenen Lehre beschrieben werden und ist in Deutschland erst seit wenigen Jahren verstärkt im Blickpunkt der Didaktik (Huber et al., 2014). Der Forschungsansatz erlaubt es, gezielt bestimmte Fragestellungen an die eigene Lehre oder die Lehr-/Lernumgebung zu richten. Forschungsmethoden zur Beantwortung dieser Fragen können hierbei fachspezifisch verankert sein, was die Akzeptanz der Ergebnisse im Themenfeld erhöht. Mit einem gezielten Unterstützungsprozess können aber z. B. auch im Ingenieursstudium Forschungsansätze aus anderen Disziplinen entlehnt werden. Qualitative Beobachtungen, Befragungen und Interviews wurden beispielsweise zur konkreten Anpassung der Lernformate in diesem Formula Student Unterstützungsprozess hinzugezogen. Eine Vorstudie zur Projektvernetzung und Kompetenzeinschätzung in Form einer Verlaufsbefragung wurde ebenfalls durchgeführt. Ein Phasengestalteter Forschungsprozess wie in Spinath et al. (2014) beschrieben fand jedoch bisher nicht statt. Ab dem kommenden Wintersemester ist vorgesehen, als Aufgabe in einen derartig gesteuerten Prozess einzusteigen. Aufgrund der vermutlich jährlich wiederkehrenden Projektsituation kann im erweiterten Sinne das weitere Vorgehen der Didaktik innerhalb dieses Projektes durchaus an einem Forschungszyklus mit iterativen Schritten wie in Wildt (2009) beschrieben erfolgen.

## Portfolioarbeit

Die Portfolioarbeit ist ein sinnvolles Instrument im Forschungsprozess des studentischen, forschenden Lernens (Zartmann, 2014). Als Methode der 1) Reflexion, 2) Collaboration und Mentoring sowie zur 3) Dokumentation (Zubizarreta, 2008) wurde im Projekt diese Form der Arbeit als Wissensmanagement eingeführt und neben der Präsentation nach den Formula Student Regularien als Prüfungsform im Englischunterricht ausgewählt. Die Motivation dahinter: Als internationales Event müssen Geschäftsbriefe genauso wie Businessbeschreibung und Marketing auf Englisch erfolgen. Personalverantwortliche werden bei den Wettkämpfen die Studierenden ebenfalls auf Englisch nach ihrem Arbeitsumfeld befragen – eine Herausforderung mit konkreten Zukunftschancen. Daher erscheint die Kombination aus Portfoliolernen/Sprachgebrauch im Projekt als kompetenzorientierte Prüfungsform anwendbar.

## Das Beispielprojekt Formula Student an der HAWK

Im Herbst 2014 hat sich an der Fakultät [n] (Naturwissenschaften und Technik) der HAWK ein studentisches Projekt im internationalen Konstruktionswettbewerb „Formula Student“ zum Bau eines elektrisch angetriebenen Fahrzeuges zusammengefunden. Das Team muss nach geltenden Regeln in diversen Kategorien Punkte sammeln, was beispielsweise einen Business Plan, die Fahrdynamik oder das Designkonzept beinhaltet.

Die studentische Aktivität entwickelte sich durch die bereitwillige Unterstützung von Lehrenden und dem Q-Pakt Lehre Projekt „LernkulTour“ zu einem fakultätsübergreifenden Projekt. Designstudierende der Fakultät [g] (Gestaltung) aus Hildesheim liefern Design und Marketingunterstützung für Präsentationen im Internet, für internationale Rennen oder für Messeauftritte. In Göttingen lieferten Wirtschaftsingenieure der Fakultät [r] (Ressourcenmanagement) den Businessplan und arbeiteten an der Finanzakquise. Studierende diverser Studiengänge der Fakultät [n] koordinieren die Projektteile und bauen als treibende Kraft das Fahrzeug bzw. bringen sich maßgeblich in der Finanzakquise mit ein. Dazu musste das Projekt Unterstützung innerhalb und außerhalb der Hochschule suchen.

LernkulTour engagiert sich für die in diesem 1. Durchlauf über 57 teilnehmenden Studierenden auf zwei Ebenen: Zum einen konnten durch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Stellen der Hochschule z. B. o. g. neue Prüfungsformate und Lehrabläufe erstellt werden (z. B. englische Fachgespräche während des Konstruktionsvorganges: Lernortgestaltung Werkstatt). Die zweite Ebene vernetzt Lehrende verschiedener Fakultäten und kann in Zukunft noch präziser auf die Bedürfnisse der Fakultät zugeschnittene Unterstützung im Lehrprozess zur kompetenzorientierten Lehre und Prüfungsformen anbieten. Ziel ist, im Sinne der Organisationsentwicklung eine Vernetzung des Kompetenzerwerbs in der bestehenden Lehre mit dem Kompetenzerwerb des Formula Student Projektes (und/oder in Zukunft ähnlicher Projekte) zu erreichen.

## Workshop-Fragestellungen

Im Workshop werden sowohl der bisherige Prozess beispielhaft visualisiert als auch erste Vorüberlegungen/Daten zur Betrachtung der Lehr- und Kompetenzentwicklung der Studierenden dargestellt (Daten aus Vorstudie).

Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind eingeladen über die Möglichkeiten der Evaluation von studentischem Kompetenzgewinn anhand eines solchen Projektes zu diskutieren. Eigene Erfahrungsberichte und Austausch hierzu sind herzlich willkommen. Fragestellungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden vorab geclustert.

Fragestellungen und Austausch, der sich aus dem Projektverlauf ergibt:

- Möglichkeiten und Ansätze den Kompetenzgewinn wissenschaftlich zu beforschen.
- Reduktion der Projektkomplexität erwünscht: auf welche didaktische Methode erscheint eine Fokussierung sinnvoll?
- Übertragbarkeit von Formaten – finden sich Übereinstimmungen oder leicht anwendbare Prinzipien in der didaktischen Unterstützung solch komplexer Projekte?

## Literatur

Huber, L. (2009): Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. In: Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen, hrsg. v. Ludwig Huber, Julia Hellmer und Friederike Schneider. Bielefeld: Universitätsverlag Webler, S. 9–35

Huber, L.; Pilniok, A.; Sethe, R.; Szczyrba, B.; Vogel, M. (Hg.) (2014): Forschendes Lehren im eigenen Fach. Scholarship of Teaching and Learning in Beispielen. Blickpunkt Hochschuldidaktik, W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld

Jungmann, T.; Kühn, F., Nimsch, C. (2010): Forschendes Lernen im industriellen Projektmanagement. ZFHE Jg.5/Nr.3 (Sept. 2010), S. 87–104

Quellmelz, M.; Heimeier, A.; Zickerick, B. (2014): Die Bedeutung von Schlüsselkompetenzen an der TU Dortmund. Eine Bedarfserhebung. In: Journal Hochschuldidaktik, 25. Jg., 2014, Nr. 1–2, S. 24–27.

Richter, R. (2006): Employability – Beschäftigungsfähigkeit. Zur Diskussion im Bologna-Prozess und in Großbritannien.

Spinath, B.; Seifried, E.; Eckert, C. (2014): Forschendes Lehren: Ein Ansatz zur kontinuierlichen Verbesserung von Hochschullehre. In: 14. Journal Hochschuldidaktik 1–2/2014

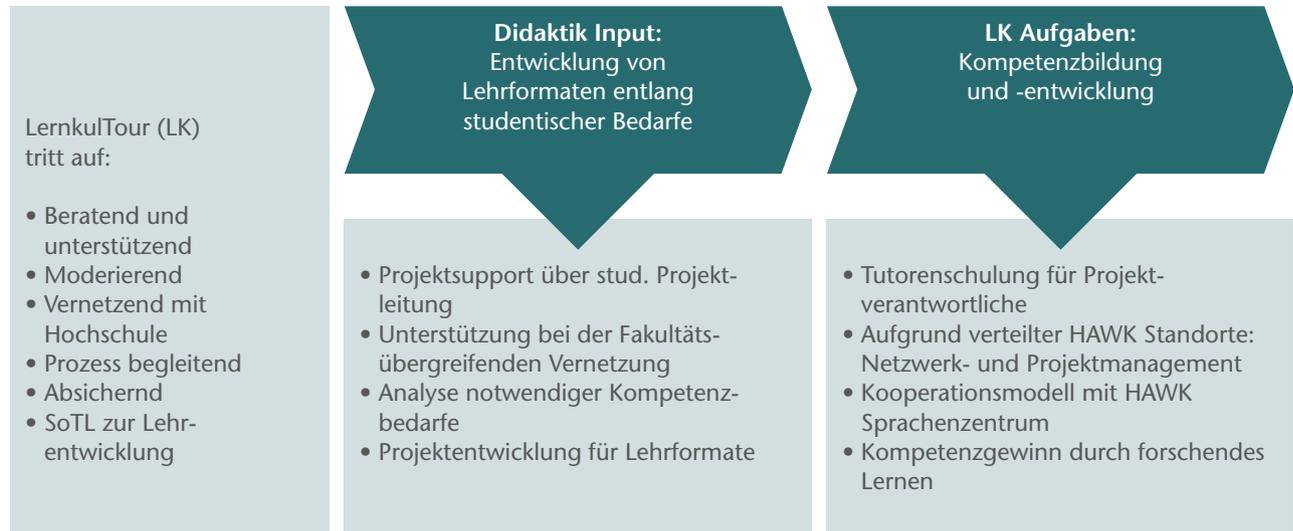
Wiepcke, C. (2010): Employability als Querschnittsansatz der Hochschulausbildung. Ein Spannungsfeld zwischen Gesellschaft, Unternehmen und Studierenden. Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Institut für Gesellschaftswissenschaften, 2010\_(Nr. 2)

Wildt, J. (2009): Forschendes Lernen: Lernen im „Format“ der Forschung. Journal Hochschuldidaktik, Jg. 20 (2009), Heft 2

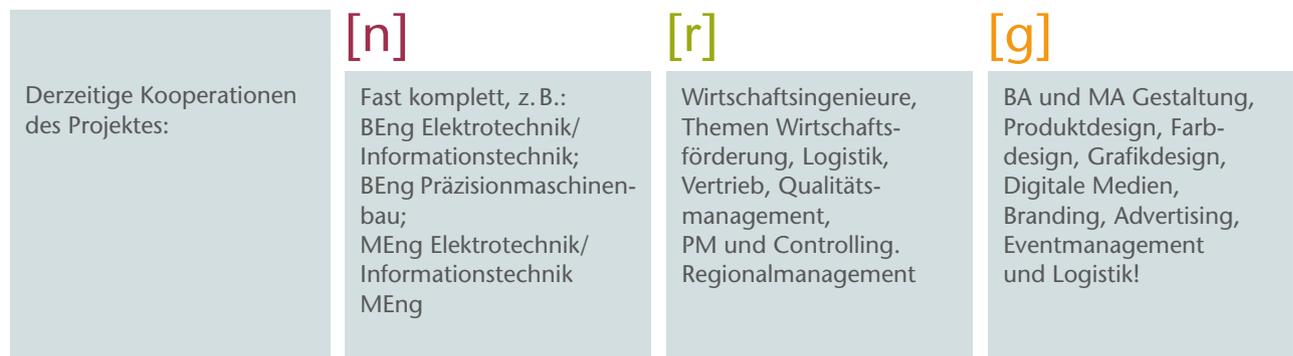
Zartmann, E. J. (2014): Portfolioarbeit – kohärente Lernprozesse im Kontext forschenden Lernens. In: Journal Hochschuldidaktik, 25. Jg., 2014, Nr. 1+2, S. 17–23

Zubizarreta, J. (2008): The Learning Portfolio: A Powerful Idea for Significant Learning. ©2008 The IDEA Center, Manhattan, Kansas

## Schematische Darstellung der LernkulTour Unterstützung zur Kompetenzorientierten Lerngestaltung



Autarker, hoch komplexer und von Studierenden im Sinne des forschenden Lernens gesteuerter Arbeitsprozess mit einer Vielzahl an Subprozessen, z.B.: Finanzakquise und -management, Projektmanagement, Marketing und Produktdesign/Webdesign, Eventorganisation, Steuerung von Innovations-/Produktionsprozessen, Präsentationen, Kommunikation, Fakultätsübergreifende Steuerung, etc.



### LK Organisations- entwicklung: Kompetenzerstellung und Modellierung

- LK Auftrag Modellierung und Erstellung von konkret übertragbaren Lehrkonzepten
- Vermittlung für die Stud. Projektarbeit/für Lehrende i.S. eines Didaktik Angebotes
- Beispiel zur Kompetenzorientierung

### LK Strategie: Projektwahrnehmung internes/externes Marketing, Lehrformatentwicklung

- Organisationsentwicklung
- Außenwirkung: MINT Werbung in Schulen
- Kompetenzorientierung verankern, Konzept ist übertragungsfähig
- (Re-) Akkreditierung
- Beispiel für forschendes Lernen und Lehren

Integration der Kompetenzen weiterer Fakultäten ist denkbar, (soziale Arbeit, Baumanagement, Ressourcenmanagement, regenerative Energie, ...)

### LernkulTour (LK) interne Projektzielkonformität:

- Alternativmodell zum bestehenden Kompetenzerwerb an den Fakultäten. Berufsnah, -orientierend.
- Alternativer Kompetenzentwicklungsprozess auf Basis und getragen aus dem Interesse der Projektmitglieder von „Formula Student“. LernkulTour kann die Projektentwicklung hinsichtlich der Kompetenzen beobachten und Steuern, und diese ggf. mit dem bestehenden Kompetenzerwerb an der Fakultät [n] vernetzen bzw. und darüber hinaus anbieten.
- Dynamische Entwicklung mit wohlwollender Zuarbeit Lehrender über mehrere Fakultäten hinweg möglich – „Tiefenwirkung“, da mehrere ProfessorInnen bereits Förderung und Unterstützung des Projektes durch Abschlussarbeiten oder Credits zusagen
- Daraus ableitbar: höhere Akzeptanz der Kompetenzvermittlung als Bestandteil des Lehrauftrages. Fortentwicklung des Programmes kann als Element in der Re-Akkreditierung verstanden/verwendet werden.
- Steigende Bedeutung kompetenzorientierten Lehrens und Lernens. Professorinnen/en bzw. engagierte Studierende können sich Studieninhalte studiengangübergreifend lehren/aneignen.
- Querschnittveranstaltung für diverse Studienschwerpunkte
- LernkulTour Vernetzung mit weiteren internen Hochschulakteuren wie dem Bereich der Fortbildungsangebote
- LernkulTour Vernetzung mit international sichtbarem Projekt unter Einbeziehung mehrerer Fakultäten zur Kompetenzentwicklung. Marketingaspekt.

# STACK – Ein neuer Fragetyp in der Mathematik

Manfred Daniel, Bernd Wingerter  
DHBW Karlsruhe, optes<sup>1</sup> – Für eine optimale Selbststudiumsphase  
E-Mail: {daniel, wingerter}@dhw-karlsruhe.de

## Abstract

Dieser Artikel stellt den neuen elektronischen Fragetyp STACK zur Formulierung von Mathematik-Aufgaben in elektronischen Tests und eKlausuren vor. Dieser steht als Plugin für die Learning Management Systeme (LMS) moodle und ILIAS zur Verfügung. Mit diesem Fragetyp ist es möglich, mathematische Ausdrücke wie Matrizen und Gleichungen als Lösung eingeben zu lassen und die Ergebnisse der Testteilnehmer auf mathematische Eigenschaften zu untersuchen. Bei der Auswertung findet kein Stringvergleich statt, sondern es wird das Computer-Algebra-System (CAS) Maxima, das als Open-Source-Projekt entwickelt wird, verwendet. Außerdem können Fragen randomisiert und differenziertes Feedback gegeben werden.

## Einleitung

Das Gemeinschaftsprojekt optes, welches im Rahmen des Qualitätspakts Lehre vom BMBF gefördert wird, befasst sich mit der Unterstützung von Studienanwärtern und -anfängern im Bereich des mathematischen Grundlagenstudiums. Der Einsatz verschiedener elektronischer Lern- und Testangebote hat zum Ziel, insbesondere die Abbrecherquoten in den MINT-Fächern zu reduzieren. Die Maßnahmen reichen dabei vom Propädeutikum bis zum abschließenden eAssessment in Form von eKlausuren. Nachdem sich in diesem Rahmen ILIAS-Fragetypen für Mathematikaufgaben nur begrenzt einsetzen ließen, konnte 2014 ein großer Fortschritt mit der Implementierung eines neuen Fragetyps erreicht werden.

<sup>1</sup> optes ist ein vom BMBF gefördertes Gemeinschaftsprojekt im Rahmen des Qualitätspakts Lehre und wird durchgeführt von der Dualen Hochschule Baden-Württemberg, der Hochschule Ostwestfalen-Lippe und dem Verein ILIAS open source e-Learning e.V. in Zusammenarbeit mit der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg und der Zeppelin Universität. Förderkennzeichen: 01PL12012.

Dieser Fragetyp heißt STACK und steht für System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel. Aus dem Namen lässt sich die Verwendung eines Computer-Algebra-Systems (CAS) ableiten, konkret handelt es sich dabei um Maxima, das als Open-Source-Projekt entwickelt wurde.

STACK wurde von Christopher Sangwin (Loughborough University) entwickelt und bereits im Jahr 2005 veröffentlicht. Im Jahr 2013 erfolgte die Integration der Version 3.0 als eigener Fragetyp in moodle. Über ein Crowdfunding entwickelten Fred Neumann und Jesus Copado (Universität Erlangen) im Jahr 2014 ein STACK-Plugin für ILIAS. Für ILIAS 4.x steht es als Version 1.9 ohne Autoreninterface zur Verfügung. Somit mussten bisher Fragen in moodle erstellt und bearbeitet werden und anschließend nach einem Export in ILIAS importiert werden. Seit Februar 2015 hat das STACK-Plugin für ILIAS 5 ein Autoreninterface. Mit diesem ist es nun möglich Fragen direkt in ILIAS zu erstellen und zu verändern.

## Vorteile von STACK

Mit STACK können mathematische Ausdrücke wie beispielsweise Gleichungen, Mengen oder Matrizen als Lösung nicht nur wie bei Multiple-Choice-Aufgaben ausgewählt sondern eingegeben werden. Hierfür werden Ausdrücke in AsciiMath-Syntax eingegeben, welche in einer Vorschau betrachtet werden können. In Abbildung 1 sieht man die Eingabe des Testteilnehmers rot umrandet, darunter wird die Vorschau ausgegeben in der zu sehen ist, wie das System diese interpretiert. An dieser Stelle ist auch eine Korrektur möglich, wenn die Interpretation des Systems anders ausgefallen ist, als gewünscht. Beispielsweise müssen bei der Eingabe von Brüchen oft deutlich mehr Klammern verwendet werden als es beim Aufschreiben auf Papier der Fall ist. Hierbei passieren leicht Fehler, die auf die Verwendung der Syntax zurückzuführen sind. Durch die Vorschau können solche Eingabefehler leicht korrigiert werden.

Wichtig ist die Unterscheidung von Vorschau und Bewertung der Eingabe. Bei der Vorschau, die auch Validierung genannt wird, wandelt das System den eingegeben Code lediglich zu einem lesbaren Ausdruck (beispielsweise eine Matrix oder eine Funktion) um und ermöglicht so dem Teilnehmer seine Eingabe falls nötig zu korrigieren. Die inhaltliche Prüfung erfolgt erst nach erfolgreicher Validierung.

Bei der Prüfung wird die Eingabe durch das CAS auf mathematische Eigenschaften getestet.

Abhängig von der Eingabe der Studierenden kann dann differenziertes Feedback gegeben werden. Somit kann ein Studierender beispielsweise die Rückmeldung bekommen, dass seine Eingabe zwar algebraisch äquivalent ist, diese aber

Abb. 1

Berechnen Sie für folgende Funktion alle partiellen Ableitungen 2. Ordnung:

$$f(x, y) = x \cdot y^5 + y^3 + x^2 \cdot y + x^3$$

(Hinweis: Mit  $f_x = \frac{df}{dx}$  ist die Ableitung von  $f$  nach  $x$  gemeint.)

$$f_x(x, y) = y^5 + 2 \cdot x \cdot y + 3 \cdot x^2$$

Ihre letzte Antwort wurde folgendermaßen interpretiert:

$$y^5 + 2 \cdot x \cdot y + 3 \cdot x^2$$

noch nicht vollständig vereinfacht sei. Damit solche Abfragen durchgeführt werden können, muss kein CAS-Code geschrieben werden. Durch STACK werden Mehrfachabfragen der definierten Eigenschaften über einen Rückmeldebaum (potential response tree) verknüpft.

Abb. 2

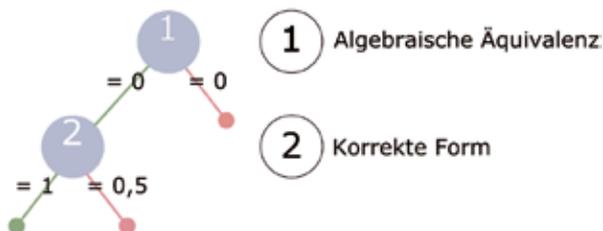
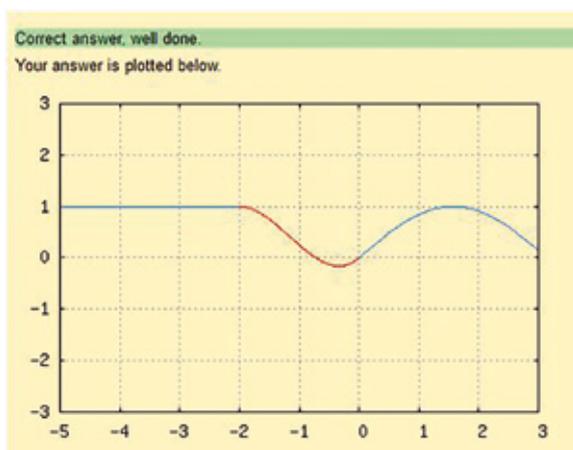


Abbildung 2 zeigt einen solchen Rückmeldebaum, hierbei wird im ersten Knoten die algebraische Äquivalenz abgefragt, falls die Eingabe diese Eigenschaft erfüllt, wird im zweiten Knoten geprüft, ob die Eingabe vollständig vereinfacht ist. Aus dem Schaubild geht weiter hervor, dass für eine vollständig vereinfachte und algebraisch äquivalente Eingabe volle Punktzahl vergeben wird, wohingegen bei nicht vollständiger Vereinfachung lediglich die Hälfte der Punkte erreicht wird. Diese Punktevergabe haben die Autoren gewählt, eine andere Aufteilung wäre ebenso möglich. An jedem Knoten findet also eine Prüfung einer mathematischen Eigenschaft statt, die das Ergebnis „wahr“ oder „falsch“ liefert. Je nach Ergebnis kann der Baum unterschiedlich fortgeführt und pfadabhängig Feedback gegeben werden. Auch innerhalb des Feedbacks ist die Verwendung des CAS möglich, so kann zum Beispiel bei der Frage nach der Stammfunktion einer Funktion, die eingegebene Lösung des Testteilnehmers differenziert und mit der ursprünglichen Funktion verglichen werden. Für eine bessere Veranschaulichung ist es möglich, die Ergebnisse im Feedback plotten zu lassen (Abb. 3).

Abb. 3



Das Feedback kann den verschiedenen Bedürfnissen des Fragenautors angepasst werden. Auf der einen Seite gibt es die Möglichkeit, die erreichten Punkte anzuzeigen, oder wie für das formative Assessment üblich, ein umfangreiches Feedback auszugeben. Auf der anderen Seite kann beispielsweise in einer Klausur gar keine Rückmeldung gegeben werden.

Das CAS führt keinen einfachen Stringvergleich der Eingabe mit der hinterlegten Lösung durch, sondern prüft die Eingabe auf mathematische Eigenschaften. Dadurch ist nach der Analyse verschiedener Eigenschaften ein differenziertes Feedback möglich.

Fragenautoren können in STACK eine ganze Reihe von Antwort-Eigenschaften spezifizieren, die sie prüfen können und darüber hinaus durch Maxima noch viele weitere Möglichkeiten.

Die hinterlegte Lösung des Fragenautors muss kein absolutes Ergebnis sein, sondern kann auch eine Berechnung durch das CAS sein. Die Aufgabe „Differenzieren Sie die Funktion nach “ kann Maxima beispielsweise mit  $\text{diff}(f,x)$  selbst lösen. Da sich Aufgabenvariablen zufällig erzeugen lassen, können so randomisierte Funktionen erzeugt und durch das CAS die Ableitung berechnet werden. Diese Vorgehensweise funktioniert auch bei anderen Themen wie Matrizenrechnung. So können den Studierenden vielfältige Übungsaufgaben automatisch generiert und zum Üben angeboten werden.

Ein weiterer Vorteil der CAS-Berechnung ist, dass die Eingabe der Testteilnehmer in einer vorherigen Lücke für die Berechnung der richtigen Lösung in der folgenden Lücke verwendet werden kann. So könnten bei geschickter Fragenkonstruktion teilweise Folgefehler in einer Berechnung berücksichtigt werden. Auch denkbar ist, dass Studierende, die bei einer vorhergehenden Teilaufgabe keine Lösung berechnen konnten, eine plausible Annahme treffen, mit der das CAS weiter rechnen kann, um eine folgende Teilaufgabe zu bewerten.

## Zusammenfassung und Ausblick

Auch wenn einige Probleme wie das Prüfen von Beweisführung oder das Nachvollziehen von Denkprozessen und Strukturierung ungelöst bleiben, haben wir an verschiedenen Beispielen deutlich gemacht, dass STACK sowohl für das formative, als auch für das summative eAssessment großes Potential für die Mathematikdidaktik aufweist. Die beschriebenen Vorteile sind:

- Mathematische Ausdrücke wie Matrizen, Mengen und Funktionen von Testteilnehmern eingeben zu können, ermöglicht neue Aufgabenkonstruktionen.
- Da Aufgaben randomisiert werden können, ist es möglich, viele Aufgaben der gleichen Bauart zu erzeugen.
- Eine automatische Auswertung von Äquivalenzprüfungen und anderen Mathematischen Eigenschaften ist realisierbar.
- Ein differenziertes Feedback bezogen auf die Antwort der Testteilnehmer ist möglich.

Dieses Potential geht mit einer hohen Komplexität einher, was zu einem großen Aufwand beim Erstellen von guten Aufgaben führt.

Daher ist es wünschenswert und notwendig, dass sich Autoren verschiedener Hochschulen bei der Erstellung unterstützen und einen gegenseitigen Fragensaustausch betreiben. In der SIG Mathe + ILIAS wurde ein erster Schritt in diese Richtung bereits getan.

Weitere Information dazu finden Sie auf der Community-Seite: [http://www.ilias.de/docu/goto\\_docu\\_crs\\_2652.html](http://www.ilias.de/docu/goto_docu_crs_2652.html)

Als Quelle für diesen Artikel dienten frei verfügbare Informationen über STACK auf <http://stack.bham.ac.uk/>, sowie Erkenntnisse durch eigene Anwendung und den Austausch mit Christopher Sangwin.

# Forschendes Lernen und Problemlösen im MINT-Bereich selbständigkeitsorientiert begleiten – Ein fächerübergreifendes Ausbildungskonzept

Martin Bracke, TU Kaiserslautern  
E-Mail: bracke@mathematik.uni-kl.de  
Detlev Friedewold, Curriculum Institut Hamburg  
Jörn Schnieder, Universität zu Lübeck

## 1. Bisheriger Forschungsstand

Wie diese Unterstützung konkret aussehen und wie das entsprechende Know-how von den Lehrpersonen selber erworben werden kann, das sind im Wesentlichen offene Fragen, die zwar auf ein zunehmendes Interesse schul- und hochschuldidaktischer Forschung stoßen, aber noch weit von einer auch nur ansatzweise klaren Antwort entfernt sind. Man weiß zwar, dass solche Formen non-direktiver Gesprächsführung besonders förderlich sind, welche auf fachinhaltlicher Ebene äußerst zurückhaltend und alternativen Lösungsansätzen gegenüber hohtolerant, den Studierenden und Schülern und ihren Gedanken gegenüber aber aufgeschlossen, interessiert und wertschätzend agieren. Im Fokus des Forschungsinteresses stehen dabei sogenannte (strategische) Lehrerinterventionen und die immer wieder geforderte Haltung des Zuhörens und der Kommunikation auf Augenhöhe. Die Forschungs- und Problemlösebegleiter haben dabei die sehr anspruchsvolle Aufgabe, diesen Prozess orientiert an den Idealen minimaler fachlicher Hilfe (Aebli 2011, Zech 2002) sowie größtmöglicher Selbständigkeit und Selbstbestimmung der Lernenden zu unterstützen. Ihre Hilfsangebote und Interventionen sollen den Adressaten zu Schritten in seine individuelle „Zone der nächsten Entwicklung“ (Vygotski) ermöglichen.

Insbesondere gibt es bislang keine wissenschaftlich beforschten Erkenntnisse zur Didaktik und Methodik entsprechender Fortbildungen für Forschungs- und Problemlösebegleiter (Kunter et al. 2011, Link 2011). Das vorzustellende Workshop-Konzept versteht sich insofern als erster Schritt in der Entwicklung eines tragfähigen, fächerübergreifend angelegten Multiplikatoren-Konzepts zur Fortbildung von „Forschungs- und Problemlösebegleitern“.

## 2. Wieso Modellieren?

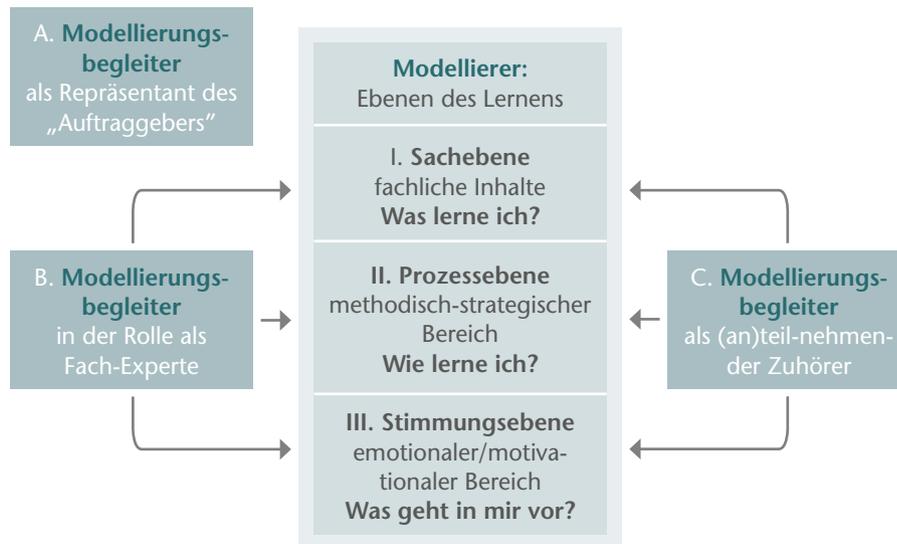
Das vorliegende Konzept rückt mathematische Modellierungsaufgaben ins Zentrum des Ausbildungsgeschehens. Die Bearbeitung von Modellierungsaufgaben kann in geradezu klassischer Weise als Anlass zu forschendem Lernen angenommen werden. Sie sind auch, so unsere Annahme, als Prototypen für Aufgaben forschenden Lernens geeignet, Forschungsbegleitung zu unterstützen. Auch seminarpädagogisch hat sich die Bearbeitung von mathematischen Modellierungsaufgaben im Sinne eines „Mini-Forschungsprojekts“ als hilfreich erwiesen (s. u.). Auch wenn die folgenden Überlegungen am Beispiel der Mathematik und mathematischen Modellierens verdeutlicht werden, sind sie doch auch auf andere Disziplinen und Themen im MINT-Bereich übertragbar. Etwas vereinfacht ausgedrückt handelt es sich dabei um mathematische Anwendungsaufgaben, die auf sehr verschiedenen mathematischen Niveaustufen sinnvoll bearbeitet werden können und dabei so offen formuliert sind, dass ihre Lösung forschungsähnliche Fertigkeiten, d.h. selbstgesteuertes, forschendes und problemlösendes Denken und Arbeiten in besonderem Maße fördert (Bracke/Humenberger 2012, Greefrath et al. 2013). Mathematisches Modellieren wird hier als zielgerichtetes, methodisch kontrollierbares Handeln verstanden, als Handeln, dessen Erfolg sich am Erreichen oder auch Verfehlen vorgegebener Ziele etwa eines (fiktiven) Auftraggebers orientiert. Dieses Ziel kann auf sehr verschiedenen Wegen erreicht werden. Welche Wege tatsächlich beschritten werden, wird sicher von den konkreten fachlichen und fachmethodischen Vorkenntnissen der jeweiligen Arbeitsgruppe abhängen.

## 3. Rolle und Aufgabenbereiche des Modellierungsbegleiters

Diesem Konzept liegt die Grundannahme zugrunde, dass die Wirksamkeit einer Lehrperson von ihren Einstellungen gegenüber den Lernenden und Studierenden als Subjekte ihres Lernens abhängt. Es geht darum, von den Stärken und Möglichkeiten der Lernenden überzeugt zu sein, d.h. auf die inneren Ressourcen und Stärken sowie auf die Möglichkeiten zu vertrauen, sich selbständig die geeigneten Hilfen in ihrer Umwelt zu besorgen. Unbedingte Wertschätzung, Empathie und Authentizität (Rogers spricht von Kongruenz) sind Grundhaltungen des Lehrenden, mit denen selbstgesteuertes Lernen angeregt werden kann. Es liegt in der Natur der Sache, dass zumal forschendes Lernen (für einen ersten Überblick vgl. Huber 2013) in ganz besonderem Maße die Entwicklung des Potentials zu selbstgesteuertem Lernen anregen und die fachliche Autonomie des Einzelnen fördern und unterstützen kann und soll. „Wenn ich dem Menschen misstrauere, dann kann ich nicht umhin, ihn mit Informationen meiner eigenen Wahl vollzustopfen, damit er nicht einen falschen Weg geht. Wenn ich dagegen auf die Fähigkeiten des Individuums vertraue, sein eigenes Potential zu entwickeln, dann kann ich ihm viele Möglichkeiten anbieten und ihm erlauben, seinen eigenen Lernweg und seine eigene Richtung zu bestimmen.“ (Rogers 1991, 116)

Mithilfe des Ausbildungskonzepts sollen Lehrpersonen einen „inneren Kompass“, d.h. ein bewusstes Gespür dafür entwickeln, wie sie Schüler/innen und Studierende in Prozessen forschenden Lernens und Problemlösens personenbezogen und situativ adäquat unterstützen können.

Abb. 1: Rollen- und Aufgabenbereiche in der Modellierungsbegleitung<sup>1</sup>



Dabei sollen sie die Lernenden nicht nur auf der fachbezogenen Sachebene (s. Abb. 1, Mitte) begleiten und ihre Lösungsversuche und -schritte wahrnehmen und nachvollziehen. Vielmehr geht es darum, die Lernenden in ihrer Gesamtpersönlichkeit und -befindlichkeit im Blick zu haben und zu versuchen, ihr „inneres Erleben“ (Rogers 1983, Nicolaisen 2013) im Problemlöseprozess anteilnehmend zu verstehen. Zu diesem Zweck sollen vermehrt zwei weitere, für ein erfolgreiches Problemlösen maßgebliche Ebenen des Lernens in den Blick genommen werden: die Prozessebene, auf welcher das methodisch-strategische Vorgehen im Mittelpunkt steht, sowie die Stimmungsebene,

auf welcher es um die förderlichen oder hinderlichen emotionalen und motivationalen Anteile beim Problemlösen geht (Friedewold/Nicolaisen/Schnieder 2015a, b).

Als weitere Orientierungspunkte im „inneren Kompass“ werden drei Rollen unterschieden, aus welchen heraus die Lehrperson in der Modellierungsbegleitung agiert und an welche jeweils spezifische Aufgaben geknüpft sind:

- a) Zu Beginn und in der Endphase eines Modellierungsprojekts tritt die Lehrperson als Repräsentant des (fiktiven) Auftraggebers auf; als solcher erteilt und erläutert sie am Anfang den Auftrag und führt zum Schluss die Abnahme und Bewertung der Ergebnisse durch.
- b) Ihre Rolle als Fach-Experte soll die Lehrperson möglichst zurückhaltend und nach dem Prinzip minimaler Hilfe ausüben. Je nach Bedarf kommen Interventionen auf der Sach-, Prozess- oder Stimmungsebene zum Tragen.
- c) Die Rolle des (an)teilnehmenden Zuhörers ist in der Modellierungsbegleitung die tragende. Die Grundhaltung des wertschätzenden und authentischen Verstehens unterstützt die Schüler und Studenten im Entwickeln eigenständiger Lösungen.

## 4. Workshopdidaktik und -methodik

Das Besondere des Konzepts zur Modellierungsbegleitung besteht darin, in enger Orientierung an und Auseinandersetzung mit den Leitlinien professioneller Beziehungsgestaltung nach Carl Rogers, mathematikdidaktische Kenntnisse in enger Verzahnung mit Bausteinen klientenzentrierter Gesprächsführung sowie weiteren Ansätzen aus Coaching und Lerncoaching zu vermitteln und einzuüben. Vor diesem Hintergrund geht es neben der Vermittlung 1) mathematikdidaktischer und 2) kommunikationspsychologischer Grundlagen schwerpunktmäßig um die 3) Auseinandersetzung mit den humanistisch-psychologisch ausgewiesenen Leitlinien professioneller Beziehungsgestaltung.

1) Wir gehen davon aus, dass der Modellierungsbegleiter über einen fundierten fachlichen Hintergrund verfügt, der es ihm gestattet, situations- und sachspezifische Hinweise zu geben. Daher verzichten wir auf die Vorbereitung des Modellierungsbegleiters, etwa durch das Erstellen gestufter Hilfen entlang einer Musterlösung im Vorfeld der eigentlichen Modellierung. Die Begleitung basiert stattdessen auf Frage-, Hinweis- und Impulstechniken (Link 2011), mit denen das Nachdenken der Modellierenden auf strategisch relevante Aspekte einer Aufgabe gelenkt werden soll, ohne inhaltlich zu viel vorwegzunehmen bzw. vorzuschreiben. Solche Techniken dienen der situations- und sachspezifischen Umsetzung heuristischer Überlegungen und können gezielt im Rahmen individueller Beratungsgespräche zu konkreten Modellierungsaufgaben eingesetzt werden.

Wir vermitteln Reframing-Techniken, wie sie im lösungsfokussierten Kurzzeitcoaching nach de Shazer (2014) entwickelt wurden und zeigen die Anwendung in kritischen oder problembehafteten Situationen des Modellierungsprozesses. Hierbei werden nicht nur kognitive, sondern gerade auch gruppenspezifische und emotions- und ressourcenbezogene Schwierigkeiten einbezogen. Weiter wird mit dem Konzept fundamentaler Ideen der Mathematik (Schreiber 2011) und der Aufgabenvariation nach (Schupp 2002) gearbeitet. Damit können insbesondere zu Beginn der Modellierung, aber auch in Problemsituationen, minimale, nichtinvasive Denkprozesse angeregt werden.

2) Aus dem Bereich der Kommunikationspsychologie geht es um die Fähigkeit zur professionellen Kommunikation, welche neben dem Fachwissen eine Grundkompetenz in der Begleitung von Problemlöse- und insbesondere Modellierungsprozessen darstellt. Der Erwerb solcher Kompetenz wird durch praxisbezogene Trainingssequenzen einzelner sogenannter Gesprächs-Bausteine gefördert, wie sie den Konzepten pädagogisch-psychologischer Gesprächsführung (Nicolaisen 2013) sowie der personenzentrierten Kommunikation (Motschnig/Nykl 2009) entstammen.

3) Seitens der Modellierungsbegleiter bedarf es zudem einer besonderen inneren Haltung, die für die Entwicklung und Gestaltung einer lernförderlichen Arbeitsbeziehung hilfreich sein kann. Im Rahmen des Workshops sollen die Begleiter lernen, ein zunehmendes Maß an Freiheit sowie Vertrauen in den Lösungsprozess zuzulassen, ohne sich auch selbst zu überfordern (Rogers 1991, Cornelius-White/Harbaug 2009, Lyon/Rogers/Tausch 2013).

So sollen Sie sich beispielsweise mit eigenen Ängsten im Umgang mit überraschenden und überfordernd wirkenden Fragesituationen, aber auch mit Möglichkeiten und Grenzen ihrer eigenen Akzeptanz insbesondere im Blick auf individuelle Lösungswege und Gruppenprozesse beim **Modellieren auseinandersetzen**.

Seminarmethodisch wird der Workshop als „Lernen am Modell“ inszeniert und will geradezu als Folie für die spätere Begleitungsaufgabe dienen. Die Workshop-Teilnehmer arbeiten zunächst – und damit in der Rolle als Modellierer – eigene „Mini“-Forschungsaufgaben. Dabei werden sie von den Workshop-Leitern – die sich nun in der Rolle der Modellierungsbegleiter befinden – auf ihrem Lösungsweg unterstützt. Durch Lernen am Modell der Workshop-Leitung erhalten die Teilnehmer auf diesem Weg ein Beispiel für die inhaltliche und pädagogische Gesprächsführung und Impulsgestaltung während der Arbeit an Modellierungsaufgaben. In einem zweiten Schritt beraten die Teilnehmer – nun in der Rolle der Modellierungsbegleiter – andere Teilnehmergruppen bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben. Die regelmäßige Metareflexion auf die von den Teilnehmern selbst erprobten Theorie- und Praxisteile wie auch auf die methodische Gestaltung der Schulung insgesamt sichert den konsequenten Praxistransfer.

### **Literatur**

Aebli, H. (2011): Zwölf Grundformen des Lehrens. 11. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.

Bracke, M., Humenberger, H. (2012). Steigerung der Effizienz einer Kläranlage – eine erprobte Modellierungsaufgabe. *Mathematische Semesterberichte*, Springer Verlag. 59, (2), 261–288.

Cornelius-White, J., Harbaugh, A. P. (2009): *Learner-Centered Instruction*. Sage.

De Shazer, S. (2014): *Wege der erfolgreichen Kurztherapie*. 12. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.

Friedewold, D., Nicolaisen, T., Schnieder, J. (2015a): Lehre und Lernberatung durch TutorInnen in der Mathematik – die TutorInnenschulung „Universitäres Fach-Coaching in Mathematik“. In W. Paravicini, W. & J. Schnieder (Hrsg.): *Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2013*. Münster: WTM Verlag, S. 121–139.

Friedewold, D., Nicolaisen, T., Schnieder, J. (2015b): Lernstrategien im Rahmen mathematischer Tutorien und tutorieller Fachcoachings. In T. Nicolaisen & P. – Y. Martin (Hrsg.): *Lernstrategien fördern: Modelle und Praxisszenarien*. Weinheim: Beltz, S. 258–281.

Greefrath, G. et al. (2013). Mathematisches Modellieren – eine Einführung in theoretische und didaktische Hintergründe. In R. Borromeo Ferri et al. (Hrsg.), *Mathematisches Modellieren für Schule und Hochschule*. S. 11–38. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Huber, L. (2013). Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. In: Huber, L./Hellmer,

- J./Schneider, F. Forschendes Lernen im Studium. Bielefeld: UVW, S. 9–35
- Kunter, M. et al. (Hrsg.) (2011): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Münster: Waxmann.
- Link, F. (2011). Problemlöseprozesse selbständigkeitsorientiert begleiten. Wiesbaden: Vieweg und Teubner.
- Lyon, H., Rogers, C., Tausch, R. (2013): On becoming an effective teacher. Routledge.
- Motschnig, R., Nykl, L. (2009): Konstruktive Kommunikation. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Nicolaisen, T. (2013). Lerncoaching-Praxis. Weinheim: Beltz Juventa.
- Rogers, C. (1991): Lernen in Freiheit. München: Kösel.
- Rogers, C. (1983). Therapeut und Klient. Frankfurt/M.: Fischer.
- Schreiber, A. (2011): Begriffsbestimmungen. Aufsätze zur Heuristik und Logik mathematischer Begriffsbildung. Berlin: Logos-Verlag.
- Schupp, H. (2002): Thema mit Variationen. Hildesheim, Berlin: Franzbecker.
- Zech, F. (2002): Grundkurs Mathematikdidaktik. Weinheim: Beltz.

# Betreuungskonzepte für Online-Vorkurse in Mathematik: Fachliche und überfachliche Aspekte

Katja Derr, Reinhold Hübl, Tatyana Podgayetskaya  
DHBW Mannheim

E-Mail: {katja.derr; reinhold.huebl; tatyana.podgayetskaya}@dhw-mannheim.de

## Einleitung

Im Hochschulverbundprojekt optes<sup>1</sup> werden unterschiedliche Konzepte für das begleitete Selbststudium der Mathematik im Bereich Übergang Schule/Hochschule entwickelt und erprobt. Im Teilprojekt „formatives eAssessment“, das an der DHBW Mannheim angesiedelt ist, wurde im Jahr 2014 ein modulares Vorkursangebot durchgeführt und evaluiert, das die Heterogenität der angehenden Studierenden berücksichtigt. Im Bereich der Schulmathematik ist diese ein mittlerweile recht gut dokumentiertes Phänomen (z. B. Hoppenbrock et al., 2013); auch die Einstiegstestergebnisse der optes Vorkurse weisen eine hohe Varianz auf (Derr et al., 2015). Unterschiede bestehen allerdings nicht nur auf fachlicher, sondern auch auf überfachlicher Ebene. Diese umfasst neben grundlegenden kommunikativen Fähigkeiten auch die effektive Planung, Gestaltung und Überprüfung des eigenen Lernprozesses (Boekaerts et al., 2000). Ein Mangel an „Studierfähigkeit“, oder „lack of preparedness“ (Croft et al., 2009), erschwert somit die Teilnahme an Vorbereitungskursen, die das Schulwissen in sehr komprimierter Form wiederholen.

Im optes Vorkurs helfen ein diagnostischer Einstiegstest und ein darauf basierendes Feedback, gegliedert nach 10 Themenbereichen, mit individuellen Lernempfehlungen bei der Selbsteinschätzung und der Planung der weiteren Lernhandlungen. Die Bearbeitung der Online Lernmaterialien im Selbststudium eignet sich vor allem für Studienanfänger/-innen, die kleinere Wissenslücken schließen möchten, und oder über angemessene Lernstrategien verfügen. Für Vorkursteilnehmer/-innen, die eine stärkere Unterstützung benötigen, wurde das Zusatzangebot „Betreutes eLearning“ entwickelt und im Jahr 2014 erstmalig durchgeführt.

<sup>1</sup> optes – Optimierung der Selbststudiumsphase – wird im Rahmen des Qualitätspakts Lehre aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL12012 gefördert.

## Betreutes eLearning

Das Betreuungskonzept basiert auf der Arbeit des optes Teilprojekts eMentoring (Halm et al., 2013), sowie auf Erfahrungen der DHBW Mosbach, die einen ähnlichen Ansatz verfolgt (Deimling, 2012). Ziel dieses Angebots ist die stärkere Aktivierung und Motivierung der Lernenden durch den Kontakt zu Fachdozenten bzw. eMentoren und einer Lerngruppe, sowie eine stärkere Strukturierung des Lernprozesses. Auf Basis ihrer Einstiegstestergebnisse werden die Studienanfänger/-innen einer Gruppe zugeordnet, die im gleichen Zeitraum die gleichen Lernmodule bearbeitet. Gemäß dem Prinzip der „minimalen Hilfe“ werden die Online-Lernmodule zunächst in Eigenregie bearbeitet, bei Bedarf werden dann Peers oder Lehrpersonen im Online-Forum um Tipps zur Lösung eines Problems gebeten (z. B. Aebli, 2011).

Neben der Strukturierung des Lernplans und der Kommunikation in der Gruppe besteht der zentrale Unterschied zum reinen Selbststudium in der höheren Verbindlichkeit. Die Kursteilnahme wird nur bestätigt, wenn ein/e Teilnehmer/in vier Aufgabenblätter rechtzeitig bearbeitet und eingereicht hat (ein Aufgabenblatt pro Thema und Woche). Dieses offene Aufgabenformat ermöglicht den Dozent/-innen einen Einblick in die einzelnen Rechenschritte der Teilnehmer/-innen; anders als bei geschlossenen oder halb offenen Online-Aufgabentypen kann so nachvollzogen werden, ob und an welcher Stelle eines Lösungsansatzes eine Fehlkonzeption vorliegt. Studienanfänger/-innen, die den Kurs im Selbststudium bearbeiten, erhalten diese Aufgaben nicht.

## Komplexität von Aufgaben

Im Konzept für den Einsatz von formativem eAssessment im Vorkurs wird berücksichtigt, welche Aufgabenformate für welchen Einsatz geeignet sind. Insbesondere im Selbststudium sollte die Komplexität nicht zu hoch sein, um Missverständnisse, Frustration und Zeitverlust zu vermeiden. Die Komplexität oder Schwierigkeit einer Aufgabe bemisst sich dabei nach dem Grad der kognitiven Anforderung, die sie an die Lernenden stellt.

In Anlehnung an Taxonomien der Verarbeitungstiefe (Anderson & Krathwohl, 2001) lassen sich für den eLearning Bereich drei Anforderungsniveaus beschreiben (Mayer et al., 2009):

- **Aufgaben zur Übung/Reproduktion:** Ziel ist die Festigung des Gelernten, der vertraute Umgang mit mathematischen Verfahren, aber auch Einüben des Umgangs mit Maßeinheiten, Größen, Syntax und Fachsprache. Aufgaben auf diesem Anforderungsniveau sind wenig komplex und adressieren idealerweise nur ein Themengebiet, z. B. das Auflösen einer Gleichung mit Hilfe der pq-Formel.

- **Aufgaben auf dem Niveau Anwenden und Verstehen:** Ziel ist das Erlangen eines tieferen Verständnisses mathematischer Problemstellungen, das Herstellen von Bezügen zwischen mathematischen Verfahren, sowie zwischen mathematischen Verfahren und „authentischen“ Problemen. Beispiele für Aufgaben auf diesem Niveau sind Textaufgaben, kleinere Herleitungen oder Beweise.
- **Problemlösen:** Ziel ist das Anwenden und Kombinieren mathematischer Verfahren in unterschiedlichen Kontexten. Problemlöseaufgaben zeichnen sich durch hohe Komplexität (und Bearbeitungsdauer) und offene Lösungsansätze aus.

Für die Selbstdiagnose zu Beginn und die Lernerfolgskontrolle am Ende des Vorkurses (Pre-Posttest Vergleich) kommen ausschließlich Aufgaben von geringer Komplexität zum Einsatz, die in weniger als fünf Minuten gelöst werden sollten.

Nach Durchführung des Einstiegstests erhalten die Lernenden ein diagnostisches Feedback mit Hinweis auf geeignete Lernmodule, die kurze „aktivierende“ Übungsaufgaben mit ansteigender Komplexität für das Selbststudium enthalten, für die auch technische oder ingenieurwissenschaftliche Themen als Anker genutzt werden können.

Aufgaben von hoher Komplexität sind eher für die Arbeit in Gruppen bzw. unter Anleitung geeignet, im Konzept für formatives eAssessment kommen sie daher nur in den Kursformaten zum Einsatz, die von Fach-Mentor/-innen betreut werden und den direkten Austausch über individuelle Lösungsansätze erlauben.

Tab. 1: Einsatz von Aufgabentypen im formativen eAssessment

	Selbstdiagnose	Übung	Lernerfolgskontrolle
<b>Geringer Komplexitätsgrad</b> Aufgabentypen: geschlossen und halb offen, Multiple Choice, numerische Eingabe	x	x	x
<b>Mittlerer Komplexitätsgrad</b> Aufgabentypen: geschlossen und halb offen, Multiple Choice, numerische Eingabe, Formeleingabe (z. B. STACK, vgl. Sangwin, 2012)		x	
<b>Hoher Komplexitätsgrad</b> Aufgabentypen: offen, Upload von ausformulierten Lösungen, Feedback durch Fach-Mentor/-innen		x	

## Beispiel

Im Lernmodul „Arithmetik“ werden unter anderem Teilbarkeit und die Faktorisierung von ganzen Zahlen wiederholt. Im Online-Lernmodul wird dieses Thema durch ein sehr einfaches Beispiel eingeführt und mit einer Animation illustriert (s. Abb. 1). Im weiteren Verlauf des Lernmoduls erhalten die Lernenden ähnliche Übungsaufgaben mit etwas ansteigender Schwierigkeit. Diese Aufgaben decken die unteren Komplexitätsniveaus ab, im jeweiligen Fragefeedback wird eine umfassende Musterlösung angeboten.

Im betreuten eLearning wird zu diesem Lerninhalt eine „Einreichaufgabe“ gestellt, die sich auf einem höheren Niveau befindet (s. Abb. 2). Hier können unterschiedliche Herangehensweisen ausprobiert und mit der/dem Betreuer/-in diskutiert werden. In der abschließenden (Online-) Diskussion werden dann unterschiedliche Ansätze vorgestellt.

## Evaluation

Insgesamt waren im Jahr 2014 603 angehende Studierende im Online-Vorkurs eingeschrieben, davon haben 132 am „Betreuten eLearning“ teilgenommen. Fachliche Kompetenz, Vorwissen im Bereich mathematischer Grundlagen, wurde über den diagnostischen Eingangstest erfasst, der Lernerfolg im Vorkurs über einen Kontrolltest. Überfachliche Aspekte wurden über einen Fragebogen zum Lernverhalten adressiert (vgl. Schiefele et al., 2003), zusätzlich wurde die Online-Kommunikation im Vorkurs analysiert. Die Evaluationsfragebögen wurden insgesamt von 205 Teilnehmer/-innen beantwortet (davon 73 Teilnehmer/-innen Betreutes eLearning).

Der Einsatz der Einreichaufgaben wurde positiv evaluiert, 72 % der Teilnehmer/-innen bezeichneten diesen Aufgabentyp als „hilfreich“ bzw. „sehr hilfreich“. Ähnlich gutes Feedback erhielt die direkte E-Mail-Kommunikation mit den Fach-Mentor/-innen, während die Kommunikation über das Forum eher seltener genutzt wurde (s. Abb. 3).

Abb. 1: Online-Aufgabe (niedrige Komplexität) zum Thema Teilbarkeit

**1.3.1 Teilbarkeit**  
Teilbarkeit und Division mit Rest haben viele Anwendungen.  
BEISPIEL:  
Auf wie viele Arten lassen sich 12 Rosen in einem Rechtecksschema anpflanzen?

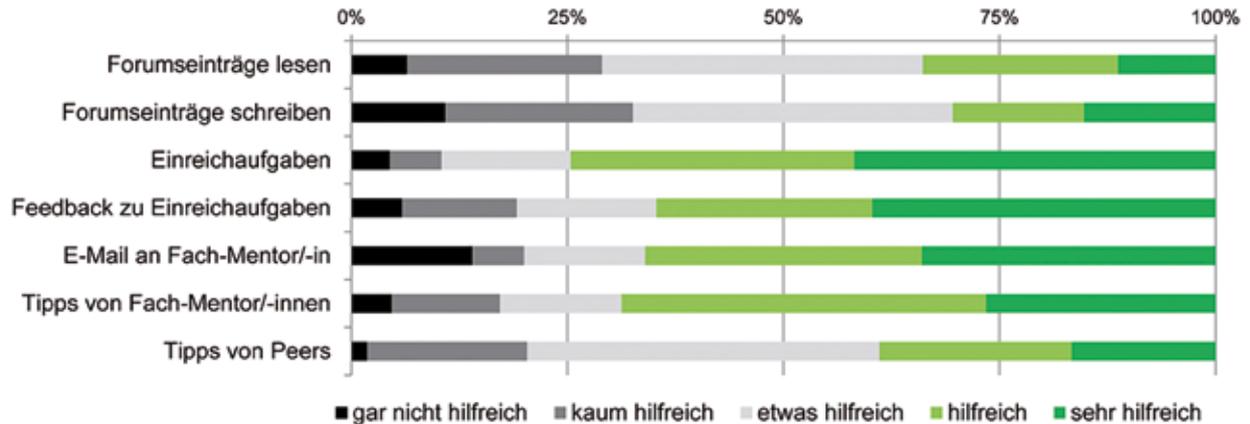
Abb. 2: Einreich-Aufgabe (hohe Komplexität) zum Thema Teilbarkeit (zit. nach Bartholomé et al., 1995)

Diese Aufgabe stammt aus einem indischen Rechenbuch des siebten Jahrhunderts:

Eine Frau trägt einen Korb mit Eiern auf dem Kopf. Als ein Pferd an ihr vorbei galoppiert, erschrickt sie und lässt den Korb fallen, so dass alle Eier zerbrechen. Als sie gefragt wird, wie viele Eier sie im Korb hatte, antwortet sie, dass sie das nicht wisse, weil sie nicht so weit zählen kann, dass aber, als sie die Eier in Gruppen von zweien aufteilte, eins übrigblieb, als sie die Eier in Gruppen von dreien aufteilte, zwei übrigblieben, als sie die Eier in Gruppen von vieren aufteilte, drei übrigblieben und als sie die Eier in Gruppen von fünf aufteilte, vier übrigblieben

Wie viele Eier hatte sie im Korb?

Abb. 3: Evaluationsfragebogen: „Welche Angebote des betreuten E-Learning waren für Sie hilfreich?“ (Skala von 1: gar nicht hilfreich bis 5: sehr hilfreich)(n=131; k. A. n=1)



Aus den vorliegenden Daten lässt sich nur teilweise ein Zusammenhang zwischen fachlichen und überfachlichen Fähigkeiten ablesen. So wurde beispielsweise erwartet, dass kommunikative Fähigkeiten, also eine hohe Aktivität und Interaktion in Foren und mit den Fach-Mentor/-innen, mit guten und sehr guten fachlichen Leistungen einhergehen. Im Kurs „Betreutes eLearning“ waren allerdings lediglich 16 Teilnehmer/-innen deutlich aktiv, und diese hatten weder im diagnostischen Eingangstest noch im Abschlusstest signifikant bessere (oder schlechtere) Ergebnisse.

In Bezug auf das Lernverhalten lassen sich teilweise Zusammenhänge zwischen einem hohen Grad von Selbstregulation (z. B. „Ich habe das Lernpensum, das ich mir vorgenommen habe, immer geschafft“) und guten Testergebnissen aufzeigen. Die Zusammenhänge sind allerdings nicht für alle Items nachweisbar, und Interaktionen mit anderen Variablen, wie z. B. schulischer Hintergrund oder tatsächliche Lernaktivität auf der Plattform, müssen noch genauer untersucht werden. Wenig überraschend waren signifikante Unterschiede zwischen Teilnehmer/-innen mit Zertifikat (n=132) und Teilnehmer/-innen, die die Einreichaufgaben nicht abgegeben und das betreute eLearning abgebrochen haben (n=19).

Für den Jahrgang 2015 wird das betreute eLearning durch Lernmaterialien zum Thema Zeitmanagement, Stressmanagement und Lesetechniken ergänzt und eine zusätzliche didaktische Schulung der Fach-Mentor/-innen durchgeführt. Der Fragepool, der im Rahmen des optes Teilprojekts formatives eAssessment entwickelt wurde, kommt in den Vorkursen der Partnerhochschulen zum Einsatz und wird nach Abschluss der aktuellen Projektphase als offene Ressource bereitgestellt.

## Literatur

- Aebli, H. (2011): Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001): A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman.
- Bartholomé, A., Rung, J. & Kern, H. (1995): Zahlentheorie für Einsteiger. Braunschweig: Vieweg.
- Boekaerts, M., Pintrich, P. R. & Zeidner, M. (Hrsg.) (2000): Handbook of self-regulation. New York: Academic Press.
- Croft, A. C., Harrison, M. C. & Robinson, C. L. (2009): Recruitment and retention of students – an integrated and holistic vision of mathematics support. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 40 (1), 109–125.
- Deimling, E. (2012): Betreuer Onlinekurs Mathematik zur Vorbereitung auf das Studium [www.dhbw-mosbach.de/mediendidaktik](http://www.dhbw-mosbach.de/mediendidaktik).
- Derr, K., Hübl, R. & Podgayetskaya, T. (2015): Betreuungsangebote in einem Online Vorkurs Mathematik: Modularisierung als Antwort auf heterogene Studierendenschaft? In: Gesellschaft für Didaktik der Mathematik GDM (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht.
- Halm, L., Heubach, M., Mersch, A. & Wrenger, B. (2013): Zwei Seiten des Online-Lernens in mathematischen Grundlagenveranstaltungen: Unterstützung Lehrender und Betreuung Studierender im Selbststudium, Tagungsband zum 1. HD MINT Symposium, S. 177–183.
- Hoppenbrock, A., Schreiber, S., Göller, R., Biehler, R., Büchler, B., Hochmuth, R. & Rück, H.-G. (Hrsg.) (2013): Mathematik im Übergang Schule/Hochschule und im ersten Studienjahr. khdm report 2013.
- Mayer, H. O., Hertnagel, J. & Weber, H. (Hrsg.) (2009): Lernzielüberprüfung im eLearning. München: Oldenbourg.
- Sangwin, C. (2012): Computer Aided Assessment of Mathematics using Stack, 12th International Congress on Mathematical Education COEX .
- Schiefele, U., Streblow, L., Ermgassen, U. & Moschner, B. (2003): Lernmotivation und Lernstrategien als Bedingungen der Studienleistung. Ergebnisse einer Längsschnittstudie. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 17 (3–4), 185–198.

## Lernziele – Zielorientiert zum Lehrerfolg

Axel Böttcher, Kathrin Schlierkamp, Veronika Thurner, Daniela Zehetmeier  
Hochschule München, Fakultät für Informatik und Mathematik  
E-Mail: ab@cs.hm.edu  
Andreas Kämper, Antje Nissler  
Hochschule München, Projekt HD MINT

### Zusammenfassung

Lernziele sind ein wichtiges Instrument professioneller Lehre, aus dem Lehrende und Lernende einen hohen Nutzen ziehen können. Gut formulierte Lernziele schaffen Transparenz darüber, welcher Lernfortschritt eigentlich erreicht werden soll. Damit helfen sie Lehrpersonen sowohl bei der inhaltlichen als auch bei der methodischen Planung ihrer Lehrveranstaltung, ebenso wie bei der Gestaltung der Prüfung. Lernende wiederum profitieren von den Lernzielen als Orientierungshilfe während der Selbstlernphasen und der Prüfungsvorbereitung sowie beim Überprüfen des eigenen Lernstatus.

### Motivation

Unabhängig vom konkreten Fachgebiet erwartet der heutige Arbeitsmarkt von Hochschulabsolventinnen und -absolventen, dass sie über eine Fülle von gut ausgeprägten, nicht-fachlichen Schlüsselkompetenzen verfügen. Gleichzeitig setzt er eine umfassende Expertise im jeweiligen Fachgebiet als selbstverständlich voraus. Da sich in nahezu allen akademischen Disziplinen die Menge des prinzipiell verfügbaren Weltwissens rasant vermehrt, steigen damit automatisch die Anforderungen an die Absolventinnen und Absolventen und damit an das „Produkt“ des Systems Hochschule. Trotz dieser ständig wachsenden Anforderungen ist die als „normal“ erachtete Zeitdauer der akademischen Ausbildung über die letzten Jahre konstant geblieben, oder wurde sogar verkürzt (wie im Falle des Übergangs vom G9 auf das G8). Lehr-/Lernzeit ist somit eine knappe Ressource, die möglichst zielführend und effektiv genutzt werden sollte, um die Studierenden fit für die später an sie gestellten Anforderungen zu machen.

Um überhaupt entscheiden zu können, wofür und wie die Lehr-/Lernzeit eingesetzt wird, ist zunächst zu klären, was denn eigentlich überhaupt gelernt werden soll. D. h. es sind Lernziele zu definieren, die festlegen, welche fachlichen Inhalte auf welcher Fertigkeitsebene zu entwickeln sind und welche nicht-fachlichen Schlüsselkompetenzen ergänzend weiter ausgebaut werden sollen.

## Verwandte Arbeiten und Begriffsklärung

Die Literatur thematisiert Lernziele und Kompetenzen bereits seit mehreren Jahrzehnten. Entsprechend kursiert eine Vielfalt an unterschiedlichen Begriffen, Definitionen und Sichtweisen. Wir verwenden hier die verbreitete, auf Meyer (2007, S. 3) in Erweiterung von Mager (1973) zurückgehende Begriffsbestimmung: „Ein Lernziel ist die sprachlich artikulierte Vorstellung über den gewünschten Aufbau einer Verhaltensdisposition eines Lernenden“. Dabei sind Lernziele von Lernergebnissen zu differenzieren. Während das Lernziel eine Soll-Aussage darstellt (was ist erwünscht), bezeichnet das Lernergebnis eine Ist-Aussage (was wurde tatsächlich erreicht) (Klauer u. Leutner, 2007, S. 26).

Spätestens seit der Bologna-Reform und ihrer zentralen Anforderung der Kompetenzorientierung von Studiengängen, Lehrveranstaltungen und Prüfungen ist der Begriff der Kompetenz eng mit dem Begriff des Lernziels verbunden. Orientiert an Schott u. Azizi Ghanbari (2009) verstehen wir unter Kompetenzen diejenigen Eigenschaften und Fähigkeiten, die erforderlich sind, um eine bestimmte Menge und Art von Aufgaben sinnvoll ausführen zu können. Nach In der Smitten u. Jäger (2009) bezeichnen wir mit dem Begriff Schlüsselkompetenzen diejenigen Kompetenzen, die die spezifisch-fachlichen Fähigkeiten einer Person so ergänzen, dass diese damit ihren eigenen Bedürfnissen gerecht werden, in Gemeinschaft mit anderen leben, sich demokratisch einbringen und einer nützlichen und einkommenssichernden Arbeit nachgehen kann.

Ein verbreiteter Ansatz, der die Begriffe Kompetenz und Lernziel miteinander verbindet, ist die Lernzieltaxonomie von Bloom u. a. (1956) in ihrer Überarbeitung nach Anderson u. a. (2001). Sie definiert kognitive Lernziele als eine Kombination aus fachlichem Inhalt und Handlungskompetenz auf verschiedenen Fähigkeits-ebenen, auch Kompetenzstufen genannt (s. Abb. 1).

Entsprechend hat ein Lernziel immer eine Inhaltskomponente und eine Handlungskomponente. Die Inhaltskomponente legt fest, welchen fachlichen Inhalt sich die Lernenden am Ende des Lernprozesses erschlossen haben sollen. Die Handlungskomponente beschreibt dagegen, welche Handlungsweisen die Lernenden im Umgang mit diesen fachlichen Inhalten entwickeln sollen. Sie ist ein Indikator für die Intensität bzw. Qualität des Gelernten. Gemäß dieser Lernzieltaxonomie reicht das Handlungsspektrum zu einem bestimmten Inhalt von reiner Faktenreproduktion bis hin zur eigenständigen, kreativen Entwicklung neuer Lösungen oder Erkenntnisse in dieser Fachdomäne.

Abb. 1: Kompetenzstufen der Lernzieltaxonomie nach Anderson u. a. (2001).



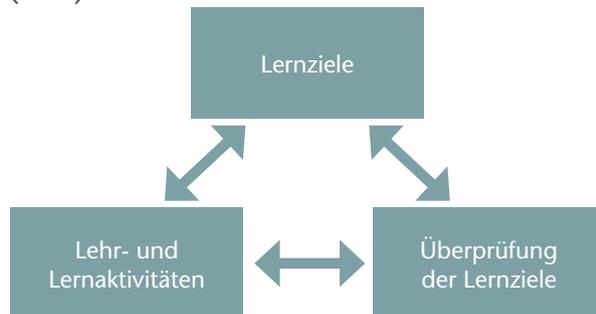
Dabei ist zu beachten, dass zwischen den einzelnen Kompetenzstufen gewisse Abhängigkeiten bestehen. Beispielsweise erfordert die Fähigkeit, einen Sachverhalt fachgerecht beurteilen zu können (Level 5, Evaluieren) die Fähigkeit, sich diesen Sachverhalt zunächst inhaltlich zu erschließen (Level 4, Analysieren) und dessen Bedeutung zu verstehen (Level 2, Verstehen).

## Lernziele in der Lehre

Grundlage für einen effektiven, zielorientierten Lehr-/Lernprozess ist also die Definition von kompetenzorientierten Lernzielen. Im Idealfall ergänzen sich die für die einzelnen Module eines Studienganges definierten Lernziele: Sie gehen dabei von den tatsächlich vorhandenen Eingangskompetenzen der Studienanfängerinnen und -anfänger aus, bauen über das Studium hinweg sukzessive aufeinander auf und bereiten so in Summe auf die Erfordernisse des Arbeitsmarktes vor.

Wichtig ist dabei, die Lernziele so zu dimensionieren, dass sie innerhalb der bestehenden Rahmenbedingungen (wie z. B. verfügbare Zeit, absolute Studierendenzahl, Betreuungsratio Studierende/Lehrpersonen) für die Studierenden überhaupt erreichbar sind. Dies erfordert in der Regel eine Selektion, sowohl der Inhalte als auch der jeweils auf diesen Inhalten angestrebten Fähigkeiten. Das Formulieren von Lernzielen ist dabei meist ein iterativer Prozess, bei dem die Wunschziele sukzessive dem angepasst werden, was in der Praxis realistisch erreichbar ist.

Abb. 2: Constructive Alignment von Lernzielen, Lehr-/Lernaktivitäten und Prüfungen nach Biggs (1996).



Stehen die Lernziele fest (und damit das WAS), ist im nächsten Schritt zu überlegen, WIE sich die angestrebten Kompetenzen am besten in den Studierenden entwickeln lassen. Insbesondere sind also didaktisch geeignete Methoden auszuwählen, die gezielt die fokussierten fachlichen Inhalte adressieren, die zugehörige Handlungskompetenz auf der gewünschten Ebene aufbauen und gleichzeitig relevante nicht-fachliche Schlüsselkompetenzen mit trainieren – oder kurz: die Lernziele unterstützen.

In der Praxis werden nicht immer alle Lernziele von allen Lernenden auch wirklich erreicht. Sollen am Ende eines Lernprozesses die gewonnenen Kompetenzen formal bestätigt werden, muss der tatsächliche Lernerfolg überprüft werden. Aus Gründen der Konsistenz ist es dabei sinnvoll, neben den Lehr-/Lernmethoden auch diese Prüfung an den Lernzielen auszurichten.

Dieser Gedanke wurde bereits von Biggs (1996) unter dem Begriff des Constructive Alignment eingeführt. Damit

bezeichnet Biggs die Übereinstimmung zwischen den Lernzielen, den Lehr-/Lernaktivitäten sowie der Überprüfung des Lernerfolgs (s. Abb. 2). Sind diese drei Aspekte gut aufeinander ausgerichtet, ebnet sich für die Studierenden der Weg hin zum effektiven Lernerfolg.

Klar definierte, transparente Lernziele verdeutlichen den Studierenden, welche Fähigkeiten sie im Rahmen der Lehrveranstaltung entwickeln sollen. Darauf abgestimmt sollten die von der Lehrperson gewählten didaktischen Methoden und Lehr-/Lernaktivitäten systematisch dazu beitragen, dass die Studierenden die in den Lernzielen angestrebten Kompetenzen auch tatsächlich erreichen können. Schließlich sollten in der Prüfung diejenigen Kompetenzen gefordert werden, die die Lehrperson am Ende einer Veranstaltung von ihren Studierenden erwartet. In der Praxis optimieren viele Studierende ihre Lernleistung auf die Prüfung hin. Ist die Prüfung gut auf die Lernziele abgestimmt, unterstützt der extrinsische Anreiz der Prüfung also implizit auch das Hinarbeiten der Studierenden auf die Lernziele.

## Lernziele formulieren

Damit der Mehrwert und das Potenzial der Lernziele für Lehrende und Studierende erreicht und ausgeschöpft werden kann, müssen sie klar ausformuliert und schriftlich dokumentiert werden. Dabei wird für jedes Lernziel zunächst der fokussierte fachliche Inhalt definiert. Dieser ist in der Regel ein Schlüsselbegriff der jeweiligen Fachdomäne.

Neben dem fachlichen Inhalt thematisieren gut formulierte Lernziele immer auch eine Handlungskomponente. Diese beschreibt die Fähigkeit, mit dem fachlichen Inhalt auf eine bestimmte Weise umzugehen und spiegelt die Tiefe wider, in der die Studierenden diesen fachlichen Inhalt dafür durchdrungen haben müssen. Die Handlungskomponente eines Lernziels wird durch ein passendes Verb ausgedrückt. Um die Prüfbarkeit des Lernziels zu gewährleisten ist dieses Verb so zu wählen, dass es ein von außen beobachtbares, möglichst formal messbares Ergebnis bedingt.

Abb. 3: Typische Verben für die Definition kompetenzorientierter Lernziele.

Level 6 Kreieren	entwickeln, konzipieren, gestalten, kombinieren
Level 5 Evaluieren	bewerten, differenzieren, prüfen, gegenüberstellen, abwägen
Level 4 Analysieren	identifizieren, klassifizieren, untersuchen
Level 3 Anwenden	ausführen, nutzen, umsetzen, auswerten, durchführen
Level 2 Verstehen	beschreiben, erklären, begründen, einordnen
Level 1 Erinnern	benennen, definieren, aufzählen, wiederholen

Abb. 4: Ausschnitt aus der Lernzieldefinition für Softwareentwicklung 1 und 2 (Thurner u. a. 2015).

Die Studierenden ...	
Level 6 Kreieren	... entwickeln für ein einfaches Problem aus einer gegebenen Anforderungsspezifikation heraus einen Entwurf, der sowohl die Gesamtstruktur der Lösung als auch die einzelnen Algorithmen vorgibt.
Level 5 Evaluieren	... wägen systematisch ab, welches Konzept bzw. Konstrukt der Programmiersprache am besten geeignet ist, um eine bestimmte Anforderung umzusetzen.
Level 4 Analysieren	... geben zu einer vorgegebenen Implementierung an, was diese prinzipiell macht, abstrahiert von konkreten Eingabe- bzw. Startwerten.
Level 3 Anwenden	... setzen eine textuell oder grafisch vorgegebene Algorithmusspezifikation in Quelltext einer festgelegten Programmiersprache um und verwenden dabei die passenden Kontrollstrukturen.
Level 2 Verstehen	... erklären in eigenen Worten die Bedeutung der verschiedenen Kontrollstrukturen. ... begründen, welche Kontrollstruktur in welchem Kontext zu verwenden ist, und warum.
Level 1 Erinnern	... benennen verschiedene Arten von Kontrollstrukturen. ... geben die Definition einer bestimmten Kontrollstruktur wieder.

Gut formulierte Lernziele erleichtern somit auch die Konzeption von geeigneten Prüfungsaufgaben. Abbildung 3 stellt eine Auswahl von Verben zusammen, die sich für die Definition von Lernzielen auf den verschiedenen Kompetenzebenen der Lernzieltaxonomie nach Anderson u. a. (2001) in unserem Kontext bewährt haben.

Ergänzend dazu zeigt Abbildung 4 beispielhaft Ausschnitte aus der Lernzieldefinition für die Module Softwareentwicklung 1 und 2 der informatiknahen Studiengänge der Fakultät für Informatik und Mathematik, Hochschule München. Die vollständige Lernzieldefinition für die in diesen Modulen zu entwickelnden Fach- und Schlüsselkompetenzen kann bei Thurner u. a. (2015) nachgelesen werden.

## Lehr-/Lernaktivitäten gestalten

Die Lernziele bestimmen nicht nur die inhaltliche Ausrichtung einer Lehrveranstaltung, sondern wirken sich auch auf deren methodisch-didaktische Gestaltung aus. Insbesondere sind die didaktischen Methoden und das Lernsetting derart zu gestalten, dass sie die Studierenden gezielt dabei unterstützen, sich die angestrebten Kompetenzebenen zu erarbeiten und damit die Lernziele zu erreichen.

Bewegen sich die Lernziele der Lehrveranstaltung eher auf den unteren Stufen der Lernzieltaxonomie (z. B. Erinnern), kann beispielsweise ein Vortrag die Methode der Wahl sein. Ist der Anspruch aber höher und die Studierenden sollen lernen, eigenständig Sachverhalte zu analysieren, zu bewerten oder gar selbst etwas zu kreieren, so muss sich dies auch in der gewählten Methodik widerspiegeln. Die Studierenden sollten dazu im Rahmen der Lehrveranstaltung die Möglichkeit erhalten, genau diese erwarteten Fähigkeiten selbst zu erproben und zu üben. Idealerweise begleiten regelmäßige Reflexionsphasen bzw. Feedback den Lernprozess, um den eigenen Lernfortschritt für die Studierenden sichtbar zu machen.

Ist diese Passung von Lernzielen und methodischen Gestaltungselementen nicht gegeben, greifen die Elemente des Constructive Alignment nicht mehr ineinander. Wird beispielsweise eine Methode lediglich um ihrer selbst willen eingesetzt oder weil sie gerade angesagt ist, so ist der Erfolg der Lehrveranstaltung dadurch gefährdet.

## Lernerfolg überprüfen

Im Hochschulkontext wird in vielen Fällen gefordert, das individuelle Lernergebnis der Studierenden zu messen und quantifiziert zu bewerten. Was genau geprüft wird, geht aus den Lernzielen hervor. Wie das Erreichen dieser Lernziele gemessen wird, ist dagegen gestaltbar, sollte aber eng auf die Lernziele abgestimmt sein.

Das Spektrum an verfügbaren Mess- bzw. Prüfungstechniken ist groß und umfasst beispielsweise Projektarbeiten, Multiple-Choice-Tests oder Aufsätze. Nicht jede Mess-/Prüfungsform eignet sich dabei gleich gut für jede Kompetenzstufe. Beispielsweise lässt sich fachliches Faktenwissen (Level 1: Erinnern) sehr gut und mit vergleichsweise wenig Korrekturaufwand mittels Multiple-Choice-Aufgaben überprüfen. Bei der Kompetenzstufe 6, Kreieren, dagegen gelingt dies mit Multiple-Choice-Aufgaben bedingt bis gar nicht. Hier bieten sich stattdessen eher Aufgabenstellungen oder Projektarbeiten an, bei denen die Studierenden selbstständig und in einem vorgegebenen Zeitraum eine Lösung generieren müssen. Prüfungsform und -aufgaben sind also so zu wählen, dass sie sowohl der Inhalts- als auch der Handlungskomponente des Lernziels gerecht werden.

## Fazit

Gut formulierte, kompetenzorientierte Lernziele schaffen Klarheit darüber, welche Fähigkeiten im Rahmen einer Lehrveranstaltung in den Studierenden entwickelt werden sollen. Damit helfen sie Lehrpersonen insbesondere bei der inhaltlichen ebenso wie bei der methodischen Planung ihrer Lehrveranstaltung. Dabei bedingt die Art der Wortwahl, dass das Erreichen eines Lernziels auf einer bestimmten Kompetenzstufe objektiv messbar ist. Das erleichtert den Lehrenden das Erstellen und Auswählen passender Prüfungsaufgaben.

Gleichzeitig sind Lernziele auch für Lernende hilfreich. Lernziele machen für die Studierenden transparent, welche Fähigkeiten am Ende der Lehrveranstaltung von ihnen erwartet werden. Sie dienen in den Selbstlernphasen und während der Prüfungsvorbereitung als Orientierungshilfe und als Kontrollinstrument für den eigenen Lernstatus. Über gut formulierte Lernziele können Sie als Lehrende somit gezielt beeinflussen, was und wie Ihre Studierenden lernen.

## Dank

Diese Arbeit wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 01PL11025 (Projekt „Für die Zukunft gerüstet“) und 01PL12023F (Projekt „HD MINT“) im Programm „Qualitätspakt Lehre“ gefördert.

## Literatur

Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R. (Eds.): A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Abridged Edition. New York: Longman, 2001.

Biggs, J.: Enhancing teaching through constructive alignment. In: Higher Education 32 (1996), S. 347–364.

Bloom, B. S.; Engelhart, M. D.; Furst, E. J.; Hill, W. H.; Krathwohl, D. R.: Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive Domain. New York: David McKay Company, 1956.

In der Smitten, S.; Jäger, M.: Kompetenzerwerb von Studierenden und Profilbildung an Hochschulen. In: HIS-Tagung 2009 – Studentischer Kompetenzerwerb im Kontext von Hochschulsteuerung und Profilbildung. Hannover: HIS, 2009, S. 1–26.

Klauer, K. J.; Leutner, D.: Lehren und Lernen – Einführung in die Instruktionspsychologie, Weinheim: Beltz, 2007.

Mager, R. F.: Lernziele und Unterricht, Weinheim: Beltz, 1973.

Meyer, H.: Trainingsbogen zur Lernzielanalyse, Ergänzung zum Leitfaden Unterrichtsvorbereitung (2007) siebte Lektion, Abschnitt 2.3, Stand: 1.08.2007.

Schott, F.; Azizi Ghanbari, S.: Modellierung, Vermittlung und Diagnostik der Kompetenz kompetenzorientiert zu unterrichten – wissenschaftliche Herausforderung und ein praktischer Lösungsversuch. In: Lehrerbildung auf dem Prüfstand 2 (2009), Nr. 1, S. 10–27.

Thurner, V.; Böttcher, A.; Schlierkamp, K.; Zehetmeier, D.: Lernziele für die Kompetenzentwicklung auf höheren Taxonomiestufen. In: Schmolitzky, A.; Hauptmann, A. S. (Hrsg.): Software Engineering im Unterricht der Hochschulen (SEUH), 2015, S. 9–20.

# Formatives Feedback in der Lehrveranstaltung als Anlass zum Conceptual Change bei Lehrenden und Studierenden

Kathrin Munt, Sebastian Wirthgen  
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften  
E-Mail: k.munt@ostfalia.de

In unseren hochschuldidaktischen Seminaren hören wir des Öfteren von unseren Teilnehmenden, dass sie das Lehren nicht gelernt hätten, sondern so handhabten, wie sie es selbst erlebt hätten. Eigene Lernerfahrungen bilden demnach die Grundlage für späteres Lehrhandeln, meist unabhängig von den wissenschaftlichen Erkenntnissen zum Lehren und Lernen im eigenen Fach. In der Lehrerbildung ist dieses Phänomen hinreichend bekannt und dokumentiert, z. B. bei van Zee & Roberts (2001). Wir hören aus obiger Aussage heraus, wie selbstverständlich Lehren zumeist passiert. Lehre unterscheidet sich darin von den höchst wissenschaftlich geprägten Vorgehensweisen derselben Personen in ihrer Disziplin. Auch die Begründungen für das Gelingen und Misslingen von Lehrveranstaltungen folgt Mustern, die trotz Bezug auf konkrete Lehrveranstaltungen weitgehend deckungsgleich sind. Anhand der Theoriemodelle von Biggs und Ramsden, die den Fokus der Lehrenden auf Lehre und Lernen genauer betrachten, lassen sich diese Muster analysieren. So unterscheiden Biggs (2007) und Ramsden (2003) zwischen Theorie 1 „what students are“, Theorie 2 „what teachers do“ und Theorie 3 „what students do“. Die Theorien adressieren die Frage nach Verantwortung und Schuld für das Gelingen oder Misslingen von Lernen und Lehren auf unterschiedliche Weise.

In Theorie 1 werden die Studierenden aufgrund ihres Seins (z. B. Konsumorientierung, Studierunfähigkeit, etc.) für das Gelingen oder Misslingen von Lernen und Lehren verantwortlich gemacht. Als Entlastung der Studierenden werden aber auch die Rahmenbedingungen (z. B. feste Bestuhlung, Uhrzeit der Vorlesung, überfüllte Räume, etc.) sowie die Struktur und Organisation der Hochschule (z. B. Prüfungsregularien, curriculare Vorgaben, Bachelor- und Mastersystem) angeführt. Das konkrete Lehr-Lernsetting ist in diesen Begründungen nicht enthalten und erfährt folgerichtig keine Veränderung. Lösungsstrategien fokussieren auf strukturelle und organisatorische Faktoren und nicht auf die Lehrenden-Lernenden Interaktion in konkreten Lehrveranstaltungen.

Theorie 2 erweitert die Erklärungsmuster von Theorie 1 um eben diesen Aspekt der Lehrenden-Lernenden-Interaktion. Sie sieht den Lehrenden in der Verantwortung, durch kompetentes Lehren (z. B. durch die Wahl der passenden aktivierenden Methoden für diese Studierenden, durch das Wecken von Begeisterung für ein Thema, etc.) Lernerfolg zu

erreichen. Dies hat zur Folge, dass Lehrende unter enormem Druck stehen, da sie sich als Person für das Managen des Lehr-Lernprozesses verantwortlich fühlen. Biggs merkt außerdem an: „It is a view of teaching often held by university administrators, because it provides a rationale for making personnel decisions“ (Biggs 2007, S. 18). Unserer Meinung nach nimmt auch die Didaktik häufig diese Perspektive auf Lehrende ein oder befördert diese beispielsweise durch Lehrpreise. Aufgrund dessen fokussieren hochschuldidaktische Angebote sich auf die Erweiterung von Lehrkompetenz beispielsweise durch Methodenworkshops, die sich auf die konkrete Lehr-Lernsituation auswirken sollen. Dem zunehmenden Druck auf Lehrende begegnet die Hochschuldidaktik mit Angeboten, die auf die Reflexion der eigenen Lehrpersönlichkeit und –philosophie ausgerichtet sind. In die Zwickmühle geraten Lehrende und DidaktikerInnen gleichermaßen, wenn die angebotene Aktivierung oder Maßnahme kaum eine Wirkung auf das Lernergebnis der Studierenden bzw. auf die Erweiterung der Lehrkompetenzen der Lehrenden hat (vgl. Gläser & Munt 2014). In diesem Fall können die gewohnten Erklärungsmuster aus Theorie 1 wieder auftauchen. Lösungsstrategien in der Didaktik richten sich auf eine verbesserte Passung von didaktischen Angeboten und Nachfrage durch Lehrende. Lösungsstrategien von Lehrenden richten sich auf eine verbesserte Passung von Methoden, Lehrinhalt und Zielgruppe. Beide Gruppen versuchen, mehr Möglichkeiten zur Teilhabe zu schaffen. Offen bleibt die Frage, was die Beteiligten, Studierende, Lehrende und Hochschuldidaktiker/-innen, daran gehindert hat, genau das zu lernen, was im Vorfeld als Lernziel formuliert wurde.

Theorie 3 greift genau diese Frage auf und richtet den Fokus auf das, was die Studierenden mit dem jeweiligen Lehrinhalt tun. Mit dem Semesterbeginn versuchen Lehrende herauszufinden, welche mentalen Konzepte zu einem bestimmten Inhalt bei den Studierenden vorhanden sind. Denn dieses Vorwissen beeinflusst maßgeblich den weiteren Lernprozess (vgl. Winteler und Foster 2007). Die fortlaufende Lehrveranstaltung orientiert sich dann an dem Lernzuwachs der Studierenden im Vergleich zu den vorher formulierten Lehrzielen. Die Auswahl der Methoden dient dem Ziel, studentische Schwierigkeiten mit dem Inhalt sichtbar zu machen und im Sinne eines conceptual change zu bearbeiten. Eine ausgefeilte Lehrkompetenz ist hierzu hilfreich, doch solange die Wirkung auf den Lernzuwachs der Studierenden ausbleibt, ist eine methodische Vielfalt irrelevant (vgl. Biggs 2007).

Greift die Didaktik die Frage auf, was Lehrende abhält, ihre Erkenntnisse aus didaktischen Weiterbildungsangeboten auf konkrete Lehr-Lernsituationen anzuwenden, wird häufig die Lehrüberzeugung zur Begründung herangezogen (vgl. Ho 2001). Mit den Theoriemodellen von Biggs und Ramsden lässt sich die Lehrüberzeugung unserer Ansicht nach zutreffend beschreiben und analysieren. Damit ist es möglich, das Vorwissen der Teilnehmenden an didaktischen Angeboten zielgerichtet zu offenbaren, um daran zu arbeiten. Gleichzeitig zeigen die Theoriemodelle 1 bis 3 auf, um welche Gedanken sich die Erklärungsmuster der Lehrenden erweitern sollten. Sie geben ebenfalls ein Lehrziel für didaktische Weiterbildungsangebote vor.

Für den angestrebten conceptual change bei Lehrenden ziehen wir die Ergebnisse von Ho (2001) heran, die vier wirksame Elemente für einen Konzeptwandel identifiziert hat. Sie benennt die Prozesse „self awareness, confrontation, exposure to alternative conceptions und commitment building“ (Ho 2001 S.147). Im „self awareness process“ durchlaufen Lehrende eine Phase der Selbstreflektion, um sich ihrer mentalen Konzepte über das Lehren und Lernen bewußt zu werden. Der „confrontation process“ stößt die Lehrenden an, ihre bestehenden mentalen Konzepte und ihr Lehrhandeln zu hinterfragen. Dadurch entwickelt sich die Einsicht in notwendige Veränderungen. Doch allein die Einsicht, was veränderungswürdig ist, baut keine alternativen mentalen Konzepte oder Handlungsstrategien auf. Daher werden Lehrende in dem Prozess „exposure to alternative conceptions“ unterstützt, alternative Erklärungsmuster und Handlungsstrategien zu entwickeln. Verstärkt wird dieser Prozess durch das „commitment building“. Lehrende werden ermutigt sich für eine verbesserte Lehre und eine veränderte Sicht auf Lehre und Lernen zu engagieren (vgl. Ho 2001).

Das semesterbegleitende Weiterbildungsprogramm für Lehrende an der Ostfalia, „Profiprogramm“ genannt, nutzt einen formativen (gestaltenden) Feedbackprozess und die Gruppe der teilnehmenden Lehrenden, um die Elemente des conceptual change durchlaufen zu lassen. Dabei erleben die Teilnehmenden diesen Feedbackprozess selbst und implementieren ihn parallel in einer ausgewählten Lehrveranstaltung. Vordergründig liegt die Aufmerksamkeit des Profiprogramms auf dem Feedbackprozess zwischen Lehrenden und Studierenden. Hintergründig dienen die Feedbackergebnisse aus der Lehrveranstaltung dem formativen Feedbackprozess mit den Lehrenden, um an deren Lehrüberzeugungen zu arbeiten. Denn wir begreifen die Lehrüberzeugungen unserer Teilnehmenden als bestimmend für ihr Lehrhandeln (vgl. Ho 2001). Eine Veränderung des Lehrhandelns mit dem Fokus auf „what students do“ schließt folglich nicht nur die Verbreiterung didaktischer Methoden ein, sondern auch die Veränderung der Lehrüberzeugungen. Nur dies führt zu einer wirksamen Umsetzung von aktivierenden Methoden. Erst wenn Überzeugungen und Lehrhandlungen zusammen gehen, ist aus unserer Erfahrung mit nachhaltiger Verbesserung der Lehre zu rechnen, die unabhängig von didaktischer Begleitung und Beratung Bestand hat. Denn auch Studierende reagieren auf eine Lehre, die sich am Lernzuwachs der Studierenden orientiert, häufig mit Einwänden bis Widerstand. Diese Art zu lehren wird als ungewohnt und anstrengender wahrgenommen und ist meist arbeitsintensiver während des Semesters. Hier ist die Überzeugungsarbeit des Lehrenden gefordert, die nur mit eigener Überzeugung geleistet werden kann.

Im Workshop wollen wir besprechen, welche Beobachtungen und Erfahrungen aus unserem und ihrem Arbeitsalltag sich mit den Theorien von Biggs und Ramsden und Ho erklären lassen und welche Konsequenzen sich für unsere und ihre hochschuldidaktische Arbeit daraus ergeben. Am Beispiel des Profiprogramms der Ostfalia können wir eine Möglichkeit aufzeigen, wie die Elemente des conceptual change nach Ho in einem Weiterbildungsangebot berücksichtigt werden.

### Literatur

- Ball, D.; Loewenberg, M. H. T.; Geoffrey P. (2008): Content knowledge for teaching what makes it special? In: *Journal of teacher education* 59, 5, S. 389–407.
- Biggs, J.; Tang, C. (2007): *Teaching for quality learning at university*. New York.
- Feiman-Nemser, S.; McDiarmid, G. W.; Melnick, S. L.; Parker, M. B. (1989): *Changing Beginning Teachers' Conceptions: A Description of an Introductory Teacher Education Course*. Michigan State University Research Report 89–1. Michigan.
- Hake, R. R. (1998): Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. In: *American Journal of Physics*, 66,1, S. 64–74.
- Ho, A; Watkins, D.; Kelly, M. (2001): The conceptual change approach to improving teaching and learning: An evaluation of a Hong Kong staff development programme. In: *Higher Education* 42,2, S. 143–169.
- McDermott, L. C. (1991): Millikan Lecture 1990: What we teach and what is learned: Closing the gap. In: *American Journal of Physics*, 59,4, S. 301–315.
- Middendorf, J.; und Pace, D. (2004): Decoding the Disciplines: A model for helping students learn disciplinary ways of thinking. In: *New directions for teaching and learning*, Vol. 98, S. 1–12.
- Piaget, J. (2003): *Meine Theorie der geistigen Entwicklung*. Vol. 142. Weinheim.
- Ramsden, P. (2003): *Learning how to teach in higher education*. London second edition.
- Shulman, L. S. (1986): Those who understand: Knowledge growth in teaching. In: *Educational researcher*, Vol. 15, 2, S. 4–14.
- Trigwell, K.; und Prosser, M. (2004): Development and use of the approaches to teaching inventory. In: *Educational Psychology Review* 16, 4, S. 409–424.
- Van Zee, E. H.; Roberts, D. (2001): Using pedagogical inquiries as a basis for learning to teach: Prospective teachers' reflections upon positive science learning experiences. In: *Science Education* 85,6 S. 733–757.
- Winteler, A.; und Forster, P. (2007): Wer sagt, was gute Hochschullehre ist? Evidenz-basiertes Lehren und Lernen. In: *Das Hochschulwesen, HSW*, 55, 4, S. 102–109.

# Ein Kurskonzept zur Förderung des kontinuierlichen Lernens durch den Einsatz von Gamification

Simon Roderus  
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm  
E-Mail: simon.roderus@th-nuernberg.de

## Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag zeigt anhand eines semesterbegleitenden Onlinekurses für die Lehrveranstaltung Theoretische Informatik, wie Gamification in der Lehre genutzt werden kann, um die Auseinandersetzung mit fachlichen Grundlagen zu fördern und um Studierende zum kontinuierlichen Lernen zu motivieren. In dem Beitrag werden die Konzeption des Kurses sowie die darin genutzten Gamificationelemente vorgestellt. Abschließend wird von den ersten Ergebnissen dieses Kurses berichtet.

## Gamification in der Hochschullehre

Unter Gamification versteht man die Anwendung spieltypischer Elemente in spielfremden Kontexten (Deterding, et. al 2011). Dabei geht es nicht darum, etwas in ein Spiel zu verwandeln, sondern Spielelemente einzusetzen, um bestimmte Ziele, meist die Steigerung der Motivation, zu erreichen. Im vorliegenden Beitrag wird der Einsatz von Gamification in der Hochschullehre untersucht, um das freiwillige, kontinuierliche Lernen der Studierenden in dem Fach Theoretische Informatik zu fördern. Andere Einsatzgebiete in der Lehre umfassen die Steigerung der Interaktivität, die Überwindung von Passivität, das Schaffen von Reflexionsmöglichkeiten und positiven Verhaltensänderungen, sowie das authentische Üben (Kapp, et. al. 2014, S. 21). In den meisten Studien, die sich mit Gamification im Bildungsbereich beschäftigen, wurden überwiegend positive Effekte in Bezug auf Motivation, Teilnahme an den Lernaufgaben und Zufriedenheit berichtet.

## Konzeption eines gamifizierten Kurses

Die Lehrveranstaltung „Theoretische Informatik“ ist an der Technischen Hochschule Nürnberg für die Studiengänge Informatik und Medieninformatik eine Pflichtveranstaltung im zweiten Studiensemester. Neben der Vorlesung mit einem Umfang von

4 Semesterwochenstunden (SWS) und den Übungen mit einem Umfang von 2 SWS wird bereits ein begleitendes Tutorium mit zusätzlichen 2 SWS angeboten. Im Sommersemester 2015 wurde die Veranstaltung zusätzlich durch einen gamifizierten Begleitkurs unterstützt.

Die Lehrveranstaltung gilt bei den Studierenden als vergleichsweise anspruchsvoll. Eine Ursache vermutet der Autor darin, dass Lehrinhalte erst kurz vor der Prüfung vorbereitet werden und das Nachvollziehen des Stoffes während des Semesters deshalb schwer fällt. Da für die Vermittlung der Inhalte und die Klärung von Fragen ausreichend Angebote vorhanden sind, sollte ein zusätzliches Angebot geschaffen werden, das sich speziell auf die Förderung des kontinuierlichen Lernens, insbesondere auf das Lernen der grundlegenden Lerninhalte, richtet. Dieses Angebot wurde in Form eines Onlinekurses umgesetzt, der sich über das gesamte Semester erstreckt. Der Kursinhalt besteht aus auf die Inhalte der Lehrveranstaltung abgestimmten Übungsaufgaben. Dem Aufbau und der Abfolge der Übungsaufgaben liegt das Konzept des Mastery Learning (Bloom, 1968) zu Grunde. Dieses basiert auf der Annahme, dass die meisten Studierenden gute Leistungen erbringen können, wenn hierfür geeignete Bedingungen geschaffen werden. Umgesetzt wird dies, indem anstelle der Lernbedingungen (z. B. die Lernzeit) die zu erreichende Lernleistung konstant gehalten wird. In diesem Kurs wurde hierfür ein Vorgehen nach dem „Personalized System of Instruction“-genutzt. Bei diesem werden zur Kontrolle des eigenen Lernerfolges Tests vorgegeben. Den Lernenden steht frei wann und wie oft sie diese durchführen, solange sie das Leistungsziel erreichen (Wong et.al. 2012, S. 209–210).

Abb. 1: Aufbau eines Levels



Die Grafik innerhalb der Abbildung stammt von Thomas Tamblyn „Lorc“ (<http://game-icons.net>) und ist unter CC BY 3.0 lizenziert.

Die Teilnahme am Begleitkurs erfolgt freiwillig, bietet keine curricularen Vorteile und kann ortsunabhängig über das Internet erfolgen.

### Aufbau des Kurses

Der Kurs besteht aus insgesamt vierzehn Levels. Zehn davon sind reguläre Levels, deren Inhalte den Themengebieten der Lehrveranstaltung entsprechen, vier Zusatzlevels enthalten zusätzliche Aufgaben und Inhalte. Der Kurs ist so getaktet, dass pro Woche ein Level zu bearbeiten ist. Das Zeitraster wird zudem so gewählt, dass die Themen erst in der Vorlesung behandelt werden, bevor diese im Begleitkurs geübt werden.

### Aufbau eines Levels

Ein typischer Level besteht aus einem Abschnitt der Story, drei bis fünf Quests und optionalem Zusatzmaterial. Die Quests werden nach ihrem Inhalt in Grundlagen und Anwendung unterteilt. Zusätzlich werden in den meisten Levels Wiederholungsquizze für vergangene Level angeboten.

Zu Beginn eines neuen Levels sind nur wenige Lerninhalte freigeschaltet. Durch die erfolgreiche Bearbeitung werden Sterne verdient und weitere Inhalte freigeschaltet. Manche Levels können erst betreten werden, nachdem bestimmte Voraussetzungen in anderen Levels erfüllt wurden.

### **Aufbau eines Quests**

Ein typisches Quest enthält sechs bis zehn Quizfragen der Formate Multiple-Choice, Lückentexte, Zuordnungsfrage und Drag&Drop. Ein Quest gilt als bestanden, wenn 80 % der Punkte erreicht wurden. Es können beliebig viele Versuche gestartet werden und nur der beste Versuch zählt, allerdings werden mit jedem neuen Versuch die Reihenfolge der Fragen und die der Antwortmöglichkeiten neu gemischt. Es gibt spezielle Quests, die unter Zeitdruck erledigt werden müssen, und solche, bei denen die Bewertung nicht durch den Computer sondern durch andere Studierende erfolgt.

## **Verwendete Gamificationelemente**

### **Setting, Story & Immersion**

Ein wesentliches Merkmal spielerischer Umgebungen ist die Spielästhetik, d. h. die spieltypische Gestaltung und Aufmachung der Spielumgebung. Im Kurs wird das semesterbegleitende Lernen in eine fiktive Rahmengeschichte eingebettet. Diese versetzt den Lerner in einen epischen Kampf gegen den Widersacher „Fieser Köter“, der das eigene Aufschiebehaviorhalten verkörpert. Im Laufe der Bearbeitung des Kurses schalten die Teilnehmer sukzessive neue Kapitel dieser Begleitgeschichte frei. Um die Immersion zu erhöhen, wurde jedes Level und jeder Abschnitt der Begleitgeschichte, mit spieltypischen Abbildungen versehen. Der Kurs spricht den Spieler, sowohl in der Story, als auch in den Aufgabeninstruktionen, als Kriegerinnen und Krieger sowie persönlich mit dem Namen an.

### **Tutorial**

In Videospiele erfolgt das Kennenlernen des Spiels und der Regeln meist im Spiel selbst. Umfangreiche Anleitungen sind zwar häufig vorhanden, für die Nutzung des Spieles aber keineswegs erforderlich. Ein ähnlicher Weg wurde in diesem Kurs gewählt. Der erste Level des Kurses umfasst ein Tutorial. In diesem lernen die Studierenden die Lernumgebung spielerisch kennen. Die Teilnehmer werden dazu aufgefordert, ihr Spielerprofil, das Benutzerprofil der Lernumgebung, auszufüllen und sich zu entscheiden, ob sie an der Bestenliste teilnehmen wollen. Das Tutorial enthält zudem den ersten Abschnitt der kursbegleitenden Story. Dieser führt die Lerner an die Geschichte vom fiesen Köter heran und baut Spannung auf.

### **Belohnungen**

Die primäre Währung des Kurses sind Sterne. Bis zu drei davon können in jedem Level durch die erfolgreiche Bearbeitung von Quests verdient werden. Je mehr Sterne in einem Level erreicht wurden, desto mehr Aufgaben und Lernmaterialien werden freigeschaltet. Darüber hinaus erwerben die Lernenden für jede korrekt beantwortete Aufgabe Punkte. Die Summe der individuell erreichten Punkte quantifiziert den Lernerfolg und bestimmt den Rang in der Bestenliste. Für den erfolgreichen Abschluss aller Quests einer thematischen Einheit, wird eine digitale Auszeichnung, ein sog. Badge, verliehen. Diese Auszeichnungen werden im Laufe des Kurses gesammelt und dann im Profil des Spielers angezeigt.

### **Feedback**

In der Hochschullehre erfolgt Feedback zum Lernerfolg meist erst durch die Klausur zu Semesterende. In Videospielen ist es hingegen üblich, den Spieler mit unmittelbarem und umfangreichem Feedback bezüglich des eigenen Spielerfolges zu versorgen. Im Kontext des Lernens fördert Feedback die Motivation der Lerner (Garris, et. al. 2002, S. 449). Darüber hinaus spielt inhaltliches Feedback eine wichtige Rolle in der Korrektur fachlicher Fehlvorstellungen. Im vorliegenden Kurs kann für jede Quizfrage sofortiges Feedback angezeigt werden. Dies umfasst neben der Korrektheit der eigenen Abgabe auch Hinweise zur Lösung der Aufgabe.

## **Visualisierung des Fortschrittes**

Die Visualisierung des Fortschritts innerhalb eines Levels durch Sterne wurde bereits vorgestellt. Eine weitere Art der Fortschrittsvisualisierung ist auf Ebene der Quests zu finden. Ein entsprechendes Symbol gibt Auskunft darüber, welche Quests bereits bestanden sind und welche noch nicht. Einen Überblick über den kursweiten Fortschritt liefert ein Fortschrittsbalken auf der Kursstartseite.

### **Kursleaderboard**

Unter einem Leaderboard versteht man eine von allen Teilnehmern einsehbare Auflistung der besten Teilnehmer eines Kurses. Der Einsatz dieses Gamificationelementes sollte mit Vorsicht erfolgen, da manche Teilnehmer nicht wollen, dass ihr Lernfortschritt von anderen Teilnehmern einsehbar ist. Leaderboards können zudem Konkurrenzdenken begünstigen, dies ist im vorliegenden Konzept aber, wie in den meisten Lehr- und Lernsituationen, nicht wünschenswert. Manche Lerner, werden durch ein Leaderboard aber motiviert. Den Teilnehmern wurde es daher selbst überlassen, ob diese am Leaderboard teilnehmen möchten.

## Freischalten neuer Lerninhalte

Die Aufgaben und Zusatzmaterialien des Kurses müssen erst durch das Verdienen von Sternen freigeschaltet werden. Noch nicht freigeschaltete Lerninhalte werden grau dargestellt und sind mit der Voraussetzung für die Freischaltung beschriftet. Gemäß der Erfahrung des Autors berichten Studierende häufig von dem Wunsch, möglichst viele Lernmaterialien zur Verfügung gestellt zu bekommen. Dieser Wunsch motiviert zur Teilnahme an den Quests, wenn hiermit Lerninhalte oder Lernmaterialien freigeschaltet werden können.

## Verlust von Lerneinheiten

Doch nicht nur die Freischaltung von Lernmaterialien kann als Motivator genutzt werden, sondern auch der Verlust solcher. In der Literatur wird dieses Konzept als Vermeidungsmotivation bezeichnet (Butler, 2015, S. 89–90): Ein bestimmter Zustand ist unerwünscht und wird deshalb vermieden. Um eine große Anzahl von Lernmaterialien zu sammeln, sind Studierende auch motiviert, den dauerhaften Verlust von Lernmaterialien zu vermeiden. Der Kurs nutzt diese Motivation, um das kontinuierliche Lernen innerhalb der Level zu fördern. Erreichen Studierende innerhalb der vorgegebenen Zeit von einer Woche innerhalb eines Levels keine zwei Sterne, so geht ein Teil der Lernmaterialien auf Dauer verloren. Der Verlust begrenzt sich allerdings auf weniger als ein Drittel der Lernmaterialien eines Levels, betrifft nie Materialien zu den Grundlagen und beeinträchtigt auch keine Materialien zukünftiger Level.

## Umsetzung & Ergebnisse

Die Umsetzung erfolgte auf Basis des Open-Source Lernmanagementsystems Moodle in der Version 2.8. Die Lernumgebung wurde durch die Systemkonfiguration und durch die Verwendung von Erweiterungen, Grafiken und Schriftarten für den Einsatz im Bereich Gamification angepasst.

An dieser Stelle kann keine abschließende Auswertung des Kurses erfolgen, da die Durchführung des Kurses zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Beitrags noch nicht abgeschlossen war. Die bisherigen Erfahrungswerte (Stand: 30. Juni, letzte Kurswoche) zeigen aber bereits, dass es durch die Verwendung von Gamification gelang, Studierende zur kontinuierlichen Teilnahme zu motivieren. Im Kurs registrierten sich 94 Studierende, davon interagierten 78 Studierende mit dem Lernmaterial. 51 Studierende bearbeiteten mehr als die Hälfte der angebotenen 55 Quests. 30 Studierende bearbeiteten sogar über 80 % der Quests. Zum Vergleich: An den Lehrveranstaltungen nahmen zu Semesterende noch um die 70 Studierende teil.

In der Evaluation gingen bis zum 30. Juni N=42 Rückmeldungen ein. Das Feedback der Teilnehmer ist durchwegs positiv. Der Aussage „Der Kurs half mir beim Einüben der Grundlagen“ stimmten 76 % der Kursteilnehmer zu und weitere 24 % eher zu. Der Aussage „Der Kurs half am kontinuierlichen Lernen dran zu bleiben“ stimmten 50 % zu, 45 % eher zu und 5 % eher nicht zu. Die Teilnehmer der Evaluation verbrachten im Kurs durchschnittlich 45 Minuten pro Woche.

### Literatur

Bloom, B. S. (1968): Learning for mastery,(UCLA-CSEIP) The Evaluation Comment. All our children learning. London: McGraw-Hill (Vol. 1, No. 2).

Butler, C. (2015): Applied Behavioral Economics: A Game Designer's Perspective. In T. Reiners & L. C. Wood (Hrsg.), Gamification in Education and Business (S. 81–104). Springer International Publishing. Zugriff am 30.06.2015. Verfügbar unter [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_5)

Garris, R.; Ahlers, R.; Driskell, J. E. (2002): Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation & Gaming*, 33 (4), 441–467.

Kapp, K. M.; Blair, L.; Mesch, R. (2014): The gamification of learning and instruction fieldbook. Ideas into practice: Wiley.

Deterding, S.; Khaled, R.; Nacke, L.; Dixon, D. (2011): Gamification: Toward a Definition. In CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings (S. 1–4). Vancouver, BC, Canada. Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/02-Deterding-Khaled-Nacke-Dixon.pdf>

Won, B. S.; Kang, Lg. (2012): Mastery learning in the context of university education. *Journal of the NUS Teaching Academy*, 206–222. Zugriff am 30.06.2015. Verfügbar unter <http://staff.science.nus.edu.sg/~phakl/121130%20ML.pdf>

Förderungshinweis: Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL11024 (Projekt QuL) gefördert.

# Ressourcenökonomische Erstellung von Materialien für Lehrende und Lernende in der Studieneingangsphase

Tobias Bentz, Andreas Helfrich-Schkarbanenko, Rainer Koß, Andrea Nitsche  
E-Mail: {tobias.bentz, andreas.helfrich-schkarbanenko, rainer.koss, andrea.nitsche}@kit.edu  
MINT-Kolleg Baden-Württemberg am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

## Überblick

Der Umgang mit großen Stoffmengen stellt Dozierende und Studierende in allen Bildungsbereichen vor große Herausforderungen. Ziel der Studierenden ist es, Inhalte in möglichst kurzer Zeit zu erlernen, wohingegen Dozierende die zentralen Aspekte eines Themas, jeweils in Sprache und Darstellung an die Studierenden angepasst, in einer begrenzten Zeitspanne zu vermitteln suchen. In den letzten Jahren ist insbesondere das Verhältnis von zu vermittelnder bzw. zu erlernender Stoffmenge und der zur Verfügung stehenden Zeit sowohl für Studierende als auch Dozierende in den Mittelpunkt gerückt. Um diesem **Stoffmengen/Zeit-Problem** zu begegnen, richten wir unser Augenmerk auf drei zentrale Elemente:

- Die **didaktische Reduktion** komplexer Lehrinhalte.
- Die Konzeption von Lehrmaterialien im Hinblick auf **zeitökonomisches Lernen**.
- Die **ressourcenökonomische Entwicklung** anregender Lehrmaterialien.

Basierend auf den Erfahrungen aus den Kursen des MINT-Kollegs im Übergang vom Gymnasium zur Hochschule werden im Workshop obige Aspekte thematisiert und damit verknüpfte Fragestellung zur Diskussion gestellt. Das Ziel des Workshops ist es, sowohl die Möglichkeiten der ressourcenökonomischen Erstellung passgenauer und flexibel verwendbarer Materialien als auch die Verwendbarkeit durch Studierende unter dem Aspekt des zeitökonomischen Lernens einer kritischen Betrachtung zu unterziehen. Anschließend haben die Teilnehmer/-innen Gelegenheit, den vorgestellten Lehr-/Lernansatz am Beispiel der Materialerstellung für eine Unterrichtseinheit im Bereich der Ingenieurmathematik im ersten Semester praktisch zu erproben. Der Workshop soll mit einem gemeinsam zu formulierenden Fazit hinsichtlich der Möglichkeit einer Umsetzung des vorgestellten Konzepts im Arbeitsalltag abgerundet werden.

## 1. Problembeschreibung

Die Quote der Studienabbrecher in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen ist nicht zuletzt auf unzureichende mathematische Kenntnisse zurückzuführen. Das MINT-Kolleg Baden-Württemberg, das sich als Bindeglied zwischen Gymnasium und Hochschule versteht, soll dem entgegenwirken. Es bietet zu Studienbeginn u. a. für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge im Fach Mathematik zusätzliche Kurse mit unterstützendem Charakter an. Studierende, die Schwierigkeiten im Umgang mit grundlegenden Fachinhalten festgestellt haben, können diese Kurse besuchen. Ziel der MINT-Kurse ist es, Fachinhalte in kleinen Gruppen (ca. 25 Teilnehmer/-innen) aufzuarbeiten und so den Studieneinstieg zu erleichtern. Daraus ergeben sich spezifische Herausforderungen, von denen hier drei herausgestellt werden sollen, da sie auch auf andere Lehr-/Lernsituationen übertragbar sind:

### Herausforderungen

- Das Vermeiden der sogenannten Vollständigkeitsfalle (vgl. Lehner, 2009): Grundlegende Elemente eines Themengebiets sind geeignet auszuwählen, um eine Balance zwischen inhaltlicher Ausführlichkeit und Klarheit der Darstellung zu finden. Die Auswahl bzw. das Abwägen sollte im Hinblick auf (zukünftige) fachliche Anforderungen an die Studierenden geschehen.
- Zielgruppenspezifische Lehrmaterialien/-methoden: Um das individuelle Lernen bestmöglich anzuregen und zu fördern, müssen für die MINT-Kollegiaten Arbeitsmaterialien konzipiert werden, die einen stetigen Lernfortschritt und somit auch Lernerfolg in Aussicht stellen. Gleichzeitig sollen die Vermittlung der Lehrinhalte und das Bearbeiten der Materialien zeitlich mit anderen Veranstaltungen vereinbar sein, sowie Raum für eigenständiges Lernen ermöglichen.
- Heterogenität vs. Arbeitsaufwand: Um den unterschiedlichen Zielgruppen (z. B. unterschiedliche Studienfachrichtungen) und den spezifischen Bedürfnissen der Studierenden gerecht zu werden, entsteht ein erhöhter Arbeitsaufwand, dem es durch geeignete Mittel oder Synergieeffekte zu beugen gilt.

## 2. Lösungsansätze

Ein Anspruch auf vollständige Darstellung eines Themengebiets führt häufig zu einer Vortragsdidaktik, die nur begrenzten Aktionsraum für Studierende bietet. Zudem ist es für Studierende häufig schwierig, den Überblick zu wahren und wichtigere Aspekte eines Themas von weniger wichtigen zu unterscheiden. Eine „Konzentration auf das Wesentliche“ und eine „Einfachheit in der Darstellung“ schafft für Studierende Freiräume zur aktiven Auseinandersetzung mit den Kernaspekten eines Themas. Gustav Grüner prägte hierfür den Begriff der „didaktischen Reduktion“ (Grüner, 1967; Lehner, 2012):

### Definition der "Didaktische Reduktion"

- Eine Methode, um komplexe Sachverhalte auf ihre wesentlichen Elemente zurückzuführen und sie in überschaubare, zugängliche Lerngegenstände zu transformieren.
- Wesentliche Inhalte sind von unwesentlichen zu trennen und zwar abhängig von Zielgruppe, Lernziel und Zeitbudget.
- Die Fähigkeit zur Reduktion ist eine Voraussetzung für eine adäquate Vermittlung von Wissen.

Ziel ist hierbei eine Aufbereitung von Sachverhalten derart, dass eine angemessene Darstellung den Prozess des Erfassens durch die Studierenden vereinfacht. Auch zu beachten ist, dass verstehendes Lernen immer dann stattfindet, wenn es gelingt, neues Wissen stimmig in das vorhandene Wissen einzufügen – hierzu müssen wir didaktisch reduzieren – und dabei die vorhandenen alltagsweltlichen Vorstellungen zu berücksichtigen, um sie allmählich in wissenschaftlich Begründete zu transformieren (conceptual change-Lernansatz). Dazu ist es bei der Planung einer Lehrveranstaltung notwendig, den zeitlichen Rahmen, die Lernziele und die Voraussetzungen der Studierenden (z. B. aktueller Wissenstand, Fachrichtung, etc.) gemäß folgender Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Vertikale und horizontale Reduktion – Inhalte sind sowohl quantitativ als auch qualitativ einzugrenzen (Grüner, 1967), wobei die Qualität der Quantität vorangestellt werden soll (vgl. Abb. 2)
- Reduktion der inhaltlichen Komplexität – im Vergleich zur Reduktion der Stofffülle eine eher qualitative Reduktion, die grundsätzlich auch unabhängig von der Problematik eines knappen Zeitbudgets existiert (Lehner, 2012, S. 119)
- Zugänglichkeit der Darstellung – Anknüpfen an Vorwissen und Erfahrungen
- Ergebnisorientierung – Resultate von Lehr-/Lernprozessen sollen bestimmte Qualifikationen sein
- Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung – u. a. aktuell relevante und zukunftssträchtige Aspekte sollen vertieft werden

Abb. 1: Didaktische Transformation der fachlichen Inhalte mittels der Quantitäts- und Komplexitätsreduktion; links: Prozessebene; rechts: Dozenten-ebene; in Anlehnung an (Lehner, 2012)

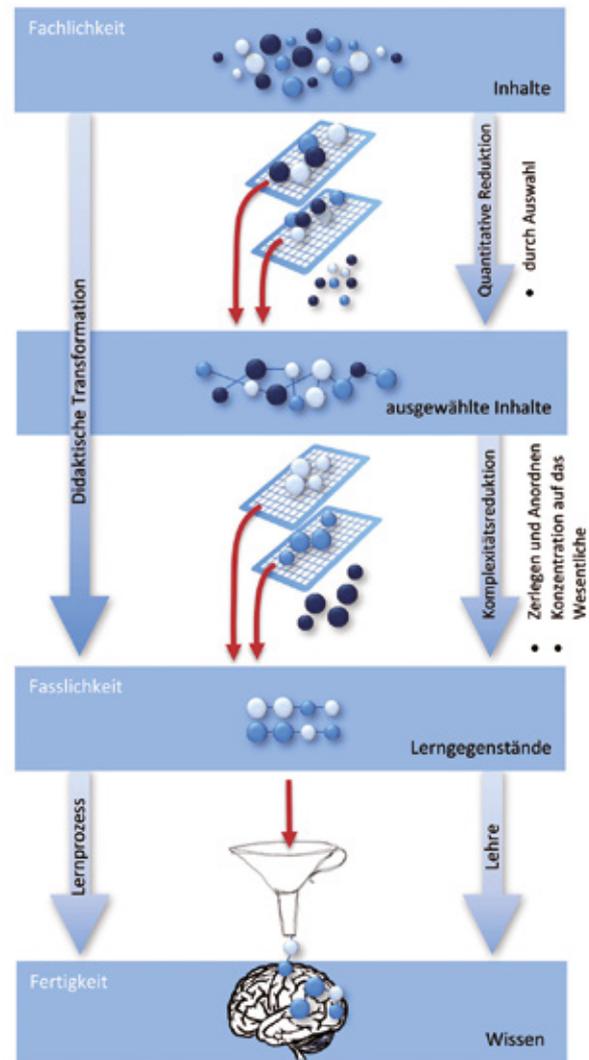
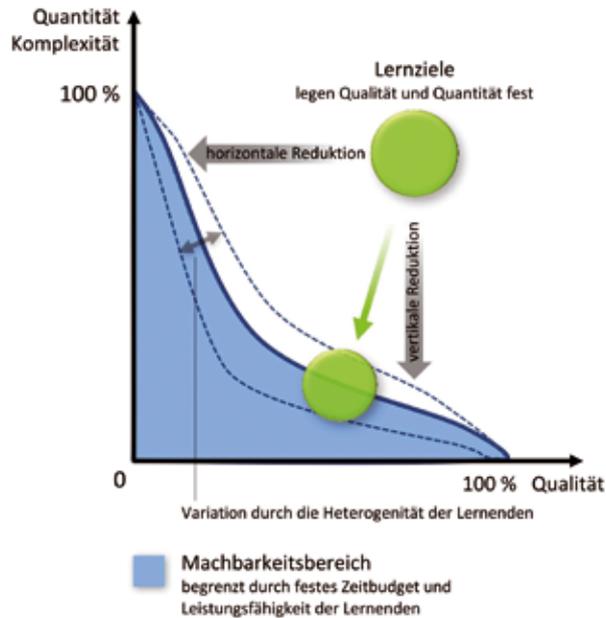


Abb. 2: Möglichkeiten der Reduktion in der Qualitäts-Quantitäts-Ebene.



- Aufdecken des unverzichtbaren Anteils des Fachwissens – was ist essentiell und wird an anderer Stelle dringend benötigt?
- Reduktion auf Begriffe oder Aussagen – Verallgemeinerungen und deren Gültigkeitsbereiche herausarbeiten.

Die Prozesskette vom rohen Fachinhalt bis hin zur Entstehung von Wissen ist in Abb. 1 veranschaulicht. Für die Gesamtheit der Filterstufen haben wir anlässlich des HD MINT-Symposiums den Begriff des „Nürnberger Siebs“ geprägt.

### Umsetzung der Reduktion

Die Ideen der didaktischen Reduktion können sowohl bei der Planung ganzer Lehrveranstaltungen als auch beim Erstellen von Materialien wie etwa Übungsblättern oder einzelnen Übungsaufgaben Anwendung finden. Am Beispiel der Erstellung von Übungsmaterialien soll das Vorgehen veranschaulicht werden: Ausgehend von vorgegebenen Lernzielen werden Lerninhalte nach obigen Gesichtspunkten hinsichtlich der Möglichkeit des passgenauen Anknüpfens an das Wissen und die Lernfähigkeit der Studierenden (s. blau schraffierter Bereich in Abb. 2) didaktisch reduziert (s. die Verschiebung des grünen Bereiches in Abb. 2).

Klaus W. Döring wählt für die Einschränkung eines Themas auf Aspekte, in welchen sich das Thema als Ganzes wieder spiegelt, die scheinbar paradoxe Formulierung „**Reduktion auf Vollständigkeit**“ (Lehner, 2012, S. 106). Abb. 3 zeigt eine Aufgabe für den Kurs Höhere Mathematik I, die unter dieser Prämisse entwickelt wurde. Ziel des Lehrgegenstandes ist es, dass Studierende sämtliche Einflussfaktoren auf die Konvergenz einer Potenzreihe kennen lernen und Zusammenhänge zwischen einzelnen Teilaufgaben erkennen bzw. herstellen können. Das Konzeptverständnis wird im Teil d) überprüft.

Weitere Hilfsmittel wie Übersichten, Tabellen, Diagramme oder Fachlandkarten unterstützen sowohl Studierende als auch Dozierende dabei, Inhalte besser zu erfassen bzw. einordnen zu können. Auf diese Weise herausgearbeitete Strukturen liefern eine, für Lernprozesse notwendige Basis, um weitere Inhalte in einen größeren Zusammenhang einordnen und damit auch verstehen zu können. Den Begriff der Fachlandkarte verdeutlichen wir im Rahmen des Workshops anhand eines Beispiels. Eine Reduktion im obigen Sinne schafft somit die Grundlage für ein zeitlich intensives und effizientes Lernen.

A priori kann durch Fragestellungen wie

- Habe ich durch meine Reduktion den Kern erfasst und freigelegt?
- Ist mir eine Balance zwischen Reduktion auf Begriffe und Reduktion auf Aussagen gelungen?

überprüft werden, ob sich eine vorgenommene didaktische Reduktion als sinnvoll und wirksam erweisen wird. A posteriori erhalten Lehrende durch studentische Fragen zu den Arbeitsmaterialien und die Fähigkeit der Bearbeitung von Aufgaben sowie die Qualität der studentischen Lösungen eine entsprechende Rückmeldung.

Um den Arbeitsaufwand auf Seiten des Lehrenden zu optimieren, verfolgen wir gegenwärtig die Idee, grundlegende Lerneinheiten mit modularem Charakter zu entwerfen bzw. zu bündeln: Eine motivierende Einleitung mit Ausblick, ein kurzer und prägnanter Theorieteil, ein zentraler Aufgabenteil, zusammenfassende Teile (Übersichten, Tabellen, Diagramme, Fachlandkarten) sowie Selbsttests. Um den Austausch zwischen den Fachkollegen zu vereinfachen und Synergieeffekte z. B. zwischen verschiedenen Studienfachrichtungen nutzen zu können, arbeiten wir zur Zeit an einer „wissensbasierten“ **Aufgaben- und Theoriedatenbank (WISTA)** auf SQL-Basis (Bentz, Feiler, Helfrich-Schkarbanenko, Koß, & Marz, 2015). WISTA soll Lehrende bei der Auswahl von Inhalten und Aufgaben und deren Strukturierung unterstützen und gleichzeitig Metainformationen wie etwa Einsatzbereich, Zeitaufwand, didaktische Hinweise zu Aufgaben, zu erwartende Schwierigkeiten u. ä. erfassbar machen. Aufgrund interner Statistik- und Filterfunktionen soll sich dieses Werkzeug auch zur tieferehenden Analyse hinsichtlich Relevanz, Struktur und Qualität der einzelnen Aufgaben bzw. Aufgabenblätter eignen und ggf. Probleme aufzeigen.

### 3. Erfahrungen und Rückmeldungen

Studierende arbeiten gerne mit Aufgaben, die einen hohen Grad an Strukturierung aufweisen oder/und eine Anleitung beinhalten (keine Kochrezepte, sondern in gewisser Weise eine Vorzeichnung von Lösungsideen) und zumindest einen partiellen Erfolg beim Lösen garantieren. Als anregend werden Aufgaben empfunden, die Anwendungsbezüge zum

**Abb. 3: Reduktion am Beispiel des „exemplarischen Prinzips“ – vollständige Klassifizierung der Einflussfaktoren bei der Konvergenzanalyse einer Potenzreihe: die Koeffizienten  $a_n$ , der Exponent von  $x$  sowie der Entwicklungspunkt  $a$ .**

**Aufgabe** (Potenzreihen: Einflussfaktoren des Konvergenzbereichs)

Die zentrale Eigenschaft einer Potenzreihe ist ihr Konvergenzbereich bzw. dessen „Radius“. Wodurch dieser beeinflusst wird, sollen Sie nachfolgend untersuchen.

**a)** Berechnen Sie den Konvergenzradius der um 0 entwickelten Potenzreihe  $\sum_{n=1}^{\infty} a_n x^n$  für

- |                |                          |                          |   |
|----------------|--------------------------|--------------------------|---|
| (i) $a_n = 1$  | (iii) $a_n = n^n$        | (v) $a_n = \frac{1}{n!}$ | (vii) $a_n = \left(\frac{1}{2}\right)^n$      |
| (ii) $a_n = n$ | (iv) $a_n = \frac{1}{n}$ | (vi) $a_n = 2^n$         | (viii) $a_n = \left(\frac{1}{2}\right)^{n^2}$ |

Was fällt Ihnen hierbei auf? Formulieren Sie eine qualitative Aussage.

**b)** Ermitteln Sie den Konvergenzradius der um 0 entwickelten Potenzreihe  $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n x^{p(n)}$  für

- |                |                     |                   |                   |
|----------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| (i) $p(n) = n$ | (ii) $p(n) = n + 2$ | (iii) $p(n) = 2n$ | (iv) $p(n) = n^2$ |
|----------------|---------------------|-------------------|-------------------|

**c)** Bestimmen Sie den Konvergenzbereich  $I$  der um den reellen Punkt  $a$  entwickelten Potenzreihe  $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n (x - a)^n$ .

**d)** Geben Sie je eine Potenzreihe mit Konvergenzradius  $r = \frac{1}{10}$  bzw.  $r = 10$  an. Wo konvergiert das Produkt aus beiden Reihen?

Studienfach beinhalten oder einen Ausblick auf Anwendungen geben. Als weniger beliebt, dafür aber sehr wirkungsvoll haben sich solche Aufgaben herausgestellt, die Konzeptverständnis abfragen, s. Teil d) der obigen Aufgabe zu Potenzreihen. Wie interne Evaluierungen belegen, sind Übersichtsdarstellungen und Zusammenfassungen jeglicher Form sehr beliebt.

#### 4. Danksagung

Das MINT-Kolleg Baden-Württemberg wird durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK) u. a. aus dem Programm „Studienmodelle individueller Geschwindigkeit“ gefördert sowie im Rahmen des Bund-Länder-Programms „Bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre“ (Qualitätspakt Lehre) des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als Verbundprojekt (Förderkennzeichen: 01PL11018A) mit der Universität Stuttgart. Die Autoren danken den Förderern MWK und BMBF für die finanzielle Unterstützung.

#### Literatur

Bastian, J., & Groß, L. (2012): *Lerntechniken und Wissensmanagement, Studieren, aber richtig*. Wien: UTB.

Bentz, T., Feiler, S., Helfrich-Schkarbanenko, A., Koß, R., & Marz, M. (2015): *WISTA – Wissensbasierte Theorie- und Aufgabendatenbank für die Studieneingangsphase*. 2. HD-MINT-Symposium. Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm.

Grüner, G. (1967): *Die didaktische Reduktion als Kernstück der Didaktik*. in: *Die Deutsche Schule*.

Lehner, M. (2009): *Viel Stoff – wenig Zeit, Wege aus der Vollständigkeitsfalle*, 2. aktualisierte und erweiterte Auflage. Bern: Haupt Verlag.

Lehner, M. (2012): *Didaktische Reduktion*. Bern: Haupt Verlag.

Winteler, A. (2004): *Professionell lehren und lernen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

# „Automatisch bewertete Übungsaufgaben im Mathematik- und Informatikunterricht“

Uta Priss

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, ZeLL

E-Mail: u.priss@ostfalia.de

Automatisch bewertete Übungsaufgaben ermöglichen zeitnahe, detaillierte und individuelle Rückmeldungen des Lernfortschritts. Allerdings ist die Erstellung solcher Aufgaben zeitintensiv und daher eventuell nur dann sinnvoll, wenn die Aufgaben mehrfach wiederverwendet werden können. Aus didaktischer Sicht stellt sich die Frage nach dem Einsatzzweck der Aufgaben. Wie stehen die Aufgaben im Zusammenhang mit den Lernzielen der Veranstaltung? Welche Aspekte sollen durch die Aufgaben abgebildet werden? Sollen die Aufgaben das gesamte Thema in sinnvollen Lernschritten abdecken oder sollen einzelne schwierige Begriffe besonders geübt werden? Welche Bedingungen ergeben sich daraus für die Art und Menge der Rückmeldungen? Welche Aufgabentypen passen zu welchen Lehrmethoden? Als weiterer Faktor stellt sich die Frage nach der technischen Umsetzbarkeit: Welche Technik für automatisch bewertete Übungsaufgaben ist überhaupt im Allgemeinen oder insbesondere für einen speziellen Lehrenden an einem Standort verfügbar?

Dieser Workshop versucht einen Überblick über diese Aspekte von automatisch bewerteten Übungsaufgaben zu geben und zur Diskussion zu stellen. Der Workshop steht im Zusammenhang mit dem eCULT-Verbundprojekt, in welchem Erfahrungen und Kompetenzen beim Einsatz digitaler Lerntechnologien zur Verbesserung der Lehre bereitgestellt und didaktisch begleitet werden. Unter anderem wurde im Rahmen des eCULT-Projekts ein XML-Format erstellt, welches den Austausch von automatisch bewerteten Übungsaufgaben in verschiedenen Lernmanagementsystemen (LMS) ermöglicht (Strickroth et al., 2015). Eine Infrastruktur für ein Repository zur Sammlung von Aufgaben ist derzeit in Planung, welches es Lehrenden ermöglichen soll, Aufgaben zu archivieren, auszutauschen und wiederzuverwenden.

Der Fokus des Workshops liegt auf Aufgaben zur Mathematik und Informatik, da sich in diesen Disziplinen Aufgaben gut algorithmisch bewerten lassen. Auch in anderen Fächern könnten automatisch bewertete Aufgaben einen Nutzen haben (z. B. zur stilistischen und grob-inhaltlichen Analyse von Texten), aber das ist ein anderer Aufgabentyp, welcher in diesem Workshop nicht behandelt werden soll. Multiple-Choice-Aufgaben sollen auch nicht betrachtet werden, sondern Aufgaben, bei welchen die Studierenden Formeln oder Programmcode eingeben, welcher bewertet wird.

## 1. Die Rolle von Übungsaufgaben in der Lehrveranstaltung

Da es zeitintensiv ist, automatisch bewertete Übungsaufgaben zu erstellen, sollte zunächst geklärt werden, welche Rolle die Aufgaben in der Veranstaltung übernehmen sollen und wo sie nützlich sind. Biggs (2011) schlägt vor, die Inhalte einer Veranstaltung anhand von Lernzielen zu strukturieren und die Lehr- und Prüfungsmethoden jeweils mit den Zielen abzugleichen. Übungsaufgaben sollten sich nach Biggs daran orientieren, was die Studierenden lernen sollen und was die Studierenden beim Lernen „tun“. Die Lernziele bestimmen, wie das Thema strukturiert wird und welche Fähigkeiten erlernt werden sollen. Insbesondere in der Mathematik und Informatik gibt es oft ganze Reihen ähnlicher Aufgaben, welche die Ausübung bestimmter Fähigkeiten trainieren (z. B. eine Programmiersprache oder die Modellierung mit Vektorräumen zu erlernen). Solche Aufgaben sind tendenziell gleichförmig gestaltet und sind besonders geeignet für eine automatische Bewertung, da die Aufgaben alle nach dem gleichen Schema ablaufen: Der Programmcode wird ausgeführt und produziert bei Bedarf Compiler- und Laufzeitfehlermeldungen. Zusätzlich zur Überprüfung der Fehlermeldungen können Unit- und Blackbox-Tests eingesetzt werden, welche überprüfen, in wie weit der Code spezifizierte Anforderungen erfüllt. Da Standard-Fehlermeldungen oft für Anfänger schwer verständlich sind, können zunächst zusätzliche, erklärende Rückmeldungen erzeugt werden. Im Laufe des Semesters ist es dann meist von Vorteil, die Menge und Art der Rückmeldungen zu reduzieren. Der Grund ist, dass damit die Studierenden nicht nur lernen mit einer künstlichen Übungssoftware zu arbeiten, sondern nach und nach zu der Praxis hingeführt werden, welche auch von den Experten in dem Gebiet ausgeübt wird. Die Auswahl der Schwerpunkte solcher Aufgaben kann dann im Sinne von Biggs mit den Lernzielen abgeglichen werden.

Für die Mathematik bietet sich insbesondere die Anwendung der APOS-Theorie (Arnon et al. 2013) bei der Erstellung der Aufgaben an. Die APOS-Theorie analysiert Lehrmaterialien hinsichtlich einer Struktur von Aktivitäten, Prozessen, Objekten und Schemata (APOS) und verwendet Aufgaben in Computer-Algebra Systemen, welche auch abstrakte Begriffe direkt erfahrbar machen. Die Studierenden werden angeleitet, mathematische Inhalte selbst zu konstruieren. Aus technischer Sicht sind diese Aufgaben auf die gleiche Art realisierbar wie Programmieraufgaben in der Informatik, da die Studierenden auch für diese Aufgaben Programmcode schreiben, welcher durch das Computer-Algebra-System und zusätzliche Tests ausgewertet wird.

Die APOS-Theorie oder das „Decoding the disciplines“-Verfahren (Middendorf et. al., 2004) können auf die Analyse von Schwellenbegriffen (Meyer et. al., 2003), welche auch als „schwierige Begriffe, Fehlkonzepte oder Lernhürden“ bezeichnet werden, angewendet werden. Die Analyse von Schwellenbegriffen kann zur Gliederung der Lehrveranstaltung und der Gewichtung der Aufgaben herangezogen werden, es muss aber abgewogen werden, in wie weit Übungsaufgaben für spezielle Schwellenbegriffe automatisch zu bewerten sind, oder ob sie besser in direkter Kommunikation behandelt werden sollen.

## 2. Übungsaufgaben und Lehrmethoden

Weiterhin stellt sich die Frage nach Einsatzszenarien und Lehrmethoden. Automatisch bewertete Übungsaufgaben können natürlich überall da eingesetzt werden, wo auch sonst manuell bewertete Aufgaben verwendet werden. Es bietet sich aber auch an, die Aufgaben gleich mit innovativen Lehrmethoden zu verknüpfen. Zum Beispiel sind automatisch bewertete Übungsaufgaben gut mit „Interactive Engagement“, „Just-in-time Teaching“ und „Peer Reviews“ kombinierbar. Allerdings stellen sie damit andere Anforderungen an die Unterrichtsplanung als reguläre Übungsaufgaben, woran sich Lehrende zum Teil erst gewöhnen müssen.

Hake (1998) definiert „Interactive Engagement“-Methoden als solche, die begriffliches Verstehen durch Interaktion hervorrufen, wobei die Studierenden „heads on“ und „hands on“ involviert sind, also mitdenken und mitmachen, und sofort direkte Rückmeldungen durch Lehrende oder andere Studierende erhalten. Obwohl Hake dies nicht erwähnt, könnten die Rückmeldungen auch durch ein Computerprogramm erfolgen. Automatisch bewertete Übungsaufgaben gehören also zu den „Interactive-Engagement“-Methoden solange sichergestellt ist, dass die Studierenden die Aufgaben auch durch Mitdenken („heads on“) bearbeiten und nicht durch bloßes Probieren. Das „hands on“-Kriterium ist dann automatisch erfüllt, da die Studierenden etwas tun und nicht nur zuhören oder zusehen.

Ein zweites Beispiel ist Just-in-Time Teaching (JiTT), eine Lehrmethode, bei welcher sich die Studierenden durch Aufgaben, Übungen und Texte eigenständig mit den Materialien einer Lehrveranstaltung bekannt machen. Die eigentliche Lehrveranstaltungszeit steht dann für Fragen, Diskussionen und vertiefende Aufgaben zur Verfügung (Novak et al. 1999). Automatisch bewertete Übungsaufgaben können dabei helfen, die Studierenden zum vorbereitenden Selbstlernen zu motivieren, da sie interaktiv sind und individuelle Rückmeldungen ermöglichen. Riegler (2013) verwendet zum Beispiel JiTT in Verbindung mit der LON-CAPA-Software für interaktive Mathematikaufgaben und Textfelder, in denen die Studierenden über ihren Lernfortschritt reflektieren und Fragen stellen können. Ein Vorteil der LON-CAPA-Software ist, dass sie Lehrenden einen strukturierten Überblick über den Lernfortschritt der Studierenden bietet.

Die Studierenden werden angeregt, sich schriftlich mit mathematischen Inhalten auseinanderzusetzen und ihre Verstehensprozesse zu reflektieren. Es wird eine Atmosphäre geschaffen, in der die Studierenden sich trauen, Fragen zu stellen.

Eine dritte Möglichkeit besteht darin, automatisch bewertete Aufgaben mit „Peer Review“ zu verbinden (Zeller, 1999). Studierende kommentieren dabei anonym die eingereichten Lösungen anderer Studierender. Diese Kommentare könnten in die Zensur mit einfließen. Sie können aber auch so gestaltet sein, dass Lehrende die Kommentare nicht zu sehen bekommen. Als Motivation dient dann, dass Studierende, welche selber kommentieren, auch Kommentare bekommen und diese zur Verbesserung des eigenen Codes verwenden dürfen (Zeller, 1999). „Peer Review“ an sich ist zwar nicht an automatisch bewertete Aufgaben

gebunden, aber die Software für Aufgaben kann oft ohne großen Mehraufwand für „Peer Review“ verwendet werden. Daher bietet sich eine Verbindung an. Im Sinne von Biggs (2011) ist „Peer Review“ eine gute Methode, Studierenden mehr Kontrolle über Lernprozesse zu geben und sie gleichzeitig eine wichtige Fähigkeit (das Lesen und Kommentieren von Code) lernen zu lassen.

### 3. Technische Bedingungen

Formal müssen automatisch bewertete Übungsaufgaben spezielle Anforderungen des jeweiligen LMS einhalten. Die Aufgaben müssen mit größerer Präzision beschrieben werden als manuell bewertete Aufgaben und am besten auch vor dem Einsatz getestet werden, um klarzustellen, dass keine Missverständnisse möglich sind. Für die Bewertung der Aufgaben ist es am einfachsten, Software zu verwenden, welche sowieso zum Software Engineering der jeweiligen Programmiersprache eingesetzt wird, also zum Beispiel JUnit für Unittests und Checkstyle für die Stilüberprüfung von Java-Aufgaben. Simulationswerkzeuge sind oft in Java geschrieben. Daher läuft der Einsatz solcher Werkzeuge technisch genauso ab, wie das Testen von Java-Code. Zum Beispiel kann JFLAP für Simulationsaufgaben zu Formalen Sprachen und endlichen Automaten eingesetzt werden. Für andere moderne Programmiersprachen existieren zumeist ähnliche Werkzeuge.

Die technischen Details der Implementierung solcher Werkzeuge sollen in diesem Workshop nicht behandelt werden, da es dafür andere Quellen gibt (zum Beispiel die Workshop Reihe ABP – „Automatische Bewertung von Programmieraufgaben“ (Priss et. al., 2013)). Die technischen Details bezüglich des Erstellens von Aufgaben und die möglichen Aufgabentypen sollen aber diskutiert werden.

### 4. Zusammenfassung

In diesem Workshop werden automatisch bewertete Übungsaufgaben für die Mathematik und Informatik aus den Gesichtspunkten der Lernziele, Lehrmethoden und technischen Einsatzbedingungen vorgestellt und diskutiert. Es wird ein Überblick über die verschiedenen Aspekte gegeben. Den Teilnehmern werden Impulse und Fertigkeiten an die Hand gegeben, um selbst Aufgaben zu erstellen und auszuprobieren. Es wird Gelegenheit geben, von eigenen Erfahrungen mit solchen Aufgaben zu berichten (soweit vorhanden) und sich mit anderen Teilnehmern diesbezüglich auszutauschen.

## Literatur

- Arnon, I.; Cottrill, J.; Dubinsky, E.; Oktac, A.; Roa Fuentes, S.; Trigueros, M.; Weller, K. (2013): APOS Theory – A framework for research and curriculum development in mathematics education. Springer, New York.
- Biggs, J.; Tang, C. (2011): Teaching for Quality Learning at University. Open University Press, New York.
- Hake, R. R. (1998): Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. In: American Journal of Physics, 66, 1, S. 64–74.
- Meyer, J. H. F.; Land, R. (2003): Threshold Concepts and Troublesome Knowledge – Linkages to Ways of Thinking and Practising. In: Rust, C. (Hrsg.): Improving Student Learning – Ten Years On. OCSLD, Oxford.
- Middendorf, J.; Pace, D. (2004): Decoding the Disciplines: A Model for Helping Students Learn Disciplinary Ways of Thinking. In: New directions for teaching and learning, 98, S. 1–12.
- Novak, G. M.; Patterson, E. T.; Gavrín, A. D.; Christian, W.; Forinash, K. (1999): Just in time teaching. In: American Journal of Physics, 67, S. 937.
- Priss, U.; Striwe, M. (Hrsg.) (2013): Automatische Bewertung von Programmieraufgaben, (ABP'2013), Proceedings, CEUR Volume 1067, Hannover.
- Riegler, P. (2013): Just in Time Teaching. In: Krüger, M., Schmees, M.: E-Assessments in der Hochschullehre. Einführung, Positionen & Einsatzbeispiele. Peter Lang Verlag, Frankfurt a. M.
- Strickroth, S.; Striwe, M.; Müller, O.; Priss, U.; Becker, S.; Rod, O.; Garmann, R.; Bott, O. J.; Pinkwart, N. (2015): ProFormA: An XML-based exchange format for programming tasks. Eleed, 11.
- Zeller, A. (1999): Funktionell und verständlich programmieren – so lernen es die Passauer, Softwaretechnik-Trends, Vol. 19, (3), S. 29–34.

## Bewertungs- und Feedbackprozesse für nichttechnische Lernziele in der Ingenieurausbildung

Katharina Zilles, Ute Berbuir  
Ruhr-Universität Bochum, Projekt ELLI  
E-Mail: zilles@vtp.rub.de

In den Fokus der Ingenieurdidaktik rückt zunehmend nicht nur die Vermittlung fachbezogenen Wissens, sondern auch die gezielte Förderung überfachlicher Kompetenzen von Studierenden. Zahlreiche ingenieurwissenschaftliche Curricula sehen zumindest im Wahlbereich Möglichkeiten vor, Kompetenzen in Teamarbeit, Diversitykompetenz, Kreativität, Kommunikation und Selbstmanagement zu erwerben. Methodisch gelten dabei jegliche Formen von Gruppenarbeiten, beispielsweise in projekt- oder problemorientierten Lehr-/Lernsettings, als besonders geeignet.

Die Impulse zu den einzelnen Diskussionspunkten stammen aus einer aktuellen, interdisziplinären Lehrveranstaltung an der Ruhr-Universität Bochum. Die darin eingesetzte Methode des problembasierten Lernens eignet sich besonders für den selbstgesteuerten Erwerb überfachlicher Kompetenzen. Sie ermöglicht es, solche nichttechnischen Lernziele nicht als gesonderte Inhalte, sondern als Bestandteil der fachwissenschaftlichen Regellehre zu vermitteln. Problembasiertes Lernen erfordert eine intensive Zusammenarbeit in Kleingruppen und ein hohes Maß an Eigenverantwortlichkeit und trainiert so insbesondere die Teamfähigkeit, Kommunikations- und Reflexionskompetenz der Studierenden.

Auf dieser Basis sollen mit den Teilnehmer/-innen des Workshops einzelne Aspekte von gruppenorientierten Arbeitsformen und Feedbackprozessen daraufhin beleuchtet werden, ob und wie sie sich zur Begleitung und Bewertung des Erwerbs nichttechnischer Kompetenzen ausgestalten lassen. Eine besondere Herausforderung liegt dabei darin, fachbezogene wie überfachliche Kompetenzen innerhalb derselben Lehrveranstaltung zu bewerten. Die Teilnehmenden sind eingeladen, Fragen und Erfahrungen aus dem eigenen Lehralltag in die Diskussion einzubringen.

- Welche Lernziele lassen sich im Bereich der nichttechnischen Kompetenzen definieren?
- Wie kann der Lernfortschritt bestimmt werden?
- Welche studentischen Leistungen sollten Feedback erhalten, welche eine formalisierte Bewertung bzw. Prüfung?
- Wie können die nichttechnischen Lernziele und ihre Beurteilung im Vorfeld transparent kommuniziert werden?
- Wie kann mit problematischen Gruppendynamiken umgegangen werden?
- Wie lässt sich peer-feedback – Feedback von Studierenden für Studierende – sinnvoll in Gruppenarbeitsprozesse integrieren und moderieren?

# Semesterbegleitende Studienleistungen in ingenieurtechnischen Grundlagen in der „Basic Engineering School“

Sabine Fincke, Silke Augustin, Karsten Henke, Ulrich Masek, Heinz-Dietrich Wuttke  
TU Ilmenau

E-Mail: {sabine.fincke, silke.augustin, karsten.henke, ulrich.masek,  
dieter.wuttke}@tu-ilmenau.de

## Zusammenfassung

Im Projekt „Basic Engineering School“ (BASIC) wird für die Studieneingangsphase von Ingenieurstudierenden an der TU Ilmenau das BASIC-Lehrmodell erprobt. Im Beitrag wird dargestellt, in welcher Weise semesterbegleitende Studienleistungen die praktische Ausbildung in ingenieurtechnischen Grundlagen der „Basic Engineering School“ unterstützen. Dies erfolgt am Beispiel der interdisziplinären objektorientierten Projektarbeit „Autonomer Miniatur Transporter“.

## 1. Einführung und Motivation

### Das Projekt „Basic Engineering School“

Im Projekt „Basic Engineering School“ (BASIC) wird für die Studieneingangsphase von Ingenieurstudierenden an der TU Ilmenau das BASIC-Lehrmodell erprobt. Am Modellprojekt nehmen pro Jahrgang 60 Studierende teil.

Eine Reihe von aufeinander abgestimmten Maßnahmen soll die Bildung und Festigung von Lerngruppen, die soziale Gruppenbindung und die Fähigkeit, interdisziplinär zu arbeiten, unterstützen. Damit – so das Ziel des Projektes – werden günstige Voraussetzungen zur Entwicklung der Studierfähigkeit und der Motivation geschaffen.

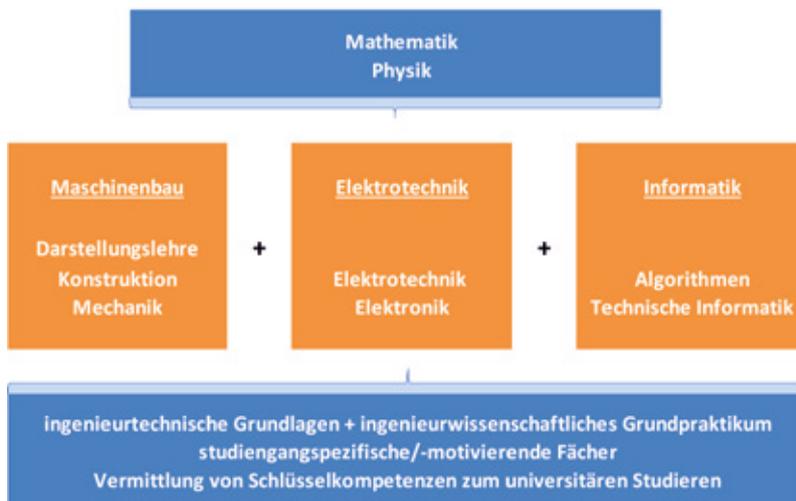
### Das BASIC-Lehrmodell

Bisher orientiert sich die Stoffvermittlung für die Ingenieurausbildung an der TU Ilmenau überwiegend an der jeweiligen Fachsystematik. Deutlich wird in Abb. 1 die Relevanz von übungs- und anwendungsorientierten Vermittlungsformen im BASIC-Lehrmodell im Vergleich zum bisher üblichen Lehrangebot an der TU Ilmenau. Das BASIC- Lehrangebot soll – im Vergleich zu den bisherigen Vermittlungsformen – interdisziplinärer, anwendungsorientierter und flexibler gestaltet werden. (Fincke, Stauche, Masek, Henke & Wuttke, 2013).

Abb. 1: Übungs- und anwendungsorientiertes Lehrmodell in BASIC

System alt	Prämissen & Vorgaben	System BASIC	Ziel	Lehrtypus
anwenden üben	mehr anwendungsreiches Wissen vermitteln Forschungsperspektiven zeigen	anwenden	Anwenden durch konstruktives Denken und Handeln	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum</li> <li>• Projekt</li> <li>• Konstruktion</li> <li>• Exkursion</li> </ul>
lernen	mehr üben praxisorientiert üben Forschungsfragen aufwerfen im Dialog anleiten	üben	interdisziplinäres Üben an einem Objekt/Subject	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar</li> <li>• Tutorien</li> <li>• eLearning Suite</li> <li>• Web based training</li> </ul>
	strukturiertes, konzentriertes, und effizienter vermitteln Lernziele kommunizieren Anwendungshorizont zeigen Forschungshorizont zeigen Frontalunterricht verkürzen	lernen	Grundlagenvorlesung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturierter Unterricht</li> <li>• eLearning Support</li> </ul>

Abb. 2: fachlich-inhaltliche Schwerpunkte in BASIC (TU Ilmenau, 2015).



Die Umsetzung des BASIC-Lehrmodells an der TU Ilmenau ist verbunden mit dem Übergang von einem hohen Anteil traditioneller Vorlesungen und Seminare zu mehr problembasierten Lehrformaten. Um die übungs- und anwendungsorientierten Anteile der Lehre in der Studiengangphase zu erhöhen, gibt es mit den „praktischen Arbeiten in ingenieurtechnischen Grundlagen“ zusätzliche Praxisanteile, bestehend aus Labor- und Werkstattpraktika sowie einer objektorientierten interdisziplinären Projektarbeit. Die Projektaufgabe besteht im Bau eines „Autonomen Miniaturtransporters“ (AMT). Dadurch soll nicht nur das in den Seminaren und Vorlesungen theoretisch erworbene Wissen vertieft werden, sondern es sollen sich auch die Vorstellungskraft und die Motivation der Studierenden erhöhen.

### BASIC: Fachlich inhaltliche Schwerpunkte

Die fachlich-inhaltlichen Schwerpunkte in BASIC basieren auf dem „Gemeinsamen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenstudium“ (GiG) der TU Ilmenau, welches den Rahmenstudienplan für alle Studierenden der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge bildet. Elemente des erfolgreichen BASIC-Programms sollen schrittweise für alle GiG-Studiengänge übernommen werden (vgl. Abb. 2).

Generell ist anzumerken, dass das BASIC-Studium zum Teil aus regulären Lehrveranstaltungen und zum Teil aus solchen Lehrveranstaltungen (meist

Übungen und Praktika) besteht, die speziell für die BASIC-Modellgruppe angeboten werden. Geeignete Elemente (beispielsweise die überarbeiteten Physik-Vorlesungen) werden zügig in den regulären Studienbetrieb integriert.

## Semesterbegleitende Studienleistungen

In einigen Lehrveranstaltungen an der TU Ilmenau werden von den Studierenden semesterbegleitend teilweise obligatorische, teilweise fakultative Studienleistungen eingebracht. Beispiele für solche semesterbegleitenden Studienleistungen sind Testate für Praktika und Bonuspunkte für eingereichte Hausaufgaben, für Vorträge oder für das Vorrechnen von Aufgaben in der Lehrveranstaltung. Erfahrungen zeigen, dass sich eine angemessene Integration von semesterbegleitenden Studienleistungen in die Lehrkonzepte günstig auf die Motivation zur kontinuierlichen und intensiven Auseinandersetzung mit dem Lehrstoff auswirkt. Exemplarisch wird dazu im Folgenden die Projektarbeit AMT als ein zentrales BASIC-Element beschrieben.

## 2. Interdisziplinäre objektorientierte Projektarbeit als semesterbegleitende Studienleistung

Zentrales Element der BASIC-spezifischen „Praktischen Ausbildung in ingenieurtechnischen Grundlagen“ ist eine interdisziplinäre Projektarbeit, die in Gruppen mit je drei bis vier Studierenden während der ersten beiden Semester des Bachelorstudiums bearbeitet wird. Diese Projektarbeit ist als semesterbegleitende Studienleistung in das BASIC-Lehrkonzept integriert.

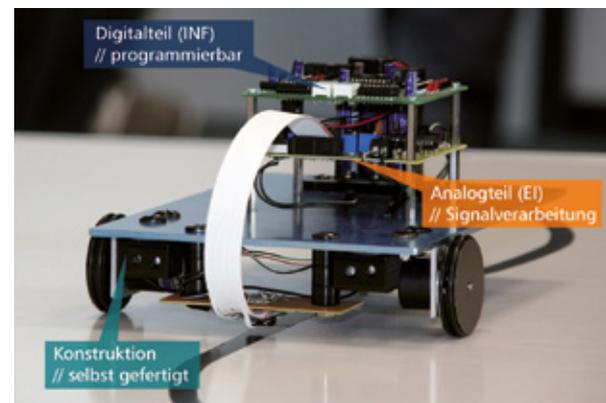
### Anforderungen an die Projektarbeit

Eine Herausforderung war es, für diese Projektarbeit einen Gegenstand zu finden, welcher bei der Entwicklung und Implementierung die umfassende Anwendung des ingenieurtechnischen Grundlagenwissens erfordert und dennoch nicht zu kompliziert ist für Studierende des ersten Studienjahres.

### Aufgabenstellung

Der zu bauende AMT besteht aus mechanischen und elektronischen Komponenten sowie einer Digitalsteuerung. Bestandteile der Projektaufgabe sind einerseits sowohl konstruktive Aufgaben der Maschinenbaustudiengänge als auch elektrotechnische Grundlagen (EI) in der Sensorsignalverarbeitung und andererseits informatische Grundlagen (INF) beim Entwurf der programmierbaren Steuerung. Der AMT entspricht den genannten Anforderungen (vgl. Abb. 3).

Abb. 3: Autonomer Miniatur Transporter (AMT)



### Projektbearbeitung

Semesterbegleitend über die ersten beiden Semester werden Stück für Stück Baugruppen für den AMT entwickelt, implementiert und getestet. Dabei werden die Studierenden in den Werkstätten und Laboren von den zuständigen Lehrenden begleitet. Im Rahmen des integrierten Lehrangebotes „Team- und Projektarbeit“ erhalten die Studierenden zudem methodische Grundlagen für ihre Projektarbeit und auf Wunsch Unterstützung bei Konflikten und bei der Reflexion ihrer Gruppenarbeit.

Die AMT müssen zum Ende des zweiten Semesters so aufgebaut sein, dass sie eine vorgegebene Route (vgl. Abb. 4) korrekt abfahren können. Die Planung und Fertigung erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an interdisziplinärem Arbeiten und Denken. Im Rahmen einer Abschlusspräsentation werden die Projektergebnisse durch die Projektgruppen vorgestellt.

### Bewertung

Die Bewertung der Studienleistung setzt sich aus den Einzelbewertungen zusammen und wird von den jeweils zuständigen fachlichen Betreuern vorgenommen. Kriterien der Bewertung sind hauptsächlich die Funktionalität gemäß der Aufgabenstellung, die Modularität der Konstruktion, die Passfähigkeit der Zeichnungen und Entwürfe zum realisierten Objekt sowie die korrekte Programmierung bei der zurückzulegenden Route und den zu zählenden Abbiegungen. Weiterhin gehen die Dokumentationen (Technische Dokumentation und Prozessdokumentation) sowie die Präsentation in die Bewertung der Studienleistung ein.

Abb. 4: Präsentation der BASIC-Projektarbeiten im Oktober 2014



Abb. 4 zeigt Studierende der BASIC-Modellgruppe 2013/14 während der Präsentation ihrer Projektarbeiten im Oktober 2014.

Für einen erfolgreichen Abschluss mit Anerkennung als Studienleistung gemäß der Studienpläne müssen alle Komponenten der Projektarbeit mindestens mit ausreichend bewertet sein. Zusammen mit den anderen Elementen der „praktischen Ausbildung in ingenieurtechnischen Grundlagen“ wird der erfolgreiche Abschluss als Grundpraktikum (ohne Note) anerkannt.

Das Grundpraktikum ist Bestandteil aller ingenieurwissenschaftlichen Bachelorstudiengänge an der TU Ilmenau und muss bis zum 6. Semester nachgewiesen werden. Es umfasst 6–8 Wochen (je nach Studienordnung) und beinhaltet im Wesentlichen den Nachweis des Erwerbs grundlegender Arbeitsverfahren (z. B. spanende Fertigung, Prüf- und Montageverfahren, numerisch gesteuerte Verfahren u. ä.). Über die durchgeführten Tätigkeiten muss ein Praktikumsbericht erstellt werden. benotet wird das Praktikum nicht.

Grundsätzlich gibt es eine Gesamtbewertung für die Projektgruppe. Die Projektgruppen haben im Abschnitt „Prozessdokumentation“ ihrer Projektdokumentation und in der Präsentation auf die Aufgabenverteilung und Besonderheiten bei der Umsetzung einzugehen. Dies ermöglicht – wenn nötig – eine differenzierte und angemessene Bewertung der einzelnen Studierenden in den Projektgruppen. Von großer Bedeutung für die Studierenden ist das motivierende Feedback der fachlichen Betreuer während der Projektarbeit und der Abschlusspräsentation.

### 3. Erfahrungen aus der bisherigen Erprobung

#### Neugestaltung des Curriculums

Damit die Studierenden die Projektaufgabe weitestgehend selbständig im Projektteam bearbeiten können, war es notwendig, Inhalte und Reihenfolge der Stoffdarbietung sowie die Vermittlung der theoretischen Grundlagen an die Erfordernisse der Projektarbeit anzupassen. Dadurch wurde ein Prozess zur Verzahnung von Lehrinhalten und Neugestaltung des Curriculums in Gang gesetzt. Eine Steuerungsgruppe „Praktische Arbeiten in ingenieurtechnischen Grundlagen“ wurde hierfür gebildet und ist nun für die inhaltliche und organisatorische Planung, die Vorbereitung, die Durchführung, die Qualitätssicherung und die konzeptionelle Weiterentwicklung dieses Lehrangebotes zuständig. Feedback und Anregungen der Studierenden unterstützen die Steuerungsgruppe bei der Weiterentwicklung der Projektarbeit.

#### Unterstützungsbedarf der Studierenden

Die Auswertung und Evaluation der Bearbeitung der Projekte in den ersten Modellgruppen zeigte, dass ein großer Teil der BASIC-Studierenden im ersten Semester noch wenig Erfahrung in der Bearbeitung einer komplexen Aufgabe in Teams mitbringt und sie deshalb bei der Planung und Strukturierung des Gesamtprojektes noch Unterstützung benötigen. Schwierigkeiten bereitete den BASIC-Studierenden insbesondere die Komplexität der Gesamtaufgabe, eine realistische Aufwandsschätzung hinsichtlich schwer greifbarer Arbeitspakete, wie z. B. Programmierung, Funktionstest, Fehlersuche oder Dokumentation, sowie der Umgang mit Störungen in der Gruppenarbeit.

#### Testierung von Zwischenergebnissen

Aus diesen Erfahrungen wurden verbindliche semesterbegleitende Studienleistungen konzipiert und an konkrete Zwischentermine gebunden. Diese berücksichtigen in besonderem Maße die Erfahrungen aus der Begleitung der Projektarbeiten der ersten BASIC-Modellgruppen und orientieren sich an den wichtigen Meilensteinen in der Bearbeitung des Projektes. Die Studierenden und Projektgruppen profitieren von der Unterstützung bei der Strukturierung der Projektaufgaben. Verbindliche Termine mit kurzfristig erkennbaren Konsequenzen unterstützen die kontinuierliche Bearbeitung des Projektes und die Verbindlichkeit in der Gruppenarbeit.

Die Projektarbeit läuft nach der Einführung der Testierung von Zwischenschritten spürbar strukturierter, termingerechter und es gibt wirksamere Regelungen, um auf erkennbare Probleme in der Projektbearbeitung zu reagieren.

Die Begleitung der Projektarbeit wird durch die Testierung der Meilensteine auch für die Lehrenden transparenter und besser individuell kalkulierbar. Bei der Bewertung der Gesamtarbeit der Projektgruppen kann nun auf gut dokumentierte Nachweise von Teilleistungen zurückgegriffen werden. Außerdem erweisen sich die klar definierten Meilensteine und Zuständigkeiten auch als hilfreich zur Unterstützung der Arbeit in der Steuerungsgruppe und in der Abstimmung mit weiteren Lehrgebieten.

#### 4. Fazit

Die Erfahrungen der Studierenden im Projekt werden nach den zwei Semestern mit Hilfe eines Fragebogens sowie durch persönliche Gespräche evaluiert. Aus der Evaluation geht hervor, dass insbesondere der hohe Praxisanteil, die Verknüpfung von Theorie und Praxis und die interdisziplinäre Projektarbeit von den Studierenden positiv bewertet werden (TU Ilmenau, 2012–2015; TU Ilmenau, 2014).

Dies spiegelt sich auch in der folgenden Aussage eines Studierenden zur objektorientierten Projektarbeit „Autonomer Miniatur Transporter“ wider:

Student, 21 Jahre: „Ich finde das Projekt des Miniaturroboters besonders interessant. [...] So funktioniert die Symbiose aus Theorie und Praxis gut, und das Lernen macht Spaß.“ (TU Ilmenau, 2012).

Die Mitwirkung bei der Gestaltung der interdisziplinären Projektarbeit motiviert und sensibilisiert auch die beteiligten Lehrenden für Aspekte der Verzahnung und neue Lehr- und Prüfungsformen sowie die dafür notwendigen organisatorischen und strukturellen Entwicklungen.

#### 5. Quellen

Fincke, S., Stauche, S., Masek, U., Henke, K., Wuttke, H.-D. (2013). Basic Engineering School – eine innovative Studienform für die Studieneingangsphase von Studierenden in den Ingenieurstudiengängen an der TU Ilmenau, TeachING-LearnING.EU Fachtagung, TU Dortmund, Juni 2013.

TU Ilmenau (Hrsg.). (2012). Basic Engineering School: Zwischenbilanz äußerst positiv. Zs. UNI Universitätsnachrichten Ilmenau (Ausgabe 01/2012), 28 – 29. verfügbar unter <http://www2.tu-ilmenau.de/webpaper/uni-zeitschrift/55201201/pdf/Webpaper.pdf> .[Juni 2015].

TU Ilmenau (2012–2015). Evaluation zum BMBF-Projekt Projekt „Basic Engineering School“, unveröffentlichte interne Dokumentation. Zentralinstitut für Bildung. TU Ilmenau.

TU Ilmenau (Hrsg.). (2014). Modellprojekt Basic Engineering School: Positive Zwischenbilanz. Zs. UNI Universitätsnachrichten Ilmenau (Ausgabe 01/2014), 28–9. verfügbar unter [http://www2.tu-ilmenau.de/webpaper/uni-zeitschrift/57201403/UNI\\_03\\_2014\\_Web.pdf](http://www2.tu-ilmenau.de/webpaper/uni-zeitschrift/57201403/UNI_03_2014_Web.pdf) [Juni 2015].

TU Ilmenau (2015). Zwischenbericht BMBF-Projekt „Basic Engineering School“, FKZ 01PL11102 für das Projektjahr 2014, unveröffentlichtes Dokument. TU Ilmenau, April 2015.

Das Projekt „Basic Engineering School- Neue Lehr-und Lernformen in der Ingenieurausbildung – insbesondere in der Studieneingangsphase“ ist ein Projekt an der TU Ilmenau im BMBF-Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre (FKZ: 01PL11102, Kontakt: [www.tu-ilmenau.de/basic](http://www.tu-ilmenau.de/basic); [basic@tu-ilmenau.de](mailto:basic@tu-ilmenau.de))

# Neue Wege zur Konzeption eines kompetenzfördernden, studierenden-zentrierten Laborpraktikums

Marc D. Sacher, Heike M. Probst, Peter J. Reinhold  
Universität Paderborn  
E-Mail: marc.sacher@upb.de

## Zusammenfassung

Laborpraktika sind nach Ansicht der Autoren das zentrale Element im Physikstudium für den Erwerb der Kompetenzen, die für eine wissenschaftlich fundierte Laborarbeit essentiell erforderlich sind. Das zentrale Ziel des neu konzipierten Paderborner Physik Praktikums 3P (Sacher et al. 2015) ist daher, im Rahmen kompetenzorientiert ausgestalteter Lehr-Lern-Settings alle Facetten experimenteller Kompetenz strukturiert und aufeinander aufbauend auszubilden. Das Konzept beinhaltet eine neuartige Praktikumsstruktur sowie speziell ausgearbeitete Aufgabenstellungen und Experimente. Um auch die Kommunikations-, Sozial- und Selbstkompetenz der Studierenden systematisch zu fördern, werden die Studierenden u.a. durch eingeschobene, zurückhaltend moderierte Diskussionsrunden zur Reflexion ihrer Experimentiertätigkeit angeregt. In diesem Artikel wird das Konzept des 3P dargestellt. Im angebotenen Workshop soll die Übertragung des dem 3P zugrunde liegenden didaktischen Konzepts auf die Praktika der Teilnehmenden diskutiert und angeleitet begonnen werden.

## 1. Warum ein neues Praktikumskonzept?

Laborpraktika sind in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen zentraler Bestandteil der Ausbildung zur Förderung experimenteller Kompetenz. Häufig arbeiten die Studierenden einen Kanon von Versuchen nach kleinschrittigen Anleitungen ab. Solche Praktikumsversuche nach dem Konzept von Westphal aus dem Jahr 1928 fördern hauptsächlich die Kompetenzfacetten Durchführung und Auswertung von Versuchen. Zur experimentellen Kompetenz zählen aber auch Facetten wie Planen von Experimenten, Aufbauen von Versuchen, Fehler erkennen und quantifizieren, Aufbauten optimieren, Messwerte verarbeiten/darstellen, in klassischen/digitalen Quellen recherchieren, Ergebnisse beurteilen und diskutieren (Welzel et al., Zwickl et al.).

Ziel des Paderborner Physik Praktikum 3P ist, all diese Facetten der experimentellen Kompetenz, aber auch die Kommunikations-, Selbst- und Sozialkompetenz der Studierenden zu fördern. Zur kommunikativen Kompetenz zählen u.a. das Beschreiben, Präsentieren,

Beurteilen und Diskutieren physikalischer Sachverhalte auf einem wissenschaftlich angemessenen Sprachniveau, das Verfassen von Berichten, aber auch das der jeweiligen Gesprächssituation und dem Gesprächspartner angemessene kommunikative Agieren. Im Rahmen der Sozialkompetenzen soll die Team- und Kooperationsfähigkeit gefördert werden, Zeitmanagement, Selbstständigkeit, Konzentrationsfähigkeit sowie Problemerkennungs- und Problemlösefähigkeit stehen bei der Entwicklung der Selbstkompetenz im Mittelpunkt.

## 2. Die Struktur des Praktikums

Für eine gezielte und aufeinander aufbauende Kompetenzentwicklung wurde ein auf vier Semester ausgelegtes Setting erarbeitet, das neben den Labortagen auch begleitenden Vorlesungen und zugehörige Übungen umfasst. Die Gesamtkonzeption beruht auf der Annahme, dass Kompetenzen erlernbar sind und durch Erfahrungen in Lehr-Lern-Situationen erworben werden (Klieme/Hartig 2007). Einfache Settings zu Beginn des Lernprozesses enthalten bereits „wesentliche Elemente der Handlungsstruktur“ und werden „stufenweise komplexer“ (Schaper 2007). In den vier Semestern nimmt die Komplexität und Vielfalt der gleichzeitig adressierten Kompetenzfacetten und das Anforderungsniveau der Experimente stetig zu. Im letzten Semester wird frei experimentiert, d.h. alle systematisch erlernten Kompetenzen kommen zur Anwendung.

Die Konzeption der Vorlesungen, Übungen und einzelnen Praktikumstage, die Auswahl der Lerninhalte, der Experimente und didaktischen Methoden erfolgt auf der Grundlage eines mehrstufigen, auf der Zunahme der Komplexität der Anforderung und der kognitiven Taxonomie-Stufen beruhenden Kompetenzniveau Modells nach Anderson und Krathwohl 2001 (s. Abb. 1).

Für die Gestaltung eines Praktikumstages im ersten Semester werden jeweils eine oder zwei Schwerpunkt-Kompetenzfacetten gewählt und eine jeweils zugehörige Taxonomie-Stufen festgelegt, die mit dem bestimmten Lernsetting erreicht werden soll. Anschließend wird ein zu der festgelegten Kompetenzförderung geeigneter fachlicher Kontext exemplarisch aus dem Vorwissen der übrigen Veranstaltungen gewählt und die Aufgabenstellung festgelegt.

Abb. 1: Pyramide

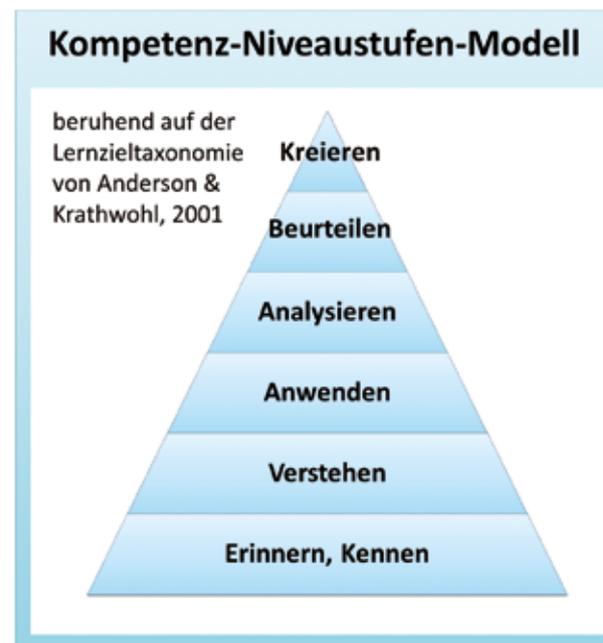


Abb. 2: Struktur der Labortage



### 3. Die Struktur eines „typischen“ Praktikumstages

Ein „typischer“ Praktikumstag des 3P gliedert sich in alternierende Diskussions- und Experimentierphasen (s. Abb. 2). Die Experimentierphasen können neben den klassischen Messaufgaben (Durchführung des Experiments) z.B. Planungs- oder Reflexionsaufgaben enthalten.

Jeweils drei Zweierteams werden von einem Betreuenden begleitet. Dieser agiert als Lernbegleiter und Moderator und unterstützt den Lernprozess der Studierenden aus einem konstruktiven Lehr-Lernverständnis heraus. Mit den Lernprozess weiterführenden Fragen und Impulsen fördert er das eigenständige Problemlösen der Studierenden anstatt selbst Hand anzulegen oder die Lösungen vorzugeben.

In den Experimentierphasen setzen sich die Studierenden aktiv und kognitiv reflektierend mit den physikalischen Inhalten auseinander und entwickeln ihre experimentelle

Kompetenz, indem sie ihr fachliches, deklaratives und prozedurales Wissen mit ihren experimentellen Fähigkeiten, Einstellungen sowie Regulationskomponenten verknüpfen und handeln. In den mit den Experimentierphasen alternierenden Diskussionsphasen werden die den Aufgabenstellungen zugrunde liegende Theorie, die Versuchsplanungen und -durchführungen sowie die erzielten Ergebnisse diskutiert (Klieme 2007). Dieser Konzeption und Handlungsweise liegt die Auffassung zugrunde, dass

„die in den höheren Klassen der Taxonomie repräsentierten Typen des Problemlösens (...) offensichtlich leichter gelernt werden, wenn das Problemlösen gefördert wird durch Diskussionen, durch praktische Arbeit und allgemein durch Lernbedingungen, in denen das Individuum versuchen muss, Probleme zu bearbeiten, wobei ihm geholfen wird, Wege zu finden, die seine Fähigkeit, Probleme zu lösen, verbessern“ (Krathwohl 1975).

Diese starre Tagesstruktur wird im Verlauf der vier Semester allmählich gelockert, d.h. im dritten bzw. vierten Semester gestalten die Betreuenden bzw. die Studierenden die Labortage nach Bedarf und eigenem Ermessen selbst und wechseln zwischen Experimentieren und Diskutieren. Ziel dieser systematischen Aufweichung der Struktur ist es, die Studierenden auf eine selbstständige Teamarbeit und Teamkoordination vorzubereiten.

Die Studierenden fertigen nach den Praktikumstagen einen Bericht als erste Form der wissenschaftlichen Veröffentlichung an. Die Anforderungen an die Ausgestaltung steigern sich ebenfalls kontinuierlich über vier Semester.

## 4. Die Ausgestaltung der vier Semester

Im Folgenden wird die Ausgestaltung der Lehr-Lernsettings über die vier Semester im Hinblick auf die didaktische Ausgestaltung und die angestrebte Kompetenzentwicklung detailliert beschrieben.

### 4.1. Das 1. Semester

Zu Beginn des ersten Semesters absolvieren die Studierenden vier 90-minütige Vorlesungseinheiten, die eng mit einer begleitenden Präsenzübung verzahnt ist. Vermittelt wird das Grundgerüst des wissenschaftlichen Experimentierens von der Fragestellung und Hypothesenbildung über die Versuchsplanung, den Aufbau, die Optimierung und Durchführung des Versuchs, die Aufnahme und Diskussion der Messwerte bis zur ersten Veröffentlichung in Form eines Berichts. Die Studierenden wenden die in den Vorlesungen erarbeitete Theorie schrittweise in einem einfachen, über vier Wochen gestreckten Versuch parallel zur Vorlesung an. Einfache, kurze Aufgaben unterstützen die Vernetzung von Theorie und Praxis, alle Kompetenzfacetten werden auf niedrigem Schwierigkeitsgrad adressiert.

In den nachfolgenden vier jeweils dreistündigen Versuchstagen beschäftigen sich die Studierenden mit einfachen Experimenten mit klar formulierten Aufgabenstellungen aus dem Themenfeld Mechanik. Es stehen pro Versuchstag jeweils drei verschiedene Aufbauten oder Materialsammlungen zu einem Thema zur Verfügung. Die Studierenden verwenden pro Versuchstag zwei der drei möglichen experimentellen Setups, um z.B. verschiedene experimentelle Zugänge zu erproben und über die Vor- und Nachteile der Methoden vergleichend diskutieren zu können. Ziel ist es, erste Basiskompetenzen anzuwenden, wobei nur einzelne Schwerpunkt-Kompetenzfacetten auf einer höheren Niveaustufe angelegt sind. Im Rahmen des Versuchstages zum Freien Fall liegt der Fokus der Kompetenzförderung z.B. auf dem Erkennen und Vergleichen von Messfehlern. Die Versuchsaufbauten unterscheiden sich dabei deutlich in ihren Materialien, Geräten und Messmethoden.

### 4.2 Das 2. Semester

Im zweiten Semester erarbeiten sich die Studierenden das Grundlagenwissen zur Elektronik (Löt-Technik, Schaltungsdesign etc.) in begleitenden Vorlesungseinheiten, um es anschließend im Rahmen der Labortage in die Praxis zu übertragen. Für die Bearbeitung der Aufgaben sind jeweils zwei Labortage á vier Stunden vorgesehen. Am ersten Tag konstruieren die Studierenden ein Werkzeug wie z.B. einen Messverstärker, um ihn am zweiten Versuchstag in konkreten Situationen bei der Bearbeitung einer Aufgabenstellung einzusetzen. In den Diskussionsrunden am ersten Tag werden Schaltungsdesigns erläutert, visualisiert und diskutiert. Am zweiten Tag werden analog zum ersten Semester die erzielten Ergebnisse z.B. vor dem Hintergrund der erreichten Messgenauigkeit analysiert. Die Anforderungen z.B. an die wissenschaftliche Ausdrucks- und Visualisierungsfähigkeit steigen dabei. Die Studierenden sollen z.B. die vorzubereitenden theoretischen Grundlagen für einen Praktikumstages in Form eines Kurzreferates vorstellen.

Insgesamt nimmt die Komplexität der Aufgabenstellungen zu, die didaktische Ausgestaltung der Lernsettings erfordert die Anwendung von verknüpften Kompetenzfacetten auf höheren Niveaustufen. Es ist mehr Selbstständigkeit im Arbeitsprozess erforderlich.

#### 4.3 Das 3. Semester

Im dritten Semester absolvieren die Studierenden zu Beginn einen Einführungsworkshop zum Programmieren mit LabView, bevor sie drei dreitägige, mehrstufige, komplexe Programmieraufgaben z.B. zur Ansteuerung von Geräten oder zur Messwerterfassung durchführen. An den Praktikumstagen wird eine längere Partnerarbeitsphase von zwei Gruppendiskussionen eingeschlossen und um eigenverantwortlich einberufene und geleitete Diskussionsrunden ergänzt. Dies erfordert deutlich mehr Selbstständigkeit im Arbeitsprozess als im zweiten Semester. Die drei zu absolvierenden Versuche aus dem Stoffgebiet der klassischen Physik sind so konzipiert, dass sie den Erwerb elaborierter, d.h. auf einer hohen Niveaustufe angesiedelter und verknüpfter Kompetenzfacetten ebenso ermöglichen wie ein tieferes Verständnis der Zusammenhänge physikalischer Konzepte und erforderlicher Handlungsweisen.

#### 4.4 Das 4. Semester

Im vierten Semester experimentieren die Studierenden in ihren Teams frei. Über insgesamt neun Labortage konzipieren, planen und optimieren sie ein selbst gewähltes Experiment zu einer komplexen mehrstufigen Fragestellung, d.h. das Thema muss über ausreichend Breite und Tiefe verfügen. Zu Beginn verteidigen sie im Rahmen eines Kurzvortrages wissenschaftlich fundiert ihr Konzept vor ihren Mitstudierenden, zum Abschluss präsentieren und verteidigen sie ihre Ergebnisse. Das komplette „Projektmanagement“ liegt in der Eigenverantwortung der Teams, sie müssen die Aufgaben definieren, aufteilen und durchführen, Meilensteile festlegen, Arbeitsbesprechungen einberufen und moderieren und ihr Ziel, den erfolgreichen Abschluss des Experiments, konsequent verfolgen. Dazu müssen sie zwingend alle Kompetenzfacetten, die sie in den drei vorangegangenen Semestern strukturiert erworben haben, auf höchster Niveaustufe anwenden.

### 5. Die Betreuung

Die Betreuung wird durch Masterstudierende oder Doktoranden realisiert, die für ihre Tätigkeit eine spezielle Ausbildung durchlaufen haben (siehe dazu Abstract „Den individuellen Lernprozess der Studierenden im Blick: Anders betreuen in modernen Laborpraktika“ von Heike M. Probst et al. in diesem Band). Zu Beginn des Praktikums begleiten die Betreuenden den Lernprozess intensiv und individuell, indem sie sie mit Impulsen und Fragen zum selbst Denken, Handeln und Problemlösen anregen. Sie fungieren als Botschafter und Vorbilder, sowohl in Bezug auf das Agieren am Experiment als auch auf das Verbalisieren und Visualisieren physikalischer Sachverhalte in den Gesprächsrunden und der

angestrebten Art und Weise des Umgangs miteinander. Außerdem geben sie den Studierenden ein intensives, durch einen detaillierten Beobachtungsbogen unterstütztes Feedback zu ihren in Handlungen und Sprechakten gezeigten Kompetenzfacetten. Dies ermöglicht es den Studierenden, sich aktiv und kognitiv reflektierend mit ihrem eigenen Lern- und Entwicklungsprozess auseinander zu setzen, ihn zu verstehen und steuern zu können (Roth 2011, Hattie 2014).

Ab dem zweiten Semester wird die Betreuung flexibler und passt sich zunehmend an den Bedarf der Studierenden an, der Betreuende setzt aber kontinuierlich den Fading-Out-Prozess in Gang, der am Ende des dritten Semesters abgeschlossen sein sollte. Im Rahmen des freien Experimentierens moderiert der Betreuende die Einführungs- und Schlusspräsentationen der Studierenden und wird nur bei Bedarf von den Studierenden zum Experimentierprozess hinzugezogen.

## Literatur

Anderson, Lorin W. und Krathwohl, David R.: A Taxonomy for learning, teaching and assessing – A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York 2001.

Hattie, John; Beywl und Wolfgang; Zierer, Klaus (Bearb.): Lernen sichtbar machen. Baltmannsweiler 2014.

Klieme, Eckhard und Hartig, Johannes: Kompetenzkonzepte in den Spezialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Dialog. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 10 (2007) Sonderheft 8, S. 11–29.

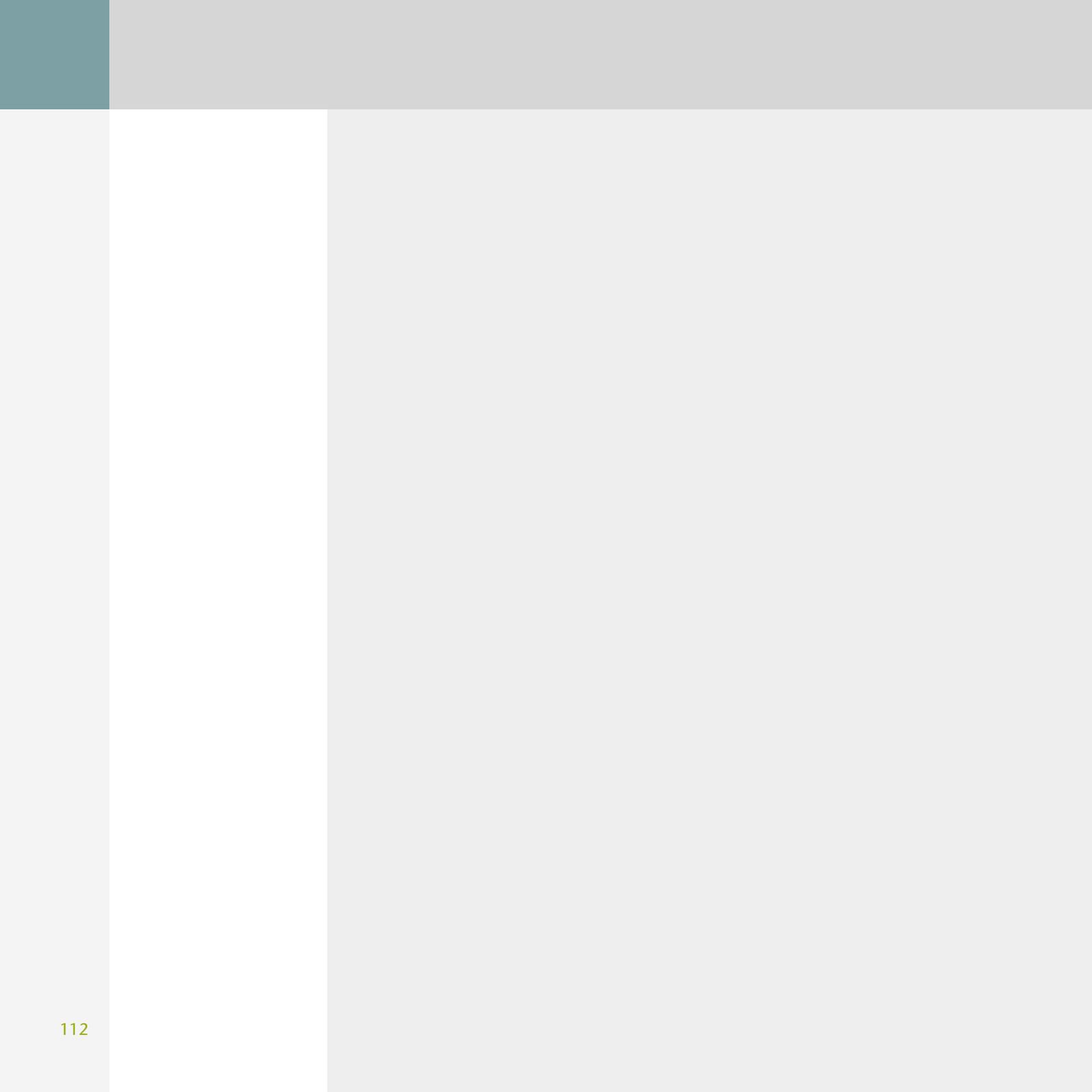
Krathwohl, David R.; Bloom, Benjamin S.; Masia, B.: Taxonomie von Lernzielen im affektiven Bereich. Beltz Verlag, Weinheim, Basel: 1975.

Roth, Gerhard: Bildung braucht Persönlichkeit. Wie lernen gelingt. Stuttgart 2011.

Sacher, Marc D.; Probst, Heike M.; Reinhold, Peter J.; Schaper, Niclas: „Das kompetenzorientierte Physik-Praktikum“, dghd Tagungsband 2014 „Leitkonzepte der Hochschuldidaktik: Theorie–Empirie–Praxis“ Reihe Blickpunkt Hochschuldidaktik, W. Bertelsmann Verlag 2015, in Druck.

Welzel, M. et al.: Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden – Ergebnisse einer europäischen Umfrage. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. 4 (1998) 1, S. 29–44.

Zwickl, Benjamin M.; Finkelstein, Noah und Lewandowski, H. J.: The process of transforming an advanced lab course: Goals, curriculum and assessment. In: American Journal of Physics, 81 (2013), S. 63–70.



# PechaKucha-Vorträge



# „Und das soll Informatik sein?“ Ein Erstsemester-Abschlussprojekt der anderen Art

Veronika Thurner, Kathrin Schlierkamp, Axel Böttcher, Daniela Zehetmeier  
Hochschule München  
E-Mail: schlierk@hm.edu

## Motivation und Ausgangslage

Zwei der großen Herausforderungen für die Lehre im MINT-Bereich sind das frühzeitige Vermitteln von notwendigen Schlüsselkompetenzen sowie das Aufdecken und Beseitigen von gängigen Fehlvorstellungen. Im Bereich der Informatik wird dies vor allem durch das heterogene fachliche Vorwissen der Studierenden und durch deren sehr unterschiedlich ausgeprägte Schlüsselkompetenzen erschwert. Erstsemesterstudierende weisen hierbei vor allem Defizite bezüglich des abstrakten und logischen Denkens auf. Um diesen Schwierigkeiten angemessen in der Lehre zu begegnen, hat das Team von Prof. Dr. Thurner und Prof. Dr. Böttcher an der Fakultät für Informatik und Mathematik an der Hochschule München ein Abschlussprojekt für Erstsemesterstudierende entwickelt, das spielerisch die bereits gelernten fachlichen Schlüsselkompetenzen des ersten Semesters vertieft und darüber hinaus versucht, gängige Fehlvorstellungen aufzudecken und frühzeitig zu beheben.

## Conceptual-Change-Ansatz

Hierzu wird das Projekt unter Berücksichtigung des Conceptual-Change-Ansatzes durchgeführt, um bereits existierende Lern- und Denkkonzepte bewusst zu machen (Chi u. a., 1994). Der klassische Conceptual-Change-Ansatz beschreibt einen Prozess, bei dem subjektive Fehlvorstellungen durch ein anderes fachliches Konzept ersetzt werden sollen. Eine derartige Veränderung ist jedoch in der Regel schwierig und langwierig, da Fehlvorstellungen oft durch Alltagsvorstellungen der Studierenden verursacht werden. Diese müssen zunächst im fachlichen Kontext einer Lehrveranstaltung deutlich gemacht werden. Erst in einem zweiten Schritt wird daran gearbeitet, diese Fehlvorstellungen zu beseitigen, indem alternative Konzepte eingeführt und geübt werden (Walter u. Waldherr, 2011). Der gezielte Einsatz von Lehrstrategien kann dabei helfen, diese Fehlvorstellungen bewusst zu machen und das Verständnis für fachliche Konzepte zu fördern (s. z. B. Carey, 2000 und Posner u. a., 1982).

Das Abschlussprojekt fokussiert vor allem die Fehlvorstellung des so genannten Superbug (Pea, 1986): Nutzer gehen hier davon aus, der Computer könne eigenständig denken und würde daher z. B. unvollständige Anweisungen von selbst vervollständigen. Unter dieser unbewussten Annahme tendieren Studierende dazu, wichtige Einzelschritte beim Programmieren einfach zu überspringen. Stoßen sie dann beim Programmieren an ihre eigenen Grenzen, fällt es ihnen schwer den eigenen Fehler zu erkennen. Um diese Fehlvorstellung des Superbug aufzudecken, wird den Studierenden im Rahmen des Abschlussprojektes ein klassisches Problem der Informatik als Aufgabe gestellt, das aber in einem anderen Kontext, d.h. OHNE Arbeit am Computer, gelöst werden soll. Die Studierenden arbeiten also analog mit Stift und Papier. Dabei werden die fachlichen Fähigkeiten intensiv gefordert und gleichzeitig die Schlüsselkompetenzen Sorgfalt, abstraktes und konkretes Denken geschult.<sup>1</sup>

## Lernziele

Die teilnehmenden Studierenden sollen sich am Ende des ersten Semesters bereits mit folgenden fachlichen Inhalten auseinandergesetzt haben: Software Life Cycle, Objektorientierung, Kontrollstrukturen, Algorithmen sowie Testen. Erwartet werden dabei zu diesen Inhalten umfassende Fähigkeiten auf den unteren drei Ebenen der Lernzieltaxonomie nach (Anderson u. a. 2001, in Überarbeitung von Bloom 1956). Des Weiteren sollen die Studierenden bereits in Grundzügen erste Erfahrungen mit den entsprechenden Fähigkeiten auf den oberen drei Ebenen dieser Lernzieltaxonomie gesammelt haben.

Diese fachlichen Kompetenzen werden innerhalb des Abschlussprojektes nochmals aufgegriffen und dabei integriert mit den überfachlichen Schlüsselkompetenzen strukturiertes Arbeiten, abstraktes Denken sowie kritisches Hinterfragen. Durch dieses Zusammenspiel von fachlichen und überfachlichen Schlüsselkompetenzen werden die bereits gelernten fachlichen Inhalte erneut überprüft und vertieft, da sie in einem anderen Kontext (als beispielsweise die klassische Lehrveranstaltung oder Praktikum) angewendet werden. Bei den fachlichen Kompetenzen und der sehr fachnahen Methodenkompetenz des abstrakten Denkens werden dabei gezielt die höheren drei Kompetenzebenen adressiert, während die übrigen Schlüsselkompetenzen eher die mittleren Kompetenzebenen fokussieren (s. Tab. 1).

<sup>1</sup> Ein analoges Einführungsprojekt, das in der ersten Semesterwoche durchgeführt wird, ist in Turner u. a. (2015, EDUCON) ausführlich beschrieben.

**Tab. 1: Kompetenzen, die im Abschlussprojekt gezielt adressiert werden**

Fokussierte Kompetenzen	Adressiertes Bloom Level
<b>Kontrollstrukturen und Algorithmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus einer gegebenen Anforderungsdefinition ermitteln, mit welchen Kontrollstrukturen diese prinzipiell erfüllt werden kann</li> <li>• Systematisch abwägen, welche Kontrollstruktur am besten geeignet ist</li> <li>• Einen Algorithmus zur Lösung der Anforderungen entwickeln</li> </ul>	4 Analysieren 5 Evaluieren 6 Kreieren
<b>Abstraktes Denken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus einer Menge von konkreten, nichttrivialen Beispielen das zugrundeliegende Regelwerk extrahieren</li> <li>• Bewerten, ob das gefundene abstrakte Regelwerk eine für diese Aufgabe sinnvolle Abstraktion ist</li> </ul>	3 Anwenden 5 Evaluieren
<b>Kritisches Hinterfragen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sich anhand eines gegebenen Reflexionsleitfadens mit einem Sachverhalt auseinandersetzen, auf Ebene beobachteter Symptome</li> <li>• Zu den beobachteten Symptomen die Ursachen identifizieren</li> </ul>	3 Anwenden 4 Analysieren
<b>Kritikfähigkeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feedback geben bzw. annehmen</li> <li>• Sich als Feedback-Nehmer inhaltlich mit Kritik und Verbesserungsvorschlägen auseinandersetzen und versuchen, diese nachzuvollziehen</li> <li>• Reflektieren, welche der empfangenen Kritikpunkte für sich als Feedback-Nehmer schlüssig und anwendbar sind</li> </ul>	3 Anwenden 4 Analysieren 5 Evaluieren
<b>Selbstreflexion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Vorgehen anhand eines Leitfadens überprüfen</li> <li>• Ggf. Ursachen für etwaige fehlerhafte Lösungsansätze herausfinden und Verbesserungspotenzial identifizieren</li> </ul>	3 Anwenden 4 Analysieren

## Projektdurchführung

Im Rahmen des Projektes setzen sich die Studierenden mit dem so genannten Rucksackproblem (engl. knapsack problem) auseinander und entwickeln einen Algorithmus zu dessen Lösung.

Die Aufgabe des Rucksackproblems besteht darin, ein Objekt (Rucksack, Schatzkiste, etc.) sukzessive mit unterschiedlich großen und wertvollen Schätzen so zu füllen, dass der Inhalt des Objektes am Ende insgesamt möglichst wertvoll ist. Das Lösungsverfahren ist dabei so allgemein zu beschreiben, dass es für ein beliebig großes Objekt und beliebige Schatzgrößen bzw. -wertigkeiten immer eine optimale Lösung findet.

Das Rucksackproblem zählt zur Gruppe der schweren Optimierungsprobleme. Es bietet sich aus mehreren Gründen als Problemstellung für das Abschlussprojekt an: Zum einen kann der Schwierigkeitsgrad kontinuierlich gesteigert werden, sodass sich die Studierenden damit langsam an die Aufgabe und die erforderlichen hohen Kompetenzebenen nähern. Zum anderen wird strukturiertes Herangehen beim Problemlösen gefordert. Des Weiteren lässt sich die Aufgabe gut mit haptischen Materialien veranschaulichen und so ein guter Übergang von konkreten Beispielen hin zu einer umsetzungsfähigen Abstraktion bilden. Schließlich muss im Verlauf des Projektes die eigene Lösungsstrategie immer wieder hinterfragt und sukzessive weiter verbessert werden, was sowohl die Selbstreflexionsfähigkeit als auch das kritische Hinterfragen fördert.

Das Projekt ist in mehrere Phasen unterteilt. Im Plenum werden zunächst die adressierten Lernziele sowie der Gesamttablauf des Projektes vorgestellt, gefolgt von einer kurzen inhaltlichen Einführung in die Aufgabenstellung. Daran schließen sich drei Runden an, in denen jeweils im Team an der Projektaufgabe gearbeitet wird. Die fachliche Komplexität der Aufgabe steigt dabei von Runde zu Runde. Schritt für Schritt wird dadurch schließlich ein Lösungsverfahren erarbeitet, das für beliebige Kistengrößen, Schätze und Wertigkeiten funktioniert. Nach den drei Arbeitsrunden wird zum Abschluss im Plenum ein Fazit gezogen sowie die Veranstaltung evaluiert.

Jede Runde wird durch einen Inputvortrag der Dozierenden im Plenum eingeleitet. Darauf folgen jeweils eine inhaltliche Arbeitsphase, in der die Aufgabe analysiert und der Algorithmus entwickelt wird, sowie eine Reflexionsphase, in der das Team seinen Arbeitsprozess sowie die bisherig erarbeiteten Ergebnisse kritisch hinterfragt. Diese Teamarbeitsrunden haben einen vorgegebenen zeitlichen Rahmen. Die einzelnen Teams werden dabei von Betreuungspersonen (MitarbeiterInnen, DozentInnen sowie TutorInnen der Fakultät 07) begleitet.

Als Arbeitsmaterialien erhält jedes Team u. a. eine Pinnwand, Anleitungen für die Arbeits- und Reflexionsphasen sowie haptische Materialien zur Visualisierung der Problemstellung. Die Studierenden erhalten insbesondere eine Schatzkiste in Form eines Flipchartblattes und die unterschiedlichen Schätze in Form von Papierstreifen. Außerdem erhält jedes Team eine Tabelle, in der die Größen und Wertigkeiten der einzelnen Schätze aufgelistet sind. Die Wertigkeiten der einzelnen Schätze sind dabei nicht unbedingt in jeder Runde identisch. Die Vorlagen für diese Materialien wurden aus (Gallenbacher, 2012) entnommen und unseren Bedürfnissen entsprechend angepasst.

## Runde 1

In der ersten Runde erarbeiten sich die Studierenden ein Grundverständnis des Rucksackproblems. Leitfragen steuern dabei die Auseinandersetzung mit der fachlichen Aufgabe auf der Meta-Ebene. Unter anderem analysieren die Studierenden, welche Faktoren die Problemgröße und damit die Komplexität der Aufgabe bestimmen (Größe der Kiste, Zahl

der Schatz-Arten). Des Weiteren werden erste Ideen für mögliche Füllstrategien identifiziert (größtmöglicher Inhalt zuerst, dann Lücken stopfen vs. Kiste komplett mit Kleinteilen füllen). Die Ergebnisse werden schriftlich dokumentiert.

Anschließend überprüfen die Betreuungspersonen die Teamergebnisse anhand von vorab definierten Testfällen. In der ersten Runde wird dabei bewertet, ob die Leitfragen vollständig, korrekt und präzise beantwortet wurden. Die erste Runde schließt mit einer 10-minütigen Teamreflexion. Dabei bespricht das Team, welche Arbeitsschritte positiv verlaufen sind und welche etwaigen Verbesserungen in der folgenden Runde umgesetzt werden sollen.

## Runde 2

In der zweiten Runde werden die unterschiedlichen Wertigkeiten der einzelnen Schätze offen gelegt. Entsprechend ist nun eine Füllstrategie für das Packen der Kiste zu finden, welche die unterschiedlichen Wertigkeiten berücksichtigt. Die Studierenden werden in dieser Runde dazu angehalten möglichst kreative Lösungsideen zu generieren und zu erproben. Die Aufgabenstellung ist hierbei bewusst so gewählt, dass es den Teams nicht möglich ist, die Aufgabe in der gegebenen Zeit eigenständig vollständig zu lösen. Ziel ist es ein Bewusstsein für die Komplexität der Lösungsfindung zu entwickeln und jede Person bis an ihre Grenzen zu fordern. Für diese fachliche Arbeit haben die Teams diesmal 30 Minuten Zeit.

Daran anschließend testen die Betreuungspersonen die erarbeiteten Lösungsansätze und bewerten die Systematik des Arbeitsprozesses. Die abschließende Reflexion ist aufgeteilt in 10 Minuten Teamreflexion und 5 Minuten individuelle Selbstreflexion.

## Runde 3

Die dritte und letzte Runde steht nun ganz im Zeichen des Algorithmus. Bevor die Teams in die letzte Arbeitsphase eintreten, wird im Plenum das Prinzip der vollständigen Induktion eingeführt, die Idee der Kistentreppe erläutert und ein Lösungsansatz skizziert. Diesen sollen die Studierenden anschließend zu einem Algorithmus umsetzen und als Struktogramm beschreiben. Jedes Team sichert dabei zunächst selbst die Qualität seiner Lösung anhand von vorgegebenen Testfällen. Für diese anspruchsvolle Aufgabenstellung bekommen die Studierenden volle 60 Minuten Zeit.

In dieser letzten Runde kommen die einzelnen Teams ggf. zu sehr unterschiedlichen Lösungen. Messkriterium der Betreuungspersonen für den so erstellten Algorithmus ist die Umsetzungsqualität des vorgestellten Lösungsverfahrens. Die abschließende Reflexionsphase ist mit 30 Minuten angesetzt.

## Feedback der Studierenden

Die überwiegende Mehrheit der Studierenden gab an, die fokussierten Schlüssel- und Fachkompetenzen in der Veranstaltung weiterentwickelt zu haben. Trotzdem hat es keines der Teams geschafft, den fachlichen Teil der Aufgabe vollständig in der vorgegeben Zeit zu lösen, was bei einigen Teams zu einer gewissen Frustration geführt hat.

Aus der Perspektive des Lehrenden hat jedoch gerade dieses Scheitern beim Kampf gegen die Zeit und die fachlichen sowie überfachlichen Herausforderungen vielen Teams dabei geholfen, die eigenen Fähigkeiten realistisch einzuschätzen und dabei gezielt auch das eigene Verbesserungspotenzial zu reflektieren. Dieser vermeintlichen Diskrepanz zwischen dem Scheitern in fachlichen Kompetenzen bei gleichzeitiger Verbesserung der persönlichen Schlüsselkompetenzen sollte in Zukunft noch mehr Raum beigemessen werden. Die Bedeutung dieser Schlüsselkompetenzen für das Studium und das spätere Berufsleben muss noch klarer herausgearbeitet werden, damit die persönliche Lernleistung in diesem Bereich von den Studierenden auch entsprechend wahrgenommen und gewürdigt wird.<sup>2</sup>

### Literatur

Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R. (Eds.) (2001): A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Abridged Edition. New York: Longman.

Bloom, B. S.; Engelhart, M. D.; Furst, E. J.; Hill, W. H.; Krathwohl, D. R. (1956): Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive Domain. New York: David McKay Company.

Carey, S. (2000): Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21 (1), S. 13–19.

Chi, M.; Slotta, J. und Leeuw de, N. (1994 (4)): From things to processes. A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, S. 27–43.

Gallenbacher, J. (2012): Abenteuer Informatik. Spektrum, 3rd. edition.

Pea, R. (1986): Language-independent conceptual "bugs" in novice programming. *J. Educational Computing Research*, 2 (1), S. 25–36.

Posner, G. J. et.al. (1982): Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), S. 211–227.

<sup>2</sup> Dies zeigen auch die Ergebnisse eines anderen, von uns durchgeführten Projektes mit Studienanfänger/innen (vgl. Schlierkamp u. Thurner 2014).

Schlierkamp, K. und Thurner, V. (2014): Was will ich eigentlich hier? Reflexion von Motivation und Zielen für Studienanfänger. In: 6. Fachtagung zur Hochschuldidaktik der Informatik 2014, Freiburg.

Thurner, V.; Böttcher, A.; Schlierkamp, K. und Zehetmeier, D. (2015): Software Engineering Project Simulation in Student Entry Phase of Computer Scientists-to-be. In: Proceedings of the IEEE EDUCON Conference 2015, Tallinn, S. 486–493.

Thurner, V.; Böttcher, A.; Schlierkamp, K.; Zehetmeier, D. (2015): Lernziele für die Kompetenzentwicklung auf höheren Taxonomiestufen. In: Schmolitzky, A.; Hauptmann, A. S. (Hrsg.): Software Engineering im Unterricht der Hochschulen (SEUH), S. 9–20.

Thurner, V.; Böttcher, A. und Kämper, A. (2014): Identifying Base Competencies as Prerequisites for Software Engineering Education. In: Proceedings of the IEEE EDUCON Conference 2014, Istanbul, S. 1069–1076.

Walter, C.; Waldherr, F. (2011): Conceptual change als Grundkonzept des Basisseminar Hochschuldidaktik – Veränderung im Lehrverhalten erzielen. In: Fachbezogene und fächerübergreifende Hochschuldidaktik, S. 91–100.

# Software Engineering mit JiTT

Claudia Brand  
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
E-Mail: claudiabrand@gmx.net

Software Engineering ist eine Disziplin in der Informatik, die man am besten durch „selbst ausprobieren“ bzw. „eigene Erfahrungen machen“ begreift. Der reine Frontal-Unterricht ist hier freilich möglich, jedoch dem Wesen dieses Faches nicht angemessen. Zielführend sind Lehrformen, die die Mitarbeit der Studierenden anregen, ja sogar voraussetzen.

An der Fakultät Bioinformatik der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf wurde daher das Konzept Just-In-Time-Teaching verwendet und für die Bedürfnisse des Software Engineering zugeschnitten. Die Grundidee dabei ist, den Studierenden schriftliche Unterlagen zum Stoff der nächsten Woche zum Selbststudium zur Verfügung zu stellen, zusammen mit einem Fragenkatalog, der den Studierenden beim Aufbereiten und Verständnis des Stoffes helfen soll. In der Vorlesungsstunde werden dann gezielt Fragen und Problemfelder der Studierenden diskutiert. Ergänzt wird dies durch praktische Übungen im parallel laufenden Praktikum. Im Vortrag stellt die Dozentin dieses Konzept vor und teilt die Erfahrungen aus drei Jahren angewandter JiTT-Lehre im Modul Software Engineering.

# G-MINT: Gender- und differenzreflexive Perspektiven für die MINT-Fächer

Nadine Balzter, Florian Cristobal Klenk  
TU Darmstadt  
E-Mail: n.balzter@apaed.tu-darmstadt.de

## 1. Einführung

Nach wie vor treffen nur wenig weiblich sozialisierte Menschen eine MINT-bezogene Studien- oder Berufswahl. Eine Ursache für diese Unterpräsenz kann in den durch Schule, Unterricht und Universität (re-)produzierten Geschlechterkonstruktionen sowie damit verbundenen Fähigkeitsselbstkonzepten (Faulstich-Wieland et al. 2004) gesehen werden. Da Lehrer/-innen eine zentrale Multiplikator/-innenfunktion hinsichtlich des Interesses am (MINT-)Fachunterricht einnehmen, erscheint es sinnvoll, diese bereits innerhalb ihrer universitären Ausbildung für die Genderthematik zu sensibilisieren. An dieser Stelle knüpft das Projekt „G-MINT: Verbesserung der Unterrichtsqualität in den MINT-Fächern“ an, das seit 2010 am Institut für Allgemeine Pädagogik und Berufspädagogik (Arbeitsbereich Praxislabor) der TU Darmstadt angesiedelt ist<sup>1</sup>. Innerhalb des Projektes wird die Konzeption, Durchführung und Reflexion gender- und differenzreflektierender Lehrveranstaltungen fokussiert. Ziel ist es, Studierende des Lehramts an Gymnasien und des Lehramts an beruflichen Schulen für die mit der Kategorie Geschlecht einhergehenden Bildungsherausforderungen in Schule und im (MINT-)Unterricht zu sensibilisieren und sie bei der Entwicklung eines gender- und differenzreflexiven Professionsverständnisses zu unterstützen.

## 2. Bausteine des Gender MINT-Projektes

Im Folgenden werden die vier Bausteine des G-MINT Projekts, die sich aus den Erfahrungen und der Evaluation der ersten Projektphase (2010–2012) heraus entwickelt haben, vorgestellt. Die Bausteine verstehen sich als Seminarkonzepte mit unterschiedlichen Schwerpunktssetzungen, die auf verschiedenen Ebenen – von einer abstrakt-theoretischen zu einer individuell-biographischen – darauf abzielen, eine Gendersensibilisierung der Studierenden des Lehramts zu erreichen. Auf Grund der inhaltlichen Ausrichtung auf die MINT-Fächer wird der vierte Baustein „Geschlechtliche Implikationen in den MINT-Fächern erkennen“ ausführlicher dargestellt als die übrigen.

<sup>1</sup> Mitarbeiter/-innen waren/sind M.A. Bianca Baßler, Dr. Karin Diegelmann, M.A. Christine Winkler, Florian Cristobal Klenk (1. Staatsexamen) und M.A. Nadine Balzter. Projektleitung: Dr. Olga Zitzelsberger.

## 2.1 Historisch-Systematisch: Die Vergangenheit als Schlüssel zur Zukunft

Über die Auseinandersetzung mit Geschichte im Sinne einer historischen Genese erschließen sich das Geworden sein und die Gegenwart. Retrospektiv lassen sich somit auch Ambivalenzen und Widersprüche enthüllen: „Das heißt wir wenden kritische Instrumente an auf die jeweilige Gegenwart und stellen fest, dass es eine ganze Reihe von Vertuschungen, von Verharmlosungen, von Schönrede gibt“ (Gamm im Gespräch mit Cankarpusat/Haueis 2007). Die historische Genese erscheint als ein bedeutendes Instrument für Studierende, um Zusammenhänge zu verstehen und Entwicklungen nachvollziehen zu können, die verdeutlichen, dass Geschlecht als historisch-diskursive und sozio-kulturelle Konstruktion verstanden werden kann.

Auch aktuelle Konzepte pädagogischer Genderkompetenz (vgl. Budde/Venth 2010) konvergieren dahingehend, dass der Aspekt (Gender-)Wissen für die Entwicklung einer geschlechterreflektierenden Lehrhaltung unabdingbar ist. Aus diesem Grund wird der Fokus des historisch-systematischen Zugangs auf die Erarbeitung und Reflexion theoretischer Analysekatoren der pädagogischen und interdisziplinären Geschlechterforschung gelegt, in denen Geschlecht als interdependente Kategorie (vgl. Walgenbach 2007) vermittelt wird. In den Lehrveranstaltungen wird insbesondere der Genese der Geschlechterforschung nachgegangen – von den frühen Frauenbewegungen, über den Feminismus, die Entwicklung der Frauen- und Geschlechterforschung bis hin zu aktuellen Perspektiven der Gender und Queer Studies. Dabei werden entsprechende theoretische Ansätze vorgestellt und diskutiert. Über die Reflexion gendertheoretischer Konzepte soll die eigene Position und Situation in Bezug auf Geschlecht und Schule wahrgenommen und bearbeitbar werden. Ziel des historisch-systematischen Zugangs ist die Professionalisierung zukünftiger Lehrkräfte im Wissen um und im Umgang mit Geschlecht.

## 2.2 Geschlecht im Spannungsverhältnis von (Gender-)Theorie und (Schul-)Praxis

Die Frage, was (Gender-)Theorie für die konkrete Schulpraxis bedeute und welche Konsequenzen daraus für das eigene Lehrer/-innenhandeln zu ziehen seien, tritt auch im Rahmen gendersensibler Professionalisierungsbestrebungen auf. Hierbei erscheint es sinnvoll, angehenden Lehrer/-innen die Möglichkeit zu bieten, gendertheoretische Ansprüche und schulpraktische Widersprüche selbst zum Gegenstand der Reflexion zu machen.

Im Anschluss an die professionstheoretischen Überlegungen Werner Helspers (2003) gilt es, Ungewissheit im schulischen Handeln als zentrales Strukturmerkmal pädagogischer Praxis zu verstehen. Folgt man dieser Perspektive, lässt sich der Wunsch vieler Studierender, durch Methodik und Didaktik möglichst konkrete Handlungsanleitungen zu gewinnen, als eine Restabilisierungsstrategie begreifen, die auf eben jene Ungewissheit im schulpraktischen Handeln zu antworten sucht. Entgegen dem häufig gewünschten „Werkzeugkoffer der guten Methoden“ (vgl. Winkler 2014) gilt es innerhalb dieses Lehrbausteins bereits in der ersten Phase des Studiums eine Routine der Reflexion einzuüben, die eine reflexive Vermittlung des Praktischen im Primat des Theoretischen ermöglicht (Helsper 2003).

Hierzu eignen sich insbesondere fallorientierte Methoden (z. B. die Analyse von videografierten Unterrichtssequenzen und transkribierten Fallbeispielen), da diese zur theoretischen Reflexion unterrichtspraktischer Situationen auffordern, zugleich jedoch eine distanzierte Position hinsichtlich des Geschehens ermöglichen und durch die Multiperspektivität bei der gemeinsamen Analyse für die Vielfalt an möglichen Handlungsoptionen sensibilisieren (vgl. Klenk/Zitzelsberger 2015).

Die hierbei verwendeten Fallbeispiele ([www.fallarchiv-uni-kassel.de](http://www.fallarchiv-uni-kassel.de)) sind Teil der ethnographischen Schulforschungen von Hannelore Faulstich-Wieland (2008), Jürgen Budde (2007) sowie Katharina Willems (vgl. Budde/Willems 2006) und basieren auf realen Unterrichtsbeobachtungen, die verdeutlichen wie (Zwei-)Geschlechtlichkeit in sozialen Interaktionsprozessen hergestellt und durch Lehrer/-innen und Schüler/-innen relevant gesetzt wird. In Anlehnung an diese Untersuchungen verfilmten Studierende Unterrichtssequenzen, die insbesondere für schulische Doing Gender Prozesse (West/Zimmermann 1987) sensibilisieren. Die Kurzfilme veranschaulichen, dass Schule als ein machtvoller Ort des kommunikativen (Aus-)Handelns von Bedeutungen und Identitäten (vgl. Hagendorn 2013) verstanden werden kann, indem durch wechselseitige Adressierungs- und Zuschreibungsprozesse – nicht nur, aber auch – geschlechtliche Differenzen (re-)produziert werden, die sich negativ auf die schulische Leistung und einschränkend auf die geschlechtliche Identitätsbildung von Kindern und Jugendlichen auswirken können<sup>2</sup>.

### **2.3 Biografische Spurensuche als Medium der Selbstreflexion**

Führt man sich vor Augen, dass schulische Interaktionsprozesse häufig auf Basis des subjektiven Deutungswissens und der subjektiven Theorien der Lehrenden stattfinden und diese durch die eigene Biografie innerhalb des Prozesses der Sozialisation bzw. – poststrukturalistisch gesprochen – Subjektivation (vgl. Butler 1991) geprägt werden, leuchtet es ein, dass eine gendersensible Professionalisierung die Reflexion unterrichtsleitender Deutungsmuster ermöglichen sollte. „Zur Professionalisierung des pädagogischen Handelns ist es notwendig, die im Kontext von Schule relevant werdenden subjektiven Theorien bzw. Handlungsmuster bewusst zu machen, sie zu hinterfragen und sie auf ihre Tragfähigkeit (und Belastbarkeit) hin zu überprüfen“ (Winheller 2015). Dies gilt auch im Hinblick auf geschlechtliche Implikationen, um (unbewusste) Übertragungen bereits während des Studiums – also bevor sich bestimmte Handlungsmuster in der Unterrichtspraxis festigen – zu erkennen und kritisch zu hinterfragen.

Biografische Selbstreflexion unterstützt angehende Lehrer/-innen dabei, eine Sensibilität für jene Wahrnehmungs-, Zuschreibungs- und Handlungsmuster zu gewinnen, die deren unterrichtspraktisches Handeln mit bedingen und sich dadurch auch auf die Lern- und Bildungsgelegenheiten zukünftiger Schüler/-innen auswirken können. Ein Bewusstsein für die

<sup>2</sup> Die Videos und Analysen sind auf der Homepage des G-MINT Projektes sowie auf YouTube kostenfrei abzurufen und schärfen insbesondere den Blick für geschlechtliche Zuschreibungsprozesse im (MINT-) Unterricht.

biografische Konstruktion geschlechtlicher Normalitätsvorstellungen innerhalb sozial relevanter Kontexte (z. B. Schule, Peer-Group, (MINT-)Unterricht) fordert Studierende des Lehramts dazu auf, die Gültigkeit dieser normativen Vorstellungen zu hinterfragen und die darauf basierenden Handlungsmuster zu reflektieren. Ziel biografischer Selbstreflexion ist somit „eine verständnisvolle, wache Aufmerksamkeit gegenüber sich selbst. Sie meint nicht das Verbot von Projektionen, sondern das Ernstnehmen ihrer Existenz als Versuch einer selbstreflexiven Haltung“ (Graff 2008: 69).

#### 2.4 Geschlechtliche Implikationen in den MINT-Fächern erkennen

Aktuelle Schulforschungen verdeutlichen, dass sich geschlechtlich bedingte Ordnungs- und Bewertungsmuster in den (MINT-)Unterrichtsfächern widerspiegeln und dadurch geschlechtsspezifische Fehleinschätzungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit von Schüler/-innen (re-)produzieren (vgl. Willems 2010). Diesen Erkenntnissen folgend, gilt es – insbesondere in den MINT-Fächern, da diese häufig als objektiv und geschlechtsneutral angesehen werden – fachdidaktische Modelle sowie fachspezifische Inhalte hinsichtlich ihrer geschlechtlichen Implikationen zu überprüfen und angehenden Lehrer/-innen die Relevanz gendersensibler Perspektiven anhand ihres eigenen Unterrichtsfaches zu veranschaulichen.

Die Evaluationsergebnisse der Projektphasen I und II (2010–2014) zeigen in diesem Zusammenhang, dass Lehramtsstudierende häufig eine Diskrepanz hinsichtlich der Relevanz gendersensibler Professionalisierungskonzepte erleben. Während sie in der Pädagogik dazu angehalten werden, geschlechtliche Stereotype zu reflektieren und heteronormative Ordnungsstrukturen zu hinterfragen, erleben sie in ihren Unterrichtsfächern, dass das Genderthema kaum Aufmerksamkeit erfährt und insbesondere in den MINT-Fächern noch häufig von geschlechtsgruppenspezifischen Genderkonzepten ausgegangen wird, die sich – Jungen und Mädchen tendenziell homogenisierend – an ‚typischen‘ männlichen bzw. weiblichen Eigenschaften und Interessen orientieren. Fachdidaktische Modelle und Unterrichtskonzepte, die sich unhinterfragt auf die scheinbar natürlichen Interessen von Jungen und Mädchen beziehen, können durch ihre Zugangsweise Geschlechterstereotype verstärken und dadurch die persönlichen und beruflichen Entfaltungsmöglichkeiten von Kindern und Jugendlichen verengen<sup>3</sup>. Doch auch hinsichtlich unterrichtspraktischer Aspekte bleibt es fraglich, ob differenztheoretisch ausgerichtete Themen im Unterricht, wie etwa Pflegeprodukte in der Chemie, Tiere und Nachhaltigkeit in der Biologie, oder Computerspiele rund um den Ponyhof, wirklich dazu beitragen können Kinder und Jugendliche bzw. in diesem Fall Mädchen verstärkt für eine Berufs- oder Studienwahl in den MINT-Fächern zu motivieren.

<sup>3</sup> Darüber hinaus tragen sie zur Marginalisierung geschlechtlicher und sexueller Vielfalt bei.

Demgegenüber erscheint es erfolversprechender auf mehreren Ebenen nach fachspezifischen Konstruktionsmechanismen von Geschlecht zu suchen und ein Verständnis für die immanente Wechselwirkung zwischen Gesellschaft sowie Natur- und Technikwissenschaften zu entwickeln. In Anschluss an die von Londa Schiebinger (1999) entwickelten Analysedimensionen in den Naturwissenschaften impliziert dies:

- 1) Die Reflexion fachspezifischer Partizipationsstrukturen und geschlechtlicher Sichtbarkeit auf Ebene der Menschen im Fachgebiet – z. B.: Wie gestalten sich aktuelle geschlechtliche Partizipationsstrukturen innerhalb der Berufe und Studiengänge? Welche Autor/-innen werden im Studium, im Unterricht verwendet, welche nicht?
- 2) Die Reflexion fachspezifischer Wissensformationen, Inhalte und Artefakte unter Berücksichtigung der Kategorie Geschlecht – z. B.: Welche Geschlechterbilder werden durch biologische Inhalte tradiert (Ebeling/Schmitz 2006)? An welchem Geschlecht orientieren sich die Nutzungs- oder Bedienungsmöglichkeiten informatischer Artefakte (Bath/Schelhow/Wiesner 2010)?
- 3) Die Reflexion fachkultureller Normen, Bilder, Welt- und Selbstverständnisse – z. B.: Wird die Fachkultur mit einem bestimmten Geschlecht assoziiert? Warum ist das so, war dies schon immer der Fall? Wodurch wird das öffentliche Bild der Fachkultur "vergeschlechtlicht"? Stimmt dieses Bild mit dem Selbstverständnis des Faches sowie den damit verbundenen fachspezifischen Anforderungen bzw. notwendigen Fähigkeiten überein? Wie ließe es sich das Fachimage verändern oder erweitern?

Unter Berücksichtigung der hier angeführten Analysekatoren kooperiert das G-MINT-Projekt seit mehreren Jahren mit der Fachdidaktik Informatik während der Schulpraktischen Studien II. Die Evaluationsergebnisse der Kooperation zeigen, dass es für Studierende zwar eine Herausforderung darstellt, sich und die eigenen fachlichen Vorstellungen unter Genderperspektive zu hinterfragen, diese aber durchaus interessiert und in der Lage dazu sind, die Genderperspektive aktiv in die Entwicklung ihrer Lehrprofessionalität einzubeziehen. Die Verknüpfung der Genderthematik mit fachdidaktischen und methodischen Inhalten bietet angehenden Lehrer/-innen die Möglichkeit, fachspezifische Handlungsoptionen gendersensibel zu gestalten und diese während ihrer schulpraktischen Studien in der Lehre zu erproben. Fachdidaktik und -methodik können somit in Verbindung mit einer gendersensiblen Lehrhaltung dazu beitragen, die Unterrichtsqualität in den MINT-Fächern zu steigern und in der Folge womöglich die Studien- und Berufswahloptionen zukünftiger Schüler/-innen zu erweitern.

Ein genderreflektiertes Professionsverständnis sollte von Studierenden des (MINT-)Lehramts daher nicht additiv als zusätzliche Belastung oder optionale Qualifikation zur Fachkompetenz betrachtet werden, sondern als systematischer Bestandteil der eigenen, das heißt auch fachspezifischen Lehrprofessionalität. Damit dieses Ziel jedoch gemeinsam realisiert werden kann, bedarf es eines konstruktiven und alle Positionen ernstnehmenden Dialogs zwischen Pädagogik, MINT-Fächern und Fachdidaktiken, den es auch zukünftig weiter zu verfolgen gilt (vgl. Klenk 2015).

## Literatur

- Bath, C./Schelhowe, H./Wiesner, H. (2010): Informatik: Geschlechteraspekte einer technischen Disziplin, in: Ruht, B./Beate K. (Hrsg.), Handbuch Frauen- und Geschlechterforschung. Theorie, Methoden, Empirie. 3. erweiterte und durchgesehene Auflage. Wiesbaden: Springer VS, S. 821–833.
- Budde, J. (2007): Der Körper als Feld der Aushandlung von Männlichkeit. In: Junge, T./Schmincke, I. (Hrsg.): Marginalisierte Körper. Beiträge zur Soziologie und Geschichte des anderen Körpers. Münster: Unrast-Verlag, S. 155–169.
- Budde, J./Willems K. (2006): Mädchen und Jungen in der Schule – spielt das Geschlecht (k)eine Rolle? Vortrag in Neumünster am 03.03.2006.
- Budde, J./Venth, A. (2010): Genderkompetenz für lebenslanges Lernen. Bildungsprozesse geschlechterorientiert gestalten. Bielefeld: Bertelsmann.
- Butler, J. (1991): Das Unbehagen der Geschlechter. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Cankarpusat, A./Hauseis, G. (2007): Gernot Koneffke und Hans-Jochen Gamm im Gespräch über die Darmstädter Pädagogik. In: Bierbaum, H./Euler, P./Messerschmidt, A./Zitzelsberger, O. (Hrsg.): Nachdenken in Widersprüchen. Gernot Koneffkes Kritik Bürgerlicher Pädagogik. Wetzlar: Büchse der Pandora.
- Ebeling, S./Schmitz, S. (Hrsg.) (2006): Geschlechterforschung und Naturwissenschaften. Einführung in ein komplexes Wechselspiel. Wiesbaden: VS Springer.
- Faulstich-Wieland, H. (2008): Geschlechtergerechter naturwissenschaftlicher Unterricht – Unterrichtsszenen. In: Faulstich-Wieland, H./ Willems, K./ Feltz, N./Freese, U./Läzer, K.L. (Hrsg.): Genus – geschlechtergerechter naturwissenschaftlicher Unterricht in der Sekundarstufe I. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 29–60.
- Faulstich-Wieland, H./Weber, M./Willems, K. (2004): Doing Gender im heutigen Schulalltag. Empirische Studien zur sozialen Konstruktion von Geschlecht in schulischen Interaktionen. Weinheim/München: Juventa.
- Graff, U. (2008): Gut zu wissen! Biografische Selbstreflexion als Genderkompetenz. In: Böllert, K./Karsunky, S. (Hrsg.): Genderkompetenz in der Sozialen Arbeit. Wiesbaden: Springer VS, S. 63–76.
- Hagedorn, J. (2014) (Hrsg.): Jugend, Schule und Identität. Selbstwerdung und Identitätskonstruktion im Kontext Schule. Wiesbaden: Springer VS.
- Helsper, W. (2003): Ungewissheit im Lehrerhandeln als Aufgabe der Lehrerbildung. In: Helsper, W./Hörster, R./Kade, J. (Hrsg.): Ungewissheit: Pädagogische Felder im Modernisierungsprozeß. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft, S.: 142–161.

Klenk, F. C./Zitzelsberger, O. (2015): Dekonstruktive Lehrer/-innenbildung: Intervention durch Irritation. In: Rendtorff, B./Riegraf, B./Mahs, C./Schröttle M. (Hrsg.): Erkenntnis, Wissen, Interventionen. Geschlechterwissenschaftliche Perspektiven. Weinheim/Basel: Beltz-Juventa.

Klenk, F. C. (2015): Lust auf queere Informatik: Anregungen zu einer differenzreflexiven Professionalisierung von Lehrer\_innen in der Fachdidaktik Informatik. In: Lücke, M./Huch, S. (Hrsg.): Diversity und sexuelle Vielfalt als Herausforderung für pädagogische Praxis. Theoretische, pädagogische und fachdidaktische Perspektiven. Bielefeld: Transcript. (in Vorab).

Schiebinger, L. (1999): Has Feminism Changed Science? Cambridge/London: Harvard University Press.

Walgenbach, K. (2007): Gender als interdependente Kategorie. In: Walgenbach, K./Dietze, G./Hornscheidt, A./Palm, K. (Hrsg.): Gender als interdependente Kategorie. Neue Perspektiven auf Intersektionalität, Diversität und Heterogenität. Opladen und Farmington Hills: Barbara Budrich: S. 23–64

West, C./Zimmerman, D. H. (1987): Doing Gender. In: Gender & Society, Vol.1, No. 2, S. 125–151.

Willems, K. (2010): Fachkultur und Geschlechterbeziehungen. In: Faulstich-Wieland H (Hrsg.) Enzyklopädie Erziehungswissenschaft Online. Weinheim/München: Juventa.

Winheller, S. (2015): Biografische Selbstreflexion und Genderkompetenz. Ein Seminar-konzept für die universitäre Lehramtsausbildung zum Umgang mit geschlechterbedingter Heterogenität in der Schule. In: Wedl, J./Bartsch, A. (Hrsg.): Teaching Gender? Zum reflektierten Umgang mit Geschlecht im Schulunterricht und in der Lehramtsausbildung. Bielefeld: Transcript.

Winkler, C. (2014): Das Projekt Gender-MINT – Verbesserung der Unterrichtsqualität in den MINT-Fächern. Professionalisierung als selbst-/reflexive Kompetenz. In: Eisenbraun, V./Uhl, S. (Hrsg.): Geschlecht und Vielfalt in Schule und Lehrerbildung. Münster/New York: Waxmann, S. 59–74.

# MINT mit Medien

Bernhard Ertl, Peter Baumgartner  
Donau-Universität Krems, Österreich  
E-Mail: duk@ertl.org

## Zusammenfassung

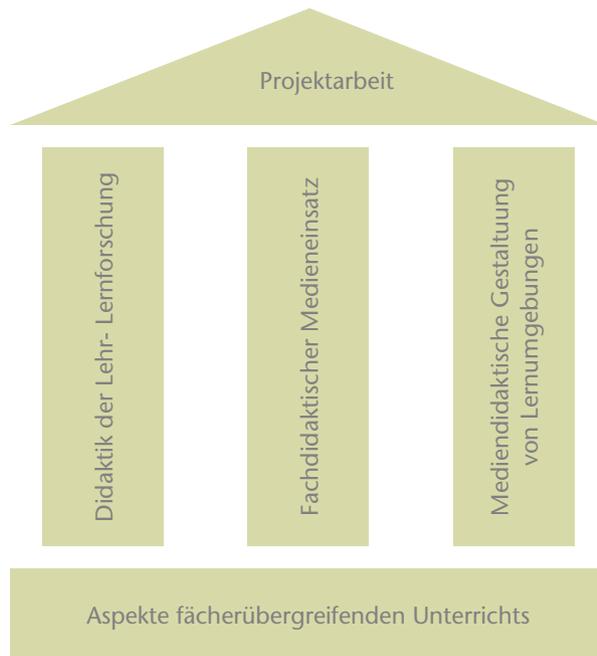
Der Beitrag widmet sich der Fragestellung, wie sich die Fachdidaktiken aus dem MINT-Bereich bezüglich mediendidaktischer Elemente unterstützen lassen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Konzeption eines Fortbildungsprogramms für den Einsatz medialer Tools in der MINT-Didaktik. Hierzu werden auf Basis der Lehr-Lernforschung und fachdidaktischer Ansätze Gestaltungsmöglichkeiten für Lehrveranstaltungen aufgezeigt. Darüber hinaus wird bezüglich kompetenzorientierten Lernens diskutiert, wie der sinnvolle Einsatz von bildungstechnologischen Werkzeugen evaluiert und bewertet werden kann.

## Ausgangssituation und Bedarf

Die LehrerInnenbildung in Österreich unterscheidet sich deutlich vom Lehramtsstudium in Deutschland und hat sich, abhängig von den jeweiligen Jahrgangsstufen, meist auf die Pädagogischen Hochschulen fokussiert. Im Zuge der PädagogInnenbildung NEU haben sich jedoch die Eckpunkte verändert. Dieses Programm hat zum Ziel, den Lehrberuf inhaltlich aufzuwerten und zu akademisieren, eine kompetenzorientierte Ausbildung zu unterstützen und eine wissenschaftliche und professionsorientierte Qualifikation der zukünftigen Lehrerinnen und Lehrer zu gewährleisten (s. BMBF, 2015a; BMWFW, 2015). In diesem Zuge werden die neuen Lehramtsstudiengänge zunehmend in Kooperationen zwischen den Universitäten und den Pädagogischen Hochschulen durchgeführt.

Etwa zeitgleich haben sich auch mit der Einführung der Neuen Mittelschule (NMS) wichtige Parameter im Schulsystem geändert. Das Konzept der Neuen Mittelschule legt besonderen Wert auf Differenzierung und Individualisierung, insbesondere auf die individuelle Förderung der einzelnen Schülerinnen und Schüler bei der gleichzeitigen Festsetzung von Bildungsstandards (BMBF, 2015b). Im Rahmen einer neuen Lernkultur kommen damit kompetenzorientierten Lernumgebungen eine besondere Rolle zu. Diese Veränderungen erzeugen einen deutlichen Bedarf an Weiterbildungsprogrammen für Lehrerinnen und Lehrer.

Abb.: Konzeption des Programms MINT mit Medien



## Konzeption des Programms

Vor diesem Hintergrund wurde das Programm MINT mit Medien als eine Zusammenarbeit zwischen der Donau-Universität Krems und der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich entwickelt. Das Programm ist Curriculums-übergreifend konzipiert, hat jedoch seinen Ausgangspunkt in der Mathematikdidaktik, spezifisch in der Computer-unterstützten Mathematikdidaktik, und wendet sich von dort ausgehend dem Aspekt zu, wie sich mediale Elemente sowohl in den einzelnen MINT-Fächern als auch fächerübergreifend implementieren lassen. Die didaktische Zielsetzung des Programms besteht insbesondere darin, die Studierenden zu befähigen diesbezügliche Lernprozesse und Lernaufgaben zu gestalten und die Lernergebnisse kompetenzorientiert zu analysieren. Das Curriculum basiert dabei auf den Säulen der Lehr-Lernforschung, der Mediendidaktik und der Fachdidaktiken, die in verschiedene MINT-Fächer verbindende Anwendungen exemplifiziert werden und in der Durchführung eines Unterrichtsprojekts münden (s. Abb.).

Ein besonderer Schwerpunkt des Programms liegt in der Gestaltung didaktisch optimierter Lehrveranstaltungen, die den aktuellen curricularen Anforderungen an kompetenzorientierten Unterricht im MINT-Bereich gerecht werden. Dies beinhaltet vor allem auch die kompetente Anwendung von bildungstechnologischen Werkzeugen zur Unterstüt-

zung von Lernprozessen und von fachspezifischen Werkzeugen. Im Kontext dieser Tools erarbeiten die Studierenden auch kompetenzorientierte Prüfungsformen bzw. Bewertungsmethoden.

## Didaktischer Ansatz

Das Programm findet berufsbegleitend über den Zeitraum von drei Semestern für aktive Lehrerinnen und Lehrer aus dem MINT-Bereich statt. Dadurch lässt sich ein differenzierter Anwendungskontext und eine Zwei-Wege Interaktion zwischen dem Programm und dem beruflichen Kontext der Lehrerinnen und Lehrer schaffen: So können die Lehrenden die Inhalte der Module parallel im Rahmen ihres eigenen Unterrichts mit ihren Schülerinnen und Schülern anwenden und konkrete praktische Erfahrungen mit den Lerninhalten gewinnen; auf der anderen Seite fließen diese Erfahrungen im Rahmen eines Feedback-Prozesses zurück ins Programm und bieten dort Anlass für Reflexion und weitere Vertiefung.

Besonders unterstützt werden diese Prozesse durch ein spezifisches Unterrichtsprojekt im Umfang von 6 ECTS, das den Abschluss des Programms bildet. Zur Unterstützung der Diskussions- und Reflexionsprozesse greift das Programm auf die Portfolioarbeit zurück. So erstellen die Studierenden im Rahmen der einzelnen Module verschiedene Ansichten eines E-Portfolios, in dem sie sowohl ihre Lernergebnisse als auch ihre Erfahrungen mit der Anwendung der Lerninhalte in der Unterrichtspraxis reflektieren.

## Struktur und Inhalte

Das Programm umfasst fünf Module á 6 ECTS, also insgesamt 30 ECTS, und erstreckt sich über einen Zeitraum von drei Semestern. Darin finden sich drei Module, die den Studierenden die Perspektiven der Lehr-Lernforschung, der Fach- und der Mediendidaktik nahe bringen, ein Modul zur fächerübergreifenden Anwendung von Tools und Prüfungsformen und ein Modul, das sich spezifisch der schulischen Umsetzung in Form einer Projektarbeit widmet. Diese Module sollen im Folgenden kurz charakterisiert werden.

### Didaktik der Lehr- Lernforschung

Das Modul zur Didaktik der Lehr-Lernforschung widmet sich Erkenntnissen und Ansätzen der Lehr-Lernforschung und deren Konsequenzen für die Gestaltung von Lernumgebungen. Ausgangspunkt ist der Kompetenzbegriff, auf Basis dessen aufgezeigt wird, wie konstruktivistische Aspekte den Kompetenzerwerb fördern können und wie dies im Rahmen verschiedener Ansätze zur Gestaltung von Lernszenarien, z. B. Inquiry Learning, umgesetzt werden kann. Auf dieser Grundlage werden Prüfungsformen diskutiert, mit denen sich der Kompetenzerwerb in solchen Szenarien erfassen lässt. Ein besonderer Aspekt davon betrifft die Attribution von Lernergebnissen, die gerade im MINT-Kontext zwischen den Geschlechtern oft unterschiedlich ausfällt. Als Ergebnis dieses Moduls sind die Lernenden in der Lage, Lernszenarien auf Basis einer konstruktivistischen Lehr-Lernphilosophie zu gestalten: sie können spezifische Ansätze und Methoden in ihrem Kontext umsetzen und kompetenzorientiert evaluieren. Darüber hinaus können sie die Schülerinnen und Schüler angemessen bei der Attribution ihrer Lernergebnisse unterstützen.

### Fachdidaktischer Medieneinsatz

Im Modul zum fachdidaktischen Medieneinsatz stehen fachspezifische Werkzeuge, Software und Online-Ressourcen für den Unterricht (z. B. Geogebra) im Vordergrund, die daraufhin diskutiert werden, inwieweit sie zur Unterstützung fachlicher Lernprozesse geeignet sind. Ein Aspekt davon ist die Unterstützung der Jahresplanung mit Technologien und der Einsatz dynamischer Tools. Nach Ende des Moduls können die Lernenden dynamische Mathematiksoftware unter Berücksichtigung der jeweiligen Unterrichtssituation entsprechend einsetzen, fachbezogene Online-Ressourcen altersadäquat und der Lernsituation angepasst in die Klasse einbringen, schülerInnenzentrierten Unterricht mit digitalen Lernmedien gestalten und die Auswirkungen der Technologieunterstützung in ihren Unterricht

miteinbeziehen, insbesondere hinsichtlich der Gestaltung kognitiver Prozesse, der veränderten Lernumgebung, der Unterstützung elaborativer Lernaktivitäten und der Veränderung der volitionalen und motivationalen Disposition der SchülerInnen.

### **Mediendidaktische Gestaltung von Lernumgebungen**

Bei der mediendidaktischen Gestaltung von Lernszenarien stehen die Gestaltung von Blended-Learning-Szenarien und die Dokumentation und Evaluation von Lernprozessen und Lernergebnissen, unter anderem in Form von E-Portfolios, im Vordergrund. Insbesondere fokussiert das Modul didaktische Methoden zur Unterstützung der kognitiven und elaborativen Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler. Als Ergebnis des Moduls können die Studierenden verschiedene Lerntheorien in Hinblick auf die mediendidaktische Gestaltung von Lernumgebungen bewerten, Beispiele für den didaktischen Mehrwert von Blended-Learning-Szenarien im MINT-Unterricht angeben und auf dieser Basis entsprechende Blended-Learning-Szenarien gestalten. Hier stehen die integrative Umsetzung von Präsenzphasen und E-Learning-Phasen im Vordergrund, die Unterstützung durch die didaktische Nutzung von E-Portfolios und Content-Management-Systemen, und der Einsatz verschiedener Werkzeuge zur Unterstützung kognitiver und elaborativer Aktivitäten in Online-Phasen.

### **Aspekte fächerübergreifenden Unterrichts**

Aufbauend auf diesen drei didaktischen Säulen werden im vierten Modul die Aspekte des fächerübergreifenden Unterrichts thematisiert. Dies thematisiert zum einen die Rolle der Mathematik als Grundlagendisziplin für viele Bereiche in den MINT-Fächern, zum anderen generische Aspekte der Visualisierung von Inhalten und Ergebnissen. Im Rahmen des Moduls können die Lernenden Mathematik als Sprache nutzen, um Sachverhalte aus verschiedenen Bereichen der MINT-Fächer, aber auch der Wirtschaftswissenschaften und der Sozialwissenschaften einfach und exakt darzustellen, die Mathematik unter Einbeziehung der Inhalte und Problemstellungen anderer Fachrichtungen lebendiger gestalten und verschiedene Darstellungsformen und Visualisierungen (z. B. Tabellen, Graphen, Formeln, aber auch beispielsweise Landkarten) nutzen, um Phänomene aus den verschiedenen Fachrichtungen zu veranschaulichen. Ein Aspekt davon ist die Darstellung von Veränderungen und Zeitverläufen, die eine Dynamisierung der Darstellungen erfordert.

### **Projekt**

Das Weiterbildungsprogramm schließt mit der Durchführung eines Schulprojekts, in dem die Lerninhalte des Kurses in die Unterrichtspraxis umgesetzt werden. Dies beinhaltet die Konzeption des Projekts, die Durchführung im Unterricht und die Reflexion der Ergebnisse im Programmkontext. Die Lernenden zeigen hierbei, dass sie selbständig ein Projekt zu den Inhalten und mit den Methoden des Programms konzipieren können, die Inhalte des Programms im Rahmen eines Projekts im Schulkontext umsetzen können und die Durchführung und Ergebnisse des Projekts entsprechend dokumentieren und reflektieren können.

## Kompetenzorientierte Evaluation und Assessment

Der kompetenzorientierten Bewertung der Lernleistungen kommt in diesem Programm eine besondere Bedeutung zu, die in allen Modulen übergreifend thematisiert wird. Hier gilt es nicht nur zu überprüfen, inwieweit die Lernenden mit Hilfe von Softwareunterstützung zu richtigen Ergebnissen kommen; vielmehr stehen die Lernprozesse mit dem Tool im Blickpunkt, die auch Aufschluss darüber geben, inwieweit die Lernenden sich zu kompetenten Nutzerinnen und Nutzern dieser bildungstechnologischen Werkzeuge entwickeln. Ein besonderer Aspekt dieses Prozesses ist die Reflexion des Einsatzes der Tools. Aus diesem Grund fokussiert das Programm E-Portfolios als ein Instrument der Reflexion, mit dem Lernende ihren Lernprozess und ihre Kompetenzentwicklung festhalten. Einen essentiellen Bestandteil dieser Arbeit stellen dabei die Feedbackprozesse der Lehrenden dar. Diese sind erforderlich um die Entwicklung der Lernenden individuell zu stützen und zu steuern. Ein solches nicht standardisiertes Vorgehen ist jedoch immer auch mit spezifischem Aufwand verbunden, der sich vor allem in den Zeiten des Feedback-Gebens nieder schlägt.

## Danksagung

Das Programm wurde von der Donau Universität Krems und der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich unter besonderer Mitwirkung von Mag. Prof. Walter Wegscheider, Josef Böhm und Dr. Helmut Heugl konzipiert.

### Literatur

BMBF. (2015a): Pädagogen/-innenbildung NEU. Retrieved 29.06.2015, from <https://www.bmbf.gv.at/schulen/lehr/labneu/index.html>

BMBF. (2015b): Spitzenleistungen brauchen eine breite Basis. Retrieved 29.06.2015, from <http://www.neuemittelschule.at/grundlegende-informationen/>

BMWF. (2015): Pädagogen/-innenbildung NEU. Retrieved 29.06.2015, from <http://wissenschaft.bmwf.gv.at/bmwf/wissenschaft-hochschulen/universitaeten/paedagoginnenbildung-neu/>

# Untersuchung der Selbsteinschätzung der Studierenden im Bachelorstudiengang Mechatronik hinsichtlich ihrer überfachlichen Kompetenzen

Andreas Schneider, Yvonne Kouba, Irmgard Schroll-Decker  
OTH Regensburg  
E-Mail: schneider@de.ibm.com

## 1. Einleitung

Überfachliche Kompetenzen gewinnen in der modernen Arbeitswelt zunehmend an Bedeutung (vgl. Heyse & Erpenbeck, 2007). Insbesondere in technisch geprägten Studiengängen nimmt die Vermittlung dieser Kompetenzen jedoch häufig einen noch geringen Stellenwert ein. Um die Studierenden im Hinblick auf diese Verschiebung der Anforderungen optimal anzuleiten, wurde das Projekt EVELIN („Experimentelle Verbesserung des Lernens von Software Engineering“) ins Leben gerufen. Ziel ist es hierbei, die Vermittlung von fachlichen und überfachlichen Kompetenzen in der Lehre zu fördern und dadurch die Studierenden gezielt auf die späteren beruflichen Herausforderungen des Software Engineerings vorzubereiten. Da für die fachlichen Kompetenzen bereits umfangreiche Untersuchungen, wie beispielsweise der Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (vgl. Bourque & Fairley, 2014) vorliegen, widmet sich diese Studie der Evaluierung überfachlicher Kompetenzen. Die Basis hierfür bildet ein Kompetenzprofil für Softwareentwickler, das in den 90er Jahren in den USA im Rahmen einer Studie von Turley/Bieman erarbeitet wurde. Dieses Profil ist für die vorliegende Arbeit deshalb von Interesse, da die Forscher mittels qualitativer und quantitativer Methoden überfachliche Kompetenzen in Kooperation mit einem Unternehmen aus der IT-Branche empirisch untersuchten. Die Zusammenarbeit mit nur einem Konzern kann zwar nicht repräsentativ für alle Arbeitgeber der IT-Branche angesehen werden, ist aber ein erster Schritt zur Untersuchung dieses komplexen Themas. Im Rahmen ihrer Studie erarbeiteten Turley/Bieman sieben übergeordnete Kompetenzbereiche (vgl. Turley & Bieman, 1995). Aus diesen Kompetenzbereichen wurden als Grundlage für die quantitative und qualitative Untersuchung die folgenden zehn überfachlichen Kompetenzen abgeleitet: Strategisches Denken, Kritikfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Hilfsbereitschaft, Eigenverantwortliches Arbeiten, Präsentationsfähigkeit, Argumentationsfähigkeit, Kreativität, Lernfähigkeit und Planungsfähigkeit. Diese finden sich auch in jüngeren Studien zur Analyse der Anforderungen an Softwareentwickler (vgl. Bartel, Figas & Hagel, 2014).

## 2. Forschungsfragen

Das Ziel dieser Studie ist die Untersuchung der Selbsteinschätzung der Studierenden im Bachelorstudiengang Mechatronik im Hinblick auf überfachliche Kompetenzen. Den Ausgangspunkt bilden die folgenden drei Forschungsfragen:

- 1) Existieren Unterschiede zwischen Studierenden, die eine Führungsposition anstreben und Studierenden, die keine Führungsposition anstreben?
- 2) Besteht Handlungsbedarf bei der Vermittlung überfachlicher Kompetenzen innerhalb des Studiums?
- 3) Stehen überfachliche Kompetenzen in Wechselwirkung zueinander?

## 3. Methodisches Vorgehen

Die quantitative Umfrage wurde im Sommersemester 2014 an der OTH Regensburg durchgeführt. Sie richtete sich an Studierende des Bachelorstudienganges Mechatronik, die das Seminar Software Engineering als festen Bestandteil ihres Studiums im 4. Semester besuchten und das Praxissemester noch nicht absolviert hatten. Mittels des Fragebogens wurden zunächst die Vorkenntnisse der Studierenden und ihre bisherige praktische Erfahrung abgefragt. Ebenso von Interesse war, ob und inwiefern sich die Studierenden über ihr Kernfach hinaus in fachübergreifenden Disziplinen an der Hochschule fortbilden. Den Hauptteil bildete die Befragung bezüglich der zehn überfachlichen Kompetenzen. Dabei handelte es sich um Batterien von 4 bis 7 Aussagen, zu denen sich die Studierenden auf einer Likert-Skala von 1 (Kompetenz nicht ausgeprägt) bis 6 (Kompetenz äußerst ausgeprägt) selbst einschätzen mussten. Im abschließenden Teil wurden persönliche Daten, wie das Ausüben einer ehrenamtlichen Tätigkeit, die berufliche Zielrichtung und das Anstreben einer Führungsposition abgefragt. Der Fragebogen wurde den Studierenden an drei Erhebungsterminen persönlich ausgehändigt und anschließend wieder eingesammelt. Dadurch konnte eine Rücklaufquote von 100 % erreicht werden. In Summe wurden 32 Studierende des Bachelorstudienganges Mechatronik zu den oben genannten Indikatoren befragt. Davon konnten 31 Fragebögen für die Auswertung herangezogen werden, welche die Grundlage für die quantitativen Analysen bildeten. Für den qualitativen Teil der Studie wurden drei leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Dabei handelte es sich um zwei Einzelinterviews und eine Gruppendiskussion. Als Interviewpartner wurden Personen ausgewählt, die bereits seit einigen Jahren im Bereich Software Engineering in einem Unternehmen tätig sind, um so den Blickwinkel der Forschungsarbeit zu erweitern. Es standen mehrere Themenbereiche im Fokus. Die Befragten wurden gebeten, ihre subjektive Sichtweise zu den Themen Kompetenzvermittlung im Studium, Einschätzung des Kompetenzbewusstseins der Studierenden sowie Relevanz und Vermittlung überfachlicher Kompetenzen im Berufsalltag darzustellen. Die Interviews wurden transkribiert und inhaltlich ausgewertet.

## 4 Zusammensetzung der Befragungsgruppe

81 % der Studierenden gaben an, Praxiserfahrung in Form einer erfolgreich abgeschlossenen Berufsausbildung, einer Werkstudententätigkeit oder eines Praktikums gesammelt zu haben. Die jeweilige Dauer streut jedoch stark von Studierendem zu Studierendem. Sie liegt zwischen null bis zehn Jahren praktischer Erfahrung, wobei der Median 7 Monate beträgt. 45 % der Befragten belegen neben ihrem Studienfach zudem allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtfächer oder Zusatzausbildungen, die an der Hochschule angeboten werden. Im Vergleich sind dies mehrheitlich Kurse mit fachlichen wie überfachlichen Inhalten. 74 % der Studierenden möchten später gerne im Bereich Forschung und Entwicklung tätig sein. Für 23 % der Studierenden ist eine Tätigkeit im Bereich Software Engineering von Interesse. Es handelte sich dabei um eine Mehrfachauswahl, sodass die Befragten unterschiedliche Tätigkeitsfelder auswählen konnten.

## 5. Analyse & Ergebnisse

Die erste Forschungsfrage untersucht zunächst, ob Studierende, die eine Führungsposition anstreben möchten, sich ehrenamtlich engagierter einschätzen, als Studierende, die das nicht vorhaben. Durch einen Chi-Quadrat-Test konnte für die untersuchte Gruppe eine Abhängigkeit zwischen den Merkmalen „Ehrenamtlich tätig“ und „Führungsposition anstreben“ festgestellt werden ( $p$ -Value  $< 5\%$ ). Ebenso schilderten die Interviewteilnehmer, dass aus ihrer Sicht durch die Übernahme ehrenamtlicher Tätigkeiten die Persönlichkeit gebildet und überfachliche Kompetenzen weiter ausgeprägt werden können. Einer der Befragten bezeichnete ehrenamtliches Engagement als Übungsfeld, in dem man den sozialen Umgang mit anderen Menschen lernen und die Kommunikationsfähigkeit trainieren kann. Untersuchungen von Lang von Wins und Triebel besagen, dass 70 % der überfachlichen Fähigkeiten außerhalb der schulischen Ausbildung angeeignet werden (vgl. von Wins & Triebel, 2012). Des weiteren war von Interesse, ob Studierende, die eine Führungsposition anstreben, sich selbst bezüglich ihrer überfachlichen Kompetenzen anders einschätzen, als Studierende, die keine Führungsposition anstreben. Zur Überprüfung wurden lediglich diejenigen Fragebögen herangezogen, die sich klar für (elf Studierende) oder gegen (vier Studierende) das Anstreben einer Führungsposition entschieden haben. Auf Basis eines T-Tests konnte für diese Gruppen im Rahmen der Untersuchung für die Kompetenzen Lernfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit ein signifikanter Unterschied festgestellt werden ( $p$ -Value  $< 5\%$ ). Aufgrund der geringen Fallzahlen wird jedoch empfohlen, diese Untersuchung auf nachfolgende Semester auszuweiten. In den Interviews nannte einer der Teilnehmer zudem die Kompetenz Strategisches Denken als eine wesentliche Kompetenz für eine Führungskraft. Die zweite Forschungsfrage befasst sich im ersten Schritt damit, inwiefern die Studierenden sich selbst bezüglich des Vorhandenseins der überfachlichen Kompetenzen einschätzen. Je Studierendem und je Kompetenz wird ein Mittelwert zwischen eins (Kompetenz nicht ausgeprägt) und sechs (Kompetenz äußerst ausgeprägt) auf Basis einer Likert-Skala erhoben. Anschließend wird der Mittelwert der Selbsteinschätzung über alle

Kompetenzen hinweg ermittelt. Dieser entspricht dem Wert 4,09. Die Studierenden schätzen sich im Mittel selbst so ein, dass die untersuchten Kompetenzen grundsätzlich vorhanden, jedoch weder besonders stark, noch besonders schwach bei ihnen ausgebildet sind. Um eine detaillierte Aussage bezüglich der Ausprägung der einzelnen Kompetenzen über die gesamte Befragungsgruppe treffen zu können, wird zudem die Standardabweichung herangezogen. Das Ergebnis zeigt, dass sich die Studierenden insbesondere bei Präsentationsfähigkeit (3,71), Planungsfähigkeit (3,76), Kommunikationsfähigkeit (3,83), Strategisches Denken (3,84) und Kreativität (4,08) unterdurchschnittlich einschätzen (s. Abb. 1).

Als Indizien für die Streuung können verschiedene Vorkenntnisse der Studierenden wie auch Unterschiede in der Bereitschaft, sich über das Fachstudium hinaus im Bereich der überfachlichen Kompetenzen weiter zu qualifizieren, angesehen werden (s. Kapitel 4, Zusammensetzung der Befragungsgruppe). Darüber hinaus gab einer der Befragten im qualitativen Interview an, ein Kommunikationstraining im Unternehmen absolviert zu haben, welches er als äußerst wertvoll erachtete. Diese Gelegenheit sei deshalb genutzt worden, da im Laufe des Studiums kaum Zeit für diese Art von zusätzlicher überfachlicher Ausbildung aufzubringen war, weil die fachlichen Inhalte des Studienfachs von der befragten Person höher priorisiert wurden. Erst im Arbeitsalltag konnte ein erweitertes Verständnis und Bewusstsein für überfachliche Kompetenzen entwickelt werden. Im weiteren wurde untersucht, ob sich die Selbsteinschätzung der Studierenden von der Einschätzung der Relevanz der überfachlichen

Abb. 1: Mittelwert und Standardabweichung der aktuellen Selbsteinschätzung

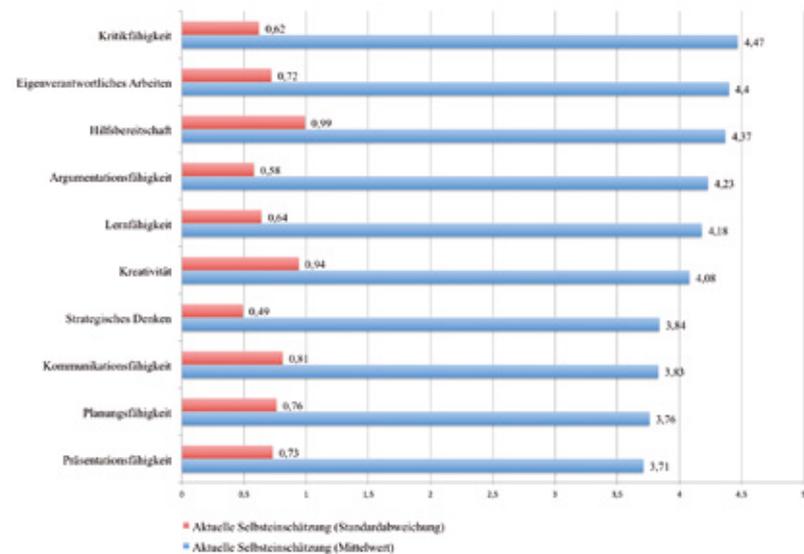
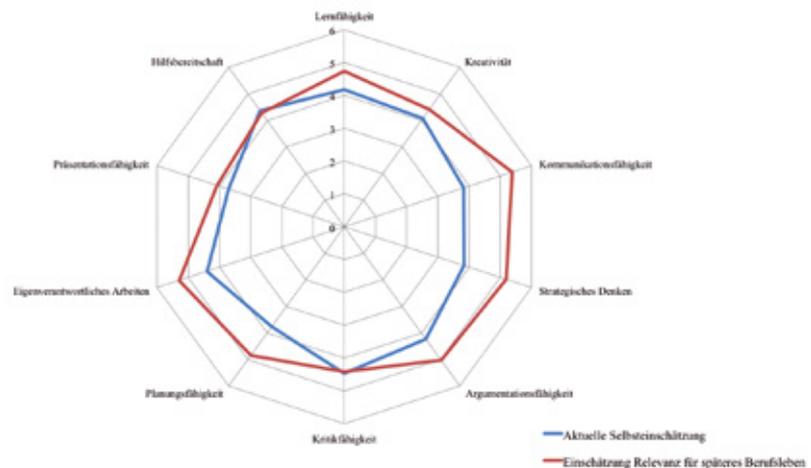


Abb. 2: Selbsteinschätzung und Einschätzung der Relevanz für das spätere Berufsleben



Kompetenzen für das spätere Berufsleben unterscheidet. Die Befragten sollten hierbei aus ihrer Sicht beurteilen, inwieweit die überfachlichen Kompetenzen für ihre spätere berufliche Laufbahn relevant sind. Jeder Studierende bewertete die Bedeutung der zehn Kompetenzen mit einem Wert zwischen eins (Kompetenz nicht wichtig) und sechs (Kompetenz äußerst wichtig). Das Ergebnis zeigt, dass die Selbsteinschätzung der Studierenden bei acht von zehn Kompetenzen derzeit noch eine geringere Ausprägung aufweist, als sie diese für ihre spätere berufliche Laufbahn als wichtig erachten (s. Abb. 2). Dabei handelt es sich um die Kompetenzen Kommunikationsfähigkeit, Strategisches Denken, Planungsfähigkeit, Eigenverantwortliches Arbeiten, Argumentationstechniken, Lernfähigkeit, Kreativität und Präsentationsfähigkeit. Die Einschätzung der Befragten, wonach die Kompetenz Kommunikationsfähigkeit für das spätere Berufsleben als äußerst bedeutend empfunden wird, konnte auch durch die Interviews gestützt werden.

Die dritte Forschungsfrage beschäftigt sich damit, ob und inwiefern die zehn überfachlichen Kompetenzen miteinander in Beziehung stehen. Dabei wurde auf die Ergebnisse der aktuellen Selbsteinschätzung der Studierenden zurückgegriffen. Unter Anwendung eines Rangkorrelationskoeffizienten und anschließender Beurteilung des Zusammenhangs anhand von Streudiagrammen, kann für drei Kompetenzpaare ein Zusammenhang in der Untersuchungsgruppe nachgewiesen werden ( $p\text{-Value} < 1\%$ ). Für das Kompetenzpaar „Strategisches Denken & Planungsfähigkeit“ liegt ein deutlicher Zusammenhang vor. Eine moderate Beziehung kann für „Planungsfähigkeit & Präsentationsfähigkeit“ sowie „Lernfähigkeit & Eigenverantwortliches Arbeiten“ festgestellt werden. Im qualitativen Interview nannte ein befragter Unternehmensrepräsentant Argumentationstechniken, welche im beruflichen Austausch eingesetzt werden und aus dessen Sicht in Wechselwirkung mit der Kompetenz Kommunikationsfähigkeit stehen.

## 6. Zusammenfassung

Es zeigte sich, dass bei den Studierenden in dieser Untersuchung ein Zusammenhang zwischen ehrenamtlichem Engagement und der Bereitschaft, im späteren Berufsleben Führungsverantwortung übernehmen zu wollen, besteht. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass die Gruppe der hier untersuchten Studierenden, die Führungsverantwortung übernehmen möchte, sich bezüglich der Kompetenzen Lernfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit signifikant anders einschätzen als ihre Kommilitonen, die keine Führungsposition anstreben. Zur Verifizierung und Erhärtung dieser Resultate muss die Untersuchung auf weitere Semester ausgeweitet werden, um wissenschaftlich zu erforschen, inwiefern ehrenamtliches Engagement während des Studiums tatsächlich dazu führt, sich selbst die Übernahme von Führungsaufgaben zuzutrauen. Beispielsweise kann durch die Einführung der KODE®X-Systematik im Rahmen des Projektes EVELIN ein Kompetenzmessverfahren etabliert werden, auf Basis dessen sich die überfachlichen Kompetenzen der Studierenden systematisch erfassen ließen (vgl. Heyse & Erpenbeck, 2007). Ferner zeigte sich, dass die untersuchten Kompetenzen laut der Selbsteinschätzung der Studierenden noch nicht

vollständig bei ihnen ausgeprägt sind. Zudem sehen die Studierenden selbst Bedarf darin, ihre überfachlichen Kompetenzen für das spätere Berufsleben noch weiter zu entfalten. Da dies einem langfristig angelegten Prozess entspricht, sollten die überfachlichen Kompetenzen bei den Studierenden kontinuierlich weiterentwickelt werden (vgl. Rarrek & Werner, 2012). Die Ergebnisse dieser Studie basieren auf der Selbsteinschätzung der Studierenden, weshalb eine weitere Untersuchungsrichtung darin bestehen könnte, die Fremdeinschätzung Dritter miteinzubeziehen. Darüber hinaus sollten die in Wechselwirkung stehenden Kompetenzen in weiterführenden Studien untersucht werden, da sich diese momentan nur auf die Untersuchungsgruppe und deren Selbsteinschätzung beziehen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse lassen sich zum Beispiel für die Weiterentwicklung von Lehr- und Lernarrangements im Software Engineering verwenden, um auch zukünftig eine hohe Qualität der Lehre bei der Vermittlung überfachlicher Kompetenzen gewährleisten zu können.

## Literatur

- Bartel, A., Figas, P., & Hagel, G. (2014): Eine Analyse zu den Anforderungen von Unternehmen an zukünftige Mitarbeiter. *BISpektrum Online Karriere Special*, (S. 1–6).
- Bourque, P., & Fairley, R. E. (2014): *SWEBOK V3.0: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. Piscataway, NJ: IEEE Computer Society.
- Heyse, V., & Erpenbeck, J. (2007): *Kompetenzmanagement: Methoden, Vorgehen, KODE® und KODE®X im Praxistest. Kompetenzmanagement in der Praxis, Band 1*. Münster: Waxmann Verlag.
- Rarrek, A., & Werner, E. P. (2012): Die Krux mit den Fähigkeiten. In: *Der Königsweg zur Kompetenz: Grundlagen qualitativ-quantitativer Kompetenzerfassung. Band 6*. Münster: Waxmann.
- Turley, R. T., & Bieman, J. M. (1995): Competencies of exceptional and nonexceptional software engineers. *Journal of Systems and Software*, 28 (1): 19–38.
- von Wins, T. L., & Triebel, C. (2012): *Karriereberatung: Coachingmethoden für eine kompetenzorientierte Laufbahnberatung. 2. Auflage*. Berlin: Springer.

# Lernportfolios im Studium der Wirtschaftsinformatik

Hans Brandt-Pook, Malte Wattenberg  
Fachhochschule Bielefeld  
E-Mail: malte.wattenberg@fh-bielefeld.de

Abb. 1: Modell des Lernportfolios nach Zubizarreta



## 1. Einleitung

In der Hochschulausbildung rückt die kompetenzorientierte Lehre in den Fokus mit dem Ziel eine anwendungsorientierte und praxisbezogene Lehre zu gestalten. Lernportfolios sind eine Methode der Erkenntnisgewinnung und als Hilfsmittel zu verstehen, welches den selbstbestimmten Kompetenzerwerb der Studierenden unterstützt sowie die Reflexionsfähigkeit des Erlernten fördert. Zubizarreta (2004) lokalisiert sie in einem Spannungsfeld zwischen der Dokumentation und Reflexion des Erlernten sowie der Zusammenarbeit bzw. der Betreuung (vgl. Abb.1).

Lernportfolios sind eine zusammenfassende Sammlung von schriftlichen Dokumenten, in denen der bisherige Aufwand, Fortschritt und Erfolg zu einem Thema, Projekt oder Konzept diskutiert und selbstkritisch reflektiert werden (vgl. Richter 2004, Quellmelz 2013). Somit beinhalten Lernportfolios gleichermaßen eine prozess- wie auch eine produkt- bzw. ergebnisorientierte Sicht auf ein wissenschaftliches Handlungsfeld. Die Zusammenstellung der Dokumente eines Lernportfolios sowie deren Inhalte sind dabei nicht zwangsläufig fest vorgeschrieben.

Dieser Beitrag berichtet vom Einsatz eines Lernportfolios in der Lehrveranstaltung eBusiness im Studiengang Wirtschaftsinformatik an der FH Bielefeld. Zunächst werden das konkrete Lernportfolio und seine Umsetzung vorgestellt. Das anschließende Kapitel schildert die qualitative und quantitative Auswertung, bevor schließlich ein Fazit gezogen wird.

## 2. Konzeption und Umsetzung des Portfolios

Das Lernportfolio wird eingesetzt im Modul eBusiness. Das Modul umfasst fünf Leistungspunkte und richtet sich vorrangig an Studierende der Wirtschaftsinformatik im fünften Semester. An der Veranstaltung nehmen etwa vierzig Studierende teil.

Gegenstand der Veranstaltung sind u. a. internetbasierte Systeme entlang der Wertschöpfungskette eines Unternehmens. Zu den Kompetenzzielen gehört die Fähigkeit, solche Systeme auswählen, konzipieren und in Betrieb nehmen zu können. Dabei geht es nicht darum, exemplarisch Einzelaspekte dieser Prozesse zu betrachten. Vielmehr steht im Mittelpunkt, ein System tatsächlich von der konzeptionellen Phase bis zur Inbetriebnahme zu realisieren. Diese Aufgabe wird seit dem Wintersemester 2013/14 als Kernstück eines Lernportfolios bearbeitet.

Das Lernportfolio umfasst folgende Bestandteile, wie Abb. 2 exemplarisch darstellt:

### • Inventur und Plan

Auf einer Seite dokumentieren die Teilnehmenden, welche Erfahrungen sie im Thema mitbringen und legen ihre individuellen Lernziele fest.

### • Artefakte

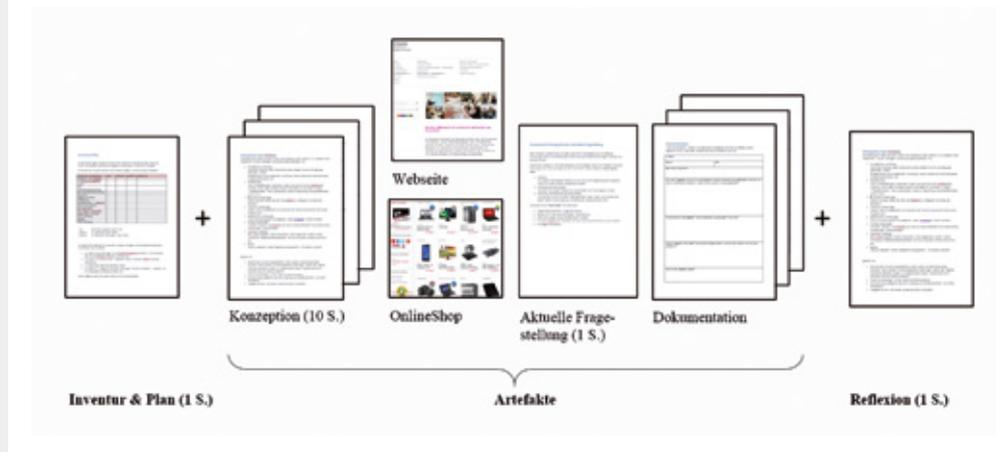
Die Studierenden müssen folgende Ergebnisse produzieren und ihre Entstehung dokumentieren:

- Systematische Konzeption einer Webseite (ca. zehn Seiten Text)
- Realisierung einer Webseite mit dem Web Content Management System Joomla!
- Inbetriebnahme eines OnlineShops
- Auseinandersetzung mit einer aktuellen Fragestellung (ca. eine Seite Text)

### • Reflexion

Die Studierenden schildern in einer Reflexion (ca. eine Seite Text), ob sie ihre anfänglich formulierten Ziele erreichen konnten und welche Erkenntnisse sie aus dem Arbeits- und Lernprozess gewonnen haben.

Abb. 2: Bestandteile des Portfolios



Das Portfolio wird bewertet und als Prüfungsleistung anerkannt. Alternativ können die Studierenden eine Klausur schreiben. Um formalen Schwierigkeiten in der Anfangsphase des aus Prüfungssicht als Experiment betrachteten Lernportfolios zu begegnen, dürfen die Studierenden auch beide Prüfungsformen absolvieren, wobei das bessere Ergebnis in die Studienakte übernommen wird.

Ohne technische Plattformen ist die Umsetzung des Portfolios nicht vorstellbar. Sie unterstützen zwei Aspekte. Zum einen erfolgt die Abgabe der schriftlichen Ausarbeitungen über die Lernplattform ILIAS – dort findet auch die Kommunikation außerhalb der Präsenzzeiten statt. In ILIAS sind auch die Spielregeln zum Lernportfolio und FAQs hinterlegt. Zum anderen steht ein interner Webserver zur Verfügung, um in einer geschützten Umgebung die technischen Artefakte nach und nach erstellen zu können.

Es gibt bei den Studierenden einen recht hohen Kommunikationsbedarf zum Lernportfolio. Etwa eine Stunde wird zu Beginn des Semesters darauf verwendet, den Studierenden das Lernportfolio vorzustellen, die Anforderungen an die Artefakte zu definieren und Regeln zur Zusammenarbeit zu vereinbaren. Für die Studierenden ist diese Lern- und Prüfungsform neu, daher gibt es viele Fragen. Immer wieder ergeben sich auch während des Semesters Fragen, sowohl inhaltlicher als auch formaler Natur.

### 3. Auswertung

In den folgenden Abschnitten werden die Auswertungen der Lernportfolios sowohl aus Sicht der Studierenden und Lehrenden dargestellt als auch in quantitative und qualitative Ergebnisse unterschieden. Anschließend erfolgt eine zusammenfassende Bewertung der Erkenntnisse.

#### 3.1 Sicht der Studierenden

Die Idee eines Lernportfolios als alternative Prüfungsform findet breite Resonanz unter den Studierenden. Von insgesamt 65 Prüfungen in den Wintersemestern 2013/2014 sowie 2014/2015 wurde das Portfolio 41 mal gewählt und abgegeben. Dieses Ergebnis entspricht einer Teilnahmequote von 63 %. Zur Angabe einer Abgabequote ist es notwendig, die Zahlen der Studierenden hinzuzuziehen, die das erste Arbeitsergebnis „Inventur & Plan“ abgegeben oder ihre Idee zur Umsetzung mit dem Dozenten mit positivem Feedback diskutiert haben, jedoch die Abgabe des Gesamtportfolios nicht tätigten. Hier können insgesamt 60 Studierende verzeichnet werden, was bei 41 abgegebenen Portfolios eine Abgabequote von 67 % bzw. eine Absprungrate von 33 % ergibt. Das Artefakt „Dokumentation“ erlaubt theoretisch zudem eine Auswertung der Gesamtarbeitszeit am Portfolio. Es stellt sich jedoch heraus, dass nicht alle Dokumentationen vollständig geführt worden sind.

Basis für eine zielführende qualitative Auswertung bieten die Reflexionen, in der Studierende weitestgehend selbst strukturiert festlegen, unter welchem Aspekt das Lernportfolio in ihrer Sichtweise Bedeutung hat. Methodisch empfiehlt sich hier insbesondere eine

Inhaltsanalyse (dazu bspw. Kruse 2011), bei der das Material kategorisiert, paraphrasiert sowie abschließend interpretiert wird. So wurden bei der Analyse die Kategorien zeitliche Aspekte, Emotion, Herausforderung und Lerneffekt, allgemeine Vorgehensweise, beruflicher Nutzen sowie persönliche Zielerreichung identifiziert. Die folgende Tabelle gibt dabei Auskunft über die Anzahl der Studierenden, die Aussagen in den jeweiligen Kategorien tätigten:

**Tab. 1: Anzahl der Erwähnungen nach Kategorien**

	zeitliche Aspekte	Emotion	Herausforderung und Lerneffekt	allgemeine Vorgehensweise	beruflicher Nutzen	persönliche Zielerreichung
Anzahl der Studierenden	27	39	40	16	23	25

Insgesamt 27 Studierende beschreiben zeitliche Aspekte in der Reflexion. Davon stellen 16 fest, dass das Lernportfolio einen hohen oder gar zu hohen zeitlichen Einsatz erfordert. Ein mangelhaftes persönliches Zeitmanagement beklagen acht Studierende. Die inhaltliche Auswertung dieser Kategorie zeigt hier insbesondere, dass Studierende den gesamten zeitlichen Aufwand in Relation zu der Vorbereitungszeit für eine schriftliche Klausur setzen. Dabei ist zu erkennen, dass sich der zeitliche Aufwand nicht aus der Komplexität der zu erstellenden Artefakte wie Webseite und OnlineShop herleitet, sondern aus dem generellen Umfang des Lernportfolios. Zudem wurde dieser häufig unterschätzt und zu spät erkannt, sodass in der Folge die Zeit für die Erstellung der Artefakte mit nahendem Abgabetermin knapp wurde. Ein in der Auswertung interessanter Aspekt ist dabei, dass in allen Rückmeldungen der Gesamtaufwand des Portfolios und das Zeitmanagement nicht zugleich kritisiert wurden und demnach der strukturelle und persönliche Hintergrund seitens der Studierenden getrennt wird.

Emotionale Gesichtspunkte bei der Erstellung des Lernportfolios schildern insgesamt 39 Studierende, davon 36 positive und 20 sowohl positive als auch negative Erlebnisse. Es wird demnach deutlich, dass das Portfolio ein insgesamt positives Gefühl hinterlassen hat, gleichwohl hinsichtlich der Empfindungen durchaus sehr differenziert wird zwischen dem Spaßfaktor und Freude während der Erstellung, sowie Durststrecken und daraus resultierendem Frust. Inhaltlich kann festgehalten werden, dass positive Einstellungen in den meisten Fällen aus Lerneffekten erfolgen, die auf bestimmten inhaltlichen und technischen Herausforderungen der Artefakte Webseite und OnlineShop basieren sowie hinsichtlich ihrer erfolgreichen und für die Studierenden überzeugenden Fertigstellung. Negative Aspekte werden zwar ebenfalls im Zusammenhang mit meist technischen und ungelösten Herausforderungen gesehen, vor allem aber auch bezüglich der notwendigen und zeitaufwändigen Erstellung der Dokumentation der Arbeit an den Artefakten.

Der größte Teil der Studierenden beschreibt in den Kategorien Herausforderung und Lerneffekt sowie allgemeine Vorgehensweise ihren generellen Umgang mit den Artefakten. Insbesondere wird hier der Fokus auf Inhalte und Technik der Teile Webseite und OnlineShop eingegangen. Die Analyse gibt den Lehrenden insbesondere Rückmeldung zum Verständnis und zur Beherrschung der eingesetzten Werkzeuge und Softwarekomponenten.

Den beruflichen Nutzen sowie das Gesamtfazit sehen die Studierenden durchweg positiv. Es wird festgestellt, dass vor allem das gesetzte persönliche Ziel mit einem hohen Lerneffekt und der Fertigstellung der Artefakte erreicht wird und die Inhalte einen deutlichen Mehrwert für die berufliche Zukunft bieten. Anhand der vorliegenden Daten kann zurzeit jedoch nicht sicher bestimmt werden, ob das positive Fazit seitens der Studierenden schwerpunktartig auf einzelnen Artefakten beruht oder das Lernportfolio als Ganzes gesehen wird.

### 3.2 Sicht der Lehrenden

Eine Auswertung aus Sicht der Dozenten kann in Bezug auf den zeitlichen Aufwand sowie auf die Ergebnisse erfolgen. Hinsichtlich des Aufwandes ist festzuhalten, dass zunächst ein zusätzlicher zeitlicher Bedarf in der anfänglichen Vorstellung des Lernportfolios als Prüfungsform sowie der fortwährenden Betreuung und Kommunikation mit den Studierenden besteht. Hier sind insbesondere Rückfragen zu Details der Artefakte zu nennen, wie notwendige Inhalte der Konzeption und Dokumentation sowie der Artefakte Webseite und OnlineShop. Zudem kam es bedingt durch die technischen Voraussetzungen der Serverinfrastruktur, Fehlkonfigurationen oder Restriktionen zu vermehrten Nachfragen. Aufgrund begleitender Praktika in der vorliegenden Veranstaltung und der unscharfen Trennmöglichkeiten in der Betreuung kann an dieser Stelle keine quantifizierbare Aussage zu einem zusätzlichen Aufwand hinsichtlich des Portfolios getroffen werden. Gleichwohl ist diese in Bezug auf den zeitlichen Einsatz bei der Bewertung des Lernportfolios möglich. So kann je Portfolio in der beschriebenen Konstellation inklusive aller Artefakte ein Aufwand von durchschnittlich 1,5–2 Stunden beziffert werden. Hinsichtlich der Ergebnisse wäre aus Sicht der Lehrenden eine Auswertung der Benotung gegenüber einer rein schriftlichen Prüfungsform wünschenswert. Mangels Vergleichbarkeit der Formen kann und darf dieses Kriterium jedoch nicht herangezogen werden. Bezüglich der Ergebnisqualität kann für diese Veranstaltung festgestellt werden, dass die Lernportfolios in sehr hohem Maße in sich geschlossene und vollständige sowie dem Ziel des Moduls vollumfänglich entsprechende Resultate erzielen. Alle beschriebenen Artefakte können folglich im Praxiseinsatz außerhalb der Lehrumgebung erfolgreich bestehen und konkurrieren.

## 4. Fazit

Lernende und Lehrende schätzen den Einsatz des Portfolios als Lern- und Prüfungsform. Reflektierend ergeben sich bisher mehrere Schlussfolgerungen und gelernte Lektionen.

Für das Erreichen bestimmter Kompetenzziele des Moduls eignet sich das Lernportfolio sehr gut. Wenngleich ein harter qualitativer Vergleich des Lernergebnisses zu den früher in dem Modul praktizierten klassischen Lernformen nicht vorliegt, zeugen sowohl die studentischen Arbeitsergebnisse als auch die Berichte der Studierenden von einem hohen Lernerfolg.

Es braucht ein gutes Maß zwischen selbstbestimmtem Lernen mit dem Portfolio und einem unterstützenden Rahmen. Vorgegebene Abgabefristen, Templates zur Arbeitsdokumentation, Beispiele zum erwarteten Umfang und zur Qualität der Artefakte sowie verbindliche Gespräche zum Stand der Arbeit werden von den Studierenden als Hilfestellung (und nicht als Einschränkung) empfunden.

Transparenz und Kommunikation der Aufgabenstellung, Anforderungen, Abläufe und Bewertungskriterien sind weitere Erfolgsfaktoren. Insbesondere da die Lern- und Prüfungsform erstmals im Studienverlauf genutzt wird, ist der Informationsbedarf dazu hoch.

Der zeitliche Aufwand ist für Lernende und Lehrende höher als bei traditioneller Arbeitsweise, also seminaristischer Unterricht, Praktikum und Selbststudium.

In den Dokumentationen und Reflexionen der Studierenden finden sich sehr offene Anmerkungen, die eine ernste und gewissenhafte Auseinandersetzung mit dem Thema und dem eigenen Lernprozess belegen. Sie bergen wertvolle Hinweise für die Lehrenden zur zukünftigen Verbesserung des Moduls.

Es bestehen Ideen für die Weiterentwicklung des Ansatzes. Aufgrund der positiven Resonanz wird überlegt, die Lern- und Prüfungsform auch in anderen Modulen des Studiengangs einzusetzen. Je geläufiger die Arbeitsform allen Beteiligten ist, umso schneller könnten die formalen Aspekte besprochen und die inhaltliche Arbeit in den Fokus rücken. Eine weitere Idee befasst sich mit dem Gedanken, ob ein Peer-Review der Artefakte den Lernenden neue Impulse für die eigene Arbeit geben und eine Bewertungskompetenz vermitteln könnte.

## Literatur

Kruse, J. (2011): Reader „Einführung in die Qualitative Interviewforschung“, Freiburg

Quellmelz, M., Ruschin, S. (2013): Kompetenzorientiert prüfen mit Lernportfolios. In: Journal Hochschuldidaktik 1–2/2013, S. 19–22

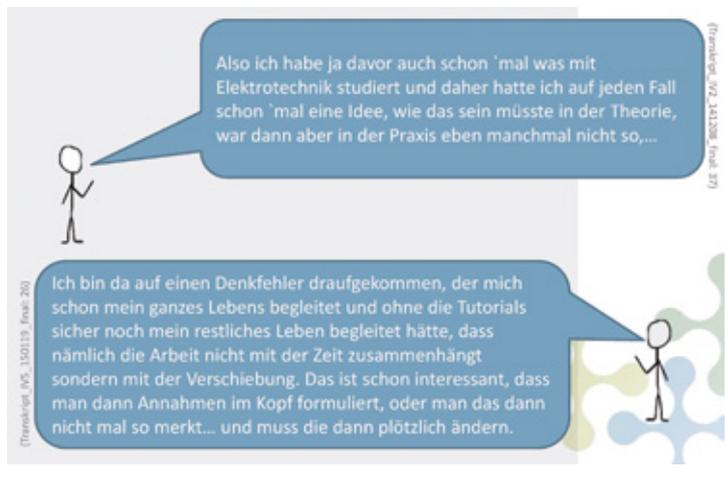
Richter, A. (2004): Portfolios als alternative Form der Leistungsbewertung, in: Berendt, B. et al. [Hrsg.]: Neues Handbuch Hochschullehre: Lehren und Lernen effizient gestalten, H 4.2., Stuttgart, S. 1–18.

Zubizarreta, J. (2004): The Learning Portfolio. Reflective Practice for Improving Student Learning, Bolton

## Fehlkonzepte bewusst machen – Einsatz von Tutorials zur Elektrotechnik und Physik

Barbara Meissner, Jane Fleischer  
TH Nürnberg  
E-Mail: {barbara.meissner, jane.fleischer}@th-nuernberg.de  
Manuela Zimmermann  
HaW Rosenheim  
E-Mail: manuela.zimmermann@fh-rosenheim.de

**Abb. 1: Auszüge aus den geführten Interviews:**  
Den Studierenden werden durch die Bearbeitung der Tutorials eigene Fehlvorstellungen bewusst.



Die Tutorials zur Elektrotechnik (Kautz 2010) bzw. Physik (McDermott & Shaffer 2009) sind leitfragengestützte Arbeitsblätter, die auf Basis typischer Fehlkonzepte Studierender entwickelt wurden (McDermott & Shaffer 1992; Shaffer & McDermott 1992). Mit diesen Arbeitsblättern können Studierende in tutoriell begleiteten Kleingruppen grundlegende physikalische Zusammenhänge ableiten. Die Studierenden werden zunächst angehalten, ihre Vermutungen auszuformulieren. Die nachfolgenden Aufgaben machen den Studierenden die Grenzen ihrer Vorstellungen bewusst. Im besten Falle führt dies zu einem Hinterfragen der eigenen Überzeugung und einem Wandel dieser zum wissenschaftlich korrekten Konzept, also zu einem Conceptual Change. Diesen Prozess begleiten Tutorinnen und Tutoren, die eine kritisch fragende, zur Eigeninitiative ermutigende Haltung vertreten.

Um die Studierenden an das wissenschaftlich-technische Arbeiten heranzuführen, wurden an

der TH Nürnberg in der Veranstaltung „Elektrotechnik 1 für Medizintechnik“ zu Semesterbeginn die Elektrotechnik-Tutorials „Strom und Widerstand“ und „Spannung“ eingesetzt. An der Hochschule Rosenheim wurden neun Tutorials zur Physik begleitend zu zwei einführnden Physik-Vorlesungen durchgeführt.

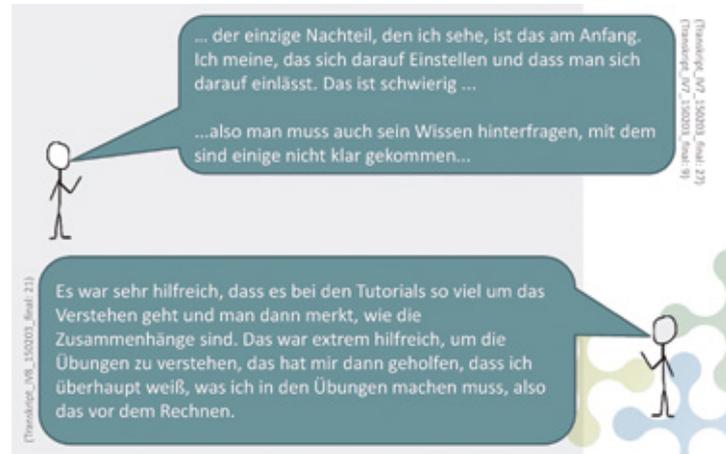
Gegen Ende des Semesters wurden an den beiden Hochschulen jeweils 4 Interviews durchgeführt, in denen der Einfluss der Tutorials auf die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden erfasst werden sollte. In diesen Interviews wurde außerdem deutlich, dass unabhängig von den technischen/physikalischen Vorerfahrungen der Studierenden Fehlvorstellungen vorlagen und dass diese den Studierenden durch die Tutorials bewusst wurden (vgl. Abb. 1).

Der Umgang mit dieser Erkenntnis der eigenen Fehlüberzeugungen wurde als gewöhnungsbedürftig wahrgenommen (vgl. Abb. 2). Dennoch schätzten die Studierenden insbesondere die Tutorials zur Elektrotechnik sehr, im Gegensatz zu der aus der Literatur bekannten eher negativen Wertung (Turpen et al. 2009), die auch bei den Tutorials zur Physik überwiegend auftrat. Dies mag daran liegen, dass die Elektrotechnik-Tutorials Hands-on-Versuche mit einfachen Stromkreisen enthalten. Solche von Studierenden als „Praxisbezug“ (Derboven & Winker 2010, S. 26) wahrgenommenen Hands-on-Elemente gehören zu den Faktoren, die von Studierenden im Studium am meisten nachgefragt werden und sogar einer Abbruchneigung vorbeugen können (Derboven & Winker 2010).

## Literatur

- Derboven, W.; Winker, G. (2010): Ingenieurwissenschaftliche Studiengänge attraktiver gestalten – Vorschläge für Hochschulen. Berlin u. a.: Springer.
- Kautz, C. (2010): Tutorials zur Elektrotechnik. München: Pearson Studium.
- McDermott, L. C.; Shaffer, P. S. (1992): Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics* 60, 994–1003. doi: 10.1119/1.17003
- McDermott, L. C.; Shaffer P. S. (2009): Tutorien zur Physik. München: Pearson Studium.
- Shaffer, P. S.; McDermott, L. C. (1992): Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part II: Design of instructional strategies. *American Journal of Physics* 60, 1003–1013. doi: 10.1119/1.16979
- Turpen, Ch; Finkelstein, N.; Pollock, St. (2009): Towards Understanding Classroom Culture: Students' Perceptions of Tutorials. In: Sabella, M.; Henderson, C. & Singh, Ch. (Hrsg.). *AIP Conference Proceedings* 1179, 285–288.

**Abb. 2: Auszüge aus den geführten Interviews: Das kritische Denken, das von den Tutorials gefordert wird, fällt Vielen zunächst schwer, wird aber auch geschätzt.**



# Der begleitende Einsatz des Online Lerntagebuchs (OLTB) im Software Engineering als Instrument zur individuellen Lernstandortbestimmung

Magdalena Beslmeisl, Irmgard Schroll-Decker, Tobias Krekeler, Jürgen Mottok  
OTH Regensburg  
E-Mail: magdalena1.beslmeisl@oth-regensburg.de

## 1. Hinführung

Tagebücher, seien sie klassisch (geschrieben mit Stift auf Papier) oder digital – bzw. Logbuch- oder Blogeinträge, werden didaktisch eingesetzt, wenn Lernen nach- oder vorbereitet bzw. Lernerfahrungen nachvollzogen werden sollen. Die Intention besteht darin, Inhalte, aber auch Vorgehensweisen zu fokussieren und damit Wissen zu verfestigen und das eigene Lernverhalten zu reflektieren (vgl. Trautwein 2013, S. 118 f.). Das eigene, persönliche Verhältnis zu sachlichen Vorgängen wie auch deren emotionaler Gehalt sollen beschrieben werden (vgl. Winter, 2014 S. 289). Dabei ist es möglich, die Niederschrift durch entsprechende Vorgaben zu leiten (vgl. ebd. S. 289). Die im Folgenden dargestellte Anwendung des Online Lerntagebuchs<sup>1</sup> konzentriert sich auf den/die Studierende als Lernende/n. Ihr/Ihm wird ermöglicht, bei der Auswahl und Planung der zu vertiefenden Themen beteiligt sein zu können (vgl. Bastian/Combe/Langer 2007, S. 15). Das OLTB kann als Plattform gesehen werden, auf der Rückmeldungen zu den Inhalten der Lehrveranstaltung festgehalten werden, um die Lehrveranstaltung von Woche zu Woche an das Wissen und das Wissensinteresse der Studierenden anzupassen. Zudem lässt sich das OLTB als zu gestaltende Lernumgebung nutzen, um selbstreguliertes Lernverhalten und individuelles Lernen zu fördern (vgl. Winter 2014, S. 289).

## 2. Ablauf/Lehr-Lernsetting und OLTB

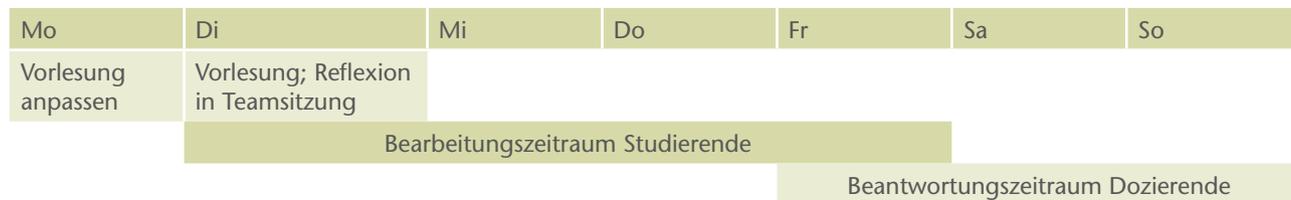
Die Lehrveranstaltung Software Engineering setzt sich an der OTH Regensburg zu 2/3 aus der seminaristisch ausgerichteten Vorlesung sowie zu 1/3 aus den begleitenden Übungen (insg. 2 SWS) zusammen. Das OLTB ist dazu vorlesungs- und übungsbegleitend angelegt. Nach jeder am Dienstag stattfindenden Vorlesungseinheit werden gemäß den behandelten Inhalten Fragen im OLTB formuliert, die die Studierenden im Anschluss innerhalb von

<sup>1</sup> <http://oltb.de/>

5 Tagen beantworten können. Der zeitliche Umfang der Fragen ist ungefähr so bemessen, dass pro Sitzung 30 Minuten Bearbeitungszeit nicht überschritten werden sollen. Der adäquate Workload beabsichtigt eine stetige Motivation bei den Studierenden, mit und am OLTB zu arbeiten. Die Dozierenden können die drei folgenden Tage nutzen, um auf die Tagebucheinträge ein Feedback zu geben. Spezifische Inhalte, die sich die Studierenden nicht der Zielsetzung der Lehrenden gemäß angeeignet haben, werden in den vorbereitenden Teamsitzungen der Lehrpersonen diskutiert, um sie dann in der Folgeveranstaltung zu thematisieren.

Der Ablaufzyklus von Vorlesung und OLTB-Einsatz ist in Abbildung 1 veranschaulicht.

**Abb. 1: Der OLTB/Vorlesungsablauf im Wochenzyklus**



### 3. Die Rahmenstruktur des OLTB

Die Teilnahme am OLTB ist freiwillig. Im Rahmen dieses Lehrprojekts können die Studierenden mit der kontinuierlichen Bearbeitung einen Bonus von 10 % an der Gesamtnote des Leistungsnachweises in Software Engineering erhalten. Ebenso ist es ohne Teilnahme am OLTB möglich, 100 % der Gesamtnote durch die Prüfung am Ende der Veranstaltung zu erreichen. Das OLTB nimmt aus Sicht der Dozierenden maßgebende Funktionen für den Lernprozess ein. Um diese verdeutlichen zu können, werden die Kategorien der Fragen vorgestellt, mit Hilfe derer die fachbezogenen Inhalte vertieft, das selbstregulierende und individuelle Lernen und die Reflexionsfähigkeit gefördert werden sollen. Die Fragen, mit denen die Einträge der Vorlesungsteilnehmer/-innen gelenkt werden, unterteilen sich in drei Kategorien:

- **Kategorie I** besteht aus fachlichen Fragen,
- **Kategorie II** enthält schreibfördernde Fragen/Aufgaben und
- **Kategorie III** beinhaltet reflektorische Fragen.

Dabei sind die Kategorien I und II meist auf im Vorfeld vom dozierenden Professor formulierte Lernziele abgestimmt.

### **Kategorie I: Fachliche Frage**

Fragen der Kategorie I dienen der Wiederholung, Vertiefung und Anwendung der behandelten fachlichen Inhalte aus der Vorlesung. Weiter haben die Studierenden die Möglichkeit, in der anschließenden Übung nicht verstandene Aspekte direkt anzusprechen. Die Fragen der Kategorie I haben deshalb einen Nach- und einen Vorbereitungscharakter. Als Beispiel folgt ein formuliertes Lernziel mit der darauf aufbauenden Fragestellung im Online Lerntagebuch zum Themenbereich Requirements Engineering.

Die Studierenden können:

- funktionale und non-funktionale Anforderungen unterscheiden.
- die Requirements-Schablone (vgl. Rupp, S. 162) anwenden.
- die Checkliste für Requirements (vgl. Rupp, S. 181) anwenden.

#### **Frage:**

„Im Folgenden sind drei eher suboptimale Requirements genannt. Analysieren Sie jedes Element kritisch (vgl. Anforderungsschablone) und korrigieren Sie dieses im Anschluss.“

RQ1: Der Sensor xy muss/soll eine Meldung geben, wenn nicht genug Kraftstoff vorhanden ist.

RQ2: Die Funktionalität des Sensors xy muss durch Tests gewährleistet sein.

RQ3: Der Sensor xy muss Werte messen und ausgeben können.

#### **Frage:**

„Handelt es sich bei dem jeweiligen Requirement um eine funktionale oder eine nicht-funktionale Anforderung?“

### **Kategorie II: Schreibfördernde Fragen/Aufgaben**

Die Kategorie der schreibfördernden Aufgaben in Bezug auf Themen des Software Engineerings wird vor allem aufgrund der systematisch analysierten Anforderungen von Unternehmen an zukünftige Mitarbeiter\_innen in Form der Kommunikationsfähigkeit als sinnvoll erachtet (vgl. Figas/Bartel 2014). Die Bearbeitung der unter Kategorie II gestellten Fragen unterstützt die Förderung der schriftlichen Ausdrucksweise und der strukturierten Stellungnahme bei Studierenden. Auch im Hinblick auf die Abschlussarbeiten in Form der Bachelor- bzw. Masterthesis bieten das Üben des schriftlichen Verfassens eigener Gedanken und das anschließende Feedback Dozierender Entwicklungsmöglichkeiten beim Schreiben von Texten.

Ein konkretes Lernziel in diesem Fall ist:

Die Studierenden erkennen und verstehen die Bedeutung und Notwendigkeit einer genauen Requirements-Formulierung.

Anhand der begleitenden Literatur „Why the Vasa sank“ (Fairly /Willshire 2003), welche die Folgen eines fehlerhaften Requirements-Engineering adressiert, wird eine Problemsituation dargestellt, die auf einem fehlerhaftem Requirements-Engineering aufbaut.

**Aufgabe:**

„Erarbeiten Sie drei wesentliche Konsequenzen von mangelhaftem Requirements Engineering.

Gliedern Sie den Text in eine logische Struktur (z. B.: Einführung-Hauptteil-Zusammenfassung). Sie können als Anregung auf den Text „Why the Vasa sank“ (Moodle) zurückgreifen.“

**Kategorie III: Reflektorische Fragen**

Kategorie III enthält Fragen zur Reflexion des individuellen Lernprozesses und Lernverhaltens und solche, die darüber hinausreichen und z. B. das organisierte Lernen und in Facetten die Hochschulbildung in den Blick nehmen. Die Studierenden werden zur „kritischen Selbstreflexion“ (Dörpinghaus u. a. 2012, S. 113) ermuntert und damit im originären Sinne des Wortes gebildet, indem sie sich selbst und das Lernarrangement inclusive den kontextuellen und gesellschaftlichen Rahmen mit Distanz betrachten können. Die Studierenden erspüren und benennen Handlungsblockaden und reflektieren diese mit Bezug auf die Lernhandlung und das Lernvermögen (vgl. Hilzensauer 2008, S. 9ff). Dabei werden sowohl individuelle Erfahrungen, als auch emotionale Aspekte, die Lernhaltung oder sozial-kommunikative Momente adressiert. Ziel dieser Selbstreflexion ist es, über die Analyse auf einer Metaebene neue Erkenntnisse zu generieren und sie in den Lernprozess und die -situation einzuspeisen.

Das Ziel, aus welchem dann die Fragen resultieren, lautet folgendermaßen:

Die Studierenden reflektieren ihre emotionale und interessenorientierte Haltung bezüglich der Vorlesungseinheit.

**Frage:**

„Mit welchem Lerninteresse sind Sie in die heutige Vorlesung gegangen?“

**Frage:**

„Welche Inhalte sind für Sie nach der heutigen Vorlesung noch nicht geklärt?“

## 4. Erfahrungen und erste gewonnene Erkenntnisse/weiteres Vorgehen

Die Intention der Lehrpersonen, mithilfe des OLTB ihre geplanten Inhalte einer Lehrveranstaltung auf das Verständnisniveau der Studierenden abzustimmen, gelang teilweise mehr und teilweise weniger. Besser ist die Anpassung gelungen, wenn der klassischen Frontalvorlesung eine Übung folgte. Hier konnten Inhaltslücken direkt besprochen, aufgefüllt und nochmals intensiv im persönlichen Kontakt wiederholt werden. Eine Antwort eines Studierenden bekräftigt diese Aussage:

„Das Lerninteresse war bei weitem ausgeprägter, da im E-Learning angekündigt wurde, dass eine Übung stattfindet. Warum, lässt sich einfach erklären, da man direkt Feedback zu den Aufgabenstellungen bekommt oder falls was unklar ist man direkt fragen kann, damit Zusammenhänge deutlicher werden. In der Vorlesung durchgehend konzentriert dabei zu sein fällt mir da durchaus schwerer.“

Weniger erfolgreich schien die Passung zu gelingen, wenn Handouts oder Worksheets zu den als unklar identifizierten Inhalten erstellt und in der Übung oder in der Folgevorlesung verteilt wurden. Worksheets und Handouts wurden dann vorbereitet, wenn nicht verstandene Inhalte von großem Umfang erschienen, auf welche aus zeitlichen Gründen nicht mit einer Kurzreflexion zu Vorlesungsbeginn eingegangen werden konnte. Der Auftrag, diese komplementären Angaben in der Nicht-Präsenzzeit selbständig zu bearbeiten, wurde nicht mit der nötigen Motivation aufgenommen. Die Studierenden erkannten zwar ihren Lernstandort, der vom erwarteten Ziel abwich, waren aber nicht in der Lage, diese Differenz selbständig zu überwinden. Aus diesem Grund wurden diese speziell erstellten Sheets in den Formulierungen der Folgefragen im OLTB als mögliche Informationsquelle genannt.

Eine weitere Erfahrung ist, dass im Durchschnitt 68 % (= 30 P.) der zu Beginn im OLTB-angemeldeten Teilnehmer (= 45 P.) durchgehend die Fragen bearbeiteten.

Aufgrund der großen Akzeptanz wäre grundsätzlich eine differenzierte Ausrichtung der Lehrinhalte auf das Leistungsniveau der Studierenden möglich gewesen, weil die Lernstandortbestimmung nach jeder Lehrveranstaltung neu vollzogen wurde (vgl. Uemminghaus 2007, S. 39). Lücken und Probleme zum aktuellen Wissensstand wurden durch das Extrahieren und Zusammenfassen der studentischen Antworten im OLTB wöchentlich durch die Lehrenden identifiziert. Aus den Notizen wurde ebenso ersichtlich, ob die Fragestellungen seitens der Dozierenden verständlich waren und somit überhaupt von Studierenden richtig interpretiert werden konnten. Die Anpassung der Lehrveranstaltungen erfolgte daher zum einen bezüglich der nichtverstandenen Inhalte von Studierenden sowie zum anderen hinsichtlich der Ausdrucksweise und Beschreibung von Inhalten, wie sie von Dozierenden vermittelt werden. Dieser Teilprozess der Korrektur fand beim Austausch der beteiligten Dozierenden am Tag vor der Vorlesung statt. Die Reflexion der Anpassung konnte dann am Dienstag in der wöchentlich angelegten Teambesprechung vorgenommen werden.

Im Rahmen der „Kategorie II-Fragen“ wurden bezüglich der selbständigen Strukturierung von Texten positive Erfahrungen gemacht. Durch das Wiederholen und Üben des Schreibens von Textteilen sollten die Studierenden (wieder-)erlernen, wie z. B. Argumentationen oder Thesen gestaltet werden können. In den ersten Anleitungen im OLTB wurde daher die Nennung der Strukturabfolge eines Textes noch berücksichtigt. Als Beispiel lässt sich folgender Fragenteil skizzieren: „Formulieren Sie Ihre Antwort logisch strukturiert. Halten Sie sich dabei an die Abfolge einer Hinführung, Hauptteil sowie Zusammenführung.“ In späteren Aufgabenstellungen wurde dann auf einen solchen Hinweis zur Strukturabfolge verzichtet. Einleitend formulierte der Großteil der Studierenden bei der Beantwortung zum Ende der OLTB-Laufzeit eine kurze Zusammenfassung bezüglich der in der Frage thematisierten Inhalte, dann die Kernaussage und letztendlich eine Rückkoppelung, Schlussfolgerung, o. Ä.

Die Kategorie der reflexiven Fragen wurde von den Studierenden oftmals genutzt, um persönlich empfundene Missstände oder Unzufriedenheit kundzugeben. Es lässt sich daraus schließen, dass die Studierenden sehr daran interessiert sind, ihre Meinung bzgl. der Lehr- und Lerninhalte, der Vorlesungsmaterialien, Vorlesungsstrukturen, etc. bereits während des Semesters zu äußern. Anhand dieses Feedbacks war es möglich, das Befinden der Studierenden unmittelbar zu erfassen und das Verhalten der Dozierenden den Lernenden gegenüber zu sensibilisieren.

Der intensive und mehrdimensionale Austausch mit den Studierenden über das OLTB als Sprachrohr hat schlussendlich dazu geführt, die Inhalte gezielt vertiefen zu können.

## 5. Rückschluss und Erwartungen

Die verschiedenen feedback-, reflexions- und evaluationsgestützten Informationen<sup>2</sup> können schließlich zur Erstellung der schriftlichen Prüfung am Ende des Semesters herangezogen werden. Die Studierenden sollen keine ungewohnten Formulierungen der Fragestellungen oder nicht-thematisierte Themen in der Prüfung vorfinden. Es wird ein durchschnittlich besseres Ergebnis der Prüfungsleistung bei denjenigen erwartet, die am freiwilligen vorlesungsbegleitenden OLTB teilnahmen, im Unterschied zu denjenigen, die nicht teilnahmen. Erwartet wird ebenso, dass das „Bulimie-Lernen“ als Vorgehen bei der Prüfungsvorbereitung ausgedient hat, weil das OLTB veranlasste, sich kontinuierlich mit den Inhalten des SE zu beschäftigen.

### Literatur

<sup>2</sup> Die formativ und summativ gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen der Vorlesung Softwareengineering an der OTH.R werden mit Techniken der befragungsgestützten (Fragebogen am Ende des Semesters), der explorativen (geleitete Gruppendiskussion innerhalb der Lehre beteiligten), der testgestützten (Prüfung am Ende des Semesters) und der beobachtungsgestützten Evaluation (Erkenntnisse aus den Fragekategorien durch wöchentliche Notizen/Dokumentation) ermittelt.

Bastian, J./Combe, A./Langer, R. (2007): Feedbackmethoden. Erprobte Konzepte, evaluierte Erfahrungen. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

Dörpinghaus, A./Poenitsch, A./Wigger, L. (2012): Einführung in die Theorie der Bildung, 4., durchgesehene Auflage, Darmstadt: WBG Verlag

Fairley, R.E./Willshire, M.J. (2003): Why the Vasa Sank: 10 Problems and Some Antidotes for Software Projekts. Published by the IEEE Computer Society

Figas, P./Bartel, A./Hagel, G. (2014): Analyse zu den Anforderungen von Unternehmen an zukünftige Mitarbeiter. BI-ohne Softwareentwickler nicht möglich.

Hilzensauer, W. (2008): Theoretische Zugänge und Methoden zur Reflexion des Lernens. Ein Diskussionsbeitrag. In: Bildungsforschung 5 (2008), Ausgabe 2 [URL: <http://www.bildungsforschung.org/Archiv/2008-02/lernvermoegen/>]

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. Bielefeld: WBV, S. 83–129

Uemminghaus, M. (2007): Verständnis von Lernstandortbestimmung. In: Kaiser, A./Buddenberg, V./Hohenstein, K./Holzapfel, C./Uemminghaus, M./Wolter, M. (Hg.): Kursplanung, Lerndiagnose und Lernerberatung, Bielefeld, S. 37–40

Rupp, C./die SOPHISTen (2009): Requirements-Engineering und -Management, 5. Auflage, München/Wien: Carl Hanser Verlag

Winter, F. (2014): Leistungsbewertung. Eine neue Lernkultur braucht einen anderen Umgang mit den Schülerleistungen. Reihe: Grundlagen der Schulpädagogik: Band 49, 6. unveränderte Auflage, Baltmannsweiler: Schneider Verlag GmbH

# „Open Street Map“ als Problem Based Learning Projekt: Möglichkeiten zur Nutzung und Erweiterung der freien Weltkarte

Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Kias

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

E-Mail: kias@hswt.de

In Kooperation mit dem HD MINT Team der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
(Viktorija Orsic-Muthig, Dr. Monica Serbu, Hanna Dolling)

## Einleitung

Das im Jahre 2004 gegründete Open Community Projekt „Open Street Map“ (OSM) hat heute eine große Bedeutung für die Bereitstellung von frei nutzbaren räumlichen Daten gewonnen. Bis Ende 2013 waren über 1,5 Millionen Nutzer bei dem Projekt registriert. Auch die Stadt München ist seit 2012 nach einem Stadtratsbeschluss offizielles OSM-Community-Mitglied und bietet auf der Website „www.muenchen.de“ den Stadtplan auf der Basis von OSM-Daten an.

Zahlreiche Dienste und Anwendungen im Internet basieren inzwischen auf OSM-Daten ([https://wiki.openstreetmap.org/wiki/List\\_of\\_OSM-based\\_services](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/List_of_OSM-based_services)). Auch in kommerziellen GIS-Lösungen ist der Zugriff auf OSM-Daten als Basiskartographie gebräuchlich. Für den „International Master of Landscape Architecture“ (IMLA) mit Studierenden aus über 20 Ländern steht die Beschäftigung mit OSM im Zusammenhang mit der GIS-Ausbildung schon seit einigen Jahren auf dem Programm. Dazu wurden in der ersten Phase nach einer Einführung ins Thema vorbereitete Arbeitsaufträge zu Teilaspekten an Kleingruppen verteilt, die diese dann zu bearbeiten und im Plenum zu präsentieren hatten. Die Herangehensweise ans Thema und die Gliederung in Teilaspekte war somit sehr stark dozenten-gesteuert.

Durch den Kontakt zum HD-MINT-Projektteam an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf entstand die Idee, die Methode des Problem Based Learning für die Durchführung eines OSM-Workshops einzusetzen, um mehr Selbststeuerung des Lernprozesses und damit eine nachhaltigere Wissensaneignung zu fördern. Erstmals wurde diese Herangehensweise im WS 2013/14 gewählt und nach guten Erfahrungen mit dem nächsten Studierenden-jahrgang im WS 2014/15 wiederholt.

## Vorbereitung des Workshops

Im Vorfeld des eintägigen Workshops erhielten die Studierenden im Rahmen einer Einführung folgende Stegreifaufgabe:

„Vergleichen Sie für einen Ort auf der Welt, den Sie sehr gut kennen, die Inhalte von **Google Maps** und **Open Street Map** im Hinblick auf Vollständigkeit, Genauigkeit und Detailliertheit.“

Mit anderen Worten: welche der Datenquellen könnte die bessere Grundlage für ein Projekt in der räumlichen Planung sein?

Abb. 1: Ikonographische Anregungen für die Themenfindung der Teilgruppen „Use of OSM“ sowie „Contributing to OSM“

### Use of Open Street Map



### Contributing to Open Street Map



Die Ergebnisse wurden mittels einer Moodle-Abstimmung zusammengetragen und führten zu folgendem Ergebnis: etwa je ein Drittel plädierte für OSM bzw. Google Maps als die „bessere“ Datenquelle, ein weiteres Drittel befand beide Datenquellen als gleichwertig. Die Unterschiede dokumentieren nicht nur den unterschiedlichen Entwicklungsstand von OSM in verschiedenen Ländern, sondern zeigen z. B. auch für Deutschland große Unterschiede, je nachdem wie aktiv am gegebenen Ort die OSM Community ist. Die Ergebnisse dieser Ad-hoc-Recherche sollten die Studierenden neugierig machen, sich mit dem für die meisten noch unbekanntem OSM-Datenbestand und dem dahinter stehenden Projekt auseinanderzusetzen und dieses zukünftig für eigene Planungsaufgaben zu nutzen.

## Durchführung des Workshops

Im Workshop selber konnten sich die Studierenden in zwei Gruppen aufteilen: **Use of OSM** und **Contributing to OSM**. Um die Studierenden im Rahmen der Siebensprung-Methode zur Identifizierung von Teilaspekten und damit zum Definieren der Lernfragen anzuregen, wurde zu Beginn für jede Gruppe lediglich eine Folie mit ikonographisch dargestellten möglichen Teilaspekten an die Wand geworfen (Abb.1). Diese sollen exemplarisch zeigen:

Für „Use of OSM“:

- Routenplanung
- Projekte, die OSM als Basiskarte nutzen (Beispiele: openpistemap.org, opencyclemap.org, wanderreitkarte.de u. a.)
- Einbindung von OSM-Daten in GIS-Software (z. B. via WMS)
- Nutzung von OSM auf mobilen Geräten (Smartphone, ...)
- Rechtliche Aspekte der Nutzung von OSM

Für „Contributing to OSM“:

- Editoren für die OSM-Datenerfassung
- OSM-Datenmodelle und -Kartiertechniken
- Geräte für die Datenerfassung (z. B. GPS-Empfänger)
- Aspekte des Qualitätsmanagements (wie gut sind OSM-Daten?)
- Rechtliche Aspekte der OSM-Kartierung

Im 1. („I do not understand what ... means?“) und 2. Schritt („The most important subtopics are ...“) klärten die Studierenden die Bedeutung dieser ikonographischen Anregungen und erhielten seitens der Tutoren ggf. Hinweise, wenn etwas deutlich missinterpretiert wurde. Sie leiteten daraus Teilaspekte des zu analysierenden Themenfeldes ab und notierten diese auf einem Flipchart.

Im 3. Schritt („I suppose that ...“) wurden in einer Kartenabfrage vorhandenes Wissen, aber auch offene Fragen zusammengetragen, die dann im 4. Schritt („What do we think together?“) zu thematischen Clustern gruppiert wurden (Abb. 2). Es folgte im 5. Schritt eine Zusammenstellung der noch zu klärenden „Lernfragen“: „The most important open questions are ...“ (Abb. 3).

Diese wurde auf die Mitglieder der Gruppe aufgeteilt und in einer gut 2,5 Stunden dauernden Recherche-Phase im wesentlichen internetbasiert, aber auch durch eigene Experimente mit gefundenen Softwareprodukten bzw. Smartphone-Apps weiterverfolgt (Schritt 6/„These are my findings ...“).

Der 7. Schritt wurde mit einem Infomarkt realisiert, bei dem jeweils 2 Studierende an den einzelnen Stationen (Poster mit Arbeitsergebnissen) stehen blieben und den in einem vorgegebenen Zeittakt rotierenden anderen Studierenden die erarbeiteten Ergebnisse erläutern. Nach einem Durchlauf erfolgte ein Tausch der Rollen, sodass alle Studierenden ein Ergebnis selber erklären mussten und alle Ergebnisse von Ihren Mitstudierenden erklärt bekamen.

## Reflexion am Ende des Workshops

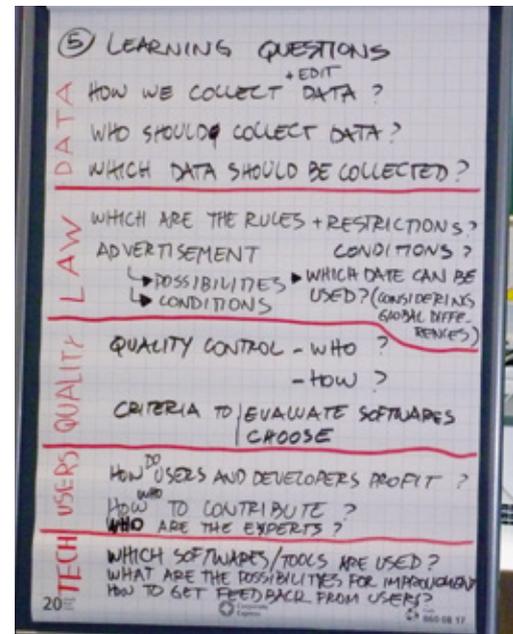
Den Ausklang des Tages bildete eine Reflexion im Plenum, bei der folgende Fragen als Anregungen gegeben wurden:

- Which role could OSM play in my further career?
- Are there open questions left today?

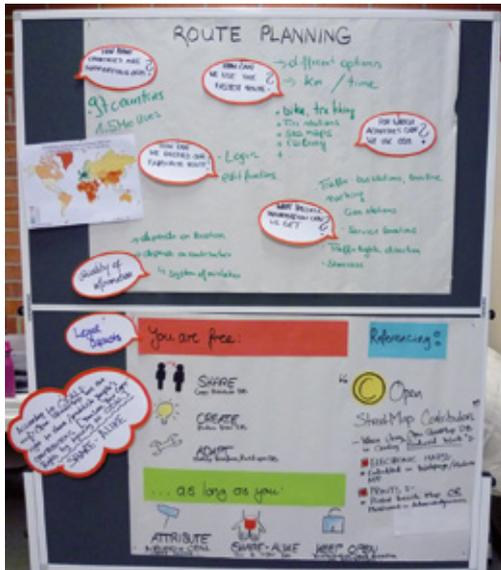
Abb. 2: Gruppenarbeit in den Schritten 1 – 5



Abb. 3: Beispiel für im Schritt 5 abgeleitete Lernfragen zur weiteren Recherche



**Abb. 4:** Beispiel für ein Poster mit Arbeitsergebnissen



- Are there any other abilities that I have learnt/improved today?
  - Working under time pressure
  - Working in groups
  - Having to play a role
- Highlights? What would you change?

Im Vergleich zu der früheren dozenten-zentrierten Vorgehensweise kann insgesamt festgehalten werden, dass der Einsatz von PBL zu einer gesteigerten Motivation der Studierenden bei der Bearbeitung des Themenkomplexes geführt hat. Die Ergebnisse waren nicht identisch, da trotz tutorieller Steuerung eine jeweils individuelle Fokussierung auf Teilthemenaspekte erfolgte. Wenn das Ziel aber darin besteht, die Studierenden grundsätzlich mit den Möglichkeiten der Nutzung von OSM vertraut zu machen, dann spielt nicht die Vollständigkeit der erarbeiteten Ergebnisse die Hauptrolle, sondern die Erschließung von bisher nicht genutzten Informationsquellen. Eine weitere Vertiefung ist jederzeit bei Bedarf in Eigeninitiative möglich.

Auf der anderen Seite muss festgehalten werden, dass die beschriebene Vorgehensweise nur aufgrund der Unterstützung durch das HD-MINT Projektteam möglich war und somit auch ein erhöhter personeller Aufwand auf Seiten der Lehrenden resultierte. Die positiven Ergebnisse ermuntern aber, diesen Weg weiter zu beschreiten.

**Abb. 5:** Studierende erläutern sich gegenseitig beim Infomarkt die Ergebnisse ihrer Recherchen



### Literatur

Ramm, F. & Topf, J. (2010): Open Street Map – Die freie Weltkarte mitgestalten und nutzen. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage, Lehmanns Media, Berlin

Weber, A. (2007): Problem-Based-Learning. 2. Auflage, h.e.p. Verlag, Bern

[www.bized.co.uk/current/pbl/educator.htm](http://www.bized.co.uk/current/pbl/educator.htm)

[cet.usc.edu/resources/teaching\\_learning/docs/Problembased.pdf](http://cet.usc.edu/resources/teaching_learning/docs/Problembased.pdf)

[www.materials.ac.uk/guides/pbl.asp](http://www.materials.ac.uk/guides/pbl.asp)

[wiki.openstreetmap.org](http://wiki.openstreetmap.org)

[www.showmedo.com/videotutorials/openstreetmap](http://www.showmedo.com/videotutorials/openstreetmap)

[www.ogee.de/pdf/OpenStreetMap.pdf](http://www.ogee.de/pdf/OpenStreetMap.pdf)

[www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/2822418.pdf](http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/2822418.pdf)

# Begriffliche Modellbildung in der Wissenschaftspropädeutik für MINT-Fächer

Johannes Busse  
HAW Landshut  
E-Mail: busse@haw-landshut.de

## Stichwörter:

Begriffliche Modellbildung, Semantic Web, Ontologie, semantisches Dreieck, SKOS

## Zusammenfassung

Der Begriff „conceptual change“ wird im Kontext des Semiotischen Dreiecks interpretiert. Diese Interpretation erlaubt einen Brückenschlag zu dem Forschungszweig „Semantic Web“. Insbesondere die Semantic Web Technologie SKOS macht die wissenschaftliche Begriffsbildung in einem Wissenschafts-Propädeutikum für alle MINT-Fächer reflektierter lehrbar, lernbar und überprüfbar und unterstützt damit unmittelbar kognitive Prozesse im Sinne der conceptual change Forschung.

### (1)

Der Begriff „conceptual change“ lässt sich begrifflich modellieren als eine **Dynamik rund um das Semiotische Dreieck**, welches letzteres ja bekanntlich besteht aus: (a) Zeichen und Zeichensystemen, die in verschiedenen Formalisierungsniveaus sichtbar werden können: normalsprachlich und formal kaum strukturiert; wissenschaftssprachlich und formal hoch strukturiert; sowie als formales Modell in der Sprache eines interpretationsfähigen und -bedürftigen formalen Kalküls; (b) Begriffe oder Konzepte als an Menschen gebundene Anschauungen, Repräsentationen, Vorstellungen von Welt; (c) Ausschnitte der physischen, technischen, sozialen oder normativen Welt.

„Dynamik“ rund um das Dreieck heißt: Es geht um Prozesse, also Veränderungen, Anpassungen, Modifikationen, Konstruktionen. Veränderung muss nicht immer wieder Neues heißen, ebenso wichtig ist oft die Konsolidierung von Bestehendem. Dynamik „rund um“ heißt: Die Prozesse betreffen das Zeichensystem (Schrift, Formeln, Kalküle), Konzepte (Begriffe, Ideen, kognitive Konstruktionen) und die Wahrnehmung und Konstruktion von Welt nicht unbedingt gleichzeitig und auf einmal, aber immer gemeinsam, oft in komplexen zeitlichen Abfolgen.

(2)

Im Forschungsgebiet der **Semantic-Web-Technologien** sind in den letzten 15 Jahren technische und methodische Entwicklungen zu beobachten, die man getrost als bahnbrechend bezeichnen kann, so z. B. das Datenmodell RDF, neue Beschreibungslogiken wie RDFS und OWL, neue Konzepte der Interoperabilität und Zugänglichkeit von Daten wie insbesondere Linked Open Data. Diese Entwicklungen sind heute gut verstanden, technisch verfügbar und in Form von Lehrbüchern auch in der Lehre gut handhabbar. Eine für conceptual change wichtige Entwicklung aus den Semantic-Web-Technologien ist die Meta-Konzeptualisierung **Simple Knowledge Organization System (SKOS)**. SKOS ist eine leichtgewichtige Ontologie zum Aufbau eines Begriffs-Thesaurus, die differenzierte Möglichkeiten bietet, Begriffe (skos:concept), Zeichen (skos:label) und normalsprachliche Beschreibungen von Welt (skos:definition) innerhalb eines einzigen Formalismus formal zu modellieren.

Mit SKOS haben wir eine neue Technologie an der Hand, mit der wir die Dynamik rund um das Semiotische Dreieck – mithin also conceptual changes – reflektierter und zielorientierter gestalten können. Die Semantic-Web-Technologien unterstützen Lernbemühungen rund um das Semiotische Dreieck, weil sie Begriffssysteme vergegenständlichen und damit zum Gegenstand einer Kritik machen lassen.

(3)

Wie lässt sich die Bildungsbedeutsamkeit dieser Technologie beurteilen? Eine vollständige bildungstheoretische didaktische Analyse nach Klafki – mit den klassischen Aspekten Gegenwartsbedeutung, Zukunftsbedeutung, Strukturierung und Zugänglichkeit der Thematik, Erweisbarkeit und Überprüfbarkeit – zum Beitrag der Semantic-Web-Technologien für reflektierteres Lernen steht noch aus und wäre als fachdidaktisches Projekt sicherlich sehr spannend, kann hier allerdings nur angedeutet werden: So ergibt sich der Bezug zur Gegenwart der Studierenden ganz klar aus den Alleinstellungsmerkmalen eines akademischen Studiums, wie Reflektiertheit, Methodik, Transparenz oder Intersubjektivität – mithin Wissenschaftlichkeit – der wissenschaftlichen Begriffsbildung.

Wir glauben, dass Semantic-Web-Technologien insbesondere durch ihre dezidiert metakognitiven Elemente für das Lernen in der Hochschule eine hohe wissenschaftliche Relevanz für alle Fächer aufweisen. Die Fragen nach der spezifischen Eignung – für welche Fächer? – und der Akzeptanz – für welche Studierenden? – liegen auf der Hand.

Sicherlich geeignet ist eine semantische Begriffsmodellierung insbesondere in den Technik- und Formalwissenschaften, in der Fachbegriffe auf mengentheoretischer (Ggs.: hermeneutischer) Grundlage entwickelt, festgezurt und als Basis einer weitergehenden begriffsbasierten Theorieentwicklung explizit modelliert werden sollen.

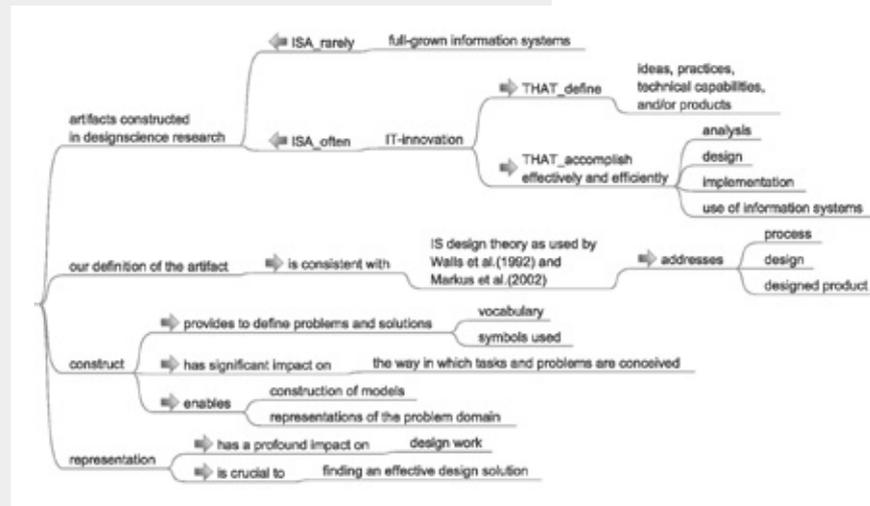
Es eröffnen sich grundlegende wissenschaftstheoretische Fragestellungen, die hier freilich nicht theoretisch, sondern praktisch angegangen werden sollen. Wie sieht eine begriffliche Modellbildung z. B. in der Wirtschaftsinformatik, die ja auch starke sozialwissenschaftliche Anteile hat, praktisch aus?

(4)

Wir zeigen eine **semantische Anfangsmodellierung** in einem sozialwissenschaftlichen Thema am Beispiel eines englischen Textes zur Wissenschaftspraxis der Information Science, den wir in unserer Pflichtveranstaltung „Methoden angewandter Wissenschaften“ gemeinsam lesen. Ein typischer Absatz lautet etwa wie folgt:

“Furthermore, artifacts constructed in design science research are rarely full-grown information systems that are used in practice. Instead, artifacts are innovations that define the ideas, practices, technical capabilities, and products through which the analysis, design, implementation, and use of information systems can be effectively and efficiently accomplished [...]. This definition of the artifact is consistent with the concept of IS design theory as used by [...] where the theory addresses both the process of design and the designed product.” (Hevner 2004, 82 f.)

Die abgebildete Mindmap zeigt, wie dieser Absatz als semantisches Netz modelliert und dieses als semantische Mindmap dargestellt werden kann. Die Semantik der (hier durch Pfeil-Icons visualisierten) Relationen wurde hier „freihändig-naturwüchsig“ gewählt; zu sehen ist hier lediglich der allererste Schritt einer begrifflichen Modellbildung, die erst mit einer differenzierteren Syntax auch bis in eine voll formalisierte und formal-semantisch wohldefinierte Ontologie ausgebaut werden kann. (Immerhin leistet diese Abbildung schon etwas Wesentliches: Sie zeigt, wo der Autor des Netzes den Originaltext nicht richtig verstanden hat. Wer findet den sachlichen Fehler?)



(5)

Wir haben in unserer Lehre nicht nur mit Master-Studierenden, sondern auch mit Bachelor-Erstsemestern gute Erfahrungen mit dieser Art von semantischen Netzen gemacht. Die informelle wie auch formale Semantik von vordefinierten Relationen wie **broader term** (BT, nicht-transitive Thesaurus-Relation), **subclass of** (ISA, allgemeine transitive Subklassen- oder Teilmengenbeziehung), **related term** (REL, generische „siehe auch“ Relation) und **definition** (DEF, nicht-begrifflicher Verweis auf den durch einen Begriff repräsentierten Weltausschnitt) wird auch im ersten Studiensemester gut verstanden.

Unsere eigentliche Schwierigkeit besteht eher darin, dass Studierende, die das Prinzip einmal verstanden haben, noch mehr wissen wollen: Sie fragen nach einer formalen Sprache, mit der sich die z. T. komplexen Sinnbezüge in normalsprachlichen Sätzen weitgehend befriedigend auch formal darstellen lassen.

Hier stoßen wir an zwei Grenzen: Erstens weisen auch ausgefeilte formale Logiken im Vergleich zur normalen Sprache immer nur eine stark eingeschränkte Ausdruckskraft auf, und zweitens dürfte es schwierig sein, solche Logiken Studierenden an die Hand zu geben, die sich fachlich nicht auf Logik spezialisieren.

### (6)

Wäre es – insbesondere auch aus Perspektive der conceptual change Forschung – ggf. sinnvoll, in einem breiteren Spektrum von Fächern möglichst früh die Ideen und Grundlagen semantisch-begrifflicher Modellbildung zu unterrichten?

Als Autor dieses Artikels gehe ich in meiner Lehrpraxis im Sinne einer Aktionsforschung gestaltend voran: Seit zwei Semestern unterrichte ich eine Minimalversion von SKOS im Rahmen mehrerer Veranstaltungen als Modellierungsgrundlage für fachlich-begriffliche Inhalte. Da die Ergebnisse dieses Realexperiments im Feld vielversprechend waren, nehme ich diese Inhalte in mein „Propädeutikum Angewandte Wissenschaft“ auf, das grundsätzlich auch für den Lehrexport geeignet sein sollte.

Darüber auf unserem Symposium ins Gespräch zu kommen wäre mir ein Anliegen.

### Literatur

J. Busse, B. Humm, C. Lübbert, F. Moelter, A. Reibold, M. Rewald, V. Schlüter, B. Seiler, E. Tegtmeier, T. Zeh: Actually, what does “ontology” mean? Journal of Computing and Information Technology (CIT), Vol 23, No 1 (2015), pp. 29–41.

J. Busse: Semantische Modelle mit Mindmaps. In: S. A. Keller, R. Schneider, B. Volk (Hrsg.): Wissensorganisation und -repräsentation mit digitalen Technologien. Walter DeGruyter 2014.

J. Busse: Semantic Authoring with semAuth. ISWC 2011, Industry Track Presentation, Germany. [Online] <http://jbusse.de/semauth/iswc2011.html>

Hevner et al: Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly Vol. 28 No. 1, pp. 75–105, March 2004

W. Klafki: Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim 1985.

A. Miles, S. Bechhofer: SKOS Simple Knowledge Organization System Reference (W3C Recommendation 18 August 2009) [Online]. <http://www.w3.org/TR/2009/REC-skos-reference-20090818/>

W. Stegmüller: Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie, Band 2. Stuttgart, Kröner 1987, pp. 468–518.

# Conceptual Change in der Studieneingangsphase

Dominik Frisch, Claudia Wendt, Philipp Pohlenz  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
E-Mail: dominik.frisch@ovgu.de

Das erste Studienjahr bezeichnet eine kritische Phase im Studium. Viele „unbekannte Variablen“ säumen den Weg ins Studium mit seiner neuen Lern- und Lebensumwelt, neuen fachlichen Anforderungen und institutionellen Prägungen. Um diese Phase erfolgreich zu meistern, bedarf es seitens der Neustudierenden umfassender Anpassungsleistungen bzgl. bestehender Vorstellungen und Erwartungen (Konzepte) an das Fach und das Studium. Nachfolgend soll dargelegt werden, wie durch eine Revision der Studieneingangsphase seitens der Institution Hochschule ein Konzeptwandel (Conceptual Change) angeregt und gefördert werden kann, um Studienabbruch zu vermindern und Studienerfolg zu erhöhen.

## Ausgangslage

Während sich in den strukturschwachen Regionen im Bundesgebiet gesellschaftliche Veränderungsprozesse, wie z. B. die Folgen des demografischen Wandels durch Abwanderung und sinkende Studienanfängerkohorten schon jetzt vollziehen, die anderenorts noch nicht zu spüren sind, wächst an den Hochschulen in diesen Regionen das Bewusstsein dafür, sich neuen Zielgruppen zu öffnen (vgl. Middendorf et al., 2013, S. 3 ff). Damit wird eine steigende Heterogenität der Studierenden hinsichtlich ihrer biographischen Erfahrungen gefördert, der besonders in der Studieneingangsphase durch Konzepte in Bezug auf das Ankommen an der Hochschule und im Studium Rechnung getragen werden muss. Ein adäquater Umgang mit einer heterogenen Studierendenschaft bedarf allerdings auch eines Umdenkens in der Lehre. Dies kann nur gelingen, wenn Lehrende und Studierende gleichermaßen in der Lage sind, diese Prozesse des Wandels zu erkennen, zu reflektieren und zu gestalten (vgl. Riegler 2014, S. 243).

Wie die Studienabbruchforschung zeigt, ist genau das oft ein Problem. Faktoren für den Studienabbruch sind neben finanziellen Schwierigkeiten häufig eine Überforderung mit Anforderungen und der Stofffülle des Studiums sowie mangelnde Studienmotivation aufgrund unerfüllter Erwartungen, z. B. durch zu wenig Praxisbezug (vgl. Bargel et al., 2014; vgl. Heublein/Wolter, 2011). Besonders der Verlauf des ersten Studienjahres ist dabei ausschlaggebend für den weiteren Studienerfolg oder -abbruch (vgl. In der Smitten/Heublein, 2013).

Anhand dieser Faktoren wird deutlich, dass eine Passung von individuellen, institutionellen und fachlichen Rahmenbedingungen für den Studierenerfolg maßgeblich ist. Einerseits hängt dies mit den individuellen Voraussetzungen und Studienzielen der Studierenden zusammen, andererseits werden sie von den Rahmenbedingungen der Institution Hochschule und des Faches mitgeprägt (vgl. Bosse et al., 2013, S. 38). Besonders relevant wird der Zusammenhang von Passung auf den verschiedenen Ebenen in den ingenieurwissenschaftlichen Fächern, weil dort die Studienabbruchquote im Fächervergleich am höchsten ist (vgl. In der Smitten/ Heublein, 2013, S. 99, vgl. Heublein et al., 2014, S. 4).

## **Bildung & Bedarfe in der Studieneingangsphase**

Die vielfältigen Determinanten des Studien(miss)erfolgs hat die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU) bei der Revision der Studieneingangsphase im Zuge ihrer Profilschärfung im MINT-Bereich aufgegriffen. Konfrontiert mit wachsenden Schwierigkeiten von jungen Menschen in der Übergangsphase zwischen Abitur, Ausbildungsberufen oder aus dem zweiten Bildungsweg in die Universität, sieht diese gerade in den MINT-Fächern Handlungsbedarf. Die Herausforderung, eine bessere Passfähigkeit zu unterstützen und dieser Verantwortung produktiv zu begegnen, führt dazu, Alternativen im Studieneingang zu entwickeln, die stärkere Rücksicht auf individuelle Bedürfnisse nehmen und diese Schwelle vermindern.

Die zunehmend komplexer werdenden Anforderungen der Berufswelt, die Breite des gesellschaftlichen Wissens und die endlosen, beruflichen Verwirklichungsmöglichkeiten führen zu einer Überforderung von jungen Menschen. Die Universität bietet zwar ein großes Spektrum an Auswahlmöglichkeiten von Fachdisziplinen an, welche ein Weg in der Bearbeitung dieser Komplexität sein können. Dabei bestehen jedoch Verbesserungspotenziale darin, den wissenschaftlichen Neankömmlingen zu helfen, das wissenschaftliche System für sich zu erschließen. Auf eben jener Überforderung, sich aus der Breite des Studienangebotes ein passendes Fach auszuwählen, will die OVGU mit einem orientierenden Studieneingangsangebot antworten. Aufgrund dessen wird der Wandel hin zu einer stärker interdisziplinären Ausbildung vollzogen, d. h. die Profilbildung im Bereich der MINT-Fächer geht einher mit einer ganzheitlichen, auf wissenschaftspropädeutische Orientierung und lebensweltliche Zusammenhänge der Fächer ausgerichteten Hochschulbildung. In einer hochschulweiten Arbeitsgruppe wurde ein Konzept zur Studieneingangsphase erarbeitet, welche die Zielstellung verfolgt, die neuimmatrikulierten Studierenden innerhalb der Studieneingangsphase besser in die Kultur der Universität und ihrer Fächer zu integrieren.

Die Studierenden sollen in dieser Phase des Studiums dazu befähigt werden, Konzepte, d. h. die bereits vorhandenen Vorstellungen, die sie über die Hochschule als Organisation und über das Fach sowie über den Studienverlauf (z. B. bzgl. der Module und generell der Curricula) mitbringen, zu reflektieren und anzupassen. Diese Konzepte beruhen oft auf falschen Erwartungen oder fehlender Orientierung im Allgemeinen bzw. auf falschen Annahmen bzgl. wissenschaftlicher Zusammenhänge in den speziellen Bereichen ihres Faches, daher wird oft auch der Begriff „Fehlkonzepte“ (Riegler, 2014, S. 246) verwendet.

Diese (Fehl-)Konzepte sollen mittels einer stärker individualisierten Gestaltung der Studieneingangsphase durch Wissen ersetzt werden. Dies kann durch eine schrittweise soziale Integration in die Hochschule, das Fach und das Studium gelingen und soll durch die Flexibilisierung der Studieneingangsphase geschehen. Flexibilisierung heißt, dass die Curricula so ausgerichtet werden, dass bedarfsgerecht Potentiale gefördert und Defizite bearbeitet werden können und zudem eine Kontextualisierung und Sinnstiftung des Studiums ermöglicht wird, indem ein stärkerer Bezug auf gesellschaftlich-relevante Kontexte in den Fächern erfolgt.

## Conceptual Change – Ein Konzept zum Konzeptwandel

Wie eingangs beschrieben, haben sich die Rahmenbedingungen für ein Studium entlang des demografischen Wandels und Fachkräftemangels, gerade in den strukturschwachen Regionen, geändert (vgl. Middendorf et al., 2013, S. 3 ff). Der Zugang wird breiter, die Zielgruppe vielfältiger, doch leistet die Hochschule bisher wenig „Übersetzungsarbeit“ zwischen den Konzepten der Hochschule und denen der Studienanfänger/innen. Wir verwenden hier absichtlich nicht den Begriff „Fehlkonzept“, da dieser Begriff von grundsätzlich falschen Annahmen über das Studium ausgeht, welche die Studienanfänger mitbringen bzw. welche die Lehrenden über die Lernenden (z. B. hinsichtlich ihrer Passfähigkeit) haben. Der Begriff Schwellenkonzept bietet dazu eine Alternative, denn er erkennt an, dass auch diese Konzepte zum Erfolg führen können, allerdings nicht wissenschaftlich gestützt und oft inkonsistent sind (vgl. Riegler, 2014, S. 245 f.). Zudem wird bei dieser Begriffsbestimmung der Transfergedanke wieder aufgegriffen, denn er beschreibt „die Schwelle, an die Studierende im Lernprozess immer wieder stoßen und die es vielen nicht gelingt, ohne Unterstützung zu überwinden“ (ebd., S. 246). Diese Schwelle kann auf institutioneller, individueller und fachlicher Ebene zu Komplikationen führen.

Die Institution Hochschule ist ein sehr spezialisiertes und ausdifferenziertes System, welches in seiner Eigenlogik für einen Außenstehenden nur schwer zu überblicken und zu greifen ist (vgl. Raue/Schröder, 2014, S.185). Es braucht das Wissen um Angebote der Information, Beratung und Orientierungsleistungen und ein hohes Maß an Eigeninitiative.

Letztere verweist auf die individuelle Ebene in Bezug auf Konzeptwandel. Die mitgebrachten Vorstellungen bzw. Konzepte zu wandeln ist eine große Herausforderung, da belegt ist, dass hier eine kognitive Hürde die Umstellung des eigenen Denkens erschwert (vgl. Riegler, 2014, S. 245). Diesen Wandel einzuleiten und zu begleiten, ist Aufgabe der Lehrenden und damit auf der fachlichen Ebene angesiedelt.

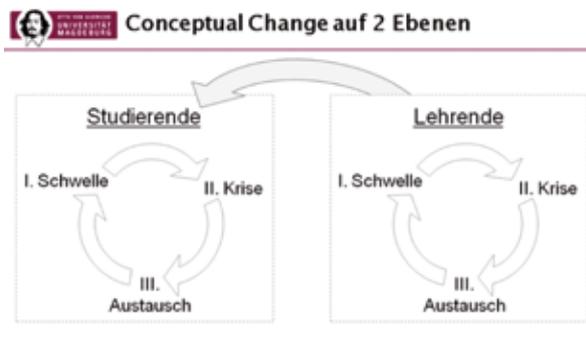
Auf der fachlichen Ebene kommt neben den vorhandenen fehlenden oder unvollständigen wissenschaftlichen Konzepten der Studierenden, z. B. i. S. v. aufbaufähigem Vorwissen, nun die bereits angesprochene Variable der Lehrenden hinzu. Die Herausforderung, Schwellenkonzepte in der Lehre zu korrigieren, ist deswegen so schwierig, weil Lehrende sich selbst nicht mehr daran erinnern können, wie es war, als sie selbst das Konzept noch nicht verinnerlicht hatten (vgl. Riegler, 2014, S. 246). Wenn das Konzeptverständnis einmal erlangt

wurde, wird es in den eigenen Wissensbestand irreversibel integriert. Diese Transformationsleistung wird aber später kaum erinnert, das wiederum bereitet vielen Lehrenden Schwierigkeiten, die Verständnisprobleme ihrer Studierenden nachzuvollziehen (ebd., S. 246).

Es existieren verschiedene Ansätze zur Umsetzung von Conceptual Change. Letztlich lassen sich jedoch drei wesentliche Schritte identifizieren. Zunächst muss das Schwellenkonzept transparent gemacht und reflektiert werden. Im nächsten Schritt muss eine kritische Auseinandersetzung mit dem eigenen Konzept erfolgen, um im Anschluss an die Konfrontation, durch die Beschäftigung mit erfolgreichen Konzepten und im Austausch mit der eigenen Peer Group einen Konzeptwandel einzuleiten. Die Aufgabe von Lehrenden besteht darin, diesen Prozess zu planen und zu begleiten (vgl. Ho et al., 2001, S. 147; vgl. Riegler, 2014, S. 247 f.).

Das Schwellenkonzept von Lehrenden über die Lehre selbst, stellt zudem eine große Hürde beim Wandel von Schwellenkonzepten von Studierenden über Hochschule und Studium dar (vgl. Ho, 2001, S. 163). Denn auch Lehrende haben wiederum ein Konzept davon, was Lehre ist, und auch dieses muss analog zu dem für die Studierenden beschriebenen Dreischritt korrigiert werden (vgl. Riegler, 2014, S. 248 f.).

Abb. 1: Conceptual Change auf 2 Ebenen



## Konzeptstand Studieneingangsphase an der OVGU

Die überfachliche Kompetenzentwicklung und die Orientierung innerhalb des wissenschaftlichen Systems bilden, neben der individuellen Passfähigkeit im Studium, eine entscheidende Grundlage für ein erfolgreiches Studium. Es gilt, den Studierenden in den ersten Semestern geleitet den Wissenschaftsraum aufzuschließen. Dabei spannt sich der zu vermittelnde Kontext über alle Fachdisziplinen hinweg. Grundsätzliche Modellierungsmethoden (i.S.v. sprachlicher, medialer, mathematischer und informatischer Modellierung komplexer natürlicher, technischer und sozialer Systeme), eine Einführung in die Verwendung von Fachsprache und die grundlegenden, fachlichen Perspektiven sollen allen Studierenden als Einstieg in den universitären Lernraum mit auf den Weg gegeben werden.

Zudem wollen wir eine Flexibilisierung des Studieneingangs durch zusätzliche Angebote mit dem Fokus auf den ersten beiden Semestern und anschließend durch eine engere Begleitung des Fachstudiums erreichen. Damit wird das Fachstudium des ersten Studienjahres zeitlich gestreckt. In diesem Rahmen werden aktuell zwei unterschiedliche Umsetzungsvarianten diskutiert. Variante 1 ist ein vorgeschalteter Studieneingang von 2 Semestern. Innerhalb dieser zusätzlichen 60 Credit Points (CP) sollen Propädeutika, Orientierungsangebote und überfachliche Kompetenzvermittlung angeboten werden.

Die zweite Variante hat eine zusätzliche, begleitende Funktion. Hierbei wird das Studium ebenso um 2 Semester resp. 60 CP verlängert, dies jedoch nicht vorgeschaltet, sondern integriert. Das bedeutet, dass zwar in den ersten zwei Semestern vermehrt Lehrveranstaltungen zu den genannten Zielstellungen der fachlichen Einführung, der Passfähigkeit ins Studium und auch der überfachlichen, gesamtuniversitären Orientierung angeboten werden, dass zugleich aber bereits fachliche Inhalte Raum in diesen zwei Semestern finden. Die dadurch nun „frei werdenden“ CP können dann dazu genutzt werden, während des gesamten Studiums die überfachliche Kompetenzvermittlung, aber auch die Einordnung der Fachdisziplin in einen interdisziplinären Kontext vorzunehmen. Gegen Ende des Studiums können übrige Credit Points dann verstärkt für Lehrinhalte mit Fokus auf die Entwicklung von Berufsfähigkeit genutzt werden.

Da den Lehrenden der Hochschule in diesem Modell die Aufgabe zukommt, über Fächergrenzen hinaus zu lehren und die Transferleistung der Neustudierenden zu unterstützen, wird auch Ihnen Unterstützung angeboten. Denn wie internationale Studien belegen konnten, sind die institutionellen Einflüsse nicht so stark, wie individuelle Faktoren hinsichtlich der Lehrhaltung der Lehrenden, deren Lehrauffassungen aber sind eng verknüpft mit den Learning Outcomes der Studierenden (vgl., Kember, 1997, S. 271 ff). Um also selbst gemäß dem Motto: „Lehre ist ein Lernprozess – für Lehrende“ (Riegler, 2014, S. 248) den eigenen Conceptual Change vollziehen zu können, ist es unsere Zielstellung, das Konzept mit begleitenden Angeboten zum Austausch über eigene Lehr- und Lernkonzepte sowie Lehr- und Lernprozesse für die Lehrenden abzurunden.

## Fazit und Ausblick

In Anbindung an die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und die Profilbildung im Bereich MINT setzen wir auf ein Konzept der Studieneingangsphase, welches nicht nur Studieren in individueller Geschwindigkeit erlaubt, sondern auch einen Konzeptwandel für einen gelingenden Wissenschaftszugang begünstigt.

In beiden vorgestellten Varianten zur Gestaltung der Studieneingangsphase wird dieser Conceptual Change angeregt, werden Schwellenkonzepte zu Vorstellungen von Hochschule, Hochschulkulturen, Wissenschaft und unterschiedlichen Fachkulturen thematisiert

Abb. 2: Studieneingang vorgeschaltet

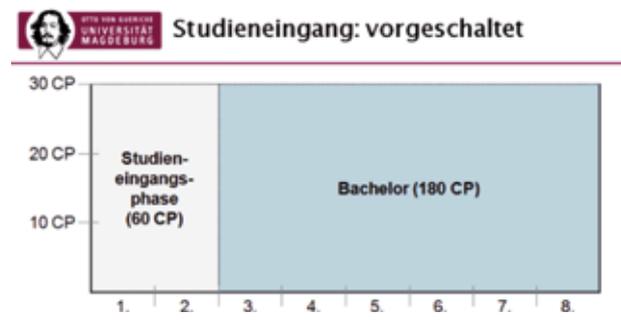
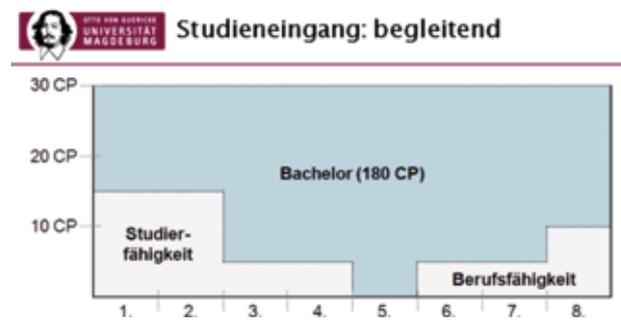


Abb. 3: Studieneingang begleitend



und reflektiert. Besonders der interdisziplinäre Ansatz dieses Konzeptes erzeugt einen Wandel und Orientierung im universitären Raum und in den Fächern, zumindest deren basalen Modellierungen.

Was es dazu allerdings auch braucht, sind Lehrende, die bereit sind, ihre Schwellenkonzepte von Lehre zu reflektieren, ihre Lehre weiterzuentwickeln, sie zu beforschen und zu verbessern. Dazu müssen sich Lehrende im Austausch miteinander die Grenzen ihrer herkömmlichen Lehrkonzepte verdeutlichen. Die Hochschuldidaktik kann methodisches Wissen in diesem Kontext vermitteln. Die grundlegende Lehrauffassung kann sie jedoch nur sehr begrenzt verändern. Doch gerade diese gibt den Ausschlag dafür, ob Lehre gemacht oder Lernen ermöglicht wird und nimmt damit direkten Einfluss auf den Lernerfolg Studierender (vgl. Kember, 1997, S. 273).

### Literatur

Bosse, E.; Schultes, K.; Trautwein, C. (2013): Studierfähigkeit als individuelle und institutionelle Herausforderung. Universität Hamburg. Universitätskolleg-Schriften Band 3, „Change: Hochschule der Zukunft“ – Campus Innovation 2013.

Ho, A.; Watkins, D.; Kelly, M. (2001): The conceptual change approach to improving teaching and learning: An evaluation of a Hong Kong staff development programme. *Higher Education*, 42, S. 143–169.

Heublein, U.; Wolter, A. (2011): Studienabbruch in Deutschland. Definition, Häufigkeit, Ursachen, Maßnahmen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 57, S. 214–236.

Heublein, U.; Richter, J.; Schmelzer, R.; Sommer, D. (2014): Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2012. *Forum Hochschule*, (4) 2014. Hannover: DZHW.

In der Smitten, S. I.; Heublein, U. (2013): Qualitätsmanagement zur Vorbeugung von Studienabbrüchen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 8 (2), S. 98–109.

Kember, D. (1997): A Reconceptualisation of the Research into University Academics' Conceptions of Teaching. *Learning and Instruction*, 7 (3), S. 255–275.

Middendorf, E.; Apolinarski, B.; Poskowski, 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. Hannover: HIS. (2015-02-22) Abgerufen von: [http://www.bmbf.de/pubRD/20.\\_Sozialerhebung.pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/20._Sozialerhebung.pdf).

Raue, C.; Schröder, C. (2014): Das Orientierungsstudium MINTgrün: flankierter Systemübertritt von Schule zu Hochschule. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9 (5), S. 179–199.

Riegler, P. (2014): Schwellenkonzepte, Konzeptwandel und die Krise der Mathematikausbildung. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9 (4), S. 241–257.

# Schreiben in der didaktischen Diskussion zum Conceptual Change: Potenziale für das Lernen in MINT-Fächern

Nadine Stahlberg, Miriam Barnat  
Technische Universität Hamburg-Harburg  
E-Mail: nadine.stahlberg@tuhh.de

## 1. Problemaufriss

Wenn es um den Prozess des Conceptual Change in MINT geht, dann wird oft eine entscheidende und eigentlich nahe liegende Komponente vernachlässigt: das Schreiben. Dabei zeigt die schreibdidaktische Forschung, dass Schreiben ein wichtiges Instrument zum Tiefenlernen darstellt. Es unterstützt das Verstehen fachlicher Inhalte, fördert das Engagement von Studierenden und ist ein wichtiges Reflexions- und Denkmedium (vgl. Gonyea/Anderson 2009, Quitadamo/Kurtz 2007). Dadurch, dass Schreiben die kritisch-reflektierte Auseinandersetzung mit bestehenden Vorstellungen, kritisches Denken sowie Problemlösefähigkeit fördert, kann es den Conceptual Change begünstigen.

Der Beitrag widmet sich daher dem Verhältnis von Schreiben und konzeptuellem Wandel. Im Vordergrund steht hierbei die Frage, was Schreiben für den Conceptual Change leisten kann. Ziel ist es, die empirischen Ergebnisse der Schreibforschung mit den Erkenntnissen des konzeptuellen Wandels zusammenzubringen. Auf Basis der Erkenntnisse sollen Anregungen für mögliche Aufgaben geliefert werden, die das Potenzial des Schreibens für den Conceptual Change-Prozess in MINT nutzen.

## 2. Was passiert beim Schreiben?

Um zu beantworten, was Schreiben leistet, werden sowohl die medientheoretischen als auch die schreibdidaktischen Erkenntnisse herangezogen. In der schriftlichen Kommunikation wird durch die Entlastung des Rollenwechsels von Hörer zu Sprecher die Ordnung längerer Sequenzen möglich, aber auch notwendig. „Man hat, allein und ohne soziale Pressuren tätig, auch mehr Zeit und Gelegenheit, Sorgfalt anzuwenden, um als Schreiber oder als Leser der Formstrenge des Textes entsprechen zu können“ (Luhmann 1999: 275). In der schriftlichen Kommunikation werden Inkonsistenzen sichtbar, die in der mündlichen Kommunikation unentdeckt bleiben. Die zeitliche Distanz zwischen Schreiben und Lesen

macht das Verständnis unsicherer und erhöht den Erklärungsbedarf (ebenda, 269). „Die Mitteilung muss sich darauf einstellen, daß sie nicht jetzt, sondern später, [...], nach Maßgabe eines späteren Leseinteresses verstanden werden soll“ (ebenda, 259).

Während die Beteiligten in der mündlichen Kommunikation über dieselbe situative Information verfügen und nur das zu kodieren brauchen, was für den jeweils anderen nicht ohnehin offensichtlich ist, muss der Schreiber beim Verfassen eines Textes jegliche Kontextinformationen mitliefern und für den Leser ein logisches, nachvollziehbares Gesamtbild konstruieren (vgl. Luhmann 1999). Zusammenhänge müssen strukturiert und explizit gemacht werden, damit der Leser versteht, was gemeint ist. Elliptische Äußerungen, die möglicherweise den genauen logischen Zusammenhang unscharf lassen, sind in der Schriftlichkeit im Gegensatz zur mündlichen Kommunikation nicht einsetzbar.

In der Schreibdidaktik und Schreibforschung haben sich kognitionspsychologische Modelle, die das Schreiben als einen kognitiven Problemlöseprozess beschreiben, weitgehend durchgesetzt. Der Ansatz geht auf Hayes/Flower (1980) zurück (Erweiterung durch Hayes 1996).

Nach Hayes/Flower steht der Schreibprozess in Abhängigkeit vom Aufgabenumfeld und vom Langzeitgedächtnis des Schreibers. Das Aufgabenumfeld umfasst alle externen Bedingungen, wie die Schreibaufgabe inkl. des Themas und des Adressaten, sowie den bereits geschriebenen Text, auf den sich der Schreiber im Prozess immer wieder rückbezieht. Hayes/Flower gehen davon aus, dass der Schreiber bei der Textproduktion immer auf sein gespeichertes Wissen zurückgreift, so dass das Langzeitgedächtnis eine wesentliche Rolle beim Schreiben spielt. Der Rückgriff auf das Langzeitgedächtnis betrifft sowohl das Wissen über das Thema, über das man schreibt, als auch über den Adressaten und den Schreibprozess selbst.

Den Schreibprozess an sich untergliedern Hayes/Flower in die drei Phasen des **Planens**, **Formulierens** und **Überarbeitens**. Beim Planen muss zunächst Wissen über Thema und Adressat abgerufen und eine erste Idee entwickelt werden. Wissen bzw. Ideen werden sodann ausgewertet und geordnet und in eine Zielvorstellung überführt. In der Phase des Formulierens werden die Pläne versprachlicht, in der Überarbeitungsphase wird der entstandene Text in Hinblick auf die Zielvorstellungen verbessert. Der gesamte Schreibprozess wird durch ein Monitoring kontinuierlich geprüft (Hayes/Flower 1980: 11f.).

Der von Hayes/Flower genannte Einflussfaktor „geschriebener Text“ spielt für den Denk- und Lernprozess beim Schreiben eine wesentliche Rolle. Durch das Lesen bereits geschriebener Textteile im Schreibprozess wird das Schreiben zu einem interaktiven Prozess. Dies bedeutet, „dass die Schrift ein Distanzmittel bereitstellt, mit dessen Hilfe das Denken sich selbst und seine Ergebnisse analysieren kann“ (Knobloch 1996: 984). Es findet eine Auseinandersetzung zwischen Autor und seinem Text statt, die gedankliche Vertiefungen und Überlegungen neuer Qualität hervorrufen kann.

Differenziert man nun das Bild der einzelnen Phasen aus, indem man sich ergänzend die Unterschiede zur mündlichen Kommunikation vor Augen führt, so werden einige wesentliche Anforderungen an das Schreiben und damit sein Mehrwert sichtbar:

- Schreiben hilft, Wissen zu systematisieren und es mit bestehenden Wissensstrukturen zusammenzubringen
- Schreiben schafft Präzision
- Schreiben erfordert logisches und stringentes Argumentieren
- Schreiben fördert selbstständiges Denken
- Schreiben ermöglicht die Distanzierung vom Gegenstand (kritische Reflexion)

### 3. Conceptual Change

Aus konstruktivistischer Perspektive ist die Aufnahme neuer Informationen immer nur durch die Verknüpfung mit vorhandenem Wissen möglich. Die Forschung zum konzeptuellen Wandel beschäftigt sich mit der Frage, wie diese Verknüpfung funktioniert, wenn bereits Konzepte zu bestimmten Phänomenen vorhanden sind, die sich mit den entsprechenden wissenschaftlichen Konzepten widersprechen (Posner et al. 1982).

In MINT-Fächern ist diese Forschung besonders ausgeprägt, weil hier offenbar wird, dass Wissensgenerierung häufig durch Alltagskonzepte der Studierenden beeinflusst wird. Die didaktische Forschung in dem Bereich hat sich daher mit der Frage beschäftigt, wie Studierenden dabei geholfen werden kann, die Vorstellungen zu überwinden bzw. zu korrigieren und durch fachadäquate Vorstellungen zu ersetzen. Eine Methode ist das elicit – confront – resolve (McDermott 1993). Die Grundidee ist, dass ein Konflikt zwischen dem Alltagsverständnis und dem wissenschaftlichen Konzept hergestellt wird, der von den Studierenden durch Argumentation aufgelöst werden soll. Während im klassischen Ansatz zum Conceptual Change der rationale Entscheidungsprozess für ein spezifisches Konzept zentral ist – ein altes Konzept wird durch ein neues Konzept ersetzt, gehen neuere Ansätze davon aus, dass eine Person über mehrere Konzepte zu einem Phänomen verfügen kann, aus denen sie je nach aktuellem Kontext das geeignete Konzept auswählt. In diesem sogenannten Kontextansatz existieren also verschiedene kontextbedingte Konzepte gleichzeitig, ohne dass ein kognitiver Konflikt entsteht (vgl. Caravita/Hallden 1994, für einen Überblick siehe Hank 2015).

### 4. Wie hängen Schreiben und Conceptual Change zusammen?

Konzeptueller Wandel wird in der MINT-Praxis mittlerweile recht erfolgreich durch die beschriebene Methode elicit – confront – resolve induziert. Die Vorteile der schriftlichen Kommunikation bieten die Möglichkeit, das Potenzial noch weiter auszuschöpfen. Die schriftliche Auseinandersetzung mit dem Konzept muss in größerer Stringenz durchgeführt

werden, als eine mündliche Diskussion. Inkonsistenzen fallen in der mündlichen Kommunikation weniger auf und können daher bestehen bleiben. Schriftliche Kommunikation erfordert eine logische Argumentation, die für einen Leser verständlich sein muss. Das Verfassen eines Textes, das tendenziell oder zumindest zeitweise alleine geschieht, kann zugleich sicherstellen, dass alle Beteiligten den Argumentationsprozess für sich selbst durchgegangen sind. Sichtbar wird durch das schriftliche Produkt auch, an welchen Stellen die Argumentation bei Einzelnen noch hakt. Denn durch Schreiben werden „Einsichten zum jeweiligen Gegenstand des Geschriebenen, zu Schreibenden und Lesenden und zur Art und Weise, wie jemand arbeitet, denkt und versteht“ (Bräuer 2000: 10) ausgelöst und sichtbar gemacht. Auch der Lehrende kann erst dann wirkungsvoll unterstützen, wenn er die Vorstellungen der Studierenden kennt.

Wenn man das neue Modell der Kopräsenz verschiedener Konzepte für unterschiedliche Kontexte in den Blick nimmt, stellt sich zudem die Frage, ob die wesentliche Aufgabe für konzeptuellen Wandel nicht die verlässliche Zuordnung von Konzepten zu Kontexten ist. Auch dies könnte durch die schriftliche Kommunikation insofern besser geleistet werden als durch mündliche Kommunikation, als Alltagskonzepte mit mündlicher Kommunikation verbunden sind. Die schriftliche Auseinandersetzung würde dann zusätzlich einen Rahmen für die Zuordnung zum wissenschaftlichen Kontext bieten.

Neben diesen theoretischen Überlegungen belegen auch empirische Studien, dass Schreiben konzeptionelles Verständnis erhöht und das metakognitive Bewusstsein für Conceptual Change fördert. Fellows fand bereits 1994 heraus, dass Schüler, die Erklärungen schreiben sollten, bessere logische Argumente hervorbrachten und ihre Vorstellungen bzw. ihr konzeptuelles Verständnis über Stoffe und Moleküle änderten. Mason und Boscolo (2000) verglichen konzeptuellen Wandel bei Schülern im Naturwissenschaftsunterricht in zwei Unterrichtsszenarien, die sich ausschließlich durch die Nutzung von schriftlicher Kommunikation unterscheiden. Das Experiment zeigt, dass die Schüler, die Schrift nutzen, um die Konzepte zu lernen, größeren Erfolg in dem konzeptuellen Wandel zeigten, gemessen an den inhaltlichen Aussagen der Schüler. Beide Gruppen konnten ihre Vorstellungen in Richtung wissenschaftlich basierten Konzepten verändern, die Schreibenden zeigten allerdings ein höheres Niveau an Argumentation. Auch die Transferfähigkeit auf andere Kontexte wurde von dieser Gruppe signifikant besser bewertet. Zusätzlich war die Bewusstheit über den konzeptuellen Wandel bei den Schreibenden wesentlich höher als bei der Kontrollgruppe.

Schreiben dient somit als ein Gerüst für metakognitive Prozesse und Conceptual Change, da Studierende ihre Gedanken organisieren, Wissenslücken und Fehlvorstellungen identifizieren und überdenken, sowie Interpretationen und Argumente entwickeln, um das Fachwissen zu verstehen.

## 5. Aufgabenbeispiele: Schreibend zum Conceptual Change

### a) Erklärungs- und Begründungstexte (Nachdenken durch Schreiben anregen)

Um den Conceptual Change anzuregen, können Aufgaben gestellt werden, die über eine Wissenswiedergabe (**knowledge telling**) hinausgehend die Anwendung und Auseinandersetzung (**knowledge transforming**) beinhalten, indem in einem kurzen Text eine zu diskutierende Frage beantwortet werden muss. Diese Art der Aufgabenstellung erfordert nicht nur das Wiedergeben von Fakten, sondern das Evaluieren von Ideen, das Herstellen von Zusammenhängen und Überlegen von Begründungen sowie das Aufbauen stringenter Argumentationen.

#### Beispiel: Free fall acceleration

Your roommate peeks over your shoulder while you are reading a physics text and notices the following sentence: "In free-fall the acceleration is always  $g$  and always straight downward regardless of the motion." (Hecht, E. (1994): Physics. Brooks/Cole Publishers) Your roommate finds this peculiar and raises three objections:

- If I drop a balloon or a feather, it doesn't fall nearly as fast as a brick.
- Not everything falls straight down; if I throw a ball it can go sideways.
- If I hold a wooden ball in one hand and a steel ball in the other, I can tell that the steel ball is being pulled down much more strongly than the wooden one. It will probably fall faster.

How would you respond to these statements? Discuss the extent to which these invalidate the quoted statement. If they don't, explain why. (Beispiel aus der Redish Problem Collection 2002)

Studierende müssen hier schriftlich sehr genau die Bedingungen, Grundlagen und Zusammenhänge der Beschleunigung im Freien Fall erklären.

Wird diese Schreibaufgabe nun durch eine „Schreibdiskussion“ erweitert, erhöht sich das Potenzial für konzeptuelles Verständnis und Conceptual Change. Bei der Schreibdiskussion kommentieren mehrere Peers gegenseitig die verfassten Texte und damit ihre Vorstellungen. Am Ende überarbeitet jeder seinen Text mit seiner Vorstellung.

### b) Reflexive Texte (Veränderungsprozesse sichtbar machen)

Langfristig können für den Conceptual Change reflexive Textsorten wie Portfolios oder Lernjournals eingesetzt werden. Diese ermöglichen dem Lernenden – sowie auch dem Lehrenden – die Entwicklung der eigenen Vorstellungen über einen längeren Zeitraum zu beobachten. Erkenntnisse über mögliche vollzogene Conceptual Change-Prozesse können hierdurch sichtbar gemacht werden.

## 6. Fazit

Die Vorteile der schriftlichen Kommunikation kommen den Erfordernissen des konzeptuellen Wandels entgegen: Die erhöhte Anforderung an eine stringente Argumentation schriftlicher Kommunikation ermöglicht die Offenlegung von Inkonsistenzen im Verständnis. Eine schriftliche Bearbeitung von Konzepten erleichtert ihre Zuordnung in den wissenschaftlichen Kontext. Erste empirische Studien zeigen, dass im Vergleich zur mündlichen Bearbeitung sowohl ein besseres Verständnis als auch eine größere Bewusstheit über den konzeptuellen Wandel vorhanden sind. Es besteht allerdings noch Forschungsbedarf in Bezug auf die Vorteile der Schriftlichkeit sowie die Erprobung von geeigneten Aufgabensstellungen. Für den MINT-Bereich, in dem Fehlvorstellungen eine große Herausforderung für die Lehre darstellen, könnte die Integration von Schriftlichkeit in fachliche Übungen ein weiteres Problem lösen: Die fehlende Vertrautheit der Studierenden mit schriftlichen Auseinandersetzungen, die sich vor allem in Bachelor- und Masterarbeiten zeigt.

### Literatur

Bräuer, G. (2000): Schreiben als reflexive Praxis. Tagebuch, Arbeitsjournal, Portfolio. Freiburg im Breisgau.

Caravita, S./Hallden, O. (1994): Re-Framing the Problem of Conceptual Change. In: *Learning and Instruction*, 1 (4), S. 163–168.

Fellows, N.J. (1994): A window into thinking: Using student writing to understand conceptual change in science learning. In: *Journal of Research in Science Teaching* 31, S. 985–1001.

Gonyea, R./Anderson, P. (2009): Writing, Engagement, and Successful Learning Outcomes in College: Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, April 14, 2009: Online: <http://writing.byu.edu/static/documents/org/1144.pdf>.

Hank, B. (2015): Conceptual Change – relevant für die Hochschullehre? In: Behrendt, B.; Fleischmann, A.; Schaper, N.; Szczyrba, B.; Wildt, J. (Hrsg.): *Neues Handbuch Hochschullehre A 2.8*.

Hayes, J. (1996): A new framework for understanding cognition and affect in writing. In: Levy, C./Ransdell, S. (Hrsg.): *The science of writing: Theories, methods, individual differences, and applications*. Mahwah/NJ, S. 1–27.

Hayes, J./Flower, L. (1980): Identifying the organization of writing processes. In: Gregg, L./Steinberg, E. (Hrsg.): *Cognitive Processes in Writing*. Hillsdale, S. 3–30.

Knobloch, C. (1996): Historisch-systematischer Aufbau der psychologischen Schreibforschung. In: Günther, H.; Ludwig, O. (Hrsg.) *Schrift und Schriftlichkeit. Ein interdisziplinäres Handbuch internationaler Forschung*, Bd. 2. Berlin, S. 983–992.

- Luhmann, N. (1999): Die Gesellschaft der Gesellschaft. Frankfurt a. M.
- Mason, L./Boscolo, P. (2000): Writing and conceptual change. What changes?  
In: Instructional Sciences 28 (3), S. 199–226.
- McDermott, L. C. (1993): Guest Comment: How we teach and how students learn –  
A mismatch? American Journal of Physics 61, S. 295–298.
- Posner, G. J. et al. (1982): Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory  
of Conceptual Change. In: Science Education, 2 (66), S. 211–227.
- Quitadamo, I. J./Kurtz, M. (2007): Learning to Improve: Using Writing to Increase  
Critical Thinking Performance in General Education Biology. In: Cell Biology Education-  
Life Science Education 6 (3), S. 140–154.
- Redish, E. F. (2002): Redish Problem Collection. <http://www.physics.umd.edu/perg/abp/TPProbs/Problems/D/D03.htm>.

# Verstehen statt Nachrechnen – Verbesserung der Lernkompetenz in der Mathematikausbildung

Beate Curdes  
Jade Hochschule  
E-Mail: beate.curdes@jade-hs.de

## Zusammenfassung

Fachbezogenes Selbstkonzept und die Vorstellungen (beliefs) über Mathematik beeinflussen das Lernverhalten und damit den Lernerfolg bei Studierenden. Ungünstige Einstellungen zur Mathematik finden sich bei vielen Studierenden der MINT-Fächer. Durch den Einsatz alternativer Lehr-Lernmethoden, wie z. B. eines Expertenpuzzles, können diese Einstellungen günstig beeinflusst und der Lernerfolg gesteigert werden. Bei dieser Methode agieren die Studierenden abwechselnd als Lehrende und Lernende. Werden die Studierenden dazu angeleitet, Übungsaufgaben für die Mitstudierenden zu konzipieren, fördert dies das Verständnis und die Bereitschaft, sich auf Mathematik einzulassen, besonders nachhaltig.

## Der Zusammenhang von Selbstvertrauen, Lernkompetenz und Mathematikleistung

Eine solide und anwendungsorientierte Mathematikausbildung ist eine wesentliche Grundlage für den nachhaltigen Lernerfolg in allen MINT-Fächern. Gleichzeitig ist die Mathematik für viele MINT-Studierende ein wenig beliebtes und häufig angstbesetztes Nebenfach, das es zu bestehen gilt, um das eigentliche Wunschstudium absolvieren zu können. Aus dieser Einstellung zur Mathematik ergeben sich Lernstrategien, die vorrangig auf das Bestehen der Klausur abzielen. Das Verständnis mathematischer Zusammenhänge und eine Verknüpfung mit anderen MINT-Fächern gehen dabei häufig verloren. Beobachtet man Studierende bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben, fallen Fehler auf, die aus der Anwendung auswendig gelernter, aber fehlerhafter Routinen entstehen und das Fehlen von Verständnis belegen.

Den Einfluss des Selbstvertrauens in die eigene Leistungsfähigkeit bzw. von Mathematikangst auf die Leistung belegt die im März 2015 veröffentlichte OECD-Studie zu Geschlechterunterschieden in den Testleistungen im Fach Mathematik. Danach vertrauen Mädchen weniger auf ihre mathematischen Fähigkeiten und ihre Testergebnisse sind schlechter als

die der Jungen. Bei Mädchen und Jungen, „deren Selbstvertrauen in Mathematik und deren Mathematikangst gleich stark ausgeprägt sind“, treten keine Leistungsunterschiede auf. Mädchen schneiden häufig bei Aufgaben, die aus der Schule vertraut sind, besser ab (OECD 2015). Den Einfluss von fachbezogenem Selbstkonzept, Attributionsverhalten und den Vorstellungen (beliefs) über Mathematik auf das Lernverhalten und die Leistungen belegen zahlreiche Studien (z. B. Baumert 2000, Törner 1994).

Soll das Lernverhalten nachhaltig verändert werden, müssen die Studierenden ihre Einstellung zur Mathematik und ihre Lernstrategien reflektieren. Sie sollen lernen, ihre mathematische Kompetenz realistisch einzuschätzen. Sie müssen Zutrauen zu den eigenen fachlichen Fähigkeiten gewinnen, um Wissenslücken selbstständig zu schließen und neue Inhalte verstehensbasiert zu erarbeiten.

## Die Lehr- und Lernmethode Expertenpuzzle

Ein Beispiel für eine Lehr- und Lernmethode, die auf vorhandenem Vorwissen aufbaut und die fachlichen und didaktischen Kompetenzen der Studierenden in besonderem Maße fördert, ist das Expertenpuzzle, auch Gruppenpuzzle genannt (Frey-Eiling 1999).

Die Gruppenarbeit gliedert sich in zwei Arbeitsphasen. Zunächst entsendet jede Kleingruppe von Studierenden, die Stammgruppe, je ein Mitglied in eine der Expertengruppen, in der ein Teilaspekt des Gesamtthemas bearbeitet wird. Aufgabe der Expertengruppe ist es, neben der Erarbeitung der fachlichen Inhalte, das erworbene Wissen so aufzubereiten, dass es in der anschließenden Arbeitsphase den Mitgliedern der Stammgruppe (und Experten für die anderen Teilaspekte) so präsentiert werden kann, dass diese es auch verstehen. Die Lernenden sind also zugleich auch Lehrende. Als Abschluss des Expertenpuzzles muss durch geeignetes Arbeitsmaterial sichergestellt werden, dass die Lernziele erreicht wurden. Dies kann durch Aufgaben und Testfragen geschehen, die durch die Lehrperson gestellt werden. Die Erstellung geeigneter Testfragen kann aber auch Aufgabe der Studierenden sein.

### Erstellung eines Expertenpuzzles

Ein Expertenpuzzle kann als alternative Lehr- und Lernform in eine Vorlesung integriert werden. Ist die Teilnehmerzahl sehr groß, müssen geeignete Räumlichkeiten für die Gruppenarbeit zur Verfügung gestellt werden. Es kann außerdem sinnvoll sein, zusätzliche Betreuungspersonen, z. B. studentische Tutoren, einzusetzen.

Die Hauptaufgabe der Lehrperson ist es, Arbeitsmaterial zu erstellen, das in beiden Arbeitsphasen, zunächst in der Expertengruppe und im Anschluss in der Stammgruppe, das eigenständige Erarbeiten der Inhalte ermöglicht. Während der Bearbeitung durch die Studierenden sollte die Lehrperson im Hintergrund bleiben und nur auf Anfrage beratend zur Seite stehen.

In der Vorbereitungsphase der Lerneinheit sind folgende Punkte wichtig:

- Das Thema der Lerneinheit muss in den inhaltlichen Zusammenhang der Vorlesung eingebettet werden. Welche Vorkenntnisse aus der Vorlesung werden benötigt? Wie sollen die gelernten Inhalte in der Fortsetzung der Vorlesung eingesetzt werden?
- Auf welche Vorkenntnisse/Vorerfahrungen außerhalb der Vorlesung kann aufgebaut werden?
- Welche Probleme der Studierenden mit den Inhalten oder der Methode werden erwartet?
- Welche Relevanz hat das Thema für andere Fächer im betreffenden Studiengang? Gibt es Anknüpfungspunkte?
- Die Lernziele sollen vor der konkreten Ausarbeitung der Unterrichtsmaterialien formuliert werden.

Sind diese vorbereitenden Punkte geklärt, kann das Lernmaterial zusammengestellt werden. Für ein Expertenpuzzle eignen sich Themen, die in Unterkapitel mit ungefähr gleichem Umfang und Schwierigkeitsgrad aufgeteilt werden können. In einer Einführungsvorlesung Mathematik als Nebenfach könnten dies z. B. die elementaren Funktionen sein, mit einer Unterteilung in trigonometrische Funktionen, Exponential- und Logarithmusfunktionen, gebrochenrationale Funktionen etc.

Für die Arbeit in den Expertengruppen ist es nützlich, wenn die Studierenden auf Vorkenntnisse von außerhalb der Vorlesung zurückgreifen können wie es bei dem oben genannten Thema der Fall sein sollte. Ein Arbeitsauftrag an die Expertengruppen kann außerdem die Beschaffung von zusätzlicher Literatur sein. Das von der Lehrperson zur Verfügung gestellte Arbeitsmaterial sollte aber so aufgebaut sein, dass alle Inhalte, die zur Erreichung der Lernziele erforderlich sind, dort berücksichtigt sind.

### **Lernzielkontrollen, Konstruktion von Übungsaufgaben durch die Studierenden**

Zur Durchführung eines Expertenpuzzles gehören Lernzielkontrollen. Zum Abschluss der Arbeit in den Expertengruppen müssen die Gruppenmitglieder überprüfen, ob sie die Inhalte vollständig bearbeitet haben und ob sie in der Lage sind, das Gelernte als Experte für ihr Teilgebiet an die anderen Mitglieder ihrer Stammgruppe weiter zu vermitteln. Die erste Lernzielkontrolle richtet sich also an die Expertengruppen. Hier eignen sich Aufgaben, wie sie später z. B. auch in der Klausur am Ende des Semesters eingesetzt werden sollen.

Die Experten bereiten ihr Spezialgebiet so auf, dass sie es in der Stammgruppe vorstellen und erklären können. Durch selbst entworfene Aufgaben sollen sie dann überprüfen, ob die Mitglieder ihrer Stammgruppe die Inhalte des entsprechenden Kapitels verstanden haben.

Beim Thema Funktionen geben Funktionenpuzzles, bei denen Funktionsgraphen und Funktionsgleichungen einander zugeordnet werden sollen, einen guten Überblick über die elementaren Eigenschaften der einzelnen Funktionstypen, etwa Grenzwerte, Unstetigkeitsstellen, y-Achsenabschnitte, etc. Jede Expertengruppe kann ein solches Puzzle zu ihrem Unterkapitel erstellen. Zusammengefügt ergeben die Puzzles einen Überblick über das gesamte Thema.

Interessant sind auch Aufgaben, bei deren Konstruktion der Lösungsweg quasi rückwärts ausgeführt wird, etwa:

Konstruieren Sie für Ihre Mitstudierenden eine gebrochenrationale Funktion vom Typ  $\frac{x^2 + ax + b}{x^2 + cx + d}$  mit einer Nullstelle bei  $x = 2$ ,  
und einer hebbaren Lücke bei  $x = -2$ .

Ihre Mitstudierenden sollen Nullstelle, Lücke und Pol finden, die Annäherung der Funktion an die Lücke und den Pol untersuchen und den Funktionsgraphen skizzieren. Formulieren Sie den Aufgabentext so, dass er in einer Prüfung eingesetzt werden könnte.

Oder:

Konstruieren Sie für Ihre Mitstudierenden ein Polynom 4. Grades mit einem Maximum bei  $x = 0$ , und Minima bei  $x = 2$ , und  $x = -2$ . Geben Sie das Polynom in der Form  $a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_0$  an.

Ihre Mitstudierenden sollen mit dieser Funktion eine Kurvendiskussion durchführen und den Funktionsgraphen skizzieren.

Bei dieser Konstruktion von eigenen Aufgaben lässt sich fast immer eine sehr große Motivation bei den Studierenden feststellen. Auch die Bearbeitung der eigenen Aufgaben in den Stammgruppen erfolgt mit viel Einsatz. Die Aufgabenkonstrukteure sind gespannt, wie die Mitstudierenden die Lösung angehen. Diese wiederum entwickeln deutlich mehr Ehrgeiz bei der Lösung, als wenn es sich um eine von der Lehrperson gestellte Übungsaufgabe handelt.

Die Aufgabenkonstrukteure haben durch ihre Arbeit an den Aufgaben ein Verständnis für den Lösungsweg entwickelt, das es ihnen ermöglicht, den anderen Mitgliedern der Stammgruppe bei Bedarf bei der Lösung zu helfen. Sie sind zu echten Experten für ihr Teilgebiet geworden. Sie haben dadurch das nötige fachbezogene Selbstvertrauen gewonnen, um eine Aufgabe verständnisorientiert anzugehen. In Lerngruppen, die eine solche Gruppenarbeit erfolgreich abgeschlossen haben, lässt sich im Anschluss eine wesentlich höhere Bereitschaft feststellen, sich auch auf komplexere mathematische Themen einzulassen.

## Literatur

Baumert, J.; Bos, W.; Lehmann, R. (2000): TIMSS/III – Dritte Internationale Mathematik- und naturwissenschaftliche Studie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Band 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. Opladen: Leske+Budrich

OECD 2015: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisainfocus/PIF-49%20%28ger%29.pdf>. (Stand 25.6.15)

Frey-Eiling, A.; Frey, K. (1999): Das Gruppenpuzzle. In: Wiechmann (Hrsg.). Zwölf Unterrichtsmethoden. Weinheim: Beltz. S. 50–57.

Törner, G.; Grigutsch, S. (1994): Mathematische Weltbilder bei Studienanfängern – eine Erhebung. Journal für Mathematikdidaktik (15; 3/4). S. 211–252.

# Weiterentwicklung von kompetenzbasierten Prüfungsformen im MINT-Masterstudiengang (WEITERKOMMEN-MINT)

Birgit Stubner, Stefan Gast, Alexander Rost, Ralf Reißing  
Hochschule Coburg  
E-Mail: birgit.stubner@hs-coburg.de

## Einführung

Das im WS 2014/15 initiierte Pilotprojekt im Masterstudiengang „Entwicklung und Management im Maschinen- und Automobilbau (MM)“ reflektiert unterschiedliche Lehrveranstaltungen hinsichtlich ihrer Lernziele und -inhalte und überprüft diese auf ihre kompetenzorientierten Anforderungen sowie korrespondierende Prüfungskonzepte. Die Ergebnisse sollen einerseits die Weiterentwicklung der jeweiligen Lehrveranstaltung im Sinn eines Constructive Alignment unterstützen, andererseits eine kontinuierliche Modul- und Studiengangentwicklung orientiert an konkreten Kompetenzziele ermöglichen.

Der Studiengang MM besteht erst seit kurzer Zeit und ist insofern gegenüber formativen Rückmeldungen besonders aufgeschlossen. Aufgrund der (noch) niedrigen Teilnehmerzahlen in den Veranstaltungen (typischerweise <10 TN) und der hohen Leistungsmotivation der Studierenden bei steigenden Anforderungen eines Masterstudiums eignen sich hier besonders die neuen Lehr-Lern-Formen als methodisch-didaktische Vermittlungswege. Die Studierenden sind Absolventen unterschiedlicher MINT-Bachelorstudiengänge unterschiedlicher Hochschulen, sind also vom Vorwissen her sehr heterogen.

Die drei im Pilotprojekt nachfolgend skizzierten Wahlpflichtveranstaltungen offenbaren bei unterschiedlichen Zielsetzungen und Inhalten über klassische Lehrsettings hinausgehende Vorgehensweisen sowie spezifische Fragestellungen, wie den genannten Anforderungen mit Blick auf die Prüfungsgestaltung begegnet werden kann.

## Modul „Rapid Control Prototyping im Kfz“

Das Ziel des Moduls ist die Vermittlung der Kompetenz zur prototypischen Entwicklung softwarebasierter Funktionen im Kfz (z. B. Einparkhilfe). Im Modul wird der gesamte Entwicklungsprozess von der Konzeption dieser Funktion bis zur Überprüfung in einem Fahrzeug durchlaufen.

Aufgrund der vorausgesetzten, aber nicht immer vorhandenen informationstechnologischen Kenntnisse liegt die Studierendenzahl bisher im einstelligen Bereich. Dadurch kann das Modul als Projektarbeit mit kleingruppenspezifischem Lern-Coaching gestaltet werden. Eine intensive Betreuung der Studierenden ist dabei durch wöchentliche Präsenzstunden für alle Teilnehmenden sichergestellt. Die Veranstaltung findet in einem Labor mit Gruppenarbeitsplätzen statt. Die parallele Betreuung von zwei bis drei studentischen Kleingruppen (max. 4 TN) ist möglich.

Die Projektarbeit mit explorativem Charakter erlaubt es, die heterogenen fachlichen Vorkenntnisse der Studierenden durch auf anstehende Lernschritte spezifisch abgestimmte Aufgabenstellungen zu berücksichtigen. In seiner betonten Rolle als begleitender Lern-Coach stellt der Dozent über „korrektive Eingriffe“ sicher, dass die Studierenden im Lernprozess eigenständig wesentliche Merkmale einer modernen Produktentwicklung im genannten Bereich entdecken und berücksichtigen.

Fachlich vermittelt das Modul sowohl lückenschließendes Wissen als auch methodische Kompetenz im Umgang mit spezifischen Werkzeugen der automobilen Software-Entwicklung zur Erfolgsüberprüfung der entwickelten Software im Fahrzeug. Über das Durchlaufen des gesamten Entwicklungsprozesses lernen die Studierenden die anstehenden Entwicklungsschritte in Arbeitspakete zu gliedern und aufeinander abzustimmen (Projektmanagement). Im Sinne sozialer Kompetenzentwicklung kommt hinzu, dass einzelne Prozesssequenzen wegen der begrenzten Labormittel und Gruppenressourcen parallelisiert und in wechselseitiger Abstimmung verteilt sowie der Arbeitsfortschritt regelmäßig überprüft werden müssen. Der kooperative Austausch zwischen den Teams sowie die notwendige Rücksprache mit dem Dozenten (z. B. zur Auftragsklärung) sind hier erfolgsbestimmend. Mit Blick auf die persönliche Kompetenz stehen initiatives und eigenverantwortliches Handeln sowie differenzierte mündliche und schriftliche Ausdrucksfähigkeit mit unterschiedlichen Partnern im Fokus.

Wegen des gewollt explorativen Charakters der Semester-Projektaufgabe und der Vielfalt der Herangehensweisen der Studierenden wurde als Prüfungsleistung ein wissenschaftlicher Bericht gewählt. Dieser wird von den studentischen Projektgruppen semesterbegleitend erstellt und weist zur Beurteilung die eigenständigen Anteile jedes Studierenden explizit aus. Die Prüfungsergebnisse sind nach bisherigen Erfahrungen durchweg gut bis sehr gut. Kritisch ist zu bemerken, dass durch die enge Betreuung und spezifische Lernbegleitung des Dozenten in regelmäßiger Präsenz diese guten Prüfungsleistungen fast „systemimmanent“ erscheinen. Zudem bildet ein wissenschaftlicher Bericht viele der angestrebten und erlernten sozialen und persönlichen Kompetenzen, aber auch fachmethodischen Kompetenzen nicht bzw. nicht hinreichend ab.

## Modul „Requirements Engineering und Management“

Das Modul vermittelt übergeordnet Kompetenzen im Bereich der Ermittlung, Dokumentation, Prüfung und Verwaltung von Anforderungen speziell für technische Systeme. Im Mittelpunkt stehen vor allem fachliche und methodische Kompetenzen, flankiert von sozialen und persönlichen Kompetenzen. Letztere werden aber im Wesentlichen als mit Abschluss des Bachelorstudiums vorhanden vorausgesetzt.

Das Modul ist primär nach dem Lehrkonzept des Just-in-Time-Teaching (JiTT) konzipiert. Die Ausgestaltung orientiert sich an Hagel et al. [1]. In einem wöchentlichen Rhythmus ist der erste Schritt die Selbstlernphase, in der sich die Studierenden (bisher jeweils ca. 5 TN) den Stoff selbst erarbeiten, und der je zwei Präsenzphasen folgen. Dazu stellt der Dozent vorab ausgewählte Lehrbuchkapitel und ergänzende Fachartikel zum jeweiligen Thema bereit. Die Studierenden erhalten zusammen mit den genannten Texten klar definierte Leseaufgaben mit spezifischen Leitfragen, die den Prozess der Auseinandersetzung mit den theoretischen Inhalten steuern. Weiter wird eine praktische Auseinandersetzung mit dem erworbenen Wissen angestrebt. Dazu sind individuell fachliche Aufgaben zu bearbeiten, die über Moodle abgegeben sind (zumeist als Texte oder Dateien mit Modellen). Ergänzend zu den Leseaufgaben und den fachlichen Aufgaben werden zu jeder Lerneinheit Orientierungsfragen gestellt, die über Moodle zu beantworten sind, bspw. Was fanden Sie am interessantesten? Welche Anknüpfungspunkte zu bereits Bekanntem haben Sie festgestellt? Abschließend werden die Studierenden aufgefordert, in Moodle mindestens eine Multiple-Choice-Prüfungsfrage zum bearbeiteten Thema vorzuschlagen. Der Dozent wertet alle studentischen Einreichungen vor der Präsenzveranstaltung aus. Eine Einzelbewertung mit Einfluss auf die Notengebung findet hier bisher nicht statt.

Die vorgeschlagenen Prüfungsfragen dienen in der Einstiegsphase der ersten Präsenzveranstaltung der Woche als Diskussionsstarter. Anschließend erhalten die Studierenden zu den eingereichten fachlichen Aufgaben vom Dozenten ein vergleichendes, allgemeines Feedback. Dabei werden auch die offenen Fragen der Studierenden beantwortet. In der zweiten Veranstaltung werden die Lehrinhalte durch weitere Beispiele und Übungsaufgaben vertieft. Daneben werden unterstützende Software-Werkzeuge vorgestellt, die die Studierenden auch in der Veranstaltung ausprobieren können.

Begleitend zum Selbstlernen und der Präsenzveranstaltung führen die Studierenden ein thematisch vorgegebenes Praxisprojekt durch, in dem die Lehrinhalte so weit wie möglich umgesetzt und angewendet werden. Der Dozent fungiert im Projektverlauf auf Anfrage als Kundenvertreter oder Lern-Coach, mischt sich aber nicht eigenmotiviert in den Projektverlauf ein. Ein wichtiges Kriterium der Projektwahl ist die Beteiligung realer Stakeholder. Beispielsweise war 2015 die Aufgabe, in Zusammenarbeit mit ADFC, Polizei und Stadt Coburg die Anforderungsspezifikation eines Messsystems für Abstände von Automobilen beim Überholen von Radfahrern zu erstellen. Als Prüfungsform wurde ein wissenschaftlicher Bericht gewählt, der zum semesterbegleitenden Praxisprojekt angefertigt wird. In diesem

Bericht dokumentieren, begründen und bewerten die Studierenden ihre jeweilige Vorgehensweise. Die im Projekt erstellte Anforderungsspezifikation ist Anhang zum Bericht. Bewertet werden sowohl die individuellen Beiträge zum Bericht als auch zur Anforderungsspezifikation. Durch diese Vorgehensweise kann die erfolgreiche Anwendung vieler methodischer Kompetenzen im Requirements Engineering auf neue Sachverhalte gut abgeprüft werden, auch wenn die individuelle Bewertung nicht immer trennscharf möglich ist. Der Kompetenzerwerb im Bereich Wissen und Verstehen lässt sich auf diese Weise jedoch nicht gut prüfen. Ebenfalls werden die im Projekt notwendigen Sozialkompetenzen und die (implizit) geforderten persönlichen Kompetenzen nirgends adäquat abgebildet.

### **Modul „Spritzguss-Fertigungstechnik“**

Das Modul hat jeweils ca. 10 TN. Übergeordnetes Kompetenzziel dieses Moduls ist es, sich allgemeine und spezielle Fachkenntnisse über den Spritzguss-Fertigungsprozess anzueignen sowie ausgesuchte Teiltechnologien selbstständig vertiefend zu erarbeiten und an ein kollegiales Auditorium vermitteln zu können.

Auf Grund der sehr heterogenen Vorkenntnisse gliedert sich das Modul in zwei Teile. Zunächst wird im Vorlesungsstil eine Einführung in das Verarbeitungsverfahren gegeben. Hier werden Grundlagen der Spritzgusstechnik geschaffen und Fachtermini eingeführt. Drei Wochen nach Veranstaltungsbeginn entscheiden sich die Studierenden für eines der vom Dozenten angebotenen Fachthemen und arbeiten sich parallel zu den laufenden Vorlesungen in ihre gewählte spezifische Thematik ein. Während dieser Zeit wird eine besondere Sprechstunde angeboten, in der die Studierenden Gelegenheit haben, Inhalte und Gliederung ihres Vortrages zu diskutieren. Nach zehn Wochen endet die Vorlesung. Die Studierenden präsentieren dann im seminaristischen Unterricht die von ihnen erarbeiteten Inhalte. Sie reflektieren so ihren erweiterten Wissenstand und erhalten durch die Vorträge anderer Kommilitonen einen vertieften Einblick in neueste Technologien, Werkstoffe und Prozesse. Hierdurch baut sich ein Spannungsfeld auf, das personale und soziale Kompetenzen herausfordert, indem der eigene Wissenszuwachs an der proaktiven Teilnahme der Studierenden in den Vortragssettings (Lehrender, Kommilitonen) hängt. Die eigenen Präsentationen und kollegialen Diskussionsbeiträge aus der jeweiligen Veranstaltung werden im Anschluss, nach einem ersten mündlichen Feedback, semesterbegleitend schriftlich ausgearbeitet.

In die Notengebung fließen die Vermittlung der Inhalte an die Kommilitonen und die schriftliche Ausarbeitung ein. Kriterien sind hier neben dem Inhalt insbesondere die Qualität der eigenen Auseinandersetzung mit dem Thema und die Wissensdarbietung. Beim Fachvortrag werden zusätzlich der Vortragsstil und das adressatengerechte Ausdrucksvermögen bewertet. Die angeeigneten allgemeinen Fachkenntnisse werden nicht explizit abgeprüft.

## Aktuelle Fragestellungen

Es zeigt sich bei allen drei Wahlpflichtveranstaltungen des Masterstudiengangs MM Entwicklungspotenzial – insbesondere im Bereich der Prüfung [2, 3]. Aktuell sehen wir verschiedene konkrete Ansatzpunkte für eine optimierende Modulentwicklung, die eine bewusste Korrespondenz zwischen den gesetzten Kompetenzziele, definierten Lehrinhalten sowie gewählten Lehr- und Prüfungsmethoden anstrebt. Hier eine Auswahl zur Diskussion:

- Implementierung eines „Bonus-Systems“ zur Anrechnung auf die Prüfungsnote bei semesterbegleitendem aktivem Lernengagement, das sich in regelmäßigen und qualitativ anspruchsvollen Lernergebnissen aus den Selbstlernphasen (mit und ohne konkrete Aufgabenstellung) zeigt. So würde Engagement in der Selbstlernphase belohnt, die Auseinandersetzung mit der Materie gefördert.
- Implementierung elektronischer Portfolios zur Abbildung studentischen Lernengagements, methodischen Könnens und reflektierender Selbstkompetenz oder sozialer Wettbewerbskompetenz. Dabei bliebe die Verantwortung, welche Arbeiten sie für ein strukturiertes Feedback (der Peers oder Dozenten) und eine Benotung freigeben, bei den Studierenden.
- Ähnlich dem aus der Berufsdidaktik bekannten Modell der Cognitive Apprenticeship bietet MOMBI (Model of model-based Instruction, [4]) ein lerntheoretisch begründetes Modell zur Sequenzierung von Lehrveranstaltungen in der Hochschullehre (Provozieren, Aktivieren, Informieren, Unterstützen, Festigen). Den Sequenzen folgend ließe sich auch eine semesterbegleitende Prüfung denken.
- Prüfungsmodelle aus der Medizin wie OSCE (Objective Structured Clinical Evaluation [5]), die in aufeinanderfolgenden Settings neben theoretischem Wissen auch praktische Fähigkeiten und die Bewältigung von Arbeitsroutinen prüfen, bieten ebenfalls Ansätze für Übertragungen in den technischen Bereich.

Fachkollegialer Austausch über vergleichbare Projekte und zu konkreten Erfahrungen, um Ideen für kreative Änderungsansätze insbesondere im Bereich der Konzeption von MINT-Prüfungssettings zu bekommen, sind gewünscht.

### Literatur

- [1] Hagel, G., Mottok, J., Müller-Amthor, M.: Drei Feedback-Zyklen in der Software Engineering-Ausbildung durch erweitertes Just-in-Time-Teaching. In: Spillner, A., Lichter, H. (Hrsg.): Software Engineering im Unterricht der Hochschulen SEUH 2013, Aachen, S. 17–26
- [2] Schaper, N., Hilkenmeier, F.: Umsetzungshilfen für kompetenzorientiertes Prüfen, HRK-Zusatzgutachten, September 2013

- [3] Karlsruher Institut für Technologie: Leitfaden. Von der Lernzielformulierung zum kompetenzorientierten Prüfen, Dezember 2013, <http://www.kit.edu/studieren/8792.php> (Zugriff Juni 2015)
- [4] Hanke, U., Winandy, S.: Die Lehrstrategie MOMBI. In: Baatz, Ch., Fausel, A., Richter, R. (Hrsg.), Tübinger Beiträge zur Hochschuldidaktik (TBHD), Bd. 10/2 (2014), S. 7–15
- [5] Scheffer, S., Fröhmel, A., Georg, W.: Prüfungen praktischer Fertigkeiten: Performance-based Testing in der Medizin. In: Dany, S. et al. (Hrsg): Prüfungen auf der Agenda. Hochschuldidaktische Perspektiven auf Reformen im Prüfungswesen, S.103–114

# Statistische Geheimhaltung, individualisierte Lehre und E-Learning

Emanuel B. Weiß  
htw saar

DMAS – Institut für Diskrete Mathematik und Angewandte Statistik  
E-Mail: emanuel.weiss@htwsaar.de

## Einleitung

An der htw saar werden sowohl im Bachelor als auch Master der Praktischen Informatik Lehrveranstaltungen angeboten, die sich mit aktuellen Fragen der Statistischen Geheimhaltung und Anonymisierung auseinandersetzen. In diesen steht im Mittelpunkt, wie vorliegende Mikrodaten<sup>1</sup> der Wissenschaft für empirisch-statistische Auswertungen zur Verfügung gestellt werden können, ohne das Risiko der Offenlegung von Informationen über Individuen (bzw. Betriebe oder Unternehmen bei Firmendaten) eingehen zu müssen<sup>2</sup>. Bei der Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Geheimhaltungs- bzw. Anonymisierungsmethoden werden neben dem klassischen Ziel der Vermittlung der konkreten Inhalte vor allem drei weitere verfolgt: Die Fähigkeit zur Perspektivenverschränkung soll gefördert, das Verständnis der praktischen Relevanz der Inhalte der mathematisch-statistischen Grundausbildung verbessert und die Individualisierung der Lehre vorangetrieben werden.

Die Umsetzung des in diesem Beitrag vorgestellten Lernkonzeptes findet im Rahmen des durch das Bund-Länder-Programm „Qualitätspakt Lehre“<sup>3</sup> finanzierten Projekts „Optimierung des Studienerfolgs“<sup>4</sup> an der htw saar statt.

Es folgt eine kurze Darstellung des thematischen Hintergrunds der hier behandelten Lehrveranstaltungen. Anschließend werden deren grundlegende Konzeption und die mit dieser einhergehenden Vorteile aus fachlicher und didaktischer Sicht dargelegt. Der Beitrag schließt mit einem Ausblick auf die geplante Weiterentwicklung der Veranstaltungen.

- <sup>1</sup> Mikrodaten enthalten im Gegensatz zu Makrodaten unmittelbar Informationen zu einzelnen Merkmalsträgern, bei denen es sich meist um Personen, Haushalte, Betriebe oder Unternehmen handelt.
- <sup>2</sup> Die Begriffe „Offenlegung“, „Reidentifizierung“ und „Zuordnung“ werden synonym verwendet und beschreiben die konkrete Identifizierung des hinter einem Merkmalsträger stehenden Objekts (in der Regel eine Person, ein Haushalt, Betrieb oder Unternehmen).
- <sup>3</sup> Eine Darstellung des Programmes findet sich im Internet unter <http://www.qualitaetspakt-lehre.de/de/1294.php>. Letzter Aufruf: 29.6.2015
- <sup>4</sup> Projektstruktur und -ziele werden unter <https://www.htwsaar.de/htw/organisation/qualitaetspakt-lehre> erläutert. Letzter Aufruf: 29.6.2015

## Thematik der Lehrveranstaltungen

In den Lehrveranstaltungen werden grundlegende Herausforderungen bei der Bereitstellung von Mikrodaten sowie konkrete Verfahren der Statistischen Geheimhaltung bzw. Anonymisierung von Mikrodaten erörtert.<sup>5</sup>

Gerade in der Praxis der amtlichen Statistik erfreuen sich Verfahren der Statistischen Geheimhaltung großer Beliebtheit. Bei diesen wird nicht an den Mikrodaten selbst angesetzt, sondern an den von dem jeweiligen Wissenschaftler produzierten Ergebnissen. Beispielsweise werden in der Geheimhaltung von Häufigkeitstabellen Zellen mit sehr kleiner Besetzung unterdrückt, um die Offenlegung einzelner Beobachtungseinheiten zu verhindern. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, relativ einfach operationalisierbar zu sein, ist aus methodischer Sicht allerdings oft kaum zu rechtfertigen.

Den zweiten grundlegenden Ansatz bilden Methoden der Anonymisierung. Diese zielen auf die Veränderung der dem Wissenschaftler zur Verfügung zu stellenden Mikrodaten, so dass eine Offenlegung der jeweils zu den Merkmalsträgern gehörigen Merkmalsausprägungen nicht mehr möglich ist. Beliebte Verfahrensgruppen sind z. B. auf Zufallsüberlagerungen basierende Methoden und Mikroaggregationsverfahren. Im Gegensatz zur Statistischen Geheimhaltung muss eine Anonymisierung von Mikrodaten für jeden Datensatz in der Regel nur einmal durchgeführt werden, da sie schließlich direkt an den Mikrodaten und nicht an den jeweiligen auf deren Basis produzierten Ergebnissen ansetzt.

## Konzeption der Lehrveranstaltungen

Zunächst wird den Studierenden eine ausführliche Einführung in den Themenkomplex der Statistischen Geheimhaltung bzw. Anonymisierung gegeben. Dabei wird problemorientiert vorgegangen indem als Ausgangspunkt die Fragestellung gewählt wird, wie empirisch arbeitenden Wissenschaftlern der Zugang zu Mikrodatensätzen gewährt werden kann, ohne dass die bereits beschriebene Gefahr der Offenlegung besteht. Es werden zahlreiche Verfahrensgruppen der Anonymisierung und Geheimhaltung sowie das allgemeine Vorgehen bei der Bereitstellung eines Datensatzes ausführlich diskutiert. Auf diese Weise soll zunächst eine gemeinsame Basis für den weiteren Verlauf der Veranstaltung gelegt und den Studierenden eine Hilfe für die Wahl des eigenen Themenschwerpunktes für die zu erbringende Prüfungsleistung an die Hand gegeben werden.

Sowohl den inhaltlichen Schwerpunkt als auch die Form können die Studierenden entsprechenden ihren Neigungen und Vorkenntnissen im Vergleich zu „klassischen“ Lehrveranstaltungen relativ frei wählen. Inhaltlich können Studierende daher grundlegenden Fragen der Bereitstellung von Mikrodaten auf den Grund gehen, sich synoptisch mit ausgewählten Verfahrensgruppen befassen, die intensive Auseinandersetzung mit bestimmten

<sup>5</sup> In „Statistical Confidentiality“ von Duncan et al. (2011) findet sich eine ausführliche Einführung in die Statistische Geheimhaltung und Anonymisierung von Mikrodaten.

konkreten Methoden suchen oder sich der Risikomessung sowie der Bestimmung des nach einer Anonymisierung in den Daten verbleibenden Analysepotentials widmen. Grundsätzlich steht hier die Wahl einer „klassischen“ Seminararbeit mit sich anschließender Präsentation der eigenen Arbeitsergebnisse den Studierenden offen, was gerade von denjenigen gerne in Anspruch genommen wird, die sich unmittelbar vor der Erstellung ihrer Abschlussarbeit befinden. Alternativ besteht die Möglichkeit, sich an der Weiterentwicklung eines E-Learning-Tools zu beteiligen, das zahlreiche Geheimhaltungs- und Anonymisierungsverfahren für die Studierenden „erlebbar“ macht.

Das Tool enthält verschiedene Anonymisierungs- und Geheimhaltungsverfahren, die unmittelbar auf eingeleasene Daten angewendet werden können. Durch dessen modulartigen Aufbau werden kontinuierlich weitere Verfahren – vor allem im Zuge von Studierendenprojekten – als Plug-In eingefügt.

## Stärken der Konzeption

Fragen der Anonymisierung und Statistischen Geheimhaltung bilden eine ideale Grundlage für die Ausgestaltung einer Lehrveranstaltung mit interdisziplinärer Perspektive. Die mathematisch-statistischen Fähigkeiten der Studierenden werden bei der Auseinandersetzung mit den verschiedenen Verfahren intensiv gefordert und erweitert. Für diejenigen, die als Prüfungsleistung ein Projekt zur Weiterentwicklung des Tools wählen, ergibt sich die Möglichkeit, in anderen Veranstaltungen zuvor angeeignete Programmierkenntnisse praxisnah anzuwenden. Des Weiteren ist bei den Arbeiten an der eigenen Prüfungsleistung stets die Perspektive der empirisch arbeitenden Wissenschaftler (überwiegend Vertreter der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften) zu berücksichtigen, denen naturgemäß an einem möglichst geringen Informationsverlust in Folge von Geheimhaltungs- und Anonymisierungsverfahren gelegen ist. Gleichzeitig ist dieses Bedürfnis mit der Notwendigkeit in Einklang zu bringen, die potentielle Gefahr der Reidentifizierung eines Merkmalsträgers auszuschließen. Somit lernen die Studierenden, eine Problemstellung aus verschiedensten Blickwinkeln zu betrachten und die dabei oft konkurrierenden Interessen zu berücksichtigen bzw. zwischen diesen einen Ausgleich zu schaffen. Die dem Themenkomplex der Lehrveranstaltungen innewohnende Anforderung, sich mit Inhalten anderer Disziplinen auseinanderzusetzen zu müssen, fördert ebenfalls die Fähigkeit zur Perspektivenverschränkung.

Der problemorientierte Ansatz der hier diskutierten Lehrveranstaltungen in Verbindung mit der Notwendigkeit, auf die in den mathematisch-statistischen Grundlagenvorlesungen zuvor erarbeiteten Kompetenzen zurückgreifen und diese ggf. erweitern zu müssen, hilft beim Erkennen der praktischen Relevanz der Inhalte dieser Vorlesungen. Dies steigert nach unseren bisherigen Erfahrungen die Bereitschaft der Studierenden sich bei weiterführenden Veranstaltungen gerade auch mit statistischen Verfahren nachhaltig auseinanderzusetzen, was vor allem vor dem Hintergrund besonders erfreulich ist, dass manchem Studierenden die mathematisch-statistische Grundausbildung als vermeintlich unnötige „Gängelung“ ohne praktische Relevanz erscheint.

Der Einsatz und die Entwicklung des Tools trägt außerdem zur erfolgreichen Umsetzung des Teilziels „Individualisierung der Lehre“ des Projekts „Optimierung des Studienerfolgs“ an der htw saar bei. Nach der Schaffung einer gemeinsamen inhaltlichen Grundlage der Studierenden besteht durch das Tool die Möglichkeit, individuell bereits zahlreiche implementierte Anonymisierungs- und Geheimhaltungsverfahren an konkreten Mikrodaten praxisnah kennenzulernen. Dies hilft nicht nur entscheidend beim Verständnis der jeweiligen Verfahren, sondern kann auch einen Ausgangspunkt für die Wahl des eigenen Themenschwerpunkts bilden. Dass dieser den eigenen Fähigkeiten und Interessen gemäß gesetzt werden kann, ermöglicht ebenfalls eine individualisierte Herangehensweise an das Absolvieren der Lehrveranstaltung. Bei diesem Schritt werden die Studierenden intensiv beraten und auf die jeweiligen Anforderungen in Abhängigkeit von der Themenwahl hingewiesen. Wie bereits dargelegt, obliegt auch die Wahl der Form der Prüfungsleistung in bestimmten Grenzen dem Studierenden. Nach unseren bisherigen Erfahrungen gehen die Studierenden mit dieser Freiheit sehr verantwortungsbewusst um und treffen ihre Wahl in Abhängigkeit davon, welche Prüfungsform für ihre jeweilige fachliche und persönliche Weiterentwicklung den größten Mehrwert bietet. Hinzu kommt, dass sich die Studierenden durch die großen Gestaltungsfreiheiten mit der jeweiligen Lehrveranstaltung und deren Inhalt stärker identifizieren, was nach unserer Einschätzung einen nachhaltigeren Lernerfolg nach sich zieht. Ganz in diesem Sinne können die Studierenden vollkommen frei entscheiden, ob sie einzeln oder in einer Gruppe eine Seminararbeit bzw. ein Projekt zur Fortentwicklung des Tools umsetzen. Auf diese Weise besteht auch die Möglichkeit, Kompetenzen wie Projektorganisation und Teamorientierung im Zuge der Veranstaltung weiterzuentwickeln. Im Ergebnis erleben die Studierenden der Lehrveranstaltungen zur Geheimhaltung und Anonymisierung an der htw saar, dass durch den Ansatz der weitgehenden Individualisierung des Zugangs zu dem behandelten Themenkomplex ihre Eigenverantwortung gestärkt wird, was sich auf die Lernbereitschaft und das Selbstvertrauen positiv auswirkt. Hierdurch ergeben sich auch für andere Lehrveranstaltungen an der htw saar gewinnbringende Rückkoppelungseffekte.

## Ausblick

Da die Thematik der Statistischen Geheimhaltung in den empirischen Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, mathematisch-statistischen Disziplinen sowie der Informatik in ihrer Bedeutung kontinuierlich zunimmt, ist perspektivisch die Öffnung der hier vorgestellten Lehrangebote für Studiengänge anderer Disziplinen angedacht, um den interdisziplinären Charakter der entsprechenden Lehrveranstaltungen noch stärker zu betonen. Ferner wird ein Kompendium entwickelt, das eine theoretische Begleitung für die in das Tool implementierte Verfahren darstellen und darüber hinaus damit verbundene mathematisch-statistische Grundlagen aufgreifen wird. Auch hier ist mittelfristig eine Beteiligung der Studierenden geplant, was die Wahlmöglichkeiten der Prüfungsform abermals erweitern wird.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Die Arbeiten des DMAS an der Weiterentwicklung von Methoden der Geheimhaltung und Anonymisierung sollen ebenfalls noch stärker als bisher Eingang in die Lehre finden, wodurch die Interdependenz von Lehre, Forschung und Praxis den Studierenden noch deutlicher als bisher vor Augen geführt werden wird.<sup>6</sup>

## Literatur

Bundesministerium für Bildung und Forschung. Qualitätspakt Lehre: [Online] [Zitat vom: 29. Juni 2015.] <http://www.qualitaetspakt-lehre.de/de/1294.php>.

Duncan, George T., Elliot, Mark und Salazar-González, Juan-José (2011): Statistical Confidentiality Principles and Practice. New York : Springer, S. 1 –122.

htw saar. Optimierung des Studienerfolgs: [Online] [Zitat vom: 29. Juni 2015.] <https://www.htwsaar.de/htw/organisation/qualitaetspakt-lehre>.

Lenz, Rainer (2015): Remote access to tables of counts applying cyclic perturbation. DMAS Arbeitspapier Nr. 5.

<sup>6</sup> In Einzelfällen ist dies bereits erfolgt, wie etwa im Rahmen eines studentischen Projekts zur Implementierung des Geheimhaltungsverfahrens zur zyklischen Überlagerung (siehe hierzu Lenz (2015)).

# Physikgrundlagen medial – ein simultanes Testexperiment von 7 Hochschulen

Andreas Daberkow, Axel Löffler, Armin Egetenmeier, Juliane König-Birk, Wolfgang Knaak, Stephan Pitsch, Karl-Heinz Dambacher, Stefan Saftenberger  
Hochschule Heilbronn  
E-Mail: andreas.daberkow@hs-heilbronn.de

## Zusammenfassung

Nicht nur fehlendes Mathematik-Grundlagenwissen, sondern auch fehlende Physik-Grundlagen erschweren Erstsemestern an Hochschulen für angewandte Wissenschaften den Einstieg in wichtige Grundlagenfächer wie Technische Mechanik oder Elektrotechnik. Während an vielen Hochschulen mediale Strategien zur Auffrischung der Mathematikgrundlagen erarbeitet werden oder bereits im Einsatz sind, ist dies für die Physik nur teilweise zu beobachten. Dies war die Ausgangssituation für die Arbeitsgruppe „eLearning in der Physik“ der Hochschul föderation Süd-West (HfSW), in welcher sich die baden-württembergischen Hochschulen Aalen, Esslingen, Heilbronn, Mannheim, Ravensburg-Weingarten, Reutlingen und die Hochschule der Medien Stuttgart zu verschiedenen Themen vernetzen.

In zwei Jahren hat die Arbeitsgruppe einen Aufgabenpool von über 200 Physikaufgaben für Erstsemester aus den Themengebieten Mechanik, Elektrizitätslehre, Optik und Wärme erarbeitet. Ein daraus gewählter Test mit 20 Aufgaben (je 5 pro Thema) ist im Sommersemester 2015 erstmals an fünf Hochschulen zum Einsatz gekommen. Über die Erfahrungen aus diesem simultanen Testexperiment wird in diesem Beitrag berichtet.

## 1. Einleitung

An vielen Hochschulen für angewandte Wissenschaften kommen ca. 60 % der Studienanfänger über einen mittleren Bildungsabschluss, oft in Kombination über den zweiten Bildungsweg. Die damit verbundene Vielfalt führt dazu, dass diese Studienanfänger wenig Kontinuität nicht nur in der Grundlagenausbildung in Mathematik, sondern auch in der Grundausbildung in Physik erfahren haben. Trotz sehr hoher Motivation gerade dieser Studierenden erschwert die Vielfalt der unterbrochenen Bildungswege, wie auch von (Hetze 2011) beschrieben, den Einstieg in physikalische Fächer des Studiums. Das fehlende Grundlagenwissen in der Mathematik im Übergang Schule zu Hochschule wurde beispielsweise von der Arbeitsgruppe Cooperation Schule-Hochschule (COSH) schon früh erkannt und schließlich in einem Aufgabenkatalog MIANKA umgesetzt (MIANKA 2015). An der Hochschule Heilbronn beispielsweise ist ein mediales, individualisiertes Lernen und vor allem

Prüfen von Mathematik-Grundlagen seit 2012 erfolgreich im Einsatz, siehe beispielsweise (Daberkow und Klein 2015). Vergleichbare Aktivitäten in der Physik sind dagegen noch nicht aufgesetzt.

Die gemeinsam definierte Aufgabe der Ende 2012 gegründeten HfSW-Arbeitsgruppe „eLearning und eAssessment“ war deshalb, das Thema mediale Vermittlung von Physik-Grundlagen gemeinsam anzugehen. Ziel war es, durch einen gemeinsam entwickelten Aufgabenpool erhebliche Ressourcen zu sparen und die Qualität der Aufgaben durch gemeinsame Begutachtungen zu verbessern. Vor allem sollten im ersten Schritt die vermuteten Physik-Grundlagenschwächen der Studierenden diagnostiziert werden, um dann in einem gemeinsam abgestimmten Vorgehen geeignete Maßnahmen zu entwickeln. Diese könnten beispielsweise in der parallel konzipierten Übungsumgebung (s. u.) bestehen oder individuell an den jeweiligen Hochschulen gestaltet werden. Entsprechende Umsetzungen folgen erst noch.

## 2. Auswahlprozess von Physik-Lernsystemen

Aus den Erfahrungen mit den Mathematik-Grundlagenschwächen der Studienanfänger war für die Arbeitsgruppe ein moderater Schwierigkeitslevel der Physikaufgaben für die Erstsemester wichtig. Im Vergleich zu Online-Lernsystemen für die Mathematik ist die Zahl der dafür verfügbaren professionellen Physik-Lernsysteme geringer. In Abbildung 1 sind einige der in der Arbeitsgruppe begutachteten Lernsysteme dargestellt.

Die Diskussionen in der Arbeitsgruppe führten dann zu dem Entscheid, einen eigenen Aufgabenpool aufzusetzen und die darin entwickelten Aufgaben jeweils in den Lernsystemen der beteiligten Hochschulen zum Lernen und zur Diagnose selbst zu implementieren. Eine der beteiligten Hochschulen betreibt das Lernmanagementsystem ILIAS (Kunkel 2011), die übrigen das Lernmanagementsystem moodle (moodle 2015).

Abb. 1: Beispiel für evaluierte Physik-Lernsysteme im HfSW-Arbeitskreis

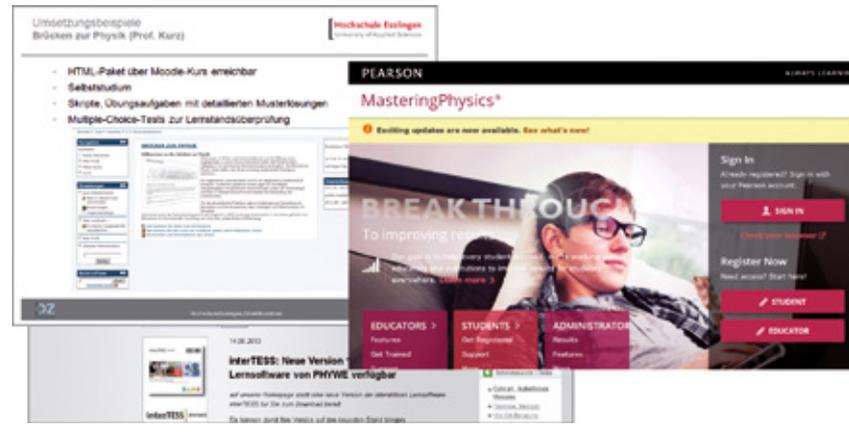


Abb. 2: Struktur der Aufgaben im Physik-Aufgabenkatalog – Aufgabenstellung und Antwortalternativen 1–3 (4 und 5 auf Folgeseite) an einem Beispiel zum Thema Wärme

The image shows two pages from a physics task catalog. The left page, titled 'Aufgabenstellung', contains the task description and a table of material properties. The right page, titled 'Antwortmöglichkeiten + Feedback', lists three possible answers and their feedback.

Material	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ (W/mK)
Luft	0,025
Wasser	0,6
Aluminium	237
Bleib	85
Gold	317
Platin	71,6
Platin	385

Abb. 3: Struktur der Aufgaben im Physik-Aufgabenkatalog – Lösungsweg und Aufgabenvarianten

The image shows two pages from a physics task catalog. The left page, titled 'Lösungsweg', contains the solution path and an illustration of a dipole. The right page, titled 'Alternativen/Variation', lists alternative variations of the task.

Pro Fachthema organisiert eine hochschulübergreifende Fachgruppe das Erarbeiten neuer Aufgaben, in einem Ringtausch werden in der Fachgruppe die Aufgaben gegenseitig begutachtet. Das Zusammenführen der Aufgaben in einen Katalog erfolgt zentral, für die 4 Fachthemen gibt es mit der Unterteilung in den Schwierigkeitsgrad Schule sowie Hochschule dann insgesamt 8 Aufgabenkataloge. Die Struktur für jede Aufgabe ist aus den Abbildungen 2 und 3 ersichtlich.

Jede Aufgabe besitzt zunächst ein Deckblatt mit einer Aufgabenstellung, einer Illustration zur Aufgabe sowie einer Fragestellung. Für diese Frage stehen dann auf einer oder mehr Folgeseiten mindestens 4 Antwortalternativen zur Verfügung, von denen mindestens eine die Fragestellung richtig beantwortet. Es wird in der Regel dazu eine kurze Begründung geliefert, welche bei den Falschantworten auf mögliche Fehlkonzepte hinweisen soll.

Auf einer weiteren Folgeseite zum Lösungsweg wird dann die richtige Antwort mit einer weiteren Illustration angemessen erläutert, eine oder mehrere Abschlusseiten können dann

Alternativen und/oder Varianten zur Aufgabe ergänzen, siehe auch Abbildung 3. Diese sind beispielsweise für den Übungsbereich nutzbar und können später ausgearbeitet werden.

Professionell erstellte Illustrationen geben den Aufgaben eine mediale Attraktivität und sollen die Studierenden motivieren. Wichtig für die Arbeitsgruppe war ein Nachweis, dass sich Aufgaben im Katalog befinden mit Schulniveau. Von den angefragten Schulbuchverlagen war der Cornelsen-Verlag bereit, den Fachteams ein Lehrwerk bestehend aus Lehr- und Lösungsbüchern für die Sekundarstufe 1 an Gymnasien zur Verfügung zu stellen (Cornelsen Universum Physik 2 2013). In einem Kooperationsvertrag wurde die Nutzung einiger Aufgaben für die HfSW lizenziert. In Abbildung 2 ist eine Aufgabe zum Thema Wärme aus dieser Quelle dargestellt.

In diesem Prozess entstand in den Jahren 2013 bis 2015 dann ein Pool von 200 Physik-Aufgaben auf über 900 Seiten im Format MS-Office (Powerpoint). Aus diesem Katalog wurden für einen ersten Pilottest pro Thema 5 Aufgaben gemeinsam extrahiert. Die Arbeitsgruppe kam überein, für die Bearbeitung dieser 20 Aufgaben 90 Minuten Zeit zuzulassen und jede richtige Aufgabe mit genau einem Punkt zu bewerten. Falsche Antworten wurden mit Null Punkten verbucht. Zugelassen zum Test wurde lediglich ein Taschenrechner sowie Stift und Papier.

### 3. Physik-Pilottest im Sommersemester 2015

Zum Sommersemester 2015 wurde der Physiktest an 5 Hochschulen im Pilotbetrieb eingesetzt. Nach Überführung der 20 Testaufgaben in die jeweiligen Lernmanagementsysteme haben insgesamt 364 Erstsemester in 14 unterschiedlichen Studiengängen den Test durchlaufen. Das Ergebnis zeigt die Tabelle in Abbildung 4.

Abb. 4: Ergebnisse des Physiktests im Sommersemester 2015

Hochschule	Studiengang	Nominale Semesterstärke	Teilnehmer	Weniger als 6 richtige Aufgaben	6 bis 12 richtige Aufgaben	Mehr als 12 richtige Aufgaben
1	1	41	35	4	17	14
1	2	k.A.	20	8	12	0
1	3	k.A.	24	8	11	5
1	4	k.A.	14	7	7	0
1	5	k.A.	36	5	28	3
2	1	42	27	10	16	1
2	2	45	36	7	29	0
3	1	45	19	3	14	2
3	2	k.A.	4	0	4	0
4	1	29	12	2	9	1
4	2	50	8	2	6	0
5	1	k.A.	37	18	19	0
5	2	k.A.	33	4	25	4
5	3	k.A.	59	7	43	9

Die erkannte Freiwilligkeit führt zunächst dazu, dass in der Regel nur wenige der Erstsemester am Test teilnehmen. Dies stützt die in Daberkow und Klein 2015 aufgestellte These, dass ein Prozess zum Nacharbeiten von Grundlagen für Erstsemester verpflichtend sein muss. Auffallend ist, dass in den meisten Studiengängen neben einem breit belegten Mittelfeld mit einer Punktzahl von 6-12 richtigen Aufgaben die Zahl der Kandidaten überwiegt, die weniger als 6 Aufgaben richtig beantworten. Die weitere Interpretation der Ergebnisse zu diesem ersten Testexperiment steht noch aus. Für einen Studiengang wurde gegen Semesterende ein Nachtest mit denselben Aufgaben und den gleichen Randbedingungen durchgeführt. Die Ergebnisse waren praktisch identisch.

#### 4. Weitere Erkenntnisse und nächste Schritte

Von den ursprünglich 6 in der Arbeitsgruppe beteiligten Hochschulvertretern konnten 2 ihre Mitarbeit nicht mehr fortsetzen, die Hochschule Reutlingen kam in 2014 neu hinzu. Daher hat sich ein Kern von 5 Hochschulen gebildet, welche sich am Piloteinsatz beteiligen. Eine Behinderung der kontinuierlichen Mitarbeit ist dabei die beim Thema eLearning oft beobachtete Befristung von Mitarbeiterstellen, die daraus entstehende Mitarbeiterfluktuation bzw. die Verzögerung bei der Übernahme der Aufgaben durch neu einzuarbeitende Nachfolger. Die persönlichen Treffen der Arbeitsgruppe wurden an den wechselnden Hochschulstandorten der Partner durchgeführt, so dass Labore und/oder Mediacenter dort besichtigt und diskutiert werden konnten. Bei der Organisation, Durchführung und Auswertung der Physik-Diagnostetests an den jeweiligen Standorten ist folgendes aufgefallen:

- Im Einzelfall ist zu klären, ob die Tests innerhalb der Physik-Vorlesungszeit oder in einem zusätzlich zu planenden Zeitfenster zu erbringen sind. Eine enge Kommunikation mit den in der Regel von den Arbeitskreisvertretern abweichenden Physikdozenten ist erforderlich.
- Teilnehmerzahlen von mehr als 30 Studierenden bedingen oft einen organisatorischen Mehraufwand durch die Nutzung mehrerer Laborräume. Alternativ könnte auch eine Prüfung durch den ausgedruckten Test in Papierform erfolgen, was aber dem Grundgedanken der angestrebten medialen Aufbereitung widerspricht.
- Eine wiederholte Nutzbarkeit des Diagnostetests erfordert eine hohe Aufmerksamkeit bei der Prüfungsaufsicht, so dass durch das Abfotografieren des Bildschirms oder durch sonstige Bildschirm- oder Papierkopien die Testaufgaben nicht kommuniziert werden.
- Beim automatischen Übertrag von Testaufgaben innerhalb der abweichenden Versionen desselben Lernmanagementsystems war ein Informationsverlust und eine manuelle Nacharbeit unvermeidlich.
- Die Aufwände zur Synchronisation der 8 Aufgabenkatalogdokumente mit den Fachgruppen werden als unerwartet hoch empfunden. Zukünftige Aktivitäten zur Erweiterungen des Aufgabenumfangs müssen kritisch hinterfragt werden.

- Aus heutiger Sicht erscheint vor allem der Aufwand zur strukturierten Implementierung (und Auswertung) anderer, didaktisch wertigerer Fragetypen als der bisher verwendete Fragetyp „Einfach/Mehrfachauswahlaufgabe“ für die Arbeitsgruppe kaum leistbar.

Die Arbeitsgruppe wird die Rückläufer aus diesen Erkenntnissen in die weitere Ausgestaltung des medialen Physik-Fragenkatalogs einfließen lassen. Ein erneuter Testzyklus mit einer weiter differenzierten Auswertung, insbesondere der Fragen mit Schulniveau, ist für das kommende Wintersemester geplant. In jedem Fall ergibt sich durch die anteilige Aufgabenerstellung eine erhebliche Aufwandsreduzierung für jede der beteiligten Hochschulen und eine breiter aufgestellte Einsicht in den Leistungsstand der Erstsemester in Baden-Württemberg.

## 5. Danksagung

Die HfSW-Autoren dieses Beitrages der Arbeitsgruppe bedanken sich für die bisherige Mitarbeit an den Katalogaufgaben bei folgenden Damen und Herren:

Dipl.-Math. techn. Irina Waltschläger, Hochschule Aalen; Prof. Wolfgang Coenning und M.A. Julia Müter, Hochschule Esslingen; Prof. Richard Huber und Dipl. Phys. Angela Szasz, Hochschule Heilbronn; Prof. Jörg Baumgart, Hochschule Ravensburg-Weingarten.

Ferner gilt der Dank dem Cornelsen Schulbuchverlag Berlin für die Zusammenarbeit und die freundliche Überlassung der Schul- und Lösungsbücher zur Physik, sowie der Studienkommission für Hochschuldidaktik Baden-Württemberg GHD für die Förderung zur Erstellung der Illustrationen zum Aufgabenkatalog.

### Literatur

Daberkow, A.; Klein, O. (2015): Ein gutes Studium durch solide Grundlagen – Mathematikgrundlagen erfolgreich online. In: Horizonte 45 2015 (S.60–63), Thum, R. (Hrsg.), Koordinierungsstelle Forschung und Entwicklung der Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg. Mannheim: VKM-Verlag

Hetze, P. (2011): Nachhaltige Hochschulstrategien für mehr MINT-Absolventen. Essen: Edition Stifterverband

Kunkel, M. (2011): Das offizielle ILIAS 4-Praxisbuch. Gemeinsam online lernen, arbeiten und kommunizieren. München: Addison-Wesley

o.A. Cornelsen (2013): Universum Physik Baden-Württemberg 2. Berlin: Cornelsen Verlag

o.A. (2014). MIANKA [http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog\\_2\\_0.pdf](http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog_2_0.pdf), abgerufen am 3. März 2015

o.A. (2015): moodle <https://docs.moodle.org/29/de/>, abgerufen am 7. Juli 2015

## Lernbar Chemie – Web Based Training (WBT) in der naturwissenschaftlichen Basislehre

Bertram Bühner  
Goethe-Universität Frankfurt  
BLP-Projekt „Starker Start ins Studium“, BMBFFörderkennzeichen 01PL11050,  
<http://lernbar.uni-frankfurt.de/mig/AConline>  
E-Mail: [Buehner@iau.uni-frankfurt.de](mailto:Buehner@iau.uni-frankfurt.de)

Chemie ist in vielen naturwissenschaftlichen Studiengängen Bestandteil der naturwissenschaftlichen Grundausbildung, häufig im ersten Studiensemester. Diese Chemieveranstaltungen stellen Studierende anderer Fachbereiche (z. B. Biologie, Geowissenschaften) häufig vor deutliche Schwierigkeiten, da sie nur über unzureichende Vorkenntnisse verfügen und parallel zur Orientierung im Studium eine hohe Arbeitslast in einem als fremd empfundenen Fachgebiet stemmen müssen. Andere Studiengänge erfordern Chemiekennntnisse, die nicht im curricularen Verlauf eingebunden sind. Im Rahmen des Projekts „Starker Start ins Studium“ wird ein online-Lernkurs mit dem Autorentool „Lernbar“ (studiumdigitale) entwickelt, der den Zugang zu den Themen der Allgemeinen Anorganischen Chemie erleichtern und insbesondere die grundlegenden Verständnisprozesse unterstützen soll.

Um die Perspektive der Studierenden zu berücksichtigen, arbeitet ein überwiegend studentisches Autorenteam an der Content-Entwicklung, das sich auch im Verlauf des Kurses immer wieder mit „Studi-Tipps“ zu Wort meldet und auf klassische Fehlvorstellungen oder Verständnisprobleme eingeht. Die einzelnen Themenmodule werden durch Selbsttests und Aktivierungen aufgelockert und ermöglichen eine verbesserte Selbsteinschätzung des eigenen Wissensstandes. Vor der Veröffentlichung werden die fertigen Module von Fachlehrern der Chemie geprüft und sachlich korrigiert. Eine Schlussredaktion sorgt für stilistische und sprachliche Konsistenz. Die bislang abgeschlossenen Module werden den Studierenden parallel zu den grundlegenden Chemie-Veranstaltungen online zur Verfügung gestellt und in weiteren Lehrveranstaltungen beworben. Der Kurs wird thematisch weiterentwickelt und gleichzeitig auf den technischen Entwicklungsstand der Lernbar-Plattform angepasst.

# Forschungsbasiertes (inquiry based) und aktives Lernen im Physik-Anfängerpraktikum

Barbara Hoeling  
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Landshut  
Peter Siegel, Nina Abramzon  
California State Polytechnic University, Pomona, USA  
E-Mail: hoeling@haw-landshut.de

## Abstract

In diesem Projekt untersuchen wir neue Elemente einer Forschungserfahrung, die wir im Physik-Anfängerpraktikum an der California State Polytechnic University, Pomona eingeführt haben. Alle Praktikumsexperimente wurden umgestaltet im Sinne eines forschungsbasierten Lernens mit sehr kurzen Anleitungen und minimalem Vortragsanteil der Dozenten. Wo immer es möglich war, wurden den Studenten [0] die Gesetze der Physik nicht im Voraus gesagt. Vielmehr hatten sie den Auftrag, diese zu "entdecken" und die Vereinbarkeit der Gesetze mit ihren Versuchsergebnissen zu überprüfen. Darüber hinaus führten die Dozenten weitere Elemente des aktiven Lernens ein, z. B. Versuche mit der Möglichkeit zu weiterführenden Untersuchungen mit offenem Ende.

Studenten gewinnen in diesen Praktika Erfahrungen im Prozess der Erforschung. Dabei praktizieren sie aktives Lernen, indem sie die Informationen, die für ihr Experiment von Bedeutung sind, auswählen, verarbeiten und anwenden. Sie wenden dabei Methoden der Analyse, Synthese und Evaluation an. Durch diese neuen Elemente des entdeckungsorientierten und aktiven Lernens wird die Motivation der Studenten gefördert, ein Verstehen auf höherem kognitiven Niveau erreicht und ein längeres Behalten des erworbenen Wissen unterstützt. Die umgestalteten Versuche werden im Detail vorgestellt, und eine Auswertung des Lernerfolges und der Akzeptanz und Meinungen der Studenten wird präsentiert.

## Das Projekt

Das Ziel dieses Projekts, das seit 2010 an der California State Polytechnic University, Pomona, USA durchgeführt wird, ist es, MINT-Studenten bereits in den Anfangssemestern an die naturwissenschaftliche Forschung heranzuführen. In den USA gewinnt der Begriff des „undergraduate research“ seit einigen Jahren zunehmend an Bedeutung und wird als ein

wichtiges Instrument zur Verbesserung der Ausbildung in den MINT-Fächern gesehen. Der Council on Undergraduate Research definiert “undergraduate research” folgendermaßen: “An inquiry or investigation conducted by an undergraduate student that makes an original intellectual or creative contribution to the discipline.” [1]

Warum sollten bereits Bachelorstudenten in die Forschung mit einbezogen werden? Studien belegen, dass forschende Studenten bessere Fähigkeiten in der Interpretation von Daten, Formulierung von Forschungshypothesen, Literatursuche und Kommunikation zeigen als ihre nicht forschenden Kommilitonen. Darüber hinaus entwickeln sie größere Unabhängigkeit und höheres Selbstvertrauen und werden besser auf ihre Berufslaufbahn vorbereitet. Außerdem zeigt sich, dass der Prozentsatz an erfolgreichen Studienabschlüssen unter forschenden Studenten höher liegt. Absolventen berichten, dass ihre höhere Fähigkeiten in der Forschungstätigkeit, im Erwerb von Informationen und im effektiven Vortrag wichtige Elemente für ihre Karriere waren. [2]

## Die Idee: Forschungserfahrung für jeden Studenten

Idealerweise sollte also jedem MINT-Studenten bereits in den Anfängersemestern Forschungserfahrung zuteilwerden – ein Anspruch, den die Universitäten und Hochschulen aber in aller Regel nicht erfüllen können. Die ideale Forschungserfahrung, in der ein Student eng mit einem Dozenten an einem qualitativ hochwertigen, neuen Forschungsprojekt zusammenarbeitet, ist mit erheblichem personellem Aufwand und hohen Kosten an Laboren und Ausrüstung verbunden. Damit ist es schwierig, eine solche individuelle Betreuung für alle Bachelorstudenten umzusetzen.

Es stellt sich daher die Frage, was die Essenz der Forschungserfahrung ist, d. h. was genau sie so wertvoll macht. Wenn diese Prinzipien im gesamten Lehrplan angewandt werden, kann damit die Möglichkeit geschaffen werden, dass mehr Bachelorstudenten in den Genuss der Vorteile von Erfahrungen ähnlich der von „undergraduate research“ kommen. In unserem Projekt gestalteten wir daher das Physik-Anfängerpraktikum um, so dass Elemente des forschenden Lernens eingeführt wurden und die Studenten Gelegenheit bekamen, ihre eigenen Ideen und ihre Kreativität in den Aufbau, die Durchführung und die Auswertung der Versuche einzubringen.

## Die Umgestaltung des Physik-Anfängerpraktikums

Das Physik-Anfängerpraktikum PHY131 (Mechanik) an der California State Polytechnic University, Pomona, ist verpflichtend für alle MINT-Studenten und muss begleitend zur Physik-Vorlesung belegt werden. Im ursprünglichen Format des Praktikums haben die Studenten eine große Anzahl von Versuchen nach Schritt-für-Schritt Anleitungen durchzuführen. Eine starke Betonung liegt auf der Verifizierung von Formeln. Die Möglichkeiten für die Studenten, die Phänomene selbständig zu erforschen und eine eigenständige Planung

und Durchführung der Experimente zu entwickeln, sind sehr begrenzt. Damit lernen sie in diesem Praktikum kaum einen Zugang zur wissenschaftlichen Vorgehensweise kennen, sondern führen hauptsächlich Anweisungen aus.

In unserem neuen didaktischen Ansatz wurden alle Versuche im Sinne des forschungs-basierten Lernens konzipiert: Sehr kurze Experimentbeschreibungen und minimale Anleitungen durch die Dozenten erfordern von den Studenten, ihre eigenen Ideen und Konzepte einzubringen und das Experiment zu ihrem eigenen zu machen. Im aktiven Lernen entdecken sie die Phänomene, verarbeiten Informationen und wenden Erkenntnisse selbständig an. Die Studenten führen damit Denkprozesse höherer Ordnung aus: Über Wissen, Verstehen und Anwenden bis zur Analyse, Synthese und Evaluation haben sie die Chance, alle sechs Niveaus der Bloom'schen Lernziel-Taxonomie zu durchwandern.

Die folgenden Versuche modifizierten wir nach diesem Konzept:

- Meßgenauigkeit
- Analyse von Bewegung (früher: Konstante Beschleunigung)
- Vektoren
- Beziehung zwischen Kraft und Bewegung (früher: Atwood-Maschine)
- Gleichförmige Kreisbewegung
- Erhaltungsgrößen
- Statisches Gleichgewicht
- Dynamik von Drehbewegungen

Als Beispiel für einen umgestalteten Versuch soll zunächst das Experiment „Messgenauigkeit“ vorgestellt werden. Dieses gliedert sich in zwei Teile: Das M&M-Spiel und der Kupfer-Penny. Die folgende Kurzbeschreibung liegt den Studenten vor:

### 1. Das M&M-Spiel

Aufgabe: Bestimmen Sie die Anzahl von M&Ms in einer geschlossenen Packung (Tüte) einschließlich Messgenauigkeit.

Einziges Hilfsmittel: eine Balkenwaage (kleinste Einheit: 0,1g)

Sie haben eine geschlossene Tüte mit M&Ms, eine leere Tüte und 5 lose M&Ms zur Verfügung.

Die Gruppe mit der kleinsten Messunsicherheit, die den tatsächlichen Wert einschließt, gewinnt. [3]

## 2. Der Kupfer-Penny

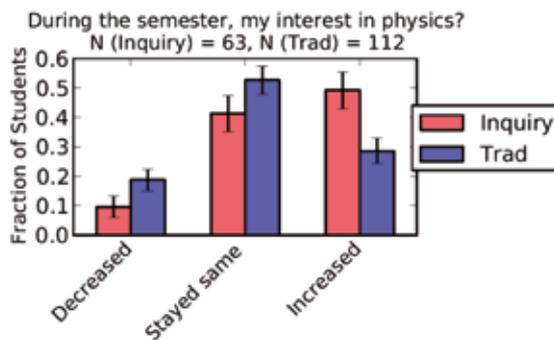
Aufgabe: Bestimmen Sie, ob ein gegebener Penny aus reinem Kupfer ist (Literaturwert für die Dichte von Kupfer:  $(8.94 \pm 0.05) \text{ g/cm}^3$  gegeben.)

Als zweites Beispiel für einen modifizierten Versuch beschreiben wir „Impulserhaltung“. Als Geräte stehen den Studenten dabei zwei PAScars sowie eine Laser-Schranke mit Computer zur Geschwindigkeitsmessung zur Verfügung. PAScars sind Fahrbahnwagen, bei denen man die Masse durch Gewichte um ein Mehrfaches erhöhen kann. Sie haben Magnete, mit denen sie sich gegenseitig abstoßen können, und eine Feder, die man zwischen ihnen auslösen kann, so dass sie „auseinanderspritzen“. Die Aufgabe ist, ein Versuchskonzept zu entwickeln, um Impulserhaltung zu testen. Dabei sollen einerseits unelastische Kollisionen zwischen zwei Autos und andererseits „Explosionen“ zwischen zwei Autos (durch Auslösen einer gespannten Feder) durchgeführt werden. Danach müssen die Studenten die Frage beantworten. „Wie entscheiden Sie, ob Ihre Messungen überzeugend die Impulserhaltung bestätigen?“

## Ergebnisse der Studentenfragung

Vor Beginn des Praktikums und nach seiner Absolvierung fragten wir die Meinung der Studenten mit Hilfe des E-CLASS-Tests ab. Dieser „Attitude Test“ wurde an der University of Colorado in Boulder entwickelt und stellt Multiple-Choice-Fragen, die einerseits testen, ob die wissenschaftliche Denkweise der Studenten der der „Experten“ (d. h. professioneller Wissenschaftler) entspricht oder dazwischen Diskrepanzen bestehen. Andererseits werden auch das Interesse der Studenten an der Physik und ihre Motivation untersucht. [4]

Abb. 1: Histogramm der Antworten auf die Frage: „Erhöhte sich, verringerte sich oder blieb Ihr Interesse an Physik gleich während des Semesters?“



Rot: forschungsbasierter Kurs, blau: traditioneller Kurs

Abbildung 1 zeigt ein Histogramm, in dem die Veränderung des Interesses an der Physik zwischen dem Beginn und dem Ende des Praktikums nach eigener Aussage der Studenten dargestellt ist. Abbildung 2 ist ebenfalls eine Darstellung der Veränderung der Meinung der Studenten während des Semesters zu drei ausgewählten Fragen.

Als Fazit aus unseren Befragungen ergibt sich, dass die wissenschaftliche Denkweise der Studenten nach Absolvierung des umgestalteten Praktikums mehr dem der Experten ähnelt als vorher. Diese Veränderung dazu ist bei den Absolventen des ursprünglichen Praktikums nicht zu sehen. Die Studenten erkennen, dass Versuchskonzept und -aufbau wichtige Elemente der Experimentalphysik sind. Darüber hinaus halten sie das

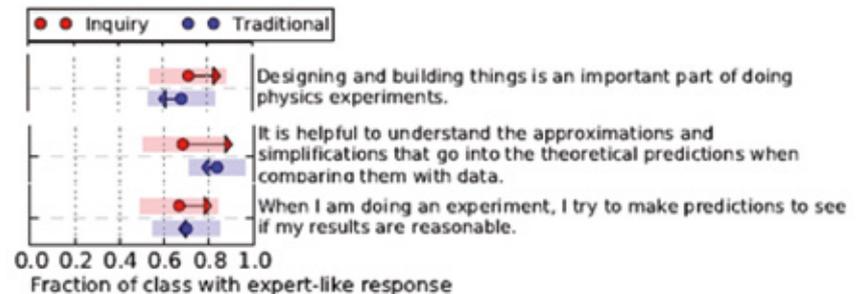
Verstehen von Näherungen und Idealisierungen in der Physik für wichtig, und allgemein nimmt ihr Interesse an Physik zu. Auch diese positiven Veränderungen in der wissenschaftlichen Denkweise gibt es bei den Studenten der traditionellen Version des Praktikums nicht.

Damit haben wir gezeigt, dass eine Umgestaltung des Physik-Anfängerpraktikums zum forschungsbasierten Lernen das Potential hat, die Motivation der Studenten und ihr Verständnis für die Physik positiv zu beeinflussen.

## Literatur

- [0] Definition: Student = Person männlichen oder weiblichen Geschlechts, die an einer Universität oder Hochschule studiert. Analog: Dozent, Absolvent, etc.
- [1] [www.cur.org/faq.html](http://www.cur.org/faq.html) [zuletzt geprüft am 22.7.2015]
- [2] "The Essential Features of Undergraduate Research", David Lopatto, Council on Undergraduate Research Quarterly, March 2003, S. 139–142
- [3] "Having Fun with Error Analysis", P.B. Siegel, The Physics Teacher, Vol 45, 232–234 (April 2007).
- [4] <http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/zwickl/E-CLASS%20Survey.html> [zuletzt geprüft am 22.7.2015]

Abb. 2: Darstellung der Veränderung der Meinung der Studenten während des Semesters zu drei ausgewählten Fragen.



Die Kreise bezeichnen die Werte zu Anfang des Kurses, die Pfeile die Veränderung vorher-nachher. Die schattierten Balken geben das 95 % – Konfidenzintervall an. Rot: forschungsbasierter Kurs, blau: traditioneller Kurs

# Maschinenelemente in Theorie und Praxis: „Product Archaeology“ von Schlagbohr- maschinen

Ulrich Wagner  
Hochschule für angewandte Wissenschaften München  
E-Mail: ulrich.wagner@hm.edu

## Zusammenfassung

Wir berichten vom Einsatz einer neuartigen Lehrform im Modul Konstruktionselemente für Studierende der Mechatronik im zweiten Semester. Dabei wurden in drei von zwölf Lehr-einheiten Schlagbohrmaschinen verschiedener Hersteller und Preisklassen in Teamarbeit gemäß der Methode „Product Archaeology“ (PA) zerlegt, analysiert und wieder zusammengebaut. Es zeigte sich, dass das in der Vorlesung erworbene Detailwissen effektiv und kompetent eingesetzt wurde. In Abschlussfragebögen vergaben Teilnehmer signifikant höhere Werte in wesentlichen Bereichen als die Kontrollgruppe ohne PA-Sitzungen. (Über die Auswirkung auf die in der Abschlussklausur erbrachten Leistungen wird im Rahmen des Vortrages berichtet, da die Ergebnisse zum Redaktionsschluss noch nicht vorlagen.) Der Ansatz stellt somit eine auch kostenmäßig effiziente Methode dar, aktuelles Detailwissen zu Konstruktionselementen verbunden mit einem motivierenden Einblick in die „Community of Practice“ zu vermitteln.

## Einführung und Abgrenzung

Das gezielte Zerlegen technischer Geräte, bekannt als „Mechanical Dissection“ [1] und „Product Dissection“ [2], ist gut dokumentiert und aufgrund der mehrfach belegten Wirksamkeit in Bezug auf Motivation weit verbreitet, siehe z.B [3, 4]. Der Begriff „Product Archaeology“ (PA), ursprünglich in [5] eingeführt, erfährt in jüngerer Zeit eine Erweiterung der Definition auf den Prozess der Rekonstruktion eines Produktlebenszyklus, um die zugrundeliegenden Entscheidungen im Entwicklungsprozess zu verstehen [6]. Neben technischen Aspekten wie z. B. Konstruktion und Fertigung werden somit auch unternehmerische und umweltbezogene Aspekte adressiert, und der weitreichende Einfluss der Ingenieurstätigkeit wird deutlich.

Mehrere Studien haben die Wirksamkeit des PA-Ansatzes in der Praxis bestätigt, für eine Übersicht siehe z. B. [7]. Schon die Einbindung von fünf Stunden PA in Vorlesungen erzielte deutliche Verbesserungen in den Kategorien globale, gesellschaftliche, ökonomische

und ökologische Aspekte sowie generelle Problemlösungsfähigkeiten [8]. Eine sehr ausführlich dokumentierte Implementierung von PA am Beispiel von Küchenmaschinen mit Bezug zu Maschinenelementen findet sich z. B. in [9].

Dennoch bestehen Herausforderungen für die Implementierung im Rahmen der Vorlesung Konstruktionselemente. So ist der verfügbare Kostenrahmen deutlich enger als in den zitierten Beispielen. Zudem muss mit einer deutlich größeren Hörergruppe von etwa 60 Studierenden je Einheit gearbeitet werden.

Eine weitere Besonderheit unserer Implementierung ist der bewusste Einsatz einer Vielzahl von Modellvarianten. Während die grundlegenden Überlegungen zum Produktlebenszyklus sicherlich an den üblicherweise eingesetzten ein bis zwei Modellvarianten durchgeführt werden können, wird durch die Analyse verschiedener Modelle ein besserer Einblick über die Vielfalt möglicher konstruktiver Lösungen gewonnen.

## Ausgangssituation

Das Modul „Konstruktionselemente“ wird im zweiten Semester des Studiengangs Mechatronik gelehrt, ist mit vier ECTS Punkten gewichtet und umfasst drei Semesterwochenstunden (SWS) Vorlesung, die in einem Block gehalten werden, sowie eine SWS Übung in kleineren Gruppen. Aufgrund der großen Zahl eingeschriebener Studierender muss die Hörerschaft in der Regel in drei Züge aufgeteilt werden.

Übergeordnetes Lernziel des Moduls ist die Vermittlung von Grundlagen diverser Maschinenelemente mit Bezug auf die speziellen Anforderungen der Mechatronik. Die mittlere Spalte von Tabelle 1 listet die Themen der einzelnen Vorlesungstermine auf. Dabei werden jeweils verschiedene Ausführungsformen, Einsatzmöglichkeiten, Gestaltungshinweise und einfache Auslegungsrechnungen behandelt. Letztere werden in den Übungen an Beispielen vertieft. Die Benotung erfolgt auf Basis eines schriftlichen Leistungsnachweises am Ende des Semesters. Hier lag der Schwerpunkt traditionell auf der Berechnung von Maschinenelementen.

Tab. 1: Themen der einzelnen Vorlesungstermine in konventionellem Vorlesungsstil (links) und unter Einbezug von PA-Elementen (rechts).

Vorlesungseinheit	Hörergruppe konventioneller Vorlesungsstil	Hörergruppe mit PA-Elementen
1	Toleranzen	
2	Getriebe	Analyse 1
3	Festigkeit	Getriebe
4	Wälzlager	
5	Gleitlager	Analyse 2
6	Gleitlager Aufgaben, Federn	Gleitlager kompakt mit Aufgaben
7	Spezialthemen Federn, Verbindungstechniken	Federn
8	Schrauben	
9	Kupplungen	Verbindungstechniken, Kupplungen kompakt
10	Schweißen, Löten	Analyse 3
11	Kleben	Schweißen, Löten, Kleben kompakt
12, 13	Prüfungsvorbereitung	

Obwohl das Modul wesentliche Grundlagen für den Studiengang behandelt, wurden Präsenzquote in der Vorlesung und Prüfungsleistungen der Studierenden von den Dozenten als unbefriedigend erachtet. Auch eine umfassende Aufbereitung der Themen in zwei von drei Zügen im Sommersemester 2014 änderte nichts an diesem Zustand. Es sei angemerkt, dass die Übungen durchweg besser besucht waren als die Vorlesungen.

### Zielsetzung

Die wesentlichen Ziele, die mit der Einbeziehung eines PA-Aspektes in den Vorlesungsablauf erreicht werden sollten, waren:

- Verankerung der in der Vorlesung behandelten Inhalte
- Sensibilisierung gegenüber weiteren Aspekten des Produktlebenszyklus
- Erkenntnis, dass im konstruktiven Bereich eine Vielfalt möglicher Lösungen existiert, und...
- ... die Fähigkeit, verschiedene Lösungen kritisch zu bewerten
- Einblick in reale Ingenieurstätigkeit und somit Einführung in die „Community of Practice“
- Erhöhung der Motivation für Fach und Studiengang

**Tab. 2: Zuordnung von Dozenten und Lehrmethode auf die drei Studienzüge.**

	Konventionelle Vorlesung	Vorlesung mit PA-Elementen
Dozent A	Zug A	Zug B
Dozent B	Zug C	

Das übergeordnete Ziel der ersten Implementation ist die Bewertung der Wirksamkeit der Methode im Vergleich zu konventionell durchgeführten Vorlesungen. Dabei wurde die dreizügige Aufteilung des Studienjahrganges genutzt, um die verschiedenen Einflussfaktoren bewerten zu können. Tabelle 2 zeigt die Zuordnung von Dozenten und Lehrmethode auf die drei Studienzüge.

Neben den Ergebnissen der Klausuren wurden auch anonyme Umfragen, die in den Zügen A und B gegen Ende der Vorlesungszeit durchgeführt wurden, zur Bewertung der Maßnahme herangezogen.

### Randbedingungen und Umsetzung

Trotz der ungleichen Vorlesungsstile musste die Chancengleichheit für die Studierenden aller drei Züge gewährleistet sein, d.h. identische Klausur, keine Möglichkeit zur Notenverbesserung durch Teilnahme an den PA – Blöcken sowie gleiche Lerninhalte in den Vorlesungen.

Eine weitere Randbedingung war das limitierte Budget. Die zu analysierenden Teile sollten geringe Anschaffungskosten und hohe Wiederverwendbarkeit für zukünftige Vorlesungen aufweisen. Als zu analysierende Produktgruppe wurden Schlagbohrmaschinen ausgewählt, da diese u. a. einen sehr guten technischen Gegenwert in Relation zum Kaufpreis bieten und eine Vielzahl von in der Vorlesung behandelten Themen abdecken.

Um Gruppengrößen von etwa fünf Studierenden in den Analyserunden zu ermöglichen, wurden insgesamt zwölf Maschinen erworben. Tabelle 3 listet die verschiedenen Modelle auf. Es wurde darauf geachtet, eine möglichst umfassende Bandbreite der Kaufpreise abzudecken, um den Studierenden einen Vergleich verschiedener Ausführungsformen und deren Relation zu Kosten zu ermöglichen. Die Maschinen wurde im Vorfeld der Veranstaltungen ausgiebig analysiert, um die Studierenden während der Analyseblöcke gegebenenfalls unterstützen zu können.

Der Vorlesungsplan wurde gemäß der rechten Spalte von Tabelle 1 so abgeändert, dass insgesamt drei PA Sitzungen integriert werden konnten. Die benötigte Zeit wurde durch eine Verkürzung anderer Themen gewonnen. In der ersten Vorlesung wurde die Bildung von Arbeitsgruppen mit den möglichst zu belegenden folgenden Rollen gemäß Tabelle 4 moderiert. Ein Anliegen hierbei war, Studierende mit einer technischen Ausbildung möglichst gleichmäßig auf die Gruppen zu verteilen, damit die anderen Teilnehmer von deren Erfahrungen profitieren können würden.

Zu jedem Analyseblock wurde in Anlehnung aus in der Einführung genannten Quellen ein Handout mit Leitfragen und Aufgaben erstellt, welche einen Bezug zu den in der Vorlesung zu diesem Zeitpunkt bereits behandelten Themen aufweisen. Dieses sollte anhand einer frei wählbaren Maschine durchgearbeitet werden und schloss jeweils mit der Wiederinbetriebnahme des Geräts ab. Die Gruppen arbeiteten dabei eigenverantwortlich, konnten aber jederzeit Hilfe beim

**Tab. 3: Analyzierte Schlagbohrmaschinen mit Kosten und Besonderheiten, Stand April 2014.**

Modell	Verkaufspreis (€)	Anzahl gekauft	Besonderheit
Bosch GSB 21-2RCT	220	1	Profimodell, zwei Gänge
Makita HP2071J	210	1	Profimodell, zwei Gänge
Metabo SBE 900	180	2	Zwei Gänge
Bosch PSB 850-2 RE	135	2	Zwei Gänge
Einhell TE-ID 1050 CE	120	2	Zwei Gänge
Black&Decker KR654CRESK	60	1	
Bosch PSB 500 RE	60	1	Amazon-Verkaufsrank 1
Skil 6002 CA	30	1	
Varo POW30001	20	1	Mit Abstand günstigstes Modell

**Tab. 4: Empfohlene Rollenverteilung der Arbeitsgruppen.**

Rolle	Aufgabe	Mitzubringende Ausrüstung
Techniker	Zerlegt und montiert Maschinen	Werkzeug
Schriftführer	Protokollieren der Erkenntnisse	Textspeicher (vorzugsweise Rechner)
Fotograf	Bildliche Dokumentation	Kamera (ggf. im Mobiltelefon)
„Zeitwächter“	Sorgt für Abarbeitung der Leitfragen	–

Dozenten anfordern. Um die Dokumentation zu erleichtern und einen effektiven Austausch innerhalb der Gruppen zu ermöglichen, wurde die ePortfolio-Plattform Mahara [10] genutzt. Zu jeder Maschine waren im Vorfeld Standardansichten angelegt worden.

## Ergebnisse und Diskussion

Schon während des Semesters konnte beobachtet werden, dass die PA-Elemente die Präsenzquote deutlich gegenüber dem letzten Semester verbesserte. Während der ersten und zweiten PA-Sitzung deutlich mehr Teilnehmer als beim üblichen Vorlesungsbetrieb bewohnten, kehrte sich das Verhältnis beim dritten Termin um. Als Grund wurde von Studierenden vermutet, dass die Zeit gegen Ende des Semesters bevorzugt zur Prüfungsvorbereitung genutzt würde.

Die PA-Sitzungen waren geprägt von entspannter, aber konzentrierter Arbeitsatmosphäre. Die vorher festgelegten Rollen in den Teams führten zu einer effizienten Bearbeitung mit hohem Engagement aller Beteiligten. Insbesondere jene Teilaufgaben, in denen Eigenschaften bewertet werden sollten, wurden intensiv diskutiert. Hier konnte gut beobachtet werden, wie die Studierenden mit zunehmender Detailkenntnis selbstbewusster in ihren Einschätzungen wurden und schließlich auch nicht davor zurückscheuten, einzelne Ausführungsdetails eindeutig abzuwerten. Diese Entwicklung wird auch in den erstellten Portfolios deutlich.

**Tab. 5: Ausgewählte Ergebnisse der Evaluation des Moduls.**

Aussage	Durchschnittliche Bewertung	
	Zug A (Ref.)	Zug B (PA)
Jetzt finde ich das Thema interessanter als zu Beginn der LV.	3,29	4,00
Ich habe in der Veranstaltung bisher viel gelernt.	3,65	3,85
Ich besuche die LV gerne.	3,94	4,35
Ich würde die LV weiterempfehlen.	4,35	4,47
Ich würde mir nach dem Besuch der Veranstaltung eher zutrauen, eine Maschine reparieren zu können.	3,14	4,10
Ich traue mir zu, das in der Vorlesung vorgestellte Wissen anwenden zu können.	3,86	4,00

Die Evaluation des Moduls gegen Semesterende anhand von Fragebögen durch Dozent A ergab trotz des zeitlich verhältnismäßig geringen Umfangs der PA-Sitzungen signifikante Abweichungen zum Positiven gegenüber der Referenzgruppe (Zug A). Tabelle 5 zeigt die durchschnittlich vergebenen Werte, wobei 1 Punkt der Aussage „trifft gar nicht zu“ und 5 Punkte „trifft völlig zu“ entsprechen. Die statistische Basis entsprach mit 17 (Zug A, Kontrollgruppe) und 20 (Zug B, PA) einer Rücklaufquote von etwa einem Drittel der eingetragenen Hörer. Angesichts der hohen Abbrecherquote im Studiengang wird diese Quote als zufriedenstellend eingestuft. Da die Züge zufällig zusammengestellt werden, ist die Vergleichbarkeit der Hörschaft gegeben.

Auf die Angabe der Standardabweichung wurde verzichtet, da die Bewertungen der PA-Gruppe nicht normalverteilt sind. Abbildungen 1 bis 6 zeigen die Verteilung der Bewertungen sowohl für die Referenz- (weiß) als auch die PA-Gruppe (grau).

Neben den deutlich verbesserten Ergebnissen zur Teilnahme an und Weiterempfehlung der Lehrveranstaltung wird insbesondere das stark gestiegene Selbstbewusstsein der Teilnehmer in Bezug auf die Anwendbarkeit des erworbenen Wissens, repräsentiert durch die letzten beiden Fragen, als großer Erfolg gewertet. Offensichtlich werden die Übungseinheiten, bei denen es primär um die Berechnung von Konstruktionselemente geht, durch die PA-Aktivitäten außerordentlich gut ergänzt.

Angesichts der Tatsache, dass die meisten Teilnehmer nur an zwei PA-Einheiten teilgenommen haben, wird die enorme Effizienz dieser Maßnahme deutlich. In dieser Hinsicht können die in [8] vorgestellten Ergebnisse voll und ganz bestätigt werden.

## Ausblick

Zum Zeitpunkt des Vortrages wird die Auswertung der in der Klausur erbrachten Leistungen und eine eventuelle Korrelation mit der Teilnahme an den PA-Sitzungen vorliegen. Falls keine Verschlechterung vorliegt, ist geplant, die Sitzungen für alle Züge des Studiengangs anzubieten. Dann kann auch die Klausur stärker als bisher auf die Lernziele hin ausgerichtet und die Prüfungsrelevanz der PA-Sitzungen vermittelt werden. Die Implementierung einer einzelnen Sitzung in verwandte Fächer anderer Studiengänge ist ebenfalls angedacht.

Verbesserungspotential in der Umsetzung wird vor allem im Bereich Vorbereitung der Dokumentation in Mahara gesehen. Neben der Einführung einer aktualisierten Version mit höherem Nutzkomfort sollen auch strukturierte Vorlagen zu den einzelnen Sitzungen angelegt werden.

Bezogen auf die Inhalte können die globalen und gesellschaftlichen Aspekte der Produktentwicklung noch deutlich stärker in den Leitfragen berücksichtigt werden. Ein weiterer Aspekt, der ausgebaut werden soll, ist die praktische Nutzung der Maschinen und deren Bewertung. Ebenso soll die experimentelle Messung des Ausgangsdrehmoments realisiert werden.

Abb. 1–6: Verteilung der Bewertungen

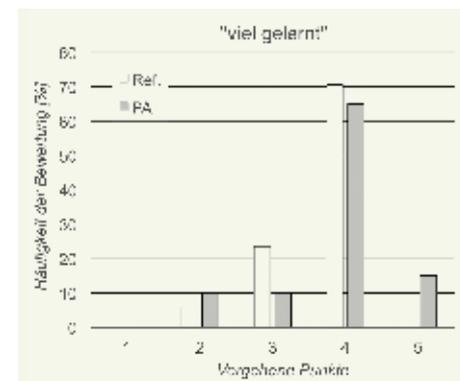
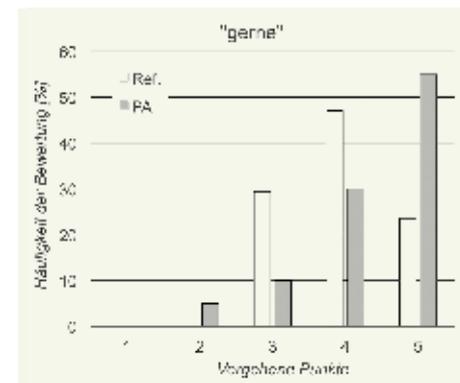
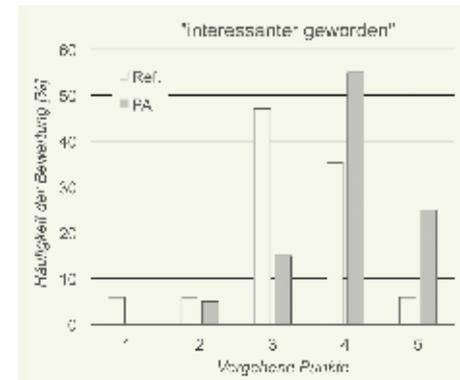
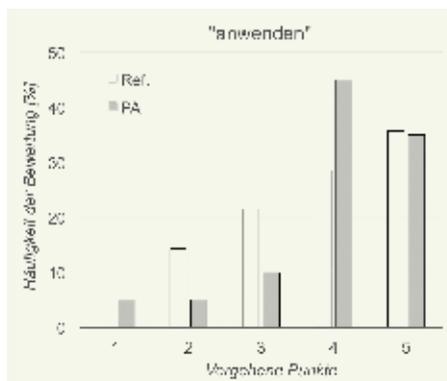
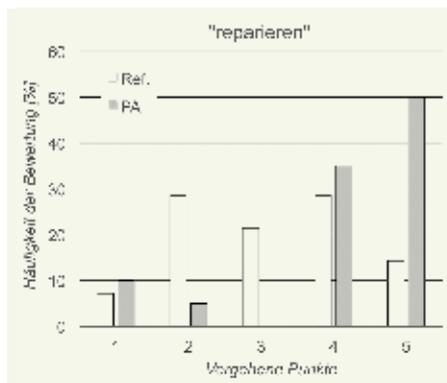
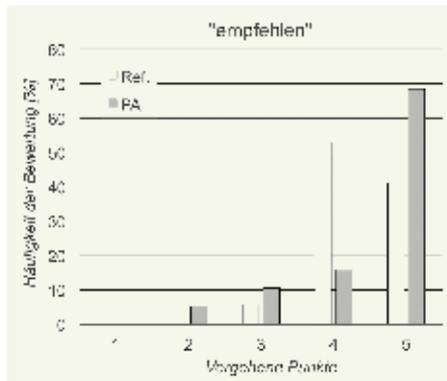


Abb. 1–6: Verteilung der Bewertungen



## Danksagung

Die Maßnahme wurde durch das an der Hochschule München neu eingeführte Förderprogramm qualiFIVE ermöglicht. Der Autor dankt dem Auswahlkomitee und dem Fakultätsrat für die freundliche Unterstützung.

## Literatur

- [1] Sheppard, S. D., 1992a, "Mechanical Dissection: An Experience in How Things Work", Proceedings of the Engineering Education Conference: Curriculum Innovation & Integration, Santa Barbara, CA.
- [2] Lamancusa, J. et al, 1996, "Learning Engineering by Product Dissection", ASEE Conference, Washington DC.
- [3] Carlson, B., Schoch, P., Kalsher, M. and Racicot, B., 1997, "A Motivational First-Year Electronics Lab Course", ASEE Journal of Engineering Education, 86(4), 357–362.
- [4] Otto, K. N. and Wood, K. L., 2001, Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.
- [5] Ulrich, K.T., and Pearson, S., 1998, "Assessing the Importance of Design through Product Archaeology", Management Science, 44(3), 352–369.
- [6] Simpson, T. et al., 2011, "From Product Dissection to Product Archaeology: Exposing Students to Global, Economic, Environmental, and Societal Impact through Competitive and Collaborative 'Digs' ", Proceedings of the ASME 2011 IDETC/CIE, Washington DC.
- [7] McKenna, A., Kremer, G.E.O., and Moore-Russo, D., 2013, "Product Dissection and Beyond", ASEE Advances in Engineering Education, Summer 2013.
- [8] Kremer, G.E.O., Simpson, T.W, and Ashour, O.M., 2013, "An Exploration of the Effectiveness of Product Archeology in an Undergraduate Engineering Curriculum: What can a Five-Hour Curriculum Do?", ASEE Advances in Engineering Education, Summer 2013.
- [9] Hubbard, T., Doman, D., and Arthur, C., 2011, "A Mechanical Dissection Laboratory using KitchenAid Mixers", Proceedings of the 2nd Annual CEEA Conference, Newfoundland.
- [10] <https://mahara.org/> [zuletzt aufgerufen am 1.7.2015].

# Tutorenausbildung mittels Rollenspiel und Videoanalyse für das LearnING Center, einen Lernraum an der TUHH

Dion Timmermann, Alette Winter, Christian Kautz  
Technische Universität Hamburg-Harburg  
E-Mail: dion.timmermann@tuhh.de

## Einführung

Um das studentische Selbststudium zu fördern, bieten viele Universitäten Lernzentren an, in denen Studierende beim Vor- und Nachbereiten von Veranstaltungen Unterstützung durch studentische Tutoren<sup>1</sup> erhalten. Diese Angebote beziehen sich oft auf einen Studiengang oder ein Studienfach. Im Gegensatz dazu wurde an der TU Hamburg-Harburg (TUHH) mit dem LearnING Center ein Lernzentrum für die gesamte Universität geschaffen, in dem Studierende aller Studienrichtungen lernen können. Um den Studierenden eine möglichst große zeitliche Flexibilität zu bieten, leisten die Tutoren des LearnING Centers Unterstützung in allen Grundlagenfächern.

Folglich müssen die Tutoren des LearnING Centers in der Lage sein, Studierenden in einer Vielzahl von ingenieurwissenschaftlichen Fächern zu helfen. Die Fragen der Studierenden beziehen sich auf Vorlesungen verschiedener Disziplinen und Semester und sind somit kaum vorherzusehen. Dies macht es den Tutoren unmöglich, sich inhaltlich auf ihre Arbeit vorzubereiten und stellt sie vor eine Herausforderung, die selbst erfahrene Lehrende nicht leicht meistern. Um sie auf ihre Arbeit im LearnING Center vorzubereiten, haben wir ein Schulungsprogramm entwickelt, das die Tutoren gezielt auf den Dialog mit Studierenden zu unbekanntem Themen vorbereitet und Fragetechniken wie den sokratischen Dialog betont. Um das Selbstvertrauen der Tutoren zu stärken und ihnen zu ermöglichen, das neu Gelernte sofort zu üben, enthält die Schulung zudem Rollenspielelemente und Videoanalysen.

Nach einer Beschreibung des Konzepts des LearnING Centers wird dieser Artikel das Schulungsprogramm im Detail vorstellen.

<sup>1</sup> Bei dem Wort „Tutoren“ handelt es sich hier und im Folgenden stets um das generische Maskulinum – also sowohl Tutorinnen als auch Tutoren. Leider gibt es für dieses Wort keine übliche, geschlechterneutrale Alternative. Aufgrund der Lesbarkeit haben wir uns gegen eine explizite Nennung beider Geschlechter entschieden. Aus gleichem Grund nennen wir bei Beispielen jeweils nur ein Geschlecht.

**Abb. 1: Studierende und Tutor (in blauem T-Shirt) im LearnING Center**



## Das Konzept des LearnING Centers

Um Studierenden mit unterschiedlichen Stundenplänen die Möglichkeit zu geben, das LearnING Center zu nutzen, öffnet es, bevor die ersten regulären Vorlesungen beginnen und schließt, nachdem die letzten regulären Vorlesungen enden. In der Woche ist das LearnING Center somit 65 Stunden geöffnet. Es bietet Platz für ca. 60 Studierende, die dort 28 Stunden in der Woche von Tutoren betreut werden. Die Tutoren sind zu den Zeiten anwesend, zu denen die meisten Studierenden auf dem Campus sind. Sofern die Tutoren nicht z. B. mit einem Studenten im Gespräch sind, achten sie darauf, erkennbar und ansprechbar zu sein. Jeder Tutor kann jeweils zu allen im Grundstudium unterrichteten Fächern konsultiert werden.

Die Studierenden im LearnING Center werden von studentischen Tutoren betreut. Zwar verfügen wissenschaftliche Mitarbeiter in der Regel über eine umfassendere Ausbildung,

allerdings sind studentische Tutoren näher an den Studierenden und ihrer Situation und können somit eher mit ihnen auf Augenhöhe sprechen. Da die Tutoren den Studierenden nicht Lösungswege vorgeben, sondern ihnen beim Entwickeln eigener Lösungsansätze helfen sollen, ist uns eine gute Kommunikation zwischen Studierenden und den Tutoren im LearnING Center wichtiger als ein besonders tiefes und breites Fachwissen.

Die Tutoren helfen den Studierenden beim Lösen von Fachfragen sowie beim Erarbeiten von Lösungen zu Übungsaufgaben. Obwohl wir unter den Bewerbern speziell nach Kandidaten suchen, die in mehreren Fächern stark sind, erwarten wir nicht, dass unsere Tutoren sofort die Lösung jedes beliebigen Problems kennen oder finden. Im Gegensatz dazu sollen sie den Studierenden durch sorgfältig gestellte Fragen helfen, sich selbst Lösungen zu erarbeiten. Unserer Erfahrung nach ist dies mit etwas Übung auch dann möglich, wenn man als Fragender nur über begrenztes Fachwissen verfügt. Da die meisten Tutoren in ihrem Studium vor allem fachlich ausgebildet werden, bieten wir allen Tutoren vor Beginn jedes Semesters eine Schulung, die sie auf ihre Rolle im LearnING Center vorbereiten soll.

## Das Schulungskonzept des LearnING Centers

Um die Tutoren auf ihre Arbeit im LearnING Center vorzubereiten, haben wir ein spezielles Schulungskonzept entwickelt. Dieses enthält u. a. Rollenspielelemente und Videoanalysen. In der halbjährlich stattfindenden Schulung wird besonderer Wert auf die Interaktion zwischen Studierenden und Tutoren gelegt, wobei die Tutoren den Studierenden nie Lösungen zu Aufgaben geben, sondern „Hilfe zur Selbsthilfe“ leisten sollen. Die Schulung umfasst 9 Zeitstunden, die auf zwei Tage aufgeteilt sind.

## Übersicht

Da im Rahmen der Schulung die Tutoren sehr eng miteinander arbeiten und viel über ihre Stärken und Schwächen sprechen, wollen wir sicherstellen, dass eine gute, vertrauensvolle Atmosphäre herrscht. Um dies zu unterstützen, beginnen beide Schulungstage mit Kennenlernübungen, die das Gruppengefühl stärken und Hemmschwellen abbauen sollen.

Das erste Drittel der Schulung beschäftigt sich mit dem theoretischen Hintergrund und den Zielen des LearnING Centers. Hierbei erhalten die erfahrenen Tutoren Gelegenheit, ihr Wissen an „die Neuen“ weiterzugeben. Zusätzlich werden Inhalte zum didaktischen Hintergrund erarbeitet. Themen sind z. B. die Technik des sokratischen Dialogs oder auch Kompetenzen von Lehrenden. Hierbei wird darauf geachtet, dass die Tutoren das neu Erlernte mit ihrem bisherigen Wissen und ihren Ansichten abgleichen.

Die folgenden Teile der Schulung beinhalten Videoanalyse und Rollenspiel, die zusammen ca. ein Drittel der Schulungszeit ausmachen, sowie eine Selbstreflexions- und Feedbackphase, die ca. das letzte Drittel der Schulung ausmacht. Diese Teile der Schulung werden in den folgenden Abschnitten im Detail beschrieben.

## Videoanalyse

Das Ziel der Videoanalyse ist es, den Tutoren Ideen zu geben, wie ein Gespräch in Form des sokratischen Dialogs aussehen kann. Außerdem führt es sie an die kritische Analyse der Tutorenarbeit heran. Die Videoanalyse wird mittels der Think-Pair-Share-Methode bearbeitet, die aus drei Phasen besteht:

In der ersten Phase (Think) erhält jeder Tutor einen Tablet-PC, auf dem sich die Videoaufzeichnung eines für das LearnING Center typischen Gesprächs befindet. In dem ca. zehnmütigen Video sieht man einen Tutor mit einem Studenten sprechen. Zunächst zeigt der Student dem Tutor eine Aufgabe, die er nicht lösen kann. Danach stellt der Tutor dem Studenten Fragen, um ihm bei der Lösungsfindung zu helfen. Die Aufgabe der Tutoren in der Schulung ist es, die Leistung des Tutors im Video zu bewerten. Um ihre Arbeit zu erleichtern, erhalten die Tutoren eine Kopie der Aufgabe und ein Transkript des Gesprächs. Da jeder Tutor einen Tablet-PC nutzt, kann das Video bei Bedarf pausiert werden. Durch das Transkript ist es leicht, Stellen im Video wieder zu finden. Zur Bewertung des Tutors im Video nutzen die Tutoren einen Beobachtungsbogen.

Der Beobachtungsbogen listet 20 Kriterien guter Tutorenarbeit, die entweder als erfüllt oder nicht erfüllt markiert werden können. Beispiele hierfür sind angemessene Körperhaltung und -sprache, ob der Tutor hauptsächlich den sokratischen Dialog nutzt oder ob er den Studierenden hilft, selbst Lösungen zu finden. Der Beobachtungsbogen wurde im Rahmen eines vorherigen Durchgangs der Schulung von Tutoren erstellt.

In der zweiten Phase (Pair) sollen die Tutoren sich paarweise auf eine Bewertung des Tutors im Video einigen. Das Ziel dieser Übung ist es, einen Dialog über verschiedene

mögliche Herangehensweisen im Gespräch mit Studierenden zu beginnen. Hierbei sollen die Schulungsteilnehmer erkennen, dass es selten eine „richtige“ Herangehensweise gibt und auch die Tutoren in den Beispielvideos Fehler machen.

In der dritten Phase (Share) sollen sich die Tutoren über den Beobachtungsbogen austauschen und in der Gruppe mögliche Änderungsvorschläge beschließen. Diese werden von uns notiert und während der darauf folgenden Mittagspause umgesetzt. Hierdurch soll erreicht werden, dass die Tutoren sich mit den Kriterien im Beobachtungsbogen identifizieren. Sie sollen die Kriterien als relevant empfinden, wenn sie später selbst nach diesem Bogen bewertet werden. Der überarbeitete Beobachtungsbogen wird in der nächsten Iteration der Schulung erneut zur Videoanalyse verwendet und anschließend zur erneuten Überarbeitung in die Gruppe gegeben.

### Rollenspiel

Im Rollenspiel haben die Tutoren die Möglichkeit ihre Rolle im LearnING Center zu erproben und andere Tutoren bei ihrer Arbeit zu beobachten. Es bildet einen wichtigen Teil des Erfahrungsaustauschs. Jedes Rollenspiel dauert ca. 12 Minuten und wird auf Video aufgezeichnet. Dieses Video wird in der Feedbackphase verwendet.

Das Rollenspiel soll die Situation im LearnING Center möglichst realistisch wiedergeben. Es simuliert ein Gespräch zwischen einem Tutor und einem Studenten. Für die Rolle des Studenten werden Studierende des ersten Semesters um ihre Mitarbeit gebeten. Sie konfrontieren die Tutoren mit Aufgaben, die sie selbst nicht vollständig lösen können oder nicht verstanden haben. Unserer Erfahrung nach führt dies zu sehr realistischen Fragen der Studierenden. Bisher ist es uns nicht gelungen, das Nicht-Verstehen einer Aufgabe oder eines Themas in solch einem Rollenspiel angemessen zu simulieren.

Während ein Tutor mit einem Studenten spricht, wird er von zwei anderen Tutoren beobachtet. Diese füllen dabei den zuvor überarbeiteten Beobachtungsbogen aus. Das Gespräch wird zusätzlich auf Video aufgezeichnet, um den Teilnehmern die Gelegenheit zu bieten, sich später selbst einschätzen zu können. Wir achten darauf, dass die erfahrenen Tutoren als erste das Rollenspiel machen und so von den unerfahreneren Tutoren beobachtet werden können.

Direkt nach jedem Rollenspiel gibt der Student eine kurze Rückmeldung an den Tutor. Dies hat zwei Vorteile: Einerseits muss der Student so beim letzten Teil der Schulung, der erst wenige Tage später stattfindet, nicht anwesend sein, andererseits erhalten die Tutoren so bereits zeitnah etwas Feedback und müssen nicht bis zum nächsten Teil der Schulung, der an einem anderen Tag stattfindet, warten.

**Abb. 2: Rollenspiel: Tutor (hinten links) im Gespräch mit Student (hinten rechts). Beobachtende Tutoren vorne links.**



## Selbstreflexion und Feedback

Das letzte Drittel der Schulung gliedert sich in zwei Phasen. In der Selbstreflexionsphase betrachten die Tutoren ihre eigenen Handlungen und Aussagen im Rollenspiel kritisch. In der Feedbackphase geben sich die Tutoren gegenseitig Rückmeldungen zu ihrem Verhalten im Rollenspiel. Dieses letzte Drittel der Schulung war nicht von Anfang an ein Bestandteil des Schulungskonzepts. Wir haben diesen Teil hinzugefügt, da wir einerseits den Eindruck hatten, dass die Videoanalyse des eigenen Rollenspiels und das gegenseitige ausführliche Feedback die Tutoren in ihrer Weiterentwicklung unterstützt, und andererseits sicherstellen wollten, dass die Selbstreflexion auch stattfindet. Wir fördern somit auch die kritische Auseinandersetzung mit der eigenen Arbeit, was wir als ein wichtiges Ziel der Schulung betrachten.

Die Selbstreflexionsphase ist ähnlich aufgebaut wie die Videoanalyse. Die Tutoren betrachten jeweils die Videoaufzeichnung ihres Rollenspiels und füllen dabei den Beobachtungsbogen aus. Ihre Reflexion wird dabei durch die folgenden Leitfragen unterstützt, wobei sie anschließend ihr Ergebnis in der Feedbackphase präsentieren sollen.

In der Feedbackphase nennt jeder Tutor der Gruppe, was ihm positiv an sich im Rollenspiel aufgefallen ist und über welche Aspekte er sich unsicher ist. Hierzu zeigt er der Gruppe einen dreiminütigen Ausschnitt aus seinem Rollenspiel. Die Gruppe gibt dann ihre Einschätzung zu den genannten Aspekten. Insgesamt wird jeder dreiminütige Ausschnitt ca. 10 bis 15 Minuten lang diskutiert. Hierbei werden oft auch allgemeingültige Aussagen getroffen oder konkrete Tipps von den Tutoren oder den Schulungsleitern gegeben.

In der Feedbackphase wird sehr strikt darauf geachtet, dass vorher vorgestellte Feedbackregeln eingehalten werden. Diese verlangen, dass zuerst etwas Positives über die angesprochene Person gesagt wird und Kritik immer mit einem konkreten Verbesserungsvorschlag verbunden ist. Während es den Tutoren in der Regel leicht fällt, die Regeln beim Bewerten Anderer anzuwenden, nennen einige erst nach einer konkreten Aufforderung etwas Positives über sich selbst. Wir bestehen auch bei diesen Selbsteinschätzungen auf den Feedbackregeln, da wir es für sehr wichtig halten, dass die Tutoren mit positiven Beobachtungen über sich selbst aus der Schulung gehen.

## Ergebnisse und Zusammenfassung

Die Schulung, die in den letzten zwei Jahren kontinuierlich weiterentwickelt wurde, wird von den Tutoren als sehr hilfreich bewertet. Das Rollenspiel und anschließende Feedback wird von den neuen Tutoren als positiv bewertet, da sie so das Vorgehen der Anderen beobachten können. Die Tutoren, die bereits vor der Schulung im LearnING Center arbeiten, schätzen diesen Teil der Schulung auch, da sie daran ihre eigene Entwicklung beobachten können. Basierend auf der ansteigenden Nutzung des LearnING Centers und der Rückmeldung der Studierenden können wir davon ausgehen, dass die Tutoren gut auf ihre Arbeit vorbereitet sind.

# Auswirkung verschiedener Lehrformate auf das konzeptionelle Verständnis im Fach Statik

Julie Direnga, Andrea Brose, Christian Kautz  
Zentrum für Lehre und Lernen, Technische Universität Hamburg-Harburg  
E-Mail: julie.direnga@tuhh.de

## Einleitung

Konzeptionelles Verständnis ist eine Voraussetzung für das Erkennen von Zusammenhängen und somit insbesondere für alle Grundlagenfächer der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge ein wichtiges Ziel. Seit 2005 erheben wir Daten mittels Diagnostiktests zum konzeptionellen Verständnis von Studierenden einer Statik-Lehrveranstaltung an der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH). In diesem Zeitraum wurden in die bislang traditionellen Vorlesungen und Übungen interaktive Lehrformate eingeführt. Die erhobenen Daten zeigen, dass diese zu einer Verbesserung des konzeptionellen Verständnisses geführt haben.

## Kontext der Untersuchung

An der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) wird Statik im ersten Studienjahr als Teil der einführenden Mechanik-Lehrveranstaltungen gelehrt. Die größte dieser Veranstaltungen wird heute von circa 600 Studierenden besucht. Das in Großveranstaltungen vorherrschende Format bestehend aus Vorlesung (VL), gegebenenfalls Hörsaalübung (HÜ) und Übungen in kleineren Gruppen (GÜ) wurde hier traditionell eingesetzt. In vier der letzten zehn Jahren wurden in der Lehrveranstaltung jedoch zusätzlich interaktive Lehrformate eingesetzt. Zum einen handelt es sich hierbei um den Einsatz von sogenannten **Tutorials** [1], [2]. Dies sind Arbeitsblätter mit überwiegend qualitativen Fragestellungen, die auf bekannte, fachliche Fehlvorstellungen Studierender eingehen und in Gruppenarbeit während der kleinen Übungen von den Studierenden unter Begleitung von geschulten Tutorinnen und Tutoren bearbeitet werden. Zum anderen wurde die Veranstaltung durch Elemente des **Just-in-Time-Teaching (JiTT)** [3] ergänzt.

Tab. 1 Übersicht über die Rahmenbedingungen und Kennlinienparameter der Kohorten. N beschreibt die Anzahl der Studierenden, die sowohl am Eingangstest als auch am Ausgangstest teilgenommen haben. w ist der Wert der Regressionskennlinie bei 50 % Eingangstest-Leistung und m die entsprechende Steigung.

Kohorte	Lehrformat	Umfang (Stoff/SWS)	Dozent	Semester	Abschluss	N	w [%]	m
1	Trad.	S+E (4VL+1HÜ+2GÜ)	A	Winter	Dipl.-Ing.	136	42,5	0,41
2	Trad.	S+E (4VL+1HÜ+2GÜ)	B	Winter	Dipl.-Ing.	61	35,6	0,29
3	Trad.	S+E (4VL+1HÜ+2GÜ)	A	Sommer	B.Sc.	123	33,3	0,30
4	Trad.	S+E (4VL+1HÜ+2GÜ)	B	Sommer	B.Sc.	227	30,2	0,34
5 a b	Trad. + Tut.	S (2VL+0HÜ+2GÜ)	B	Winter	B.Sc.	305 369	44,4	0,44
6 a b	Trad. + Tut. + JiTT	S (2VL+0HÜ+2GÜ)	A	Winter	B.Sc.	465 363	46,2	0,48
7	Trad.	S (2VL+1HÜ+2GÜ)	C	Winter	B.Sc.	247	33,3	0,33

Im Zuge des Wechsels von Diplomstudiengängen zu Bachelor- und Masterstudiengängen wurde die einführende Mechanik-Lehrveranstaltung, welche sowohl Statik (S) als auch Elastostatik (E) behandelte und insgesamt 4VL + 1HÜ + 2GÜ umfasste, in das zweite Semester verschoben. Zwei Jahre später wurde Statik allein mit 2VL + 2GÜ wieder im ersten Semester gelehrt. Elastostatik (ebenfalls 2VL + 2GÜ) verblieb jedoch im zweiten Semester, wodurch das Mechanik-Curriculum zeitlich entspannt wurde und eine zusätzliche GÜ zur Verfügung stand, während eine HÜ entfiel. Später wurde wieder eine Hörsaalübung in die Lehrveranstaltung integriert. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht.

## Untersuchungsmethoden

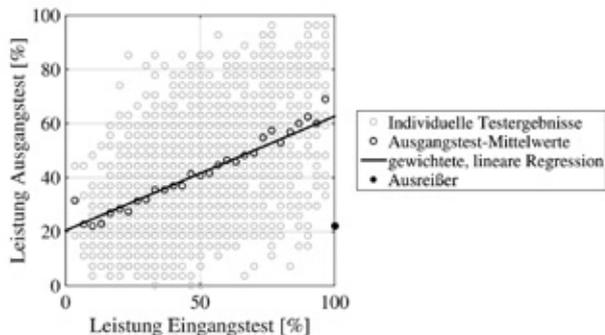
### Testinstrumente

Seit nunmehr zehn Jahren führen wir kontinuierlich Lernzuwachsmessungen im Fachgebiet Statik durch. Als sogenannter Eingangstest zu Beginn des Semesters wird das **Force Concept Inventory (FCI)** [4] verwendet. Hierbei handelt es sich um einen Multiple-Choice-Test, der das konzeptionelle Verständnis der Newton'schen Gesetze prüft, und dessen

alternative Antwortmöglichkeiten (Distraktoren) auf weit verbreiteten Fehlvorstellungen basieren. Als sogenannter Ausgangstest am Ende des Semesters dient das **Statics Concept Inventory (SCI)** [5], welches heute auch unter dem Namen **Concept Assessment Tool for Statics (CATS)** bekannt ist und nach Vorbild des FCI entwickelt wurde, jedoch stattdessen auf zentrale Konzepte der Statik ausgerichtet ist.

Der Lernzuwachs wird folglich mit zwei unterschiedlichen Instrumenten gemessen, deren Inhalte sich nicht eins zu eins aufeinander abbilden lassen, d. h. eine klassische Lernzuwachsanalyse [6] ist nicht möglich. Dies, sowie die Tatsache, dass der Ausgangstest schwieriger als der Eingangstest ist, d. h. dass Studierende im Durchschnitt einen geringeren Teil des Ausgangstests richtig beantworten (verglichen mit dem Anteil richtiger Antworten im Eingangstest), erfordert eine spezielle Auswertung zur Interpretation der Ergebnisse. Diese wird im Folgenden kurz vorgestellt. Für eine ausführlichere Beschreibung sei auf [7] verwiesen.

Abb. 1: Gewichtete lineare Regressionsgerade als Auswertungsmethode von Lernzuwachs bei Einsatz von nichtidentischen Eingangs- und Ausgangstests



### Weighted Linear Regression

Abb. 1 zeigt eine grafische Darstellung aller relevanten Testergebnisse unserer Erhebungen. Jeder graue Kreis an einer bestimmten Position steht für mindestens einen Studierenden mit dem entsprechenden Paar von Testergebnissen im Eingangs- und Ausgangstest. Wie häufig diese Kombination von Testergebnissen aufgetreten ist, wird hier nicht dargestellt.

Die auftretenden Testergebnis-Kombinationen sind erkennbar weit gestreut. Legt man den Fokus nicht auf die Leistung individueller Studierender, sondern auf die der gesamten betrachteten Kohorte, können die Ausgangstest-Ergebnisse in Abhängigkeit von den Eingangstest-Ergebnissen gemittelt werden (schwarze Kreise). Hier zeigt sich eine starke Korrelation. Ausreißer treten dabei häufig in den extremen Bereichen der Punkteskalen auf, da die Anzahl der Daten hier gering ist (hier z. B.  $n = 1$  bei 100 % im Eingangstest).

Um den mittleren „Lernzuwachs“ der hier betrachteten Kohorte mithilfe von zwei Kennzahlen zu quantifizieren, werden die Polynomkoeffizienten einer linearen Regressionsgeraden verwendet, d. h. die Steigung  $m$  und in diesem Fall der Wert  $w$  bei 50 % Leistung im Eingangstest.  $w$  gibt dabei Auskunft über das mittlere Leistungsniveau im Ausgangstest, und  $m$  gibt an, wie stark der erwartete Erfolg im Ausgangstest vom Erfolg im Eingangstest abhängt.

Bei der Berechnung dieser Kennlinie wird die statistische Sicherheit eines Ausgangstest-Mittelwerts durch die Häufigkeit eines Eingangstest-Ergebnisses (die Anzahl der Werte aus denen der Mittelwert gebildet wurde) berücksichtigt. Somit handelt es sich um eine gewichtete Regressionsgerade. Die statistische Genauigkeit hängt stark von der Anzahl der Messpunkte N ab.

Im folgenden Abschnitt werden wir die Kennlinien verschiedener Datensätze unterschiedlicher Lehrformate qualitativ und quantitativ miteinander vergleichen. Neben unterschiedlichen Lehrformaten können selbstverständlich weitere bekannte und unbekannte Faktoren die Messergebnisse beeinflussen. Bekannte Faktoren, welche sich über die Jahre geändert haben, sind die Dozentin/der Dozent<sup>1</sup>, das Semester und der angestrebte Abschluss. Letzterer hat Einfluss auf den Studienplan. Dies ist hier möglicherweise ein Störfaktor, da im Diplom-Studium im ersten Semester zusätzlich Physik belegt wurde, welches zum Teil Mechanik beinhaltet. Das Semester ist ein potenzieller Störfaktor, da im zweiten Semester die Arbeitslast höher ist als im ersten Semester, da bspw. die sehr zeitaufwendige Lehrveranstaltung „Konstruktionsprojekt“ im zweiten Semester absolviert werden muss. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht<sup>2</sup>.

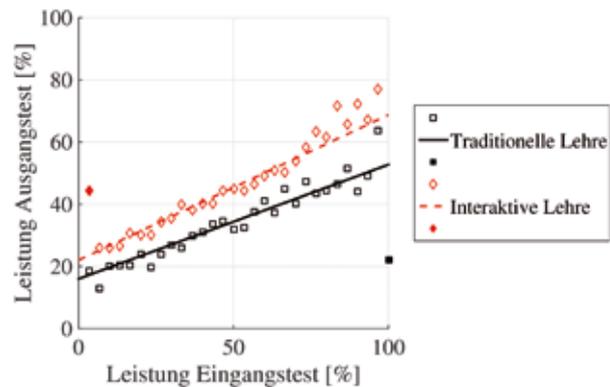
## Ergebnisse

### Traditionelle vs. interaktive Lehre

Fasst man unter Vernachlässigung der o. g. weiteren Faktoren alle Datensätze der Kohorten zusammen, die interaktive Lehre erfahren haben, und vergleicht die resultierende Kennlinie mit den Daten der Kohorten ohne interaktive Lehrformate, wird ein deutlicher Unterschied erkennbar (s. Abb. 2).

Der Einsatz von interaktiven Lehrformaten hebt den Erwartungswert des Ausgangstests für alle Studierenden an. Dabei scheinen Studierende mit hohem Eingangstest-Ergebnis noch ein wenig mehr zu profitieren als Studierende mit niedrigem Eingangstest-Ergebnis.

Abb. 2: Kennlinienvergleich zwischen Lehre mit interaktiven Elementen und rein traditioneller Lehre



<sup>1</sup> Da in unseren Erhebungen keine Dozentinnen vertreten sind, werden wir uns im Folgenden nur auf die männliche Form beziehen.

<sup>2</sup> Die Zeilen mit interaktiven Lehrformaten beschreiben jeweils zwei Jahre. Diese unterscheiden sich jedoch innerhalb der hier genannten Faktoren nur in der Anzahl der Messwerte N und werden daher zusammengefasst.

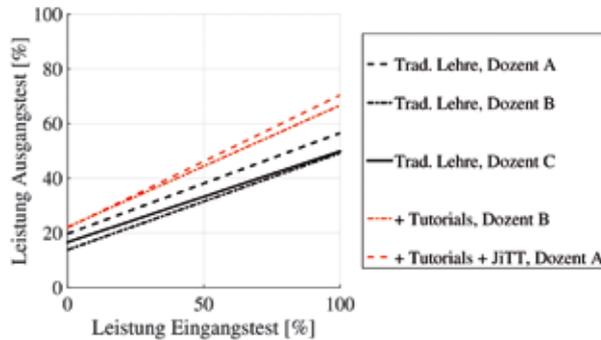
### Einfluss von JiTT/Verschiedene Dozenten

Um zu untersuchen, welchen Einfluss der zusätzliche Einsatz von JiTT hat, betrachten wir die Datensätze der Kohorten, welche JiTT zusätzlich zu den Tutorials erfahren haben, getrennt von denjenigen, die kein JiTT erfahren haben (s. Abb. 3). Da lediglich Dozent A JiTT eingesetzt hat, betrachten wir auch die Datensätze mit traditioneller Lehre getrennt nach Dozenten, um einen möglichen Einfluss durch diesen Faktor erkennen zu können. Aus

Abb. 3 wird deutlich, dass die Kohorten von Dozent A sowohl innerhalb der Kategorie interaktive Lehre als auch innerhalb der Kategorie traditionelle Lehre im Vergleich die höchsten Werte von  $w$  und  $m$  aufweisen.

Betrachten wir zunächst die Daten der Kohorten, die interaktive Lehre genossen haben, bedeutet dies, dass der Einsatz von JiTT durch Dozent A zusätzlich zu Tutorials im Vergleich zum alleinigen Einsatz von Tutorials (zusätzlich zu traditionellen Vorlesungen und Übungen) durch Dozent B einen leicht höheren erwarteten Lernzuwachs für Studierende mit hoher Eingangstest-Leistung bewirkt, während Studierende mit niedriger Eingangstest-Leistung weder davon profitieren noch benachteiligt werden. Die Frage, ob der Unterschied eher auf JiTT oder auf den Dozenten zurückzuführen ist, lässt sich an dieser Stelle nicht beantworten.

**Abb. 3: Vergleich der Kennlinien, aufgeschlüsselt nach Lehrformat und Dozent**



### Andere Störfaktoren

Die Kennlinien der traditionellen Lehre liegen alle unterhalb der Kennlinien der interaktiven Lehre. Jedoch sind hier zum Teil starke Unterschiede zwischen Dozent A und den Dozenten B und C zu erkennen – ein eher unerwartetes Ergebnis ([8], [9]). Möglicherweise resultieren diese Unterschiede aus anderen Störfaktoren. Im Gegensatz zur Kategorie der interaktiven Lehre gibt es nämlich innerhalb der traditionellen Lehre noch weitere bekannte Faktoren bzgl. derer sich die Datensätze unterscheiden (s. Tab. 1), und zwar sowohl im Faktor „Semester“ als auch in „Abschluss“. Vergleicht man diese bei gleichem Dozenten, so zeigt sich, dass sowohl für Dozent A als auch für Dozent B das durchschnittliche Leistungsniveau im Ausgangstest (vgl.  $w$  in Tab. 1) im Winter/Diplom deutlich größer ist als im Sommer/Bachelor.

Welcher Faktor nun eher für den Effekt verantwortlich ist, lässt sich anhand der vorliegenden Daten nicht sagen, da nicht alle möglichen Faktor-Kombinationen im Datensatz vorhanden sind.

Abb. 4 zeigt, inwiefern sich die Kennlinien der traditionellen Lehre der Dozenten A und B unterscheiden, je nachdem ob man auf die Winter/Diplom- oder die Sommer/Bachelor-Kohorten schaut.

Im folgenden Abschnitt werden mögliche Ursachen für diese Unterschiede diskutiert.

## Diskussion und Zusammenfassung

Es wurde zunächst – unter Vernachlässigung von Störfaktoren – das Ausgangstest-Leistungsniveau der Kohorten mit interaktiver Lehre und mit traditioneller Lehre verglichen. Um den Einfluss von JiTT zu beurteilen wurde der potenzielle Störfaktor „Dozent“ untersucht, bevor die potenziellen Störfaktoren „Semester“ und „Abschluss“ analysiert wurden.

Wir werden zunächst den Einfluss der Störfaktoren diskutieren und abschließend auf den Effekt der interaktiven Elemente in der Lehre eingehen.

Es wurde gezeigt, dass die Kennlinien der Kohorten 1 und 3 (traditionell, Dozent A) bzw. 2 und 4 (traditionell, Dozent B) sich stark unterscheiden und dass im Vergleich stets die Winter/Diplom-Kohorte das höhere mittlere Leistungsniveau aufweist. Dafür gibt es zwei plausible Erklärungen:

- (1) Eine im zweiten Semester gesteigerte Mehrbelastung durch andere Fächer führt zu einer reduzierten Ausgangstest-Leistung im Sommersemester.
- (2) Die parallele Physik-Lehrveranstaltung im ersten Semester des Diplom-Studienplans hat positiven Einfluss auf die Ausgangstest-Leistung im Wintersemester.

Die Erklärungen schließen sich nicht gegenseitig aus und könnten daher beide zu dem beobachteten Effekt beitragen. Daher stellen wir vier Hypothesen auf:

**Hypothese 1:** Die Mehrbelastung im Sommersemester hat einen wesentlichen Einfluss, während die Physik-Lehrveranstaltung keinen wesentlichen Einfluss hat. Kohorten 3 und 4 sind folglich aus dem Vergleich auszuschließen.

**Hypothese 2:** Die Physik-Lehrveranstaltung hat einen wesentlichen Einfluss, während die Mehrbelastung im Sommersemester keinen wesentlichen Einfluss hat. Kohorten 1 und 2 sind folglich aus dem Vergleich auszuschließen.

**Abb. 4:** Einfluss der Faktoren „Semester“ und „Abschluss“. Werden die Daten aus den Sommersemestern ausgeschlossen (links) ergibt sich ein anderes Bild als wenn die Daten der Diplom-Kohorten unberücksichtigt bleiben (rechts).

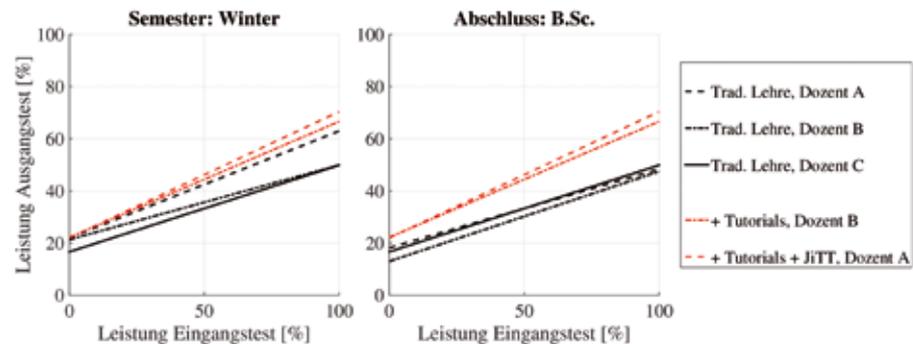
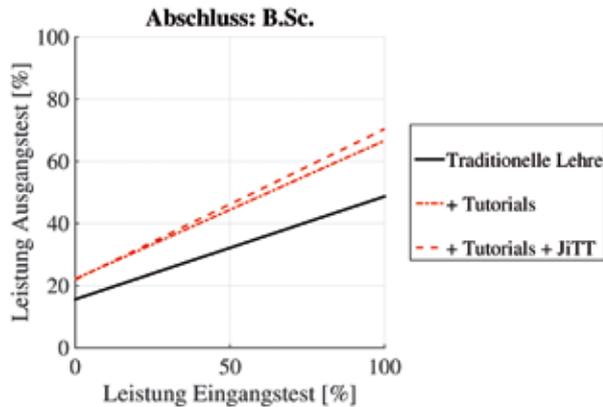


Abb. 5: Vergleich der Kennlinien verschiedener Lehrformate unter Ausschluss der Kohorten mit Physik im ersten Semester



**Hypothese 3:** Beide Erklärungen haben gleichermaßen einen wesentlichen Einfluss.

**Hypothese 4:** Beide Erklärungen haben keinen wesentlichen Einfluss.

Sowohl Hypothese 3 als auch Hypothese 4 lassen keine weitere Analyse auf Basis der hier vorliegenden Daten zu. Unter der Voraussetzung, dass wir allein Hypothese 2 als wahr annehmen und somit die Daten der Diplom-Kohorten für den Lehrmethoden-Vergleich ausschließen, zeigt sich, dass der Dozent keinen signifikanten Einfluss auf die durchschnittliche Ausgangstest-Leistung hat. Somit ergeben sich die folgenden Kenngrößen für die drei betrachteten Lehrformate (s. auch Abb. 5).

Erste statistische Untersuchungen basierend auf empirischen Fehlerabschätzungen und dem t-Test-Prinzip weisen darauf hin, dass es sich hierbei mit großer Wahrscheinlichkeit nicht um zufällige Abweichungen handelt. Dies gilt auch für die beiden Kennlinien der interaktiven Lehre, obwohl diese näher beieinanderliegen als die Kennlinien der

traditionellen Lehre (Dozent B weicht etwas ab), welche wir oben als gleich annehmen. Dass sich Letztere trotzdem nicht signifikant unterscheiden, ist vor allem der jeweiligen Anzahl an Messdaten  $N$  geschuldet, welche einen großen Einfluss auf die statistische Sicherheit der Kennlinien hat.

Nimmt man wiederum allein Hypothese 1 als wahr an und schließt somit die Daten aus den Sommersemestern aus, zeigt sich beim Lernzuwachs eine große Abhängigkeit vom Dozenten. Die Kennlinien von Dozent A zeigen sowohl mit traditioneller Lehre als auch mit interaktiver Lehre das höchste Ausgangstest-Leistungsniveau, wobei zu beachten ist, dass hier der Einfluss von JiTT zu sehen sein könnte. Daher wäre eine mögliche Schlussfolgerung, dass interaktive Lehre dabei hilft den Einfluss des Faktors „Dozent“ auf den Lernzuwachs zu minimieren.

In Anbetracht anderer Veröffentlichungen ([8], [9]) und eigenen Erfahrungen tendieren wir dazu, Hypothese 2 als wahrscheinlicher anzunehmen als Hypothese 1.

Die Aussage, dass mit den interaktiven Tutorials ein höheres Leistungsniveau im Ausgangstest erreicht werden kann als allein mit traditioneller Lehre lässt sich dabei unabhängig von den o. g. Annahmen treffen.

## Literatur

L. C. McDermott and P. S. Shaffer: „Tutorials in Introductory Physics“, Updated Preliminary 2nd. Prentice Hall, 2012.

A. Brose and C. Kautz: “Research on student understanding as a guide for the development of instructional materials in introductory engineering courses,” in Proceedings of the 3rd International Symposium for Engineering Education, Ireland, 2010.

G. M. Novak, A. Gavrin, E. Patterson, and W. Christian: „Just-in-time teaching: blending active learning with web technology“. Prentice Hall, 1999.

D. Hestenes, M. Wells, and G. Swackhamer: “Force Concept Inventory,” Phys. Teach., vol. 30, no. 3, pp. 141–157, 1992.

P. S. Steif and J. A. Dantzer: “A statics concept inventory: Development and psychometric analysis,” J. Eng. Educ., vol. 94, no. 4, pp. 363–371, 2005.

R. R. Hake: “Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses,” Am. J. Phys., vol. 66, pp. 64–74, 1998.

J. Direnga, D. Timmermann, A. Brose, and C. Kautz: “A statistical method for assessing teaching effectiveness based on non-identical pre-and post-tests,” in Proceedings of the SEFI 2014 Annual Conference, Birmingham, UK, 2014.

P. R. L. Heron: “Effect of lecture instruction on student performance on qualitative questions,” Phys. Rev. Spec. Top. – Phys. Educ. Res., vol. 11, no. 1, Jan. 2015.

C. Kautz: “Probing student understanding of basic concepts and principles in introductory electrical engineering courses,” in Proceedings of the 36th Annual SEFI Conference, Aalborg, 2008.

# Konzeption von Lernzielen und Erfolgsmessung

Veronika Thurner, Axel Böttcher, Kathrin Schlierkamp  
Hochschule München  
E-Mail: veronika.thurner@hm.edu

## Abstract

Viele Lehrende fragen sich, ob ihre eigene Lehre eigentlich erfolgreich ist. Um hier eine sinnvolle Antwort zu finden, muss zunächst klar definiert sein, was erreicht werden soll (Lernziele). Darauf basierend wird die Prüfung so gestaltet, dass sie auf die definierten Lernziele abgestimmt ist und gezielt die in der Lehr-/Lernveranstaltung fokussierten Kompetenzen abprüft.

## Motivation

„Dringe ich mit dem, was ich hier mache, eigentlich durch zu meinen Studierenden?“ ist eine Frage, die sich viele Lehrende immer wieder stellen. Genauer betrachtet umfasst diese Eingangsfrage im Kern zwei weitere Schlüsselfragen:

- Was will ich eigentlich vermitteln?
- Wie messe ich, ob ich das auch erreicht habe?

Abb. 1: Kompetenzebenen nach der Lernzieltaxonomie von Anderson und Bloom



Die erste Frage adressiert die Formulierung von Lernzielen, die zweite neben semesterbegleitenden Feedbackinstrumenten insbesondere die Gestaltung der Prüfung am Semesterende.

Fachliche Lernziele werden kompetenzorientiert definiert. D. h. sie kombinieren einen fachlichen Inhalt mit einer Tätigkeit, die die Nutzung des fachlichen Inhalts auf einer bestimmten Expertise-Ebene widerspiegelt. Beispiele für solche Kompetenzebenen nach der überarbeiteten Lernzieltaxonomie von Anderson und Bloom [1] sind **Wissen**, **Anwenden** oder **Kreieren** von etwas Neuem (s. Abb. 1).

Feedbackinstrumente und Prüfungen, die den Erfolg der eigenen Lehre bzw. den Lernerfolg der Studierenden messen, müssen die Lernziele auf diesen verschiedenen Kompetenzebenen widerspiegeln, im Sinne des Constructive Alignments [2]. Insbesondere gilt es also,

Prüfungen so zu konzipieren, dass sie nicht nur reines Faktenwissen prüfen, sondern abgestimmt auf das Niveau und die Ziele der Veranstaltung auch die Nutzung der fachlichen Inhalte auf höheren Kompetenzebenen.

In diesem Beitrag entwickeln wir exemplarisch für die Lehrveranstaltungen Softwareentwicklung 1 und 2 des Studiengangs Bachelor Wirtschaftsinformatik an der Fakultät für Informatik und Mathematik der Hochschule München ein Konzept zur Gestaltung einer auf die Lernziele abgestimmten kompetenzorientierten Prüfung.

Nach einer kurzen Betrachtung der Ausgangsbasis werden Lernziele definiert. Darauf aufbauend wird ein grobes Konzept zur Erfolgsmessung und Prüfungsgestaltung skizziert.

## Ausgangsbasis für die Lehrveranstaltungen

Die Lehrveranstaltungen Softwareentwicklung 1 und 2 sind in den ersten beiden Semestern des Studiengangs Bachelor Wirtschaftsinformatik angesiedelt. Sie sind jeweils mit 5 ECTS-Punkten gewichtet und umfassen aus Sicht der Studierenden in Summe 4 SWS. Zwei davon finden mit der Gesamtgruppe im Hörsaal statt. Die anderen zwei Stunden sind ein Praktikum, das in Kleingruppen von je 15 bis 20 Studierenden im Labor durchgeführt wird.

Regulär nehmen an der Veranstaltung ca. 50 Studienanfängerinnen und Studienanfänger teil. Dazu kommen ca. 10 Studierende aus höheren Semestern des gleichen Studiengangs als Wiederholer, sowie ca. 5 Studierende aus höheren Semestern anderer (in der Regel nicht-technischer) Studiengänge, die das Fach als Wahlfach oder als Voraussetzung für den Master Wirtschaftsinformatik belegen.

Die Studiengruppe ist somit in vielerlei Hinsicht sehr heterogen, sowohl bzgl. fachlicher Vorkenntnisse als auch in ihrer allgemeinen Studier- und Arbeitserfahrung, sowie der persönlichen Lebenssituation und des sozio-kulturellen Hintergrundes.

In der Veranstaltung werden keinerlei Grundkenntnisse in der Programmierung vorausgesetzt. Wünschenswert ist jedoch eine grundlegende Fingerfertigkeit in der Rechnernutzung, beispielsweise bei der Organisation des Dateisystems oder der Installation benötigter Software. Notwendig sind außerdem die mathematischen Grundrechenarten.

## Lernziele

Die übergreifenden fachlichen Lernziele der gesamten Lehrveranstaltung über beide Semester hinweg sind in [3] definiert. Da die Lernziele für verschiedene programmiersprachliche Konstrukte immer wieder nach dem gleichen Schema ablaufen, wurden diese generisch beschrieben.

Ergänzend werden zu jeder Lehreinheit konkrete Lernziele definiert. Diese sind insbesondere auf dem zugehörigen Aufgabenblatt für das Praktikum explizit ausgewiesen. D. h. zu jeder Übungsaufgabe ist angegeben, welches Thema und welche Kompetenzebene nach der Lernzieltaxonomie von Bloom [1] sie adressiert.

Diese Lernzieltaxonomie und die Bedeutung der einzelnen Stufen werden innerhalb der Lehrveranstaltungen immer wieder gegenüber den Studierenden explizit thematisiert. Dadurch wird greifbarer, welche Anforderungen die einzelnen Aufgaben an den Lösungsprozess und die zugehörigen Antworten stellen.

Ergänzend zu den fachlichen Lernzielen verfolgt die Veranstaltung auch Lernziele zu den folgenden Schlüsselkompetenzen, die für ein informatiknahes Studienfach besonders relevant sind:

- Selbstkompetenz: Selbstreflexion
- Sozialkompetenz: Kritikfähigkeit
- Methodenkompetenzen: Abstraktes Denken, Kritisches Hinterfragen

Je nach Inhalt und Gestaltung einer Lehr-/Lerneinheit kommen diese Schlüsselkompetenzen unterschiedlich intensiv zum Tragen. Wichtig ist, dass in Summe die Anforderungen einer Lehr-/Lerneinheit (incl. Praktikumsaufgabe) nicht zu hoch werden. Entsprechend stehen in den einzelnen Lehr-/Lerneinheiten die verschiedenen Schlüsselkompetenzen mal mehr, mal weniger im Vordergrund.

## Testfälle und Erfolgsmessung

Formal wird der Erfolg der Lehr-/Lerneinheit durch die Prüfung am Semesterende gemessen. Ein Feedback-Zyklus, der sich über ein komplettes Semester erstreckt, ist jedoch viel zu grobgranular, um rechtzeitig Handlungsbedarfe zu erkennen. Entsprechend werden fortlaufend unterschiedliche Feedback-Instrumente eingesetzt. Sie unterscheiden sich unter anderem hinsichtlich des Grades ihrer Formalität, Transienz bzw. Persistenz der Ergebnisse, Anonymität bzw. Personenbezug, sowie dem Aufwand für die Erhebung und Auswertung [4].

Beispiele sind der Blick in die Gesichter, Ergebnisse von Online-Quizzes und natürlich die ganzheitliche Wahrnehmung der Studierenden während der individuellen Betreuung im Praktikum. Das Praktikum ist dabei als zentraler Teil der Lehr-/Lernveranstaltung zu betrachten (und nicht etwa als Prüfung), weil die höheren Kompetenzebenen überhaupt erst mit der umfassenden, aktiven eigenen Auseinandersetzung der Studierenden mit dem Stoff erreicht werden können.

Zur Prüfung am Semesterende dürfen die Studierenden als Hilfsmittel fünf zweiseitig beschriebene Blätter im Format DIN A4 mitnehmen, auf denen sie für sich wichtige Informationen und Beispiele zusammengefasst haben.

Die Prüfung ist abgestimmt auf die kompetenzorientierten Lernziele der Veranstaltung. Deren Fokus liegt in Softwareentwicklung 1 bei den programmiersprachlichen Konstrukten und zu einem großen Teil auf Level 3, Anwenden. Die darunter liegenden Level 1, Erinnern, und Level 2, Verstehen, bilden die Grundlage für diese Ebene. Auch die höheren Kompetenzebenen werden in der Prüfung adressiert, aber in geringerem Maße als Level 3.

Tabelle 1 stellt für Softwareentwicklung 1 die Prozentanteile der einzelnen Kompetenzebenen den Notenstufen der Prüfung gegenüber. Diese Angaben sind als Richtwert zu verstehen. Bei Bedarf ist eine Anpassung möglich.

**Tab. 1: Anteile der Kompetenzebenen an der Klausur für Softwareentwicklung**

Level	Kompetenzebene	Prozentanteil	Punkte	Note	Gesamtprozent
6	Kreieren	5 %	200 – 190	1,0	p >= 90 %
5	Evaluieren	10 %	189 – 180		
			179 – 170	1,3	90 % > p >= 85 %
4	Analysieren	15 %	169 – 160	1,7	85 % > p >= 80 %
			159 – 150	2,0	80 % > p >= 75 %
			149 – 140	2,3	75 % > p >= 70 %
3	Anwenden	50 %	139 – 130	2,7	70 % > p >= 65 %
			129 – 120	3,0	65 % > p >= 60 %
			119 – 110	3,3	60 % > p >= 55 %
			109 – 100	3,7	55 % > p >= 50 %
			99 – 80	4,0	50 % > p >= 40 %
	79 – 40				
2	Verstehen	10 %	39 – 20	5,0	40 % > p >= 0 %
1	Erinnern	10 %	19 – 0		

Die Notenstufe „erfüllt die Erwartungen in vollem Umfang“ (gut, 1,7 bis 2,3) erreicht somit, wer die Lernziele auf den unteren vier Kompetenzebenen sicher beherrscht, während für ein „sehr gut“ auch die Level 5 und 6 erforderlich sind. Die Erfahrung zeigt, dass Programmieranfänger sich üblicher Weise mit den Leveln 5 und 6 schwer tun, vermeintlich Programmiererfahrene dagegen mit den Leveln 1 und 2. Für eine sehr gute Note sind jedoch beide Randbereiche erforderlich.

Der große Umfang von Level 3, Anwenden liegt darin begründet, dass hier eine Vielzahl von unterschiedlichen, teilweise aufeinander aufbauenden programmiersprachlichen Konstrukten beherrscht werden muss, die von ihrer prinzipiellen Komplexität und Kompetenzstufe her jedoch im Wesentlichen vergleichbar sind.

Aufgaben auf Level 3 haben eine eher geringe Komplexität und lassen sich noch recht gut schematisch bzw. regelorientiert lösen. So ist es möglich, sich mit fleißigem Üben gut auf diese Aufgaben vorzubereiten. Damit die Prüfung dennoch eine gewisse Herausforderung darstellt, ist sie so dimensioniert, dass das Anwenden der gelernten Konzepte locker und flott von der Hand gehen muss, um innerhalb des verfügbaren Zeitrahmens bequem fertig zu werden. Es reicht also nicht, mit viel Grübeln und Nachschlagen jeder Kleinigkeit irgendwann mal zu einer korrekten Lösung zu kommen.

**Tab. 2: Anteile der Kompetenzebenen an der Klausur für Softwareentwicklung**

Level	Kompetenzebene	Prozentanteil	Punkte	Note	Gesamtprozent
6	Kreieren	20 % ± 10 %	200 – 180	1,0	p ≥ 90 %
			179 – 170	1,3	90 % > p ≥ 85 %
			169 – 160	1,7	85 % > p ≥ 80 %
5	Evaluieren	15 % ± 5 %	159 – 150	2,0	80 % > p ≥ 75 %
			149 – 140	2,3	75 % > p ≥ 70 %
			139 – 130	2,7	70 % > p ≥ 65 %
4	Analysieren	25 % ± 5 %	129 – 120	3,0	65 % > p ≥ 60 %
			119 – 110	3,3	60 % > p ≥ 55 %
			109 – 100	3,7	55 % > p ≥ 50 %
			99 – 80	4,0	50 % > p ≥ 40 %
3	Anwenden	25 % ± 5 %	79 – 30	5,0	40 % > p ≥ 0 %
2	Verstehen	10 %	29 – 10		
1	Erinnern	5 %	9 – 0		

Als zentrale Hürden der Prüfung im ersten Semester erweisen sich erfahrungsgemäß die erforderliche Sorgfalt und Genauigkeit (sowohl beim Lesen der Angabe als auch beim Erstellen der Lösung), das strukturierte Arbeiten und die Selbsteinschätzung des eigenen Vorbereitungsstandes im Vorfeld der Prüfung. Auch das abstrakte Denken als zentrale Methodenkompetenz in der Informatik ist für viele Erstsemester eine große Herausforderung.

In Softwareentwicklung 2 verschiebt sich der Fokus in Richtung der höheren Kompetenzebenen, was die Prüfung entsprechend widerspiegelt (s. Tab. 2). Das eher schematische Anwenden des

Gelernten reicht nun alleine nicht mehr aus, um die Prüfung erfolgreich zu bestehen. Vielmehr sind jetzt auch Grundzüge der höheren Kompetenzebenen erforderlich.

Die Notenstufe „befriedigend“ entspricht somit in etwa den unteren vier Kompetenzebenen, also bis einschließlich Level 4, Analysieren. Ein „gut“ erfordert zusätzlich mindestens Level 5, Evaluieren, und für eine sehr gute Prüfungsbewertung ist auch das anspruchsvollste Level 6, Kreieren wenigstens noch in Teilen erforderlich.

Im Vergleich zu den unteren drei Kompetenzebenen sind Aufgaben auf den oberen drei Ebenen nicht mehr überwiegend schematisch und regelorientiert lösbar, sondern haben eine erheblich höhere Komplexität. Entsprechend erfordern sie eine intensivere, tiefere Auseinandersetzung mit der Materie und damit auch mehr Bearbeitungszeit. Dadurch wird überhaupt erst der Spielraum geschaffen, der notwendig ist um sich in der erforderlichen Intensität mit der Aufgabenstellung auseinander zu setzen und kreativ eine neue Lösung zu konzipieren. Die grundlegende Fingerfertigkeit in der Verwendung der Programmierkonzepte, die in der Prüfung des ersten Semesters im Vordergrund stand, wird dabei nun als selbstverständlich vorausgesetzt. Gleiches gilt für die Schlüsselkompetenz der Sorgfalt.

In Summe wird die Prüfung des zweiten Semesters also vom Seitenvolumen her kürzer, dafür aber schwieriger. Sie spiegelt damit den im Vergleich zum ersten Semester höheren Soll-Reifegrad der Studierenden wider, und den nächsten Schritt vom reinen Wissen hin zur berufsrelevanten Fertigkeit.

Wegen der höheren Komplexität und des größeren Zeitbedarfs für die Bearbeitung ist es in der Praxis nicht immer möglich, die einzelnen Prüfungsaufgaben auf den höheren Kompetenzebenen so zu konzipieren, dass sie punktgenau den gewünschten Anteil an der Gesamtprüfung treffen. Entsprechend sind hier zum Prozentanteil jeweils eine mögliche Abweichung nach oben und unten und damit ein Intervall angegeben. Punkteverteilung und Notenstufe beziehen sich jeweils auf die Mitte dieses Intervalls als Zielwert.

Zu beachten ist ferner, dass Aufgaben auf den höheren Ebenen immer auch die Fähigkeiten auf den darunterliegenden Ebenen involvieren. Um beispielsweise einen komplexen Algorithmus zu erstellen (Level 6), muss zunächst die Aufgabenstellung analysiert und verstanden werden, was eigentlich zu tun ist (Level 4). Dann sind aus den gelernten Programmierkonzepten die am besten geeigneten Konstrukte auszuwählen (Level 5) und auf geeignete Weise zu einer Lösung zusammenzubauen (Level 6). Diese ist dann handwerklich sauber und gemäß den vermittelten Qualitätsstandards umzusetzen (Level 3).

In einer einzigen Prüfungsaufgabe stecken also ggf. Punkte auf verschiedenen Kompetenzebenen. Es gibt somit in der Regel nicht mehr eine Aufgabe pro Kompetenzebene, sondern innerhalb einer Aufgabe unterschiedlich schwierige Anteile. Dies ist beim Mengengerüst und bei der Planung der Bearbeitungszeit zu berücksichtigen. Es hat sich bewährt, schwierige Anteile mit entsprechend mehr Punkten zu hinterlegen, um dem höheren Denk- und Bearbeitungsaufwand gerecht zu werden.

## Zusammenfassung und Ausblick

Um den in einer Lehr-/Lernveranstaltung erzielten Lernerfolg der Studierenden formal zu bewerten, müssen kompetenzorientierte Lernziele definiert und die Prüfung auf diese abgestimmt sein. Der Ausprägungsgrad der angestrebten Kompetenzen ist dabei abzustimmen auf die Vorkenntnisse, die bei den Studierenden vorausgesetzt werden. In der Regel verschiebt er sich im Verlauf des Studiums von den niedrigeren Kompetenzebenen (z. B. Wissen, Anwenden) zu den höheren, komplexeren Ebenen (z. B. Evaluieren, Kreieren).

## Dank

Diese Arbeit wurde gefördert durch das BMBF. Förderkennzeichen 01PL11025 (Projekt „Für die Zukunft gerüstet“), im Programm „Qualitätspakt Lehre“.

### **Literatur**

- [1] L. W. Anderson, D. R. Krathwohl, P. W. Airasian, K. A. Cruikshank, R. E. Mayer, P. R. Pintrich, J. Raths und M. C. Witrock, A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing – A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives, New York: Longman, 2001.
- [2] J. Biggs: „Aligning teaching and assessing to course objectives.“ in Teaching and Learning in Higher Education: New Trends and Innovations., Aveiro, 2003.
- [3] V. Thurner, A. Böttcher, K. Schlierkamp und D. Zehetmeier: „Lernziele für die Kompetenzentwicklung auf höheren Taxonomiestufen,“ in SEUH 2015 – Software Engineering im Unterricht der Hochschulen, Dresden, 2015.
- [4] A. Böttcher, A. Kämper und V. Thurner: „On Feedback Techniques for the Evaluation of Teaching Effectiveness,“ in IEEE EDUCON 2015 – Engineering Education towards Excellence and Innovation, Tallin (Estland), 2015.

# Poster-Beiträge



## „Die Methode funktioniert nicht!“ – Folgenreiche Fehler auf Dozentenseite beim Einsatz aktivierender Lehrmethoden

Karsten Hoechstetter  
Projekt HD MINT, Hochschule München  
E-Mail: karsten.hoechstetter@gmail.com

Die lernerzentrierten und aktivierenden Lehrmethoden Just-in-Time Teaching (JiTT) und Peer Instruction erfreuen sich an den Hochschulen zunehmender Beliebtheit. Die Implementierung der erwähnten Lehrmethoden in den Lehrveranstaltungen führt jedoch nicht immer sofort zum Erfolg, den sich die Dozierenden davon erwarten und der in einschlägigen, groß angelegten publizierten Studien dokumentiert wurde. Die möglichen Ursachen dafür sind vielfältig. Oft argumentieren Dozierende in der Folge allzu schnell, die betreffende Lehrmethode sei ungeeignet für die konkrete Lehr-Lern-Situation an der eigenen Hochschule, für die gegebene Studentengruppe oder für das betreffende Fach.

Bei näherem Hinsehen offenbaren sich allerdings zum Teil gravierende Abweichungen bei der praktischen Umsetzung der Methode durch die Dozierenden von der empfohlenen Vorgehensweise, die den erwünschten Erfolg der Methode schmälern können. Manche dieser Umsetzungsfehler basieren auf falschen Vorstellungen zum jeweiligen didaktischen Kerngedanken der betreffenden Methode, andere resultieren aus der Tatsache, dass den Dozierenden die Änderung gewohnter Muster im Lehrverhalten beim Übergang von traditioneller zu lernerzentrierter Lehre oft schwer fällt.

Ein gängiger Einstellungsfehler zu JiTT ist beispielsweise die Meinung, das Kernziel der Methode sei es, Stoff auszulagern (nicht die Anpassung der Präsenzzeit auf den Lernstand der Studierenden). Auch wird das Begleitmaterial mit den zugehörigen zu bearbeitenden Fragen oft als Hausaufgabe angesehen, die der Nachbereitung des durchgenommenen Stoffs dient (nicht der Vorbereitung neuen Stoffs). Weiterhin wird der Sinn der Begleitfragen oft primär im Selbsttest der Studierenden gesehen (nicht darin, dem Dozierenden noch vorhandene Verständnisschwierigkeiten aufzuzeigen).

Zu den häufigen Fehlvorstellungen zu Peer Instruction gehört die Ansicht, die Kernidee sei die Abstimmung über eine Multiple-Choice-Frage (nicht die Diskussionsphase, die sich daran anschließt), oder die Meinung, Peer Instruction diene vor allem der Abfrage, ob der durchgenommene Stoff verstanden wurde (nicht dem Durchlaufen eines Lernprozesses, in

dem neue Erkenntnisse gewonnen werden). Oft herrscht auf Dozentenseite auch die Meinung vor, eine erfolgreiche Peer-Instruction-Frage sei eine Frage, die von allen Studierenden auf Anhieb richtig beantwortet wird (anstatt einer, die zu kontroverser Diskussion anregt).

Das vorliegende Poster thematisiert diese Einstellungsfehler und einige häufige Umsetzungsfehler und weist auf mögliche negative Folgen hin. Es soll dadurch zum einen Lehrenden als Anstoß dienen, die eigene Umsetzungspraxis kritisch zu hinterfragen und zum anderen zukünftigen Anwendern der Methode helfen, von Anfang an häufig vorkommende Fehler zu vermeiden.

## Mehr MINT – Individuell zum Erfolg Betreuung und Begleitung von Studierenden an der Hochschule Coburg

Ina Sinterhauf, Barbara Köbler  
Hochschule Coburg  
E-Mail: ina.sinterhauf@hs-coburg.de

Zur Betreuung und Unterstützung insbesondere der Studienanfänger/innen in den (inzwischen acht) MINT-Studiengängen sowie zur Begleitung während des Studiums hat die Hochschule Coburg das Gesamtkonzept „Mehr MINT“ entwickelt. Dieses hat sich seit seiner Einführung im Wintersemester 2008/09 in insgesamt fünf Jahrgängen bewährt.

### Hintergrund und Ausgangslage

Ausschlaggebend für die Entwicklung des Programms waren die – aus Sicht der Hochschule Coburg zu hohen – Schwundquoten<sup>1</sup> in den MINT-Studiengängen, da diese letztlich nicht die tatsächliche Eignung der Studierenden widerspiegeln.

Genauere Untersuchungen zeigten, dass eine vorzeitige Beendigung<sup>2</sup> des Studiums in einem MINT-Studiengang der Hochschule Coburg in der Regel nach dem zweiten und vor dem vierten Semester erfolgt. Die Ursachen für diese vorzeitige Beendigung liegen meist in der Studieneingangsphase (1./2. Semester): Schwierigkeiten mit Leistungen und Prüfungen, vor allem in den Grundlagenfächern Mathematik und Physik und häufig aufgrund fehlender Vorkenntnisse; mangelnde soziale Integration am Studienort; schwer erkennbarer Praxisbezug der Studieninhalte sowie fehlendes kontinuierliches Feedback zu Lernfortschritten und Leistungsstand.

<sup>1</sup> Die Schwundquote ist der Anteil der Studierenden, die ihr Studium in einem Studiengang an einer Hochschule aufnehmen, dieses jedoch nicht abschließen. (Vgl. dazu: Studienabbruchquote als Anteil der Studierenden, die ihr Studium an einer Hochschule aufnehmen, jedoch weder dieses noch irgendein anderes abschließen). Die Schwundquote schließt somit sowohl echte Studienabbrüche als auch Studiengangs- bzw. Hochschulwechsel mit ein. Sie liegt damit höher als die Studienabbruchquote, welche jedoch von der Hochschule selbst (aufgrund fehlender Daten über Hochschulwechsler/innen) nicht erfasst werden kann.

<sup>2</sup> Dieser Begriff wird im Folgenden anstelle von „Abbruch“ verwendet, um eine Begriffsverwechslung mit Studienabbrüchen im oben genannten Sinne zu vermeiden.

Nur ein Teil der Abbrüche erfolgt sehr frühzeitig, bereits im oder nach dem ersten Semester. Hierbei ist als Ursache vor allem eine Diskrepanz zwischen den Erwartungen an das Studium und der realen Studiensituation wirksam, welche sich auf die Studienmotivation auswirkt. Man kann hier von einer der Studienwahl nachgelagerten und nachzuholenden Studienorientierung sprechen.

Spätere Beendigungen des Studiums, d.h. nach dem vierten Semester, erfolgen meist zwangsweise, z. B. aufgrund endgültig nicht bestandener Prüfungen und daraus folgender Exmatrikulation. Diese machen jedoch nur einen sehr kleinen Anteil aller vorzeitigen Beendigungen aus; in der Regel erfolgt die Exmatrikulation „freiwillig“, indem sich Studierende zum Folgesemester nicht zurückmelden.

Grundsätzlich sind diese Beobachtungen in allen MINT-Studiengängen der Hochschule Coburg sehr ähnlich, Unterschiede lassen sich eher im Detail feststellen.<sup>3</sup>

## Ansatzpunkte und Zielsetzungen

Die oben genannten Ursachen für Studienabbrüche waren die Hauptansatzpunkte für die Entwicklung geeigneter Maßnahmen, um die Schwundquoten in den MINT-Studiengängen zu senken. Vorhandene Ressourcen in den einzelnen Studiengängen wurden dabei aufgegriffen, z. B. besonders aktive Fachschaften, bestehende Betreuungskonzepte, etc., und in das Gesamtkonzept integriert.

Das Konzept arbeitet mit einer kleinräumlichen sozialen Struktur, in welche die Studierenden eingebunden werden. Ziel ist die (sowohl gegenseitige als auch durch die Hochschule) bessere Unterstützung der Studierenden. Nachdem die meisten Ursachen für Studienabbrüche in der Studieneingangsphase entstehen (s. oben), konzentrieren sich auch die gewählten Maßnahmen stark auf die ersten beiden Semester.

Da die Gründe für den Studienabbruch außerdem stark durch die persönliche Lebens- und Erfahrungssituation beeinflusst sind, verfolgt die Hochschule Coburg einen individuellen und persönlichen Ansatz. Angebote für Studierendengruppen sowie Maßnahmen für einzelne Studierende greifen ineinander und ergänzen sich gegenseitig. Erstere sind dort sinnvoll, wo viele Studierende ähnliche Ausgangslagen oder Fragestellungen haben, Einzelangebote dort, wo die individuelle Situation sehr unterschiedlich oder entscheidend für den Studienerfolg ist.

<sup>3</sup> So ist z. B. die Problematik der Diskrepanz zwischen Erwartungen und Studienrealität vor allem in den neueren und spezialisierten Studienfächern (z. B. Automobiltechnik) größer als in den „klassischen“ Ingenieurfächern (z. B. Elektrotechnik), und die soziale Integration in Studiengängen mit einem größeren Einzugsgebiet stärker als in solchen, die Studierende vor allem in der Region gewinnen.

Neben der Verminderung der Schwundquote in den MINT-Studiengängen und damit der Erhöhung der Absolvent/innenzahl strebt die Hochschule mit dem Konzept „Mehr MINT“ außerdem die Erreichung folgender Ziele an: eine höhere Studienzufriedenheit, insgesamt bessere Studienleistungen sowie die Förderung der Studierenden hinsichtlich individueller Zielsetzung und Zielerreichung.

## Organisation und Verankerung innerhalb der Hochschule

Das Konzept „Mehr MINT“ und seine Angebote werden an der Hochschule Coburg zentral koordiniert von Projekt:ING. Diese Einrichtung zur Förderung des Technik-Nachwuchses ist unmittelbar der Hochschulleitung zugeordnet und arbeitet zur Evaluation und Weiterentwicklung des Programms eng mit den Fakultäten und Fachschaften zusammen.

Projekt:ING betreut darüber hinaus weitere Programme zur Förderung des Technik-Nachwuchses, z. B. „MUT – Mädchen und Technik“ zur Begleitung der Berufsorientierung sowie verschiedene Mentoring-Programme für Studentinnen. Damit ist das Programm „Mehr MINT“ Teil einer Gesamtstrategie der Hochschule Coburg, um dem Fachkräftemangel in MINT-Berufen zu begegnen.

Beteiligt sind folgende Studiengänge: Automatisierung und Robotik, Automobiltechnik, Bioanalytik, Elektro- und Informationstechnik, Erneuerbare Energien, Informatik, Maschinenbau und Technische Physik. Die Studiengänge Elektrotechnik und Physikalische Technik starteten letztmals im WS 12/13 bzw. im WS 11/12 und laufen in den kommenden Jahren aus, werden jedoch auch weiterhin von Projekt:ING betreut.

## Die Maßnahmen im Gesamtkonzept

Im Einzelnen haben sich während der letzten fünf Jahrgänge folgende Angebote als erfolgreich erwiesen:

### • Vorbereitungskurs für beruflich Qualifizierte

Während des Sommersemesters (und damit vor Beginn des Studiums) findet ein Vorbereitungskurs für Studieninteressierte mit einem Abschluss als Meister/in bzw. Technik/er bzw. „echte“ beruflich Qualifizierte (Hochschulzugang über abgeschlossene Berufsausbildung und mehrjährige Berufserfahrung) statt. Zwar bringen Studierende aus dieser Zielgruppe eine deutlich höhere Studienmotivation und Leistungsbereitschaft mit, verfügen jedoch in der Regel über geringere Kenntnisse in den Grundlagenfächern Mathematik und Physik. Der Vorbereitungskurs vermittelt zum einen Grundlagenkenntnisse der Mathematik, zum anderen bereitet er mit begleitenden Seminaren, z. B. zu Work-Life-Balance, auch auf die Herausforderungen des Studiums vor. Im Kontakt mit Studierenden mit beruflicher Qualifikation findet frühzeitig ein Austausch über Studiererfahrungen statt. Ein abschließendes Reflexionsgespräch ermöglicht eine endgültige Entscheidung über die Studienaufnahme bzw. die weitere Vorbereitung auf ein späteres Studium.

- **Erstsemestertage**

Unmittelbar vor Semesterbeginn finden zeitgleich in allen MINT-Studiengängen die Erstsemestertage statt. Diese werden gemeinsam mit den Fachschaften und den ehrenamtlichen Mentor/innen der Studiengänge vorbereitet und durchgeführt. Die Erstsemestertage sollen das Ankommen an der Hochschule erleichtern und eine Geste des Willkommens ausdrücken. Wichtige Fragen werden beantwortet und eine erste Orientierung an der Hochschule ermöglicht. An den Erstsemestertagen findet das erste Mentoratsgruppentreffen statt, in dem ein Kennenlernen in kleinem sozialem Rahmen möglich ist. Außerdem werden an den Erstsemestertagen in der Mentoratsgruppe praktische Projekte bearbeitet. Damit sollen die Mentoratsgruppen einen intensiveren Start erfahren und die Erstsemester eine Einführung in das Arbeiten im Studium erhalten. Diese Erfahrungen werden gemeinsam reflektiert und somit für das Studium nutzbar gemacht. Den Abschluss der Erstsemestertage bildet ein gemeinsames Grillfest aller MINT-Studiengänge.

- **Mentoratsgruppen von Studienbeginn bis ins zweite Semester**

Die Mentoratsgruppen umfassen das komplette erste sowie in den meisten Studiengängen einen Teil des zweiten Semesters. Die Erstsemester werden in Kleingruppen von sechs bis zehn Studierenden eingeteilt, die jeweils von einem Mentor oder einer Mentorin – ein/e Student/in aus einem höheren Semester des gleichen Studiengangs – betreut werden. Die Mentoratsgruppen treffen sich regelmäßig alle zwei bis drei Wochen. Innerhalb der Mentoratsgruppen werden die Erfahrungen der Mentor/innen und wichtige Tipps zum Studium weitergegeben. Die Mentor/innen sind außerdem Vorbilder, dass und wie Herausforderungen bewältigt werden können. Darüber hinaus ist es ausdrückliches Ziel der Mentoratsgruppen, zur Bildung von Lerngruppen anzuregen und diese zu fördern. Die (ehrenamtlichen) Mentor/innen werden für ihre Aufgabe vorab geschult und während der gesamten Mentoratszeit begleitet. Außerdem erhalten sie zur Unterstützung ein Handbuch mit Unterlagen und Methoden. Für ihre Arbeit erhalten die Mentor/innen abschließend ein Zertifikat mit Würdigungsschreiben des Hochschulpräsidenten, das späteren Bewerbungen beigelegt werden kann. Die Erfahrungen zeigen, dass etwa 80 % der Erstsemester das Angebot der Mentoratsgruppen auch nach den Erstsemestertagen regelmäßig nutzen. Die Teilnahmequote an Gruppentreffen ist dabei zu Semesterbeginn und in den Wochen vor den Prüfungen höher als in der Semestermitte, wo der Kontakt häufiger per Mail oder in sozialen Netzwerken gehalten wird.

- **Sprachtandem für ausländische Studierende**

Studierende, die aus dem Ausland kommen und ihr Studium in Coburg absolvieren möchten, haben, selbst wenn sie gut genug Deutsch sprechen, um in Alltagssituationen zurecht zu kommen, häufig Schwierigkeiten im Studium, die aus sprachlichen Defiziten resultieren. Mit dem Sprachtandem soll zu Beginn des Studiums die Sprachroutine der deutschen Sprache verbessert und die kulturelle Integration gefördert werden. Die Studierenden erhalten im Tandem eine/n Sprachpartner/in, mit der bzw. dem regelmäßige Treffen stattfinden, deren Hauptsprache Deutsch ist. Begleitend dazu findet für alle Teilnehmer/innen eine Reihe von Veranstaltungen statt, die vor allem Sprechgelegenheiten

bieten sollen, z. B. ein Spieleabend, gemeinsames Kochen, aber auch Referate und Vorträge. Die Sprachandems laufen von Oktober bis April und richten sich bevorzugt an Studierende des ersten Semesters. Bei Bedarf werden auch Studierende höherer Semester aufgenommen. Es handelt sich hierbei um ein Angebot für eine kleinere Zielgruppe, das für diese jedoch einen wesentlichen Unterschied ausmacht. Gerade in dem kleinen Rahmen des Sprachandems können Hemmschwellen vor dem Sprachgebrauch überwunden und Sprechsicherheit gewonnen werden.

- **MINT-Monitoring und Beratungsangebot**

Um gefährdete Studierende frühzeitig und vor dem Auftreten akuter Schwierigkeiten unterstützen zu können, wurde mit dem MINT-Monitoring ein Instrument entwickelt, das mögliche Problemerkandidat/innen identifiziert. Dazu werden Noten und Leistungen über verschiedene Indikatoren ausgewertet. Potenziell gefährdete Studierende werden per Mail zum Gespräch eingeladen. Grundlage ist eine freiwillige Zustimmung zur Datenerfassung durch die Studierenden. Über diese Möglichkeit werden die Erstsemester bei der Einschreibung und im Verlauf des ersten Semesters mehrfach informiert. In den bisherigen Jahrgängen haben durchschnittlich jeweils 75–80 % der Studierenden diese Möglichkeit genutzt und ihre Zustimmung erklärt. In der Beratung werden die individuelle Situation und mögliche Ursachen für Schwierigkeiten geklärt. Anschließend wird, passend zur jeweiligen Zielsetzung der Studierenden, gemeinsam ein Weg entwickelt, um Schwierigkeiten zu überwinden, zu mehr Lernerfolg zu gelangen und erfolgreich den Abschluss zu erlangen. Die Beratung wird, außerhalb der Fakultäten, durch die Mitarbeiterinnen von Projekt:ING durchgeführt, was eine wichtige Grundlage für den Beratungserfolg ist, da diese Beratung als unabhängig und vertrauensvoll erlebt wird. Themen der Beratung sind u. a. Lernorganisation und Lerntechniken, Prüfungsangst, Studienmotivation, Vereinbarkeit von Studium und Familie, etc. Die individuelle Beratung hat sich als enorm erfolgreich erwiesen: 90 % der bisher beratenen Studierenden konnten mit Erfolg an der Hochschule verbleiben. In einzelnen Fällen erfolgte auch eine Beratung bei der Neuorientierung, wenn das ursprünglich gewählte Studium entweder als nicht passend erkannt wurde oder nicht fortgesetzt werden kann.

- **Mathematiktest im ersten Semester**

Da Mathematik in allen MINT-Studiengängen ein wichtiges Grundlagenfach ist und für viele Studierende eine hohe Hürde darstellt, wird mit den Erstsemestern in der vierten Semesterwoche ein Kurztest in Mathematik durchgeführt. Dieser findet, in Absprache mit dem jeweiligen Professor, unangekündigt im Rahmen einer Mathematikvorlesung statt. Die Ergebnisse sind eine erste Datengrundlage für das MINT-Monitoring und häufig der erste Beratungsanlass. Darüber hinaus erhalten alle Erstsemester, welche die Einwilligungserklärung unterschrieben haben, ein ausführliches Feedback zu ihrem Ergebnis. Rückmeldungen zeigen, dass der Test dazu führt, dass die Erstsemester danach ihren Lernaufwand für Mathematik unabhängig von einem guten oder schlechten Testergebnis deutlich erhöhen. Der Test hat damit auch eine Orientierungsfunktion hinsichtlich des notwendigen Lernaufwandes.

- **MINT-Seminare**

Ergänzend zum Beratungsangebot geben MINT-Seminare gezielt Impulse zu Themen, die studienerefolgsrelevant sind und eine größere Gruppe von Studierenden betreffen. Ungefähr einmal pro Semester findet ein halb- bzw. ganztägiges Seminar statt, z. B. zu den Themen Prüfungsangst, oder Zeitmanagement. Die Seminare sind kostenlos und werden offen ausgeschrieben. In der Beratung werden einzelne Studierende, bei denen ein entsprechender Bedarf erkannt wird, gezielt zum Seminar eingeladen.

## Erfahrungen und weitere Herausforderungen

Die beschriebenen Maßnahmen wurden seit der Einführung im WS 2008/09 kontinuierlich evaluiert und weiterentwickelt. Das nun vorliegende Konzept hat sich in mehreren Jahrgängen bewährt. Mit dem verfolgten individuellen und persönlichen Ansatz können erfolgreich viele individuelle Ursachen für die vorzeitige Beendigung des Studiums bearbeitet bzw. vermieden werden.

Es hat sich in den vergangenen Jahren jedoch auch gezeigt, dass es neben diesen individuellen Ursachen jedoch auch strukturelle Bedingungen gibt, die einem Studienerfolg entgegenstehen. Dazu zählen z. B. Regelungen der Studien- und Prüfungsordnungen, aber auch Lehrformate und -abläufe. Aus der positiven Erfahrung mit „Mehr MINT“ folgt letztlich, im nächsten Schritt auch diese Herausforderungen anzugehen und strukturelle Hemmnisse zu beseitigen.

## Mehr MINT – Individuell zum Erfolg Betreuung und Begleitung von Studierenden an der Hochschule Coburg

Ina Sinterhauf, Barbara Köbler  
Hochschule Coburg  
E-Mail: ina.sinterhauf@hs-coburg.de

Seit 2008 arbeitet die Hochschule Coburg aktiv daran, MINT-Studierende von Studienbeginn an und während des gesamten Studienverlaufs individuell zu unterstützen, um so die Studienabbruchquote zu senken und die Absolvent/innenquote zu erhöhen.

Das Konzept begegnet den **wichtigsten Ursachen** für Schwierigkeiten im Studium, die aus den verschiedenen Phasen (Studienwahl/Studieneingangsphase/Studienverlauf) resultieren:

- Vorkurs für Beruflich Qualifizierte: mathematische Grundlagen und persönliche Vorbereitung
- Erstsemestertage: Kennenlernen, Orientierung und Bearbeitung eines studienbezogenen Projekts
- Mentorsgruppen: Begleitung während des gesamten ersten Semesters
- Sprachpartner/innenprogramm für Studierende aus dem Ausland
- Mathematikurse und Zwischentest
- MINT-Monitoring: Frühwarnsystem und individuelle Beratung
- MINT-Seminarreihe und Tutorienangebot

Das Projekt verfolgt einen **individuellen und persönlichen Ansatz**, der zum einen die Stärke der Hochschule Coburg als eher kleine Hochschule aufgreift, zum anderen aber auch den größten Erfolg ermöglicht.

Alle MINT-Studiengänge der Hochschule (aktuell acht Studiengänge) sind an dem Programm beteiligt. Dies ist auch dem großen ehrenamtlichen **Einsatz der Studierenden** zu verdanken, die sich z. B. als Mentor/-innen für Erstsemester engagieren, die Erstsemestertage mitgestalten oder im Dialog mit Projekt:ING das Konzept weiterentwickeln.

Der Erfolg des gesamten Projektes bemisst sich vor allem an den **persönlichen Erfolgen** der Studierenden. Diese liegen z. B. in der erfolgreichen Bewältigung des Übergangs Schule/Hochschule, in Sprachfortschritten und damit mehr Verständnis in den Lehrveranstaltungen oder in der Bewältigung individueller Hürden im Studium. Zu diesen Erfolgen trägt das Konzept bei, weil es ...

- individuelle **Stärken sichtbar** macht
- bei der Orientierung unterstützt
- soziale Zusammenhänge stärkt
- Studierende ernst nimmt und
- Perspektiven aufzeigt

Vertrauen ist dabei eine wichtige Grundlage: Das Vertrauen **der** Studierenden zu den Projektverantwortlichen ermöglicht erst die individuelle Beratung und Begleitung zur Unterstützung bei Schwierigkeiten. Und das Vertrauen **in die** Studierenden andererseits, in ihre Ideen, Potenziale und Möglichkeiten, stärkt diese für die kleinen und großen Aufgaben – als Mentor/in, aber auch für die Bewältigung des Studiums.

## Geht doch – Mathematik online für Erstsemester

Andreas Daberkow, Oliver Klein, Xylander York  
Hochschule Heilbronn  
E-Mail: andreas.daberkow@hs-heilbronn.de

Fehlendes Mathematik Grundlagenwissen erschwert einem großen Teil der Studienanfänger den Einstieg ins Studium. Mit dem mediengestützten Grundlagentraining für Mathematik an der Hochschule Heilbronn werden den Studierenden zu Studienbeginn Wissenslücken bewusst gemacht. Studierende können seit 2012 durch ein individualisiertes mediengestütztes Online-Training ihre Lücken schließen und weisen dies durch eine elektronische Prüfung im Semester nach.

Als Online-Trainer wurde das System bettermarks ausgewählt und zusammen mit dem Anbieter an Hochschulanforderungen angepasst. Das Training basiert auf dem didaktischen Prinzip „Lernen aus Fehlern“. Eine Vielzahl von interaktiven Eingabewerkzeugen steht zur Verfügung, die Eingaben werden von einem implementierten Algebra-System ausgewertet. Für jeden Aufgabentyp sind typische Fehlermuster mit didaktischen Hinweisen hinterlegt. Unterstützt wird dies durch Hinweise, Tipps und ausführliche Lösungswege.

Durch ein über mehrere Jahre erprobtes Lern- und Testprozedere wird jetzt sichergestellt, dass in den definierten Grundlagenbereichen Brüche, Terme, Gleichungen, Funktionen und Trigonometrie ausreichendes Wissen vorhanden ist.

Es wurde deutlich, dass nur wenige Studieneinsteiger trotz erkannter Wissensdefizite freiwillig mathematische Grundlagen wiederholen wollen. Aus diesem Grund musste in enger Abstimmung mit den Prüfungsausschüssen und dem Prorektorat für Lehre und Qualitätssicherung die bindende Verpflichtung der Studierenden zur Mathematik-Grundlagenprüfung eingeführt werden. Eine bestandene elektronische Mathematik-Grundlagenprüfung ist jetzt der Beleg für ein befriedigendes Grundlagenwissen, sonst wird die Zulassung zu bestimmten Erstsemesterprüfungen nicht mehr erteilt.

Nur ca. 40–50 % der Studierenden bestehen diese Mathematik-Grundlagenprüfung im ersten Anlauf. Trotz der Mehraufwände für die Studierenden durch das Grundlagentraining werden in den begleitenden studentischen Umfragen das Mathematik-Lernsystem und die Supportprozesse überwiegend positiv bewertet. Im Sommersemester 2015 würden 79 % der 113 Befragten Studierenden das System ihren Kommilitonen empfehlen. Die Befragten der Semester Sommer 2012 bis Sommer 2015 geben dem Lernsystem die Schulnote zwischen 2,3 und 2,7. Seit Januar diesen Jahres wird das System in der Zentralen Studienberatung der Hochschule auch als Diagnosesystem eingesetzt.

# Mathematik lernen lernen – „In meinem Studium finde ich die richtige Kurve!“

Friedhelm Küppers  
Hochschule Hannover, ZSW – Studium und Lehre  
E-Mail: Friedhelm.kueppers@hs-hannover.de

Im Rahmen des neu konzipierten Studiengangs „Angewandte Mathematik“ stellte sich die Frage, wie man Studierende mit heterogenem Wissensstand der grundlegenden Mathematik und unterschiedlich ausgebildeten Kompetenzen im wissenschaftlichen Arbeiten beim Einstieg in das Studium unterstützen kann. Geleitet von den Methoden des forschenden bzw. problemorientierten Lernens und dem Flipped Classroom Konzept wurde das folgende Format entwickelt.

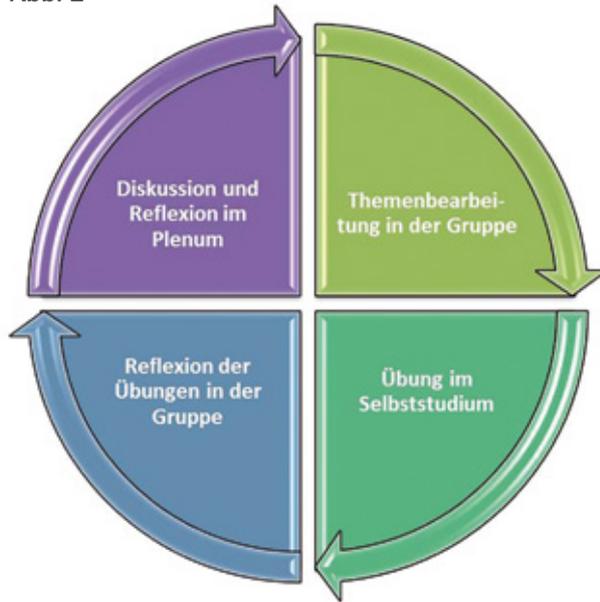
## Wie lerne ich?

Die Studierenden arbeiten während des Semesters in der Veranstaltung „Mathematik lernen lernen“ in Gruppen mit max. 5 Studierenden an vorgegebenen Themenbereichen. Für jeden Themenbereich stehen 8 Unterrichtsstunden zur Verfügung. Im Lernprozess sollen 4 Unterrichtsstunden für die Konzeptentwicklung verwendet werden. Aufbauend auf diesem Konzept bzw. Lösungsweg werden im individuellen Selbststudium 4–5 Aufgaben zum Themenabschnitt bearbeitet. Anschließend erfolgt die Ergebnisreflexion in der Gruppe. Zum Abschluss erfolgt eine Plenumsveranstaltung mit allen Studierenden aus dem Studiengang, in der das aktuelle Thema diskutiert und die Ergebnisse überprüft werden. Für die Plenumsveranstaltungen muss jeweils eine Gruppe ein kurzes Impulsreferat vorbereiten und vortragen.

Abb. 1



Abb. 2



## Werde ich im Lernprozess unterstützt?

In der Gruppenphase werden die Studierenden von einem/ einer Mitarbeiter/in des ZSW – Studium und Lehre betreut. Dabei geht es um die Unterstützung im Gruppenprozess, die Lernstrategien und das wissenschaftliche Arbeiten. Bei Fragen zu mathematischen Fachthemen stehen die Fachdozentinnen und -dozenten im Forum für Fragen zur Verfügung bzw. sind im Rahmen eines Co-Teachings bei einzelnen Gruppenstunden vor Ort. Die Plenumsveranstaltung wird zur Ergebnissicherung von den Fachdozentinnen und -dozenten moderiert.

## Welche Lernziele soll ich erreichen?

Die Studierenden lernen im Rahmen der Methodenkompetenz die grundlegenden Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens. Bei der Fachkompetenz geht es darum, die grundlegenden Fertigkeiten der Mathematik anwenden zu können und innerhalb der Individual- und Sozialkompetenz ist das Ziel, ein individuelles Lern- und Zeitmanagement zu entwickeln sowie mit verschiedenen Gruppenprozessen umgehen zu können.

# Innovative Lehrkonzepte im MINT-Bereich – Buzz-Groups als Methode zur Förderung von Soft Skills im Studiengang Elektromobilität

Antje Schilling, Alexander Tornow, Franz Dietrich, Klaus Dröder  
TU Braunschweig  
E-Mail: a.schilling@iwf.tu-bs.de

Das ambitionierte Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf den deutschen Straßen zu etablieren, stellt nicht zuletzt aufgrund der Komplexität und Schnellebigkeit des Themenfeldes eine große Herausforderung für Wissenschaft und Wirtschaft dar. Besondere Ansprüche zur Zielerreichung werden dabei an die Ingenieure gestellt, die sowohl die Technologie voranbringen als auch die Produktionskosten senken sollen. Unabdingbar für die Erreichung dieser Ziele ist dabei eine kollaborative Lösung der vielfältigen und komplexen Problemstellungen. Die zielgerichtete Zusammenarbeit in transdisziplinären Gruppen muss hierfür bereits im Studium geübt werden. Zumeist werden die benötigten Soft Skills wie Kommunikations-, Team- oder auch Präsentationsfähigkeiten im Rahmen konventioneller, ingenieurwissenschaftlicher Lehrveranstaltungen dennoch vernachlässigt oder bleiben gar unberücksichtigt.

Der Erwerb fachübergreifender Kompetenzen wird vom Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der Technischen Universität Braunschweig im Rahmen des Lehrmoduls „Produktionstechnik für die Elektromobilität“ in Vorlesungen und Saalübungen gezielt gefördert. Neben den an Universitäten üblichen Instrumenten zur Umsetzung des Lehrkonzepts findet insbesondere eine Methodik in Anlehnung an die „Buzz Groups“ im Rahmen der Saalübung statt. Durch Gespräche in kleinen Gruppen entsteht ein „Grundrauschen“, das die Hemmschwelle zur Kommunikation und Interaktion im Team senkt und zur Kommunikation anregt. Hierdurch wird ein Raum für aktive, kognitive und formulierende Auseinandersetzung mit dem Problemfeld geschaffen.

In der Saalübung werden die teilnehmenden Studierenden hierfür in Kleingruppen aufgeteilt und agieren als Auftragnehmer eines Batterie-Entwicklungsprojekts. Nur durch Kooperation und strategischen Einsatz des fiktiven Projektbudgets können sie dabei erfolgreich sein. Um die Studierenden in diesem Teamprozess zu unterstützen und etwaige Probleme in der Zusammenarbeit aufzuarbeiten, nehmen sie zusätzlich an einem Teamdiagnose- sowie Teamentwicklungsworkshop teil. Während der Projektphase stehen die Gruppen zudem in direkter Konkurrenz zueinander, wobei die Konzeptausarbeitungen regelmäßig im Kolloquium präsentiert und verteidigt werden müssen. Die im technischen Studium häufig vernachlässigten Soft Skills werden damit auch über die Projektarbeit hinaus geschult.

## Mathe-App als Aktivierungsunterstützung beim Studienstart

Eva Decker, Barbara Meier  
Hochschule Offenburg  
E-Mail: eva.decker@hs-offenburg.de

### Mathe-App als Aktivierungsunterstützung beim Studienstart

Traditionell wurden die Mathematik-Vorbereitungskurse für ca. 500 Teilnehmer/innen an der Hochschule Offenburg als „seminaristische Vorlesung“ in parallelen Gruppen mit 30–40 Teilnehmern/innen unterrichtet. Aufgrund einer hohen Kursschwundquote analysierten wir im Projekt MINT-College TIEFE (FK: 01PL11016), dass sich viele Studienanfänger/innen schnell „abgehängt“ fühlten und ihren Lernfortschritt als (sehr) gering einschätzten. Die bei Studienstart noch fehlende Strategie und Disziplin für eine selbstregulierte Nachbereitung machte sich im Vorkurs massiv bemerkbar.

### Aktivierende Methoden und Förderung von selbstreguliertem Lernen

Das Konzept des Blockkurses wurde umgestellt. Im Sandwich-Prinzip folgen auf gekürzte Phasen mit Theorie und Beispielen nun explizite Verarbeitungsphasen, in denen jeder Aufgaben bearbeitet – klassisch mit Stift und Papier entlang von Übungsblättern, jedoch ergänzt um Hilfestellungen aus der Mathe-App.

Im Projekt wurde ein Paket von 500 Aufgaben erstellt, die in den Schwierigkeitsstufen 1 – 2 – 3 die Themen des Mindestanforderungskatalogs Mathematik des COSH-Arbeitskreises adressieren. In Kooperation mit MassMatics UG wurde es als „Vorbereitungskurs“ in die App MassMatics integriert. Jede Aufgabe bietet in informeller Tutorensprache umfangreiche Hilfestellungen in Form von Tipps, Schritt-für-Schritt-Lösungen und Theorie. Diese Hilfe bei Bedarf stützt das Durchhaltevermögen beim selbstständigen Üben trotz heterogener Kenntnisstände.

Die Dozenten nutzen den entstandenen Freiraum, um Fragen zu diskutieren, Arbeitsstile zu reflektieren und das Bewusstsein für einen mündigen Umgang mit den Hilfen zu schärfen. Die Übungsphase endet, wenn ein Großteil das Kurspensum (Level 2) bearbeitet hat. Der Rest ist „Hausaufgabe“ mit nahtloser Hilfe per App.

## Erfahrungen

Neben der hohen Anwesenheitsquote betonen die Dozenten die sehr viel konstruktivere Arbeitsatmosphäre und Mitarbeit beim Üben. Die Studierenden bewerten den Ansatz, in Präsenz selbstreguliert zu lernen, sehr positiv und wünschen sich begleitende Hilfen über Apps auch für weitere Fächer, so dass wir aktuell an Physikinhalt arbeiten. Die Unterstützung des individuellen Lerntempos (86 %) und die Hilfe nach Bedarf (89 %) sind aus Sicht der Teilnehmer/innen am wichtigsten. Das BYOD-Prinzip ermöglicht eine Steigerung der Aktivierung und des Durchhaltevermögens in großer Breite unter gleichbleibenden Rahmenbedingungen.

[www.hs-offenburg.de/mathe-app](http://www.hs-offenburg.de/mathe-app)

## Schulungen für Tutoren in der Physik

Svenja Hümmel  
Universität Würzburg  
E-Mail: svenja.huemmer@physik.uni-wuerzburg.de

### Schulungen für Tutoren in der Physik

Für alle Tutoren im KOMPASS Tutoren- und Mentorenprogramm wird an der Universität Würzburg ein Schulungsprogramm angeboten. Dieses umfasst neben der verpflichtenden Basisschulung Aufbauschulungen und Individualleistungen. Nach erfolgreicher Absolvierung des Programms können die Tutoren ein Zertifikat über die erweiterte Ausbildung als Tutor erhalten.

Die Tutoren, die an den Basisschulungen an der Fakultät für Physik und Astronomie teilnehmen, betreuen die im KOMPASS-Projekt angebotenen fakultativen Tutorien zu den Einführungsveranstaltungen in der experimentellen und theoretischen Physik. In den eintägigen Basisschulungen wird die Grundlage für ein erfolgreiches Tutorium gelegt. Neben der Klärung der eigenen Rolle als Tutor werden die Grundlagen der Kommunikation, des Feedbacks, des Lernens und der Präsentation mit Hilfe von Übungen besprochen. Da maximal 10–15 Studierende an einer Schulung teilnehmen, kann die Schulung in Form eines Workshops durchgeführt werden, in dem sich die Teilnehmer aktiv beteiligen. Ein Hauptaugenmerk wird auf das Präsentieren gelegt. Jeder Teilnehmer präsentiert 5 Minuten eine Aufgabe zum Stoff des Tutoriums. Bei kleinen Teilnehmerzahlen wird diese Tutoriumssimulation mit Video aufgezeichnet und im Anschluss angesehen. Es folgt ein ausgiebiges Feedback anhand von Feedback-Regeln, so dass die Teilnehmer einen Eindruck von ihrem Präsentationsverhalten bekommen. Zum Schluss wird detaillierter auf das Tutorium eingegangen. Wir diskutieren den Umgang mit schwierigen Situationen und erarbeiten Möglichkeiten, mit denen Studierende aktiv einbezogen werden können, wie zum Beispiel Murrelgruppen oder das One-Minute-Paper. Die Rückmeldungen, die wir direkt im Anschluss an die Basisschulungen und auch nach dem Praxiseinsatz bekommen, sind durchweg positiv. Vor allem die Tutoriumssimulation wird als sehr hilfreich erachtet.

Aufbauschulungen werden auf Wunsch in den einzelnen Fakultäten und fakultätsübergreifend angeboten. Themen der Schulungen sind beispielsweise der Einsatz neuer Medien oder wissenschaftliches Schreiben. In den meisten Aufbauschulungen werden einzelne Aspekte der Basisschulung vertieft behandelt wie zum Beispiel Präsentation oder interkulturelle Sensibilisierung.

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL11019 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

# Mathematische Zwischentests

Oleg Boruch Ioffe, Rolf Socher, Finn Petersen  
Fachhochschule Brandenburg  
E-Mail: ioffe@fh-brandenburg.de

## Abstract

In diesem Beitrag wird über den Einsatz von (wahl-)pflichtigen Zwischentests berichtet, die den Studierenden parallel zu den Mathematik Veranstaltungen im Fachbereich Informatik und Medien sowie im Studiengang Wirtschaftsinformatik angeboten wurden. Zwei Projekte „Vielfalt in Studium und Lehre“ und „Kompetenzbrücken“ haben sich zum Teil gemeinsam an der Verbesserung der Studieneingangsphase beteiligt.

Zum Wintersemester 2012/2013 wurden zum ersten Mal die Mathematik-Eingangstests im Fachbereich Informatik und Medien eingeführt. Deren Einsatz diente der Erkennung der problematischen Bereiche der Schulmathematik, die für den Besuch des ersten Studiensemesters notwendig waren. Zwei Eingangstests mit einem Intervall von etwa einem Monat zeigten, dass die Studierenden eigene Probleme zwar erkannten, jedoch nicht so schnell wieder aufholten.

Seit dem Wintersemester 2012/2013 wurden in den oben genannten Studiengängen 28 studienbegleitende Mathematik-Tests durchgeführt. Unter anderem aus dem Grund, dass erst zwei Turnusse mit Tests komplett durchlaufen wurden, sind die Ergebnisse, die präsentiert werden können, begrenzt.

Betrachtet man z.B. die Lehrveranstaltung Mathematik II im Studiengang ACS, so ist seit der Einführung der Zwischentests eine Verbesserung der Durchschnittsnote um 1,37 zu beobachten (2012: Durchschnittsnote 4,02; 2014: Durchschnittsnote 2,65).

Dass die Einführung der studienbegleitenden Mathematik-Tests eine gute Idee war und Erfolge produziert, lässt sich auch an Einzelerfolgen gut zeigen:

Die jedem Test nachfolgende statistische Auswertung der Studentenangaben zeigt Verständnisprobleme auf und, vor allen im ersten Semester, Wissenslücken bei den Studierenden, die sonst erst in der Klausur aufgetaucht wären und somit die berufliche Zukunft der Studierenden gefährdet hätten.

## Literatur

Mündemann, F., Fröhlich, S., Ioffe, O. B., Krebs, F.: Kompetenzbrücken zwischen Schule und Hochschule. In: Biehler, R., Hochmuth, R., Rück, H.-G., Hoppenbrock, A. (Hrsg.), Tagungsband der 2.khdm-Arbeitstagung „Mathematik in Übergang von Schule zur Hochschule und im ersten Studienjahr“, Paderborn, 20. – 23.02.2013, Reihe „Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik“, Springer-Verlag, (im Druck).

## Untersuchung der Selbsteinschätzung der Studierenden im Bachelorstudiengang Mechatronik hinsichtlich ihrer überfachlichen Kompetenzen

Andreas Schneider, Yvonne Kouba, Irmgard Schroll-Decker  
OTH Regensburg  
E-Mail: schneider@de.ibm.com

Untersuchung der Selbsteinschätzung der Studierenden im Bachelorstudiengang Mechatronik hinsichtlich ihrer überfachlichen Kompetenzen.

Den Ausgangspunkt bilden drei Forschungsfragen: 1. Existieren Unterschiede zwischen Studierenden, die eine Führungsposition anstreben und Studierenden, die keine Führungsposition anstreben? 2. Besteht Handlungsbedarf bei der Vermittlung überfachlicher Kompetenzen innerhalb des Studiums? 3. Stehen überfachliche Kompetenzen in Wechselwirkung zueinander? Die Basis bildet ein Kompetenzprofil für Softwareentwickler, das in den 90er Jahren von Turley/Bieman erstellt wurde. Aus dem Profil wurden zehn überfachliche Kompetenzen abgeleitet: Strategisches Denken, Kritikfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Hilfsbereitschaft, Eigenverantwortliches Arbeiten, Präsentationsfähigkeit, Argumentationsfähigkeit, Kreativität, Lernfähigkeit und Planungsfähigkeit. Die Untersuchung fand im Sommersemester 2014 mit 32 Studierenden an der OTH Regensburg statt. Sie beinhaltete eine quantitative Umfrage unter den Studierenden sowie qualitative Interviews mit Unternehmensrepräsentanten aus dem Bereich Software Engineering. Für die Untersuchungsgruppe konnte ein Zusammenhang zwischen ehrenamtlichem Engagement und der Bereitschaft, im späteren Berufsleben Führungsverantwortung zu übernehmen, festgestellt werden. Zudem schätzten sich die Studierenden, die Führungsverantwortung übernehmen möchten, in Lernfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit signifikant besser ein als der Rest der Gruppe. Die Selbsteinschätzung weist bei acht von zehn Kompetenzen noch eine geringere Ausprägung auf, als die Studierenden diese für ihre spätere berufliche Laufbahn als wichtig erachten. Dabei handelt es sich um die Kompetenzen Kommunikationsfähigkeit, Strategisches Denken, Planungsfähigkeit, Eigenverantwortliches Arbeiten, Argumentationstechniken, Kreativität sowie Lernfähigkeit und Präsentationsfähigkeit. Zuletzt konnte für die Kompetenzpaare „Strategisches Denken & Planungsfähigkeit“, „Planungs- & Präsentationsfähigkeit“ sowie „Lernfähigkeit & Eigenverantwortliches Arbeiten“ ein Zusammenhang bestimmt werden. Die Erkenntnisse aus dieser Arbeit lassen sich unter anderem für die Weiterentwicklung von Lehr- und Lernarrangements im Software Engineering verwenden, um auch zukünftig eine hohe Qualität der Lehre bei der Vermittlung überfachlicher Kompetenzen zu gewährleisten.

# Bierbrauen als (Lern-)Prozess – Ein Umsetzungsbeispiel für problem- und projektorientiertes Lernen aus der Bioprozesstechnik

Monika Stöhr, Anne Nadolny  
Hochschule Hannover  
E-Mail: monika.stoehr@hs-hannover.de

Problem- und projektorientiertes Lernen sind zwei Lehr-/Lernmethoden, die aktives und eigenverantwortliches Lernen anhand von beruflichen Aufgabenstellungen ermöglichen. Lehrende verstehen sich dabei als Lernbegleiter/innen und unterstützen die Studierenden in ihrem selbstgesteuerten Lern- und Arbeitsprozess.

Die Umsetzung dieser Lehr-/Lernform erfolgt im Rahmen einer Lehrveranstaltung im Studiengang Verfahrens-, Energie- und Umwelttechnik der Hochschule Hannover. Zugrunde gelegt wird eine Projektaufgabe zum Bierbrauprozess mit den Schwerpunkten Anlagen- und Prozessoptimierung.

Der Lern- und Arbeitsprozess ist in fünf Phasen gegliedert, die sich an der Systematik der didaktischen Fallstudienarbeit orientieren:

- Problem-/Aufgabenstellungen analysieren
- Informationen recherchieren und bewerten
- Verschiedene Lösungsmöglichkeiten entwickeln, prüfen und diskutieren
- Begründete Entscheidungen treffen
- Entscheidungen präsentieren und diskutieren

Ziel dieses Ansatzes ist es, Lernende darin zu fördern, in der Berufspraxis begründete, wissenschaftlich fundierte Entscheidungen zu treffen und diese Entscheidungen gegenüber anderen Personen oder Instanzen zu vertreten.

Darüber hinaus wird der Lernprozess unter der Prämisse „Der Weg ist das Ziel“ in den Mittelpunkt gestellt. Durch die enge Verknüpfung von fachlich-methodischen und sozial-kommunikativen Anteilen wird eine umfassende Kompetenzförderung angestrebt. Lernsequenzen in Kleingruppen werden ergänzt durch instruktive Lernangebote und angeleitete Laboreinheiten. Engmaschige Feedback- und Reflexionsgespräche mit Fokus auf den Lern- und Gruppenprozess unterstützen die Bearbeitung der Aufgabenstellung.

Zum erfolgreichen Lehrveranstaltungsverlauf haben außerdem folgende Aspekte beigetragen:

- enge Zusammenarbeit von Fach- und Didaktikexperten
- Eindeutigkeit und Transparenz im Hinblick auf die Strukturierung des Lernprozesses, die Lernziele und die Leistungsbewertung
- engmaschige Kommunikation zwischen Studierenden und Lehrenden
- Lernprozessunterstützung durch Projekthandbuch, Protokollheft und Lernplattform

Eine ständige Herausforderung war das Abwägen zwischen ‚Freiheit‘ und ‚Führung‘, nämlich den Gruppenprozess durch das pädagogische Handeln zu befördern, ohne die Selbständigkeit der Studierenden zu behindern.

### **Literatur**

Kaiser, F.-J. (1983): Die Fallstudie. Theorie und Praxis der Fallstudiendidaktik. Bad Heilbrunn/OBB.: Klinkhardt.

Kaiser, F.-J. (1999): Fallmethode und Fallprinzip. Sowi-online. Online unter: [http://alt.sowi-online.de/methoden/dokumente/fallmethode\\_kaiser.html](http://alt.sowi-online.de/methoden/dokumente/fallmethode_kaiser.html) (10. Januar 2014).

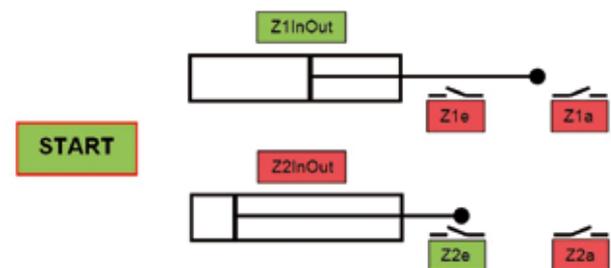
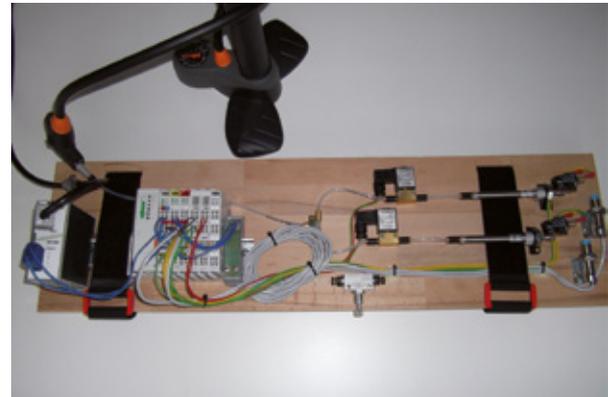
Weitz, B. O. (2000): Fallstudienarbeit in der ökonomischen Bildung. Sowi-online. Online unter: [http://www.sowi-online.de/praxis/methode/fallstudienarbeit\\_oekonomischen\\_bildung.html](http://www.sowi-online.de/praxis/methode/fallstudienarbeit_oekonomischen_bildung.html) (10. Januar 2014).

# Thematisierte Videopodcasts und Demonstratoren in der Automatisierungstechnik (on-demand-Unterstützung nicht nur für Fernstudierende)

Bernhard Kurz, Hochschule München  
Jens v. Aspern, Hamburger Fern-Hochschule  
E-Mail: bernhard.kurz@hm.edu

Kernprobleme der Automatisierungstechnik sind Stoffvielfalt und Stoffvariabilität in den Teilbereichen Messen, Steuern und Informationsverarbeitung sowie ein hohes Maß an Abstrahierung insbesondere im Bereich Regelungstechnik. Dies tritt in besonderem Maße bei Studierenden in nicht ausschließlich technischen Fachrichtungen wie etwa Wirtschaftsingenieurwesen zutage. Hierbei steht meist nur ein Vorlesungsmodul mit 4-5 ECTS-Credits zur Verfügung, das mit etwa 50 Semesterstunden bei Vollzeit oder mit nur etwa dem halben Präsenzumfang bei Teilzeit- oder Fernstudium gelehrt wird. Labor- oder Tutorzeiten sind im regulären Plan nicht vorgesehen. Trotz Einsatz verschiedenster medialer Werkzeuge, wie Simulationen, Fachvideos und Gruppenarbeiten, oder Lehrformen wie Peer-Instruction und Just-in-Time-Teaching bleiben gerade die technischen Bezüge der bei Automatisierung eingesetzten Komponenten meist abstrakt. Nachhaltiges Verständnis dafür kann erfahrungsgemäß nur durch die „Konfrontation mit dem Objekt“ erreicht werden. Zur Verbesserung dieser unbefriedigenden Lehr- und Lernsituation werden seit drei Semestern an der Hochschule München bei Master-Vollzeitstudierenden sowie an der Hamburger Fern-Hochschule bei Bachelor-Fernstudierenden jeweils im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen vorlesungs- bzw.- präsenzunterstützend Videopodcasts in Verbindung mit portablen Demonstratoren für Steuerungs- und Regelungstechnik (SPS-Pneumatik, Temperaturregelung) erfolgreich eingesetzt.

## SPS-Pneumatik-Demonstrator und Visualisierung der Steuerungsfunktion



Nach Aussagen der Studierenden liegt der besondere Mehrwert in der Verknüpfung der theoretischen Sachverhalte mit einer technischen Realisierung sowohl durch die Lehrvideos, die mit den Erklärungen und Anmerkungen des Dozenten und der Option mehrmaligen Wiederholens (on-demand) wesentlich das Verständnis für die Sachverhalte steigern, wie auch als Objekt für praktische, zeitbegrenzte Gruppenarbeiten während der Vorlesungs- oder Präsenzveranstaltungen.

Vorgestellt werden ausgewählte Podcasts und zugehörige Praxisbeispiele mit den Demonstratoren zu den Themenbereichen SPS-Programmierung, Pneumatiksteuerung, sowie Zweipunkt-, PID- und Fuzzy-Temperaturregelung.

# Das Learning Lab – Neues Lernen und Lehren erfahrbar machen

Barbara Meissner, Hans-Jürgen Stenger, Stefanie Storch, Susann Werner  
TH Nürnberg  
E-Mail: Barbara.meissner@th-nuernberg.de

Lernen hat sich mit den neuen Möglichkeiten durch mobile Endgeräte, das Social Web und Open Educational Resources verändert. Um daran teilzuhaben und davon zu profitieren werden neue, soziotechnische Kompetenzen gebraucht – sowohl von Studierenden, als auch von Lehrenden bei der Ausgestaltung neuer Veranstaltungsformate.

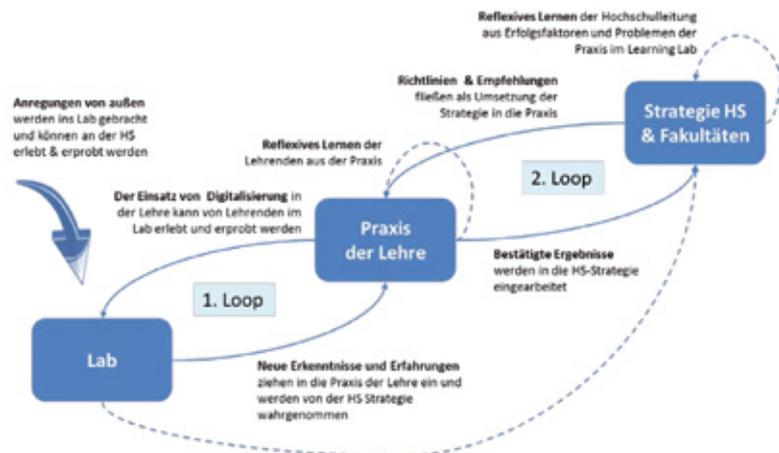
Mit dem Learning Lab schaffen wir einen Ort, an dem digital gestütztes Lernen und Lehren durch eigenes Erleben und praktisches Tun erfahrbar wird. Es lädt Lehrende und Studierende in einer kreativitätsfördernden, laborähnlichen Umgebung ein, mit neuen Formen des Lehrens und Lernens zu experimentieren und sich dazu auszutauschen (vgl. Abb. 1).

Um die gewonnenen Erfahrungen nachhaltig an der Hochschule zu verankern, setzen wir, wie in Abbildung 2 dargestellt, ein Double Loop Learning nach Argyris und Schön (1978) ein. Diese charakterisieren es wie folgt: "Double-loop learning occurs when error is detected and corrected in ways that involve the modification of an organization's underlying norms, policies and objectives." (Argyris & Schön 1978, S. 3). Zum einen identifizieren wir also Good Practices für die operative Praxis der Lehre, und zum anderen

Abb. 1: Illustration des geplanten Learning Lab



Abb. 2: Double Loop Learning mit operativer und strategischer Ebene in Anlehnung an Argyris und Schön (1978)



leiten wir daraus strategische Handlungsempfehlungen als Instrumente für die Personalentwicklung ab. Damit tragen wir dazu bei, förderliche Rahmenbedingungen an der Hochschule zu schaffen, um eine neue, kooperative Lernkultur (Jenkins et al. 2009) entstehen zu lassen.

### Literatur

Argyris, C.; Schön, D. (1978). *Organizational Learning: A theory of action perspective*. Reading, MA: Addison-Wesley. ISBN 0-201-00174-8

Jenkins, H.; Purushotma, R.; Weigel, M.; Clinton, K. & Robison, A. (2009). *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century*. Granted by The John D. and Catherine T. MacArthur Foundation. Cambridge/London: The MIT Press. ISBN 978-0-262-51362-3. [https://mitpress.mit.edu/sites/default/files/titles/free\\_download/9780262513623\\_Confronting\\_the\\_Challenges.pdf](https://mitpress.mit.edu/sites/default/files/titles/free_download/9780262513623_Confronting_the_Challenges.pdf) (abgerufen am 24.6.2015)

 Heinz Nixdorf Stiftung

**Stifterverband**  
für die Deutsche Wissenschaft

Das Learning Lab wird gefördert durch den Stifterverband und die Heinz-Nixdorf-Stiftung im Rahmen des Strategiewettbewerb Hochschulbildung und Digitalisierung.

# LEHRLABOR Förderung von Innovationen in der Lehre an der MIN-Fakultät der UHH

Manuela Kenter, Kai Siemonsen  
Universität Hamburg  
E-Mail: manuela.kenter@uni-hamburg.de

Als Teilprojekt des im „Qualitätspakts Lehre“ geförderten Universitätskollegs der UHH bietet das Lehrlabor Lehrenden der MIN-Fakultät Ressourcen und Unterstützung für die Umsetzung innovativer Lehrkonzepte. Die Lehrenden erhalten die Möglichkeit, neue Lehr-ideen zu entwickeln und auszuprobieren, mit dem Ziel, die Lehre in der Studieneingangsphase dauerhaft zu verbessern und Studierende beim Einstieg in das Studium individueller und besser zu unterstützen. Ziel ist es zudem, durch Veranstaltungen unter Einbindung der Lehrlabor-Fellows die Diskussion über gute Lehre zu befördern.

Bisher konnten 17 Lehrprojekte in den Fachbereichen Biologie, Chemie, Geowissenschaften, Informatik, Mathematik und Physik erfolgreich im Lehrlabor durchgeführt und abgeschlossen werden. Mit Beginn des Sommersemesters 2015 sind fünf weitere Lehrprojekte gestartet. Das in der Anfangsphase entwickelte Konzept des Lehrlabors ist mittlerweile etabliert und der Fokus liegt nun in der Verbreitung der Lehrinnovationen. Ein vertiefter Einblick in bereits umgesetzte Lehrprojekte zeigt die Verstetigung der entwickelten Lehrideen sowie den potentiellen und tatsächlichen Transfer der Ideen auf weitere Lehrveranstaltungen.

Der Transfer der Lehrideen verläuft auf unterschiedlichen Wegen. Einerseits gibt es Projekte, die ihre Lehrmethoden zunächst in einer Lehrveranstaltung austesten und dann in einem zweiten Schritt diese auf andere Veranstaltungen desselben Dozenten übertragen. Dieser Transfer konnte auch für einen ganzen Studiengang festgestellt werden, indem zunächst ein Dozent die Lehrmethode implementiert. Aufgrund der positiven Erfahrungen seitens Lehrenden und Studenten, wird sie dann auf eine größere Anzahl von Lehrveranstaltungen verschiedener Dozenten transferiert. Ein dritter Weg konnte bei der Verwendung von Lernplattformen beobachtet werden, wo die Verknüpfung von unterschiedlichen Lehrprojekten für eine aufeinander aufbauende Entwicklung von Lehrinnovationen genutzt wurde.

Die Analyse von Transferprozessen unterschiedlicher Art lässt Faktoren erkennen, die den Prozess aktiv unterstützen und zur Verbreitung von Lehrinnovationen beitragen. Diese Faktoren können den begonnenen positiven Dialog über „gute Lehre“ über den begrenzten Kreis der einzelnen Lehrprojekte hinaus in eine fachbereichs- oder sogar fakultätsweite Debatte tragen und entwickeln damit auch das Lehrlabor weiter.

Weiterführende Informationen: <https://www.universitaetskolleg.uni-hamburg.de/projekte/tp16.html>

## (Über-) Fachliche Unterstützung durch TREFFER

Martina Kaiser, Cornelia Kellermann, Carola Reichenbach  
Hochschule Furtwangen  
E-Mail: [martina.kaiser@hs-furtwangen.de](mailto:martina.kaiser@hs-furtwangen.de)

Das BMBF-Projekt TREFFER (TRaining Erfolg Fördern und FordERn) an der Hochschule Furtwangen erarbeitet vielfältige Angebote für Studierende der Fakultät Informatik, um die Studienbedingungen weiter zu verbessern. Ziel des Projektes ist dabei, leistungsschwächere Studierende frühzeitig zu identifizieren und bedarfsgerechte Unterstützung anzubieten. Der Schwerpunkt der Förderung liegt in der Studieneingangsphase sowie im Grundstudium.

Für einen reibungslosen Übergang von der Schule zur Hochschule nehmen alle Erstsemester an dem siebentägigen Einführungsprogramm teil. Schwerpunkt dieses Programms ist das Fach Mathematik. Parallel starten das studentische Mentorenprogramm zur semesterübergreifenden Vernetzung sowie ein Outdoor-Teamtraining zum Kennenlernen der Kommilitonen.

Der hierbei stattfindende frühe und regelmäßige Kontakt des TREFFER-Teams zu den Studierenden baut kontinuierlich ein Vertrauensverhältnis auf. Dadurch wird das niederschwellige Beratungsangebot auch im weiteren Studienverlauf gut angenommen.

In der fachlichen Unterstützung setzt TREFFER aufgrund der relativ hohen Durchfallquoten im Fach Mathematik an. Die Pflichtübungen wurden zum Sommersemester 2014 von TREFFER in enger Zusammenarbeit mit dem Mathematik-Dozenten neu konzipiert. Seither werden anstelle studentischer TutorInnen Lehrbeauftragte mit didaktischem Hintergrund eingesetzt. Außerdem wurde die Gruppengröße auf ca. 15 reduziert. Regelmäßige Lernstandskontrollen fördern einen kontinuierlichen Lernprozess. Somit konnte die Durchfallquote im Fach Mathematik in den letzten beiden Semestern gesenkt werden.

In der überfachlichen Förderung setzt das TREFFER-Team u. a. auf das Peer-Learning-Konzept: studentische TutorInnen werden für verschiedene Seminare eingesetzt, die sie zum großen Teil selbständig konzipieren und halten. So wurden bisher Seminare zu Themen wie Selbst- und Zeitmanagement, Einführung in das Praxissemester und Informationen über Auslandssemester angeboten. Darüber hinaus hat TREFFER erkannt, dass bei den Studierenden ein erhöhter Bedarf im Bereich des selbstorganisierten Lernens besteht. Aus diesem Grund strebt das TREFFER-Team eine curriculare Verankerung von beispielsweise Lerntechniken im Fach Wissenschaftliches Arbeiten an.

# Technik studieren mit 3D-Lernmodulen

Oliver Franzen, Konrad Schmutzer Braz  
TH Nürnberg  
E-Mail: konrad.schmutzerbraz@th-nuernberg.de

## Ausgangslage & Ziele des Projekts

Ein erheblicher Teil der Studierenden in naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen steht angesichts einer enormen Komplexität der zu vermittelnden fachlichen Inhalte vor erheblichen Verständnisproblemen, worin – folgt man der Einschätzung der beteiligten Lehrenden – mitunter eine hohe Abbruchquote in der Phase des Studienbeginns resultiert. Ausgehend von dieser Diagnose peilt das Forschungsvorhaben die didaktische Unterstützung von Lehr-Lern-Prozessen an, bei denen das räumliche Denken von herausragender Bedeutung scheint. Dazu soll das Potential von Lernmaterialien exploriert werden, die auf dreidimensionalen Visualisierungen basieren.

Das Projekt zielt auf eine differenzierte Bewertung der Zweckmäßigkeit der technisch und didaktisch umzusetzenden Lernbausteine hinsichtlich unterschiedlicher Inhalte sowie Lernarrangements, welche sowohl übliche Formate der Präsenzlehre, als auch E-Learning mit einschließen.

Als Resultat des Forschungsvorhabens wird eine erste differenzierte und kritische Analyse des Potenzials dreidimensionaler Inhalte sowie der Bedingungen zu deren Realisierung angestrebt, mit deren Hilfe eine systematische und reflektierte Produktion weiterer Lernmaterialien ermöglicht werden soll.

## Stand der Dinge & zukünftiges Potential

Um geeignete Ansatzpunkte für eine didaktisch Unterstützung durch 3D-Modelle in Lehrveranstaltungen zu identifizieren, wurden mehrere Kurse der Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik durch teilnehmende Beobachtung untersucht. Zudem wurden zur Aufklärung der Bedarfslage der Studierenden Gruppeninterviews geführt. Diese Vorarbeiten sowie die begleitende Evaluation der Testeinsätze der erstellten Materialien haben bisher gezeigt, dass sowohl von Seite der Studierenden als auch der Lehrenden positive Erwartungen bezüglich des Einsatzes von 3D-Visualisierungen vorherrschen. Diese schließen u. a. die durch einen erhöhten Abwechslungsreichtum bedingte gesteigerte Attraktivität

der Lehre, eine anschaulichere und dadurch effektivere Vermittlung von Stoffinhalten sowie ein effizienteres Lehren und Lernen ein. Der reale Gehalt dieser Annahmen wird gegenwärtig in einer experimentellen Studie untersucht, welche auch auf die für (Fach-) Hochschulen hinsichtlich der darin vertretenen Bildungsbiographien typische stark heterogene Studierendenschaft fokussiert.

Die hier entstehende Schnittmenge unterschiedlicher Disziplinen wie Informatik, Didaktik, Maschinenbau und Medientheorie bringt spannende und interessante Anstöße, die im Diskurs über die Zukunft des Lernens und Lehrens an Hochschulen fruchtbar gemacht werden können.

# Abgehoben? Die Erstellung komplexer Angebote für Satellitenkomponenten

Thorsten Döhring  
Hochschule Aschaffenburg  
E-Mail: thorsten.doehring@h-ab.de

Im Studiengang „Internationales Technisches Vertriebsmanagement“ der Hochschule Aschaffenburg werden Vertriebsingenieure für den internationalen Markt ausgebildet. Das über 7 Semester angelegte Bachelorstudium an der Fakultät Ingenieurwissenschaften vermittelt den Studierenden technische Grundlagen, vertriebsorientierte betriebswirtschaftliche Kenntnisse, zwei Fremdsprachen sowie interkulturelle Kompetenzen. Ein laut Studienordnung verbindlich vorgeschriebener Auslandsaufenthalt rundet die Ausbildung ab.

Im vierten Studiensemester findet die Lehrveranstaltung „Projektstudie“ als seminaristischer Unterricht mit 4 SWS statt. Hierzu wird der Studienjahrgang in zwei Gruppen aufgeteilt, die von je einem Professor in der Durchführung eines praxisnahen Vertriebsprojektes angeleitet werden. Die Veranstaltung baut auf Modulen vorheriger Semester auf. Die inhaltliche Thematik der Projektarbeiten basiert dabei auf der einschlägigen Berufserfahrung der beiden Dozenten. Eine Gruppe erstellt im Wettbewerb Angebote für die Serienfertigung von Automobil-Kabelsätzen. Die andere Gruppe erarbeitet anhand von Original-Ausschreibungsunterlagen der Europäischen Raumfahrtbehörde konkurrierende Angebote für Satellitenkomponenten. Auf Letzteres wird im Folgenden detaillierter eingegangen.

Zu Beginn des Semesters empfinden die Studierenden die Anforderungen des komplexen Angebotsprozesses für ein Satellitenexperiment als Praxisschock. Der komplette Satz der englischsprachigen Ausschreibungsunterlagen inklusive der zu berücksichtigenden Raumfahrtnormen umfasst über 1000 Textseiten, und die zu erstellenden Angebotsunterlagen füllen üblicherweise zwei DIN A4-Ordner. Die Aufgabenteilung im Team relativiert den Arbeitsumfang jedoch erheblich. Am Semesterende überwiegen positivere Rückmeldungen, und die Studierenden erkennen an, dass ein deutlicher Lernerfolg vorliegt. Aus Sicht der Dozenten ist diese Projektarbeit eine praxisnahe Vorbereitung auf die Berufsanforderungen eines Vertriebsingenieurs. Die hohe Qualität der erstellten Angebotsunterlagen zeigt, dass die angestrebten Lernziele erreicht wurden. Der Praxisschock einer komplexen Angebotserstellung erfolgt somit bereits im Studium unter Anleitung eines Professors und nicht erst während der Probezeit in einer ersten Vertriebsposition.

# Peer Review als Lehrmethode im Rahmen von Übungen zu Mathematik-Vorlesungen an Hochschulen

Bettina Just, Oliver Steinkamp, Stephan Weyers  
Technische Hochschule Mittelhessen  
E-Mail: stephan.weyers@mni.thm.de

## Problemstellung in der Mathematik

Eine typische Vorlesung in Mathematik wird von Übungen begleitet. Üblicherweise führt die selbständige Bearbeitung der Übungsaufgaben zum größten Lernerfolg, besonders wenn die Studierenden regelmäßig eine individuelle Rückmeldung erhalten.

U. a. behindern aber folgende Probleme häufig den Lernerfolg:

- Die Korrektur aller Übungsblätter ist in Großveranstaltungen oft nicht möglich
- Eine freiwillige Abgabe führt zu niedrigen Bearbeitungsquoten
- In Übungen rechnet meistens eine Person vor, die anderen sind passiv

## Peer Review als ein Lösungsansatz

Beim Peer Review, wie es an der Technischen Hochschule Mittelhessen im Rahmen von Mathematik-Vorlesungen für Bachelor-Studiengänge durchgeführt wurde, bearbeiten Studierende zuhause Aufgaben und geben sie ab. Danach korrigieren sie anhand von Musterlösungen und Bewertungskriterien die Arbeiten jeweils eines Kommilitonen. Anschließend bekommen sie ihre korrigierte eigene Lösung zurück. Die Abgabe, Korrektur und Rückgabe der Lösungen fand in Gruppen von 20–100 Studierenden statt. Die Bearbeitung aller Aufgaben war Klausurvoraussetzung und wurde vor dem Peer Review überprüft.

Einige der o. g. Probleme konnten mithilfe des Peer Reviews behoben werden

- Für alle Studierende wurden die Übungsblätter korrigiert
- Durch das gewählte Zulassungskriterium war die Bearbeitungsquote hoch
- Während der Übung waren alle Studierenden aktiv

## Ergebnis der Studierendenbefragung

Das Korrigieren der Aufgaben hat 64 % beim Verstehen der Veranstaltungsthemen geholfen. Für 75 % war das Durchsehen der eigenen Korrekturen hilfreich.

Über 80 % der Studierenden hat das Peer Review insgesamt gut oder eher gut gefallen. Gerade der Wechsel der Übungsformen wurde von den Studierenden als positiv erlebt.

## Bewertung durch die Dozenten

Neben den bereits genannten sind u. a. noch folgende Aspekte aufgefallen:

- Bei der Korrektur wurde über den Lehrstoff diskutiert
- Die Auseinandersetzung mit fremden Gedankengängen führt zu einem vertieften Verständnis
- Es ist keine Organisation zum Einsammeln, Zurückgeben und Aufbewahren der Hausübungen nötig, da das korrigierte Blatt sofort wieder mitgenommen wird
- Peer Review ist dennoch mit organisatorischen Aufwand verbunden (Einteilung der Gruppen und Tutoren, Beantwortung von organisatorischen Rückfragen, Erstellen von Musterlösung und Bewertungskriterien usw.)

# Hausarbeit abschaffen! Erfahrungen mit der Implementierung der Themenfelder Projektmanagement und wissenschaftliche Arbeitsmethoden in MINT-Lehrveranstaltungen

Andreas Vogel, Gudrun Frank, Anne Grökel, Isabella Liedtke  
TU Ilmenau  
E-Mail: andreas.vogel@tu-ilmenau.de

Im Projekt „BASIC – Basic Engineering School“ werden an der TU Ilmenau neue Ansätze erprobt, um Studierenden den Einstieg in die Grundlagenfächer des Ingenieurstudiums passgenauer zu gestalten. Dabei wird das Grundlagenwissen fachübergreifend und praxisorientiert innerhalb der ersten zwei Semester vermittelt. Ein zentrales Element ist die praktische Ausbildung, die mit dem Bau eines Autonomen Miniaturtransporters (AMT) einhergeht.

Die Studierenden sollen neben grundlegenden Kenntnissen zur Entwicklung und zum Bau des AMT auch frühzeitig Wissen und ingenieurspezifische Kompetenzen für die Arbeit in Teams, das Management und die Dokumentation von Projekten sowie das Schreiben wissenschaftlicher Texte erwerben. Im Projekt BASIC wird die tradierte strenge Trennung zwischen den Inhalten der einzelnen Lehrveranstaltungen aufgehoben, indem sich die stark miteinander verzahnte Lehre am notwendigen Wissen für die Planung und den Bau des AMT orientiert.

Während die Studierenden beim Bau des AMT auch lernen, eine Technische Dokumentation zu erstellen, erarbeiten sie in der Lehrveranstaltung „Aspekte der Ingenieurwissenschaften“, eng verzahnt mit der praktischen Projektarbeit, Aufsätze zu wissenschaftlichen Themen. An diesen Lernprozess soll in höheren Semestern immer wieder angeknüpft werden, um so Schlüsselqualifikationen ingenieurwissenschaftlichen Arbeitens kontinuierlich zu entwickeln.

Dieses Konzept stieß bei den Studierenden nicht nur auf Zustimmung. Sich mit Arbeitstechniken und -methoden zu beschäftigen, die erst später im Studium bzw. im Beruf relevant werden, wurde teilweise als deplatziert und „Zeitverschwendung“ empfunden. Offenbar sind die Erwartungen der Studierenden an die Gestaltung der Studieninhalte mehr auf Aufwandsminimierung orientiert als auf den Wissens- und Kompetenzerwerb für die berufliche Praxis.

Daher konzentrierte sich die Arbeit in den Lehrveranstaltungen auf das Erproben der Methoden, der notwendige Input wurde über die Lernplattform moodle vermittelt. Indem die Studierenden so unmittelbar Erfahrungen sammeln und über das Feedback der Lehrenden weiterentwickeln konnten, ist es gelungen, Skepsis abzubauen und für beide Aufgabenbereiche am Ende überwiegend gute bis sehr gute Ergebnisse zu erarbeiten.

## Mathematiklehre zwischen Vorlesungssaal und Selbststudium

Xenia V. Jeremias, Rainer Gillert  
TH Wildau  
E-Mail: xenia.jeremias@th-wildau.de

Das Projekt „SOS – Strukturierung und Optimierung des Selbststudiums<sup>1</sup>“ unter dem Dach des Zentrums für Qualitätsentwicklung hat in den letzten drei Jahren einen Dialog über die Mathematiklehre an der TH Wildau angeregt.

Die Bestandsaufnahme zu Projektbeginn hatte zwei grundlegende Problemfelder aufgezeigt: die bei einer Mehrheit der Studierenden lückenhaften mathematischen Vorkenntnisse sowie eine unzureichende Studierfähigkeit allgemein. Daher wurden im Projekt vor allem folgende Problemfelder bearbeitet:

- Unzutreffende Selbsteinschätzung der Studienanfänger bezüglich ihrer mathematischen Kompetenzen
- Fehlende mathematische Vorkenntnisse der Sekundarstufe I
- Fehlender zeitlicher Spielraum für die Aufarbeitung von Grundlagen in den Lehrveranstaltungen des ersten Semesters, jedoch auch für Zusatzangebote, insbesondere in der Studieneingangsphase in MINT-Fächern
- Defizite beim Verständnis von Zusammenhängen und beim Transfer von Gelerntem

Die Unterstützungsangebote, um diesen Problemfeldern zu begegnen, umfassen Online-Materialien auf der Lernplattform sowie Tutorensprechstunden, die sowohl über eine zentrale Mailadresse als auch face-to-face angeboten werden. Die Tutorienangebote sind offen für Studierende aller Studiengänge, insbesondere auch bei grundlegenden Fragen, die innerhalb der Lehrveranstaltungen nicht mehr behandelt werden (können). Zudem werden E-Assessments im Bereich Mathematik als Selbsttests eingesetzt, beispielsweise als Entscheidungshilfe, ob die Teilnahme an einem Studienvorbereitungskurs oder einem semesterbegleitenden Tutorium notwendig ist.

Ziel ist es dabei, die Bestehensquoten zu erhöhen, ohne das Studienniveau abzusenken. Dies wird durch eine enge Kooperation mit den Lehrenden, unter anderem durch die vom Projekt initiierten Runden Tische, unterstützt. Die dort gesammelten Gestaltungsideen werden den Dekanen und der Vizepräsidentin für Studium, Lehre und Qualität zwecks Einbindung in Hochschulstrukturen und -strategien vorgetragen. Diese Dialoge haben

unter anderem dazu geführt, dass die Studienvorbereitungskurse neu konzeptioniert wurden. Beispielsweise gibt es nun vielfältigere Kursangebote, jeweils mit einem Online-Anteil, um den Lern- und Mediengewohnheiten der Studierenden entgegen zu kommen. Zudem wird darüber nachgedacht, ein Vorsemester mit mathematischem Schwerpunkt anzubieten.

# Überfachliche Qualifikation in einem Mentoring-Programm – die Rolle von Selbststeuerung und Selbstorganisation in der Studieneingangsphase

Stephan Georg Förster, Anna Höcker, Margarita Engberding, Fred Rist  
Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
E-Mail: stephan.foerster@uni-muenster.de

## Hintergrund

In den naturwissenschaftlichen Studiengängen ist die Studienabbruchquote überdurchschnittlich hoch (Heublein et al., 2014). Ein Großteil der abbrechenden Studierenden nennt Überforderung mit dem Studium als Grund für den Abbruch. Neben fachlichen Defiziten bedingen dabei häufig mangelhafte Selbststeuerung und Selbstorganisation das Leistungsversagen. Ein Ansatz, um solchen Risiken entgegenzuwirken, ist der präventive Einsatz von Mentoringprogrammen im ersten Studiensemester. An der WWU Münster wird der Kaskaden-Mentoring-Ansatz verwendet. Dabei unterstützen erfahrene Studierende aus dem fünften Bachelorsemester als Mentoren Studieneinsteiger im Verlauf des ersten Semesters (Paravicini, 2014). Um die Mentoren auf ihre überfachlichen Anforderungen vorzubereiten, wurde ein spezieller Workshop konzipiert, durchgeführt und evaluiert.

## Bausteine

Der 90-minütige Workshop wird von einem Trainertandem durchgeführt und besteht aus den folgenden fünf Komponenten:

- Theoretischer Hintergrund
- Einführung und Handhabung des Mentoring-Tagebuchs
- Gesprächsführung: Die Problemexploration
- Lösungsstrategien & Tipps
- Feedback

## Methode

In der ersten Phase wurde die Teilnahme an unserem Workshop im Zuge eines Mentoring-Programms für Mathematik-Lehramtsstudierende an der WWU Münster auf freiwilliger Basis angeboten. 10 studentische Mentoren, hauptsächlich Studierende des fünften Semesters, nahmen teil. Geleitet wurden die insgesamt drei Workshops von zuvor geschulten Trainern.

## Evaluation

Erste Evaluationsergebnisse zeigen eine hohe Zufriedenheit der Teilnehmer: Auf einer Skala von 1 („vollkommen zufrieden“) bis 5 („überhaupt nicht zufrieden“) wurde der gesamte Workshop im Mittel mit  $M = 1,80$  ( $SD = 0,42$ ) bewertet. Der Workshop-Baustein „Einführung und Handhabung des Mentoring-Tagebuchs“ wurde auf der gleichen Skala im Mittel mit  $M = 1,60$  ( $SD = 0,70$ ) bewertet.

## Diskussion

Die Evaluation der Rückmeldungen zum Workshop zeigt das bestehende Interesse und die Zufriedenheit der Mentoren mit dem Mentoring-Workshop-Konzept. Es lassen sich jedoch Trainereffekte feststellen, die eine noch systematischere Schulung der Trainer empfehlen. Um die Wirksamkeit des Workshops zu prüfen, soll der Workshop in der Folge an einer größeren Stichprobe eingesetzt werden. Zudem sollen eine Vergleichsstichprobe und Außenkriterien erhoben werden.

## Literatur

Heublein, U., Richter, J., Schmelzer, R., & Sommer, D. (2014): Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2012 (Forum Hochschule 4/2014). Hannover: DZHW.

Paravicini, W. (2014): Fünftsemester als Mentoren für Erstsemester. In: Bausch, I.; Biehler, R.; Bruder, R.; Fischer, P. R.; Hochmuth, R.; Koepf, W.; Schreiber, S.; Wassong, T. (Hrsg) Mathematische Vor- und Brückenkurse Konzepte, Probleme und Perspektiven, Springer, Wiesbaden S. 389–397

## Basic Engineering School – Neue Lehr- und Lernformate in der Ingenieurausbildung an der TU Ilmenau

Sabine Fincke, Silke Augustin, Claudia Haaßengier, Petra Hennecke  
TU Ilmenau  
E-Mail: [sabine.fincke@tu-ilmenau.de](mailto:sabine.fincke@tu-ilmenau.de)

Die Basic Engineering School ist ein innovatives Lehr- und Lernmodell an der TU Ilmenau, das den Interessen der Studienanfänger/innen in der Ingenieurausbildung stärker gerecht wird, den Übergang Schule-Universität erleichtert und zur Steigerung der Studienmotivation besonders in der Studieneingangsphase beitragen soll.

Schwerpunkte in der BASIC-Lehrgestaltung sind:

- die fachliche Ausbildung mit neuer theorie- und praxisverzahnter Lehrpraxis
- die Ausbildung von fachlich orientierten technisch -praktischen Kompetenzen
- sowie die Ausbildung von Schlüsselkompetenzen im Kontext sozialer Verantwortung.

Der Einstieg in die Grundlagenfächer des Ingenieurstudiums in den ersten zwei Fachsemestern erhält über die Integration des Grundpraktikums mit dem objektorientierten interdisziplinären Projekt und weiteren Elementen der praktischen Ausbildung mehr Praxisnähe. Kompetenzchecks, Kompetenzentwicklungs- und Beratungsangebote bieten den Studierenden wichtige Instrumente zur Unterstützung der Selbstreflexion und Entwicklung von Kompetenzen, die für die Studierfähigkeit und die Ingenieurität wichtig sind.

Die Erprobung des Modells erfolgt im Rahmen von jährlich startenden Modellgruppen á 2 x 30 Studierenden (bisher insgesamt ca. 200), die in den ersten beiden Semestern gemäß dem BASIC-Lehrmodell studieren.

Basis der kontinuierlichen Evaluation sind Evaluations- und Qualitätssicherungsinstrumente der TU Ilmenau, die um neu entwickelte Elemente ergänzt wurden. Die Arbeit mit einer speziell entwickelten Evaluationsmatrix unterstützt die Bewertung und Weiterentwicklung des BASIC-Lehrmodells auf der Basis der Ergebnisse der bisherigen Erprobung.

Signifikante Verbesserungen in den Studienleistungen der BASIC-Studierenden und geringere Abbrecherquoten im Vergleich zu den regulär Studierenden lassen auf die Wirksamkeit des entwickelten Konzeptes schließen. Begonnen wurde mit der hochschulinternen Diskussion, welche Aspekte und Maßnahmen maßgeblichen Einfluss auf den Erfolg haben.

Das Projekt „Basic Engineering School – Neue Lehr- und Lernformen in der Ingenieurausbildung – insbesondere in der Studieneingangsphase“ ist ein Projekt an der TU Ilmenau im BMBF-Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre ([www.tu-ilmenau.de/basic](http://www.tu-ilmenau.de/basic)).

# Semesterbegleitende Studienleistungen in ingenieurtechnischen Grundlagen in der „Basic Engineering School“

Sabine Fincke, Silke Augustin, Karsten Henke, Ulrich Masek, Heinz-Dietrich Wuttke  
TU Ilmenau  
E-Mail: basic@tu-ilmenau.de.

Im Projekt „Basic Engineering School“ (BASIC) wird für die Studieneingangsphase von Ingenieurstudierenden an der TU Ilmenau das BASIC-Lehrmodell erprobt.

Der Einsatz der Lehrstrategie „Problemorientiertes Lernen“ unterstützt die Realisierung dieses BASIC-Lehrmodells. Praxisanteile mit Labor-/Werkstattpraktika und objektorientierte Projektarbeit wie zum Beispiel der Bau eines Autonomen Miniaturtransporters (AMT) vertiefen nicht nur das in Seminaren und Vorlesungen theoretisch erworbene Wissen, sondern sollen auch die Vorstellungskraft und die Motivation der Studierenden erhöhen.

Die Projektarbeit „Autonomer Miniatur Transporter“ ist als semesterbegleitende Studienleistung in das BASIC-Lehrkonzept integriert und wird von Studierendengruppen mit je drei bis vier Studierenden in den ersten beiden Semestern ihres Bachelorstudiums bearbeitet.

Das Poster stellt diese Projektarbeit sowie Erfahrungen aus der Erprobung im Rahmen der BASIC-Modellgruppen vor.

Das Projekt „Basic Engineering School – Neue Lehr- und Lernformen in der Ingenieurausbildung – insbesondere in der Studieneingangsphase“ ist ein Projekt an der TU Ilmenau im BMBF-Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre.

## Ein neues Lehr-/Lernarrangement als Einstieg in die C-Programmierung mittels LEGO Mindstorms EV3

Simón Rodríguez Perez, Jörg Abke, Carolin Veerkamp, Kai Borgeest  
Hochschule Aschaffenburg  
E-Mail: simon.rodriquez-perez@h-ab.de

Ziel ist es, die Qualitätsverbesserung des Lehr-/Lernprozesses in der C-Programmierung durch die Integration eines Roboters darzustellen. Dieses neue Konzept wurde bereits teilweise in der Informatikveranstaltung (Studiengang Mechatronik – erstes und zweites Semester mit 180 Minuten pro Woche) umgesetzt [1].

Die Evaluation des Wintersemesters 14/15 deckte folgende Verbesserungspotenziale auf:

- Mehr praktische Orientierung
- Nicht genügend Übungen
- Fehlen von anschaulichen Übungen

Abb. 1: LEGO Mindstorms EV3 [3]



Auch wurden die folgenden Erwartungen an das zweite Semester angegeben:

- Einblicke in Embedded Programming
- Learning-by-doing
- Besseres Verständnis

Um diese Wünsche umzusetzen, wurde die Entscheidung getroffen, den LEGO Mindstorms EV3 (Abb. 1) einzusetzen. Der Roboter besteht aus einer zentralen Steuerungseinheit (mit Linux-basiertem Betriebssystem), bis zu je vier Sensoren und Motoren. Programme können via USB, Bluetooth oder WLAN übertragen werden [2].

Um Programme in ANSI-C auf den Roboter übertragen zu können, wurde ein Plug-In mit API (Programmierschnittstelle) für die Entwicklungsumgebung Eclipse entwickelt.

In der oben erwähnten Evaluation wurden die Studierenden auch zu den Vor- und Nachteilen eines möglichen EV3-Einsatzes befragt.

### Vorteile:

- Praxisnahe Programmierung – Besseres Verständnis der Themen
- Mehr Spaß an der Programmierung
- Größere Motivation zur selbständigen Nachbereitung
- Ergebnisse und Fehler direkt sichtbar

### Nachteile:

- Komplexer – neue Herausforderungen und größere Programmierdauer
- Eingeschränkt bezüglich der Komplexität und Themen der Aufgaben – Themen können von dem eigentlichen Lernziel ablenken
- Keine häusliche Nachbereitung

Mit diesem Wissen wurde nun das in Abbildung 2 dargestellte Kurs-Design entwickelt.

Dabei soll zunächst rein am PC (ohne EV3) und im Anschluss zwei Blöcke mit dem Roboter gelehrt werden. Als Abschluss sollen die Studierenden ein kleines Projekt durchführen, um alle Inhalte nochmals zu wiederholen und zu festigen. Dazu soll der EV3 den Ausgang eines veränderlichen Labyrinths (Abb. 3), mittels Pledge-Algorithmus [4], finden.

Zum Zeitpunkt der Abstract-Erstellung lief das zweite Semester noch, deshalb liegen noch keine Daten zur abschließenden Bewertung des Konzeptes vor.

### Literatur

Hochschule Aschaffenburg, „Modulhandbuch Mechatronik,“. [https://www.h-ab.de/fileadmin/dokumente/fbiw/modulhandbuecher/module\\_m.pdf](https://www.h-ab.de/fileadmin/dokumente/fbiw/modulhandbuecher/module_m.pdf). [Zugriff am 02.05.2015].

The LEGO Group, „Lego education,“. [www.lego.com/mindstorms](http://www.lego.com/mindstorms). [Zugriff am 25. 06. 2015].

Vistateach Instructional Services, „Ev 3,“. <http://vistateach.biz/portfolio-posts/lego-mind-stormsev3-for-competition-gr-6-9/>. [Zugriff am 22.05.2015].

Klein, R. & Kamphans, T. (2015). „Der Algorithmus der Woche“. <https://www-i1.informatik.rwth-aachen.de/~algorithmus/algo6.php>. [Zugriff am 25.06.2015].

Abb. 2: Konzeptionelles Kursdesign

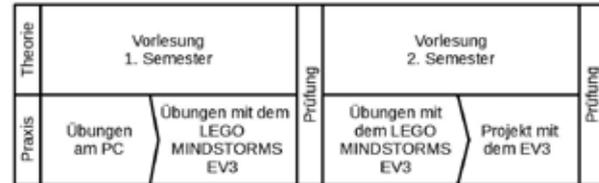
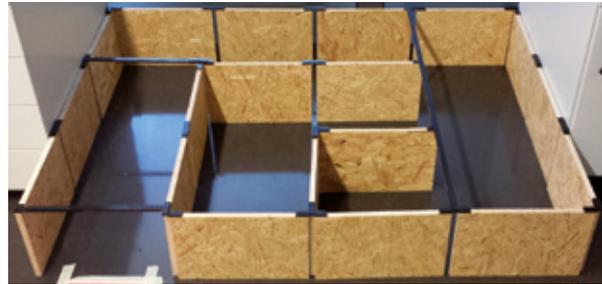


Abb. 3: Beispiel des modularen Labyrinths



## WISTA – „Wissensbasierte“ Theorie- und Aufgabendatenbank für die Studieneingangsphase

Tobias Bentz, Simon Feiler, Andreas Helfrich-Schkarbanenko, Rainer Koß, Juergen Liedtke, Michael Marz  
MINT-Kolleg Baden-Württemberg am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
E-Mail: {tobias.bentz, simon.feiler, andreas.helfrich-schkarbanenko, rainer.koss, juergen.liedtke, michael.marz}@kit.edu

Das Konzipieren und Erstellen von Lehrmaterialien nimmt im MINT-Kolleg Baden-Württemberg am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) umfangreiche Personen- und Zeitressourcen in Anspruch. Seit dem Wintersemester 2011/12 wird an einer fächerübergreifenden, auf dem Textsatzsystem LaTeX basierenden Aufgabensammlung gearbeitet. Diese spielt bei der Erstellung von Aufgabenblättern in den Fächern Mathematik, Informatik und Physik eine zentrale Rolle. Übungsblätter können damit in einer Art Baukastenprinzip zusammengestellt und mit Ergebnissen oder Lösungswegen versehen werden.

Die Lehrerfahrung zeigt, dass die Nutzung einer umfangreichen Aufgabensammlung durch mehrere Lehrende und über mehrere Zielgruppen in verschiedenen Studienfachrichtungen hinweg eine tiefer gehende Reflexion der Struktur von Aufgaben und ergänzender Materialien erfordert sowie eine höhere Flexibilität verlangt als ursprünglich vorauszusehen war. Aus diesem Grund haben sich die Dozierenden des MINT-Kollegs die Aufgabe gestellt, die bisherige Aufgabensammlung in eine „wissensbasierte“ Theorie- und Aufgabendatenbank (WISTA) zu überführen, die eine einfache Interaktion mittels einer grafischen Benutzerschnittstelle ermöglicht. Ziel ist es, Aufgaben in verschiedene Elemente zu unterteilen, diese zu bewerten und mit zusätzlichen Informationen derart zu versehen, dass Synergieeffekte und Entwicklungspotenzial aufgezeigt werden. Gleichzeitig soll WISTA Lehrende bei der Erstellung von Unterrichtsmaterialien unterstützen, indem passende Elemente (wie etwa Theorieabschnitte, Übersichten, Zusammenfassungen, Selbsttests) anhand vordefinierter Merkmale vorgeschlagen werden. Die Bewertung der Materialien selbst soll standardisiert und somit erleichtert werden. Ebenso soll der Austausch zwischen einzelnen Lehrenden auch zwischen verschiedenen Fachrichtungen (etwa durch Kommentare, Bewertungen, Erfahrungswerte) intensiviert und eine kontinuierliche Weiterentwicklung von WISTA gefördert werden.

Das Poster dokumentiert den aktuellen Entwicklungsstand der auf Java basierenden Benutzerschnittstelle und die zukünftigen Interaktionsmöglichkeiten mit WISTA. WISTA selbst basiert auf einer SQL-Datenbank-Struktur.

# Den individuellen Lernprozess der Studierenden im Blick: Anders betreuen in modernen Laborpraktika

Heike M. Probst, Marc D. Sacher, Niclas Schaper, Peter J. Reinhold  
Universität Paderborn  
E-Mail: heipro@mail.uni-paderborn.de

Laborpraktika sind Bestandteil jedes naturwissenschaftlichen Studiums. Eine zentrale Rolle kommt hierbei den Betreuenden zu. Sie sind Experten ihres Fachs, die die Begeisterung der Studierenden für die Disziplinen mitgestalten. Als Lernbegleiter am Experiment und als Moderatoren von Diskussionen in Form von Arbeitsbesprechungen sollen sie den individuellen Lernprozess der Studierenden aus einem konstruktivistischen Lernverständnis heraus beobachten, begleiten, fördern und bewerten. Ihr konstruktives, durch Beobachtung und Bewertungsbögen gestütztes Feedback soll die Studierenden nachhaltig in der Entwicklung ihrer experimentellen, kommunikativen, sozialen und Selbstkompetenz unterstützen.

Für die Betreuenden des Paderborner Physik Praktikum 3P, studentische Tutoren oder Doktoranden, die im Rahmen ihrer Ausbildung fachdidaktisches Wissen kaum (explizit) erworben haben, wurde ein mehrtägiger Workshop entwickelt. Im Mittelpunkt stehen die Themen Moderation von Gesprächsrunden, Lernbegleitung am Experiment, Lerntheorie und -prozess sowie Diagnose, Förderung und Bewertung von Kompetenzen auf der Grundlage eines Kompetenzniveauomodells (Andersen & Krathwohl, 2001). In einem Setting von Lehr-Lernsituationen erwerben die Betreuenden die wesentlichen hochschuldidaktischen Kompetenzen, indem sie sich aktiv und kognitiv reflektierend mit dem theoretischen Wissen und den Handlungsanforderungen ihrer neuen Aufgaben auseinandersetzen (Schaper, 2007). Der Lernprozess setzt auf den im Studium als Lernende gemachten Erfahrungen und daraus abgeleiteten Fähigkeiten auf (Fiehler/Schmitt, 2004), zielt aber auch auf eine Veränderung dieses bestehenden Handlungsrepertoires (Hartung, 2004). Die Lernsettings beinhalten inhaltliche Impulse, Erarbeitungs- und Reflexionsphasen in Einzel-, Kleingruppen- und moderierten Plenumsphasen sowie Rollenspiele (Gnahn, 2010). Um die Betreuenden darin zu unterstützen, ihren Lernprozess verstehen und steuern zu können, wird der Workshop durch begleitendes Coaching im ersten Semester und kontinuierliche, leitfragengestützte Reflexion ergänzt (Roth, 2011) und (Hattie, 2014).

### Literatur

- Anderson, Lorin W., und Krathwohl, David R.: A Taxonomy for learning, teaching and assessing – A revision of Bloom´s taxonomy of educational objectives. New York 2001.
- Fiehler, Reinhard und Schmitt, Reinhold: Die Vermittlung kommunikativer Fähigkeiten als Kommunikation. Kommunikationstrainings als Gegenstand der Gesprächsanalyse. In: Michael Becker-Mrotzek / Gisela Brünner (Hrsg.), Analyse und Vermittlung von Gesprächskompetenz. Seite 113–136. Frankfurt 2004.
- Gnahn, Dieter: Kompetenzen: Erwerb, Erfassung, Instrumente. Bielefeld 2010.
- Hartung, Martin: Wie lässt sich Gesprächskompetenz wirksam und nachhaltig vermitteln? Ein Erfahrungsbericht aus der Praxis. In: Michael Becker-Mrotzek / Gisela Brünner (Hrsg.), Analyse und Vermittlung von Gesprächskompetenz. Seite 47–66. Frankfurt 2004.
- Hattie, John; Beywl und Wolfgang; Zierer, Klaus (Bearb.): Lernen sichtbar machen. Baltmannsweiler 2014.
- Roth, Gerhard: Bildung braucht Persönlichkeit. Wie lernen gelingt. Stuttgart 2011.
- Schaper Niclas: Lerntheorien. In: Schuler, Heinz und Sonntag, Karlheinz (Hrsg.). Handbuch der Arbeits- und Organisationspsychologie (S. 43–50). Göttingen 2007.

# Projektbezogen Studieren – Aktives Lernen im Team: Fachliche und überfachliche Kompetenzen von Studierenden fördern

Christoph Hackl, Anne-Marie Fleischmann, Ellen Taraba  
TU München  
E-Mail: [anne.fleischmann@prolehre.tum.de](mailto:anne.fleischmann@prolehre.tum.de)

Das Lehrkonzept „Projektbezogen Studieren – Aktives Lernen im Team“ wurde mit einem Lehrpreis der TU München ausgezeichnet und unter Mitarbeit der hochschuldidaktischen Einrichtung ProLehre erfolgreich von Dr.-Ing. Christoph Hackl an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik im Zuge des Masterstudiengangs mit 12 Studierenden umgesetzt. Die Idee des von Dr. Hackl entwickelten Lehrkonzepts ist eine Umkehrung der klassischen Logik universitärer Lehr- und Lernprozesse: Ausgehend von der praxisrelevanten Problemstellung „Regelung von elektrischen Maschinen“ wurde anhand von vier aufeinanderfolgenden Projektaufgaben eine umfassende Lösung erarbeitet. Die Lerninhalte wurden aktiv und kooperativ im Team erarbeitet – hierbei stets eigenständig (im Sinne von selbstverantwortlich) und möglichst selbstständig (also möglichst ohne fremde Hilfe). Unterstützt wurde die Projektarbeit durch begleitende „Mentoring-Seminare“, in denen die Ergebnisse der Projektteams vorgestellt und gemeinsam mit dem Lehrenden mögliche Probleme diskutiert wurden. Die Anforderungen an die Rolle des Lehrenden haben sich durch diese Umsetzung der Lehrveranstaltung verändert: Aufgrund des Projektcharakters und die selbständige Be- und Erarbeitung seitens der Studierenden agiert der Lehrende überwiegend als Mentor, der die Studierenden begleitet, berät und unterstützt, anstatt sie zu „belehren“. Zentral während der Bearbeitung des jeweiligen Projektes war zudem der praxisnahe Erwerb und die Erweiterung von Kompetenzen, die grundlegend für den Ingenieurberuf sind. Hierzu zählen fachliche Kompetenzen, wie z. B. Modellbildung, Simulation oder Programmierung, aber auch überfachliche Kompetenzen wie Präsentation, Dokumentation, Geben/Nehmen von Feedback (im Team), sowie die Reflexion und Stärkung der eigenen Lernkompetenz. Besonders der Aspekt der Lernkompetenz hat in diesem Lehrveranstaltungsformat mit hohem Anteil an Selbststeuerung einen besonderen Stellenwert. Aus diesem Grund wurde neben der fachlichen Auseinandersetzung mit den Lehrinhalten auch die Auseinandersetzung mit dem eigenen Lernverhalten angeregt.

Das ausnahmslos positiv evaluierte Lehrkonzept zeigt auf, wie fachliche und überfachliche Aspekte gleichermaßen in der Lehre berücksichtigt werden können und blickt auf Potentiale der Zusammenarbeit von Fachdisziplin und Hochschuldidaktik für die universitäre Lehre.

## Theorie der Mathematik für angehende Ingenieure mit Ingenieur-Anwendungen koppeln

Joachim Günther, Michael Brunnhuber  
Hochschule München  
E-Mail: joachim.guenther@hm.edu

Im Rahmen einer Mathematik I-Vorlesung für (etwa 50) Bachelor-Studenten im ersten Semester des Wirtschaftsingenieurwesens an der Hochschule München werden seit dem Wintersemester 2014 aktivierende Lehr- und Lernmethoden in Vorlesung und Übung verwendet und außerdem die mathematische Theorie in der Vorlesung wenn möglich mit einfachen Anwendungen aus dem Ingenieurbereich verknüpft. Dabei arbeitet der Dozent eng mit dem HD MINT-Projekt (Wolf, Nissler et al. 2014) der Hochschule München zusammen. Unsere gemeinsamen Zielsetzungen sind, eine motivierende Lernumgebung für Studierende zu schaffen, damit sie sich aus der Rolle des „mitschreibenden“ zum aktiven, selbstlernenden Studenten entwickeln. Außerdem soll die Wichtigkeit der Mathematik für das Ingenieurstudium betont werden.

Wir setzen im Rahmen der Vorlesung folgende Methoden ein: Peer Instruction, Just-in-Time-Teaching und Online-Tests (auf der Plattform Moodle).

Peer Instruction ist eine vom Harvard-Professor Eric Mazur (1997) entwickelte Lehrmethode. Dabei lösen Studenten Aufgaben im Unterricht und können ihre Lösungen an den Dozenten rückmelden. Falls unterschiedliche Lösungen im Raum vorliegen, können sie diese dann mit anderen Studenten in Kleingruppen (peer group) diskutieren. Notwendig für die Methode Peer Instruction ist ein Abstimmungssystem, um die Antworten der Studierenden zu erfassen. Wir arbeiten dabei mit einem manuellen Abstimmungssystem (DIN A4-Papier mit 4 farbigen Feldern), mit dem die Studenten für vier verschiedene Lösungen A, B, C oder D stimmen können. Die Peer Instruction wird in einem etwa 25-minütigen Zeitabschnitt mit jeweils drei bis fünf Fragen einmal pro Woche im Rahmen der Vorlesung eingesetzt.

Just-in-Time-Teaching (Novak et al. 1999) und Online-Tests werden hier im Abstract nicht näher erläutert.

Bei der Verknüpfung zwischen Theorie und Ingenieur-anwendung wird zuerst die mathematische Theorie vermittelt und anschließend eine einfache Beispielanwendung aus dem Ingenieurbereich vorgestellt, bearbeitet und diskutiert. Diese Inhalte finden dann wiederum Eingang in die Peer Instruction-Fragen und Online-Tests.

## Beispiel Ingenieur Anwendung

Im Rahmen der Vorlesung werden verschiedene Funktionen eingeführt: unter anderem quadratische Funktionen, Wurzelfunktionen, Sinus- und Cosinus-Funktionen.

Als Ingenieurbeispiel für eine Wurzelfunktion wird das Fadenpendel in der Vorlesung praktisch vorgestellt, das zum Beispiel in mechanischen Uhrwerken als Energiespeicher dient. Die Schwingungsdauer  $t$  des Fadenpendels lässt sich bei reibungsfreier Betrachtung berechnen als  $t = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$  mit  $l$  Fadenlänge,  $g$  Erdbeschleunigung

Dazu werden zwei einfache Zeitmessungen bei unterschiedlicher Fadenlänge durchgeführt, eine Wertetabelle erstellt und die Funktionskurve skizziert.

In einer der Folgevorlesungen wird dann das Verständnis mit einer Peer-Instruction-Frage überprüft.

## Beispiel Peer-Instruction-Frage

Gegeben ist ein einfaches Fadenpendel mit der Fadenlänge  $l_1$  und der Schwingungsdauer  $t_1$  (mit Abb.).

Frage: Wie groß ist Länge  $l_2$  des Fadenpendels bei doppelter Schwingungsdauer?

Dazu werden vier mögliche Antworten A bis D angeboten, für die die Studenten abstimmen können:

A)  $l_2 = 0,5 l_1$       B)  $l_2 = l_1$       C)  $l_2 = 2 l_1$       D)  $l_2 = 4 l_1$

Das Feedback und das Interesse der Studenten an den Ingenieur Anwendungen ist gut. Vor allem der Baustein Peer Instruction in der Vorlesung wird aktiv gewünscht, dazu liegen quantitative Umfrageergebnisse vor. Die Vorlesung erhält sehr positive Bewertungen bei der standardisierten Evaluation durch die Studierenden am Semesterende.

## Literatur

Mazur, E. (1997): Peer instruction: A user's manual. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Novak, G.; Patterson, E.; Gavrin, A. & Christian, W. (1999): Just-in-Time Teaching: Blending active Learning and Web Technology. Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Wolf, K.; Nissler, A.; Eich-Soellner, E.; Fischer, R. (2014): Mitmachen erwünscht – aktivierende Lehre mit Peer Instruction und Just-in-Time Teaching. Zeitschrift für Hochschulentwicklung, 11/2014, S.131 – 153.

## Das Zauberwort „Kompetenz“ – changed the academic world?

Gudrun Frank

Exprobico Die Experten für Profession, Bildung und Kompetenz

E-Mail: [contact@exprobico.de](mailto:contact@exprobico.de)

Persönliche Identität, Talente, Fertigkeiten und Fähigkeiten bilden die Komponenten für die Kompetenzausprägung und das situativ kompetente Handeln im Kontext des Studienerfolges bzw. der Employability. Wie diese Komponenten mit ihren einzelnen Elementen in welchem Maß benötigt werden, um ein ganzheitliches Bild abzugeben, bestimmt die Umgebung, in der die Kompetenz mit ihrer Wirkung entfaltet wird.

Die Benutzung des Wortes Kompetenz hat inflationär zugenommen, wie zum Beispiel als Auswahlkriterium, Entscheidungsbasis im Berufsleben, Qualitätsmaßstab für den Studienerfolg. Ganzheitlicher Kompetenzerwerb ist ein definiertes Studienziel, aber wie diesen Studienerfolg nachweisen und transparent für Dritte machen?

Was passiert häufig bei der Definition von Kompetenzen in der Modul- oder Prüfungsbeschreibung? Oft ist es eine subjektive Bewertung des Lehrverantwortlichen, die in den Vordergrund der Entscheidung zur Kompetenzbeschreibung gerückt wird. Traditionell wird Kompetenzbeschreibung durch einen „Zusammenschluss“ individueller Erwartungen und Verknüpfung im fachlichen Kontext geprägt. Die reale Kompetenznutzung wird in Millisekunden „gesehen, wahrgenommen und bewertet“, warum sich dann so viele Gedanken um die Kompetenzfeststellung machen? Was zum Beispiel in einer Auswahl-situation festgestellt wird, ist die erzielte Wirkung einer Person im Vergleich zu einem individuellen Erwartungsbild. Dieser Individualität sollte mit einer innovativen Kompetenzdiagnostik ein Partner an die Seite gestellt werden. Art und Weise der Wissensvermittlung, Prüfungs- und Lernformate, Methodennutzung, Fachgebietsspezifika, Persönlichkeitsmerkmale, individuelle Talente sowie Hochschulkultur und -mentalität werden strukturiert über einen Kurzcheck diagnostiziert und statistisch zusammenhängend bewertet. Somit festgestellte Kompetenzhäufungen werden hinsichtlich der Erwartungsvielfalt je Handlungsfeld gewichtet vernetzt, um einen Zielwert zu berechnen. Aus dieser Feldbetrachtung leitet sich ab, dass „Kompetenz“ keine einzelne Größe ist, sondern sich immer als eine interessante Kompetenzlandschaft zeigt. Wie diese Vernetzung innerhalb von und zwischen Kompetenzlandschaften die academic world herausfordert und verändern kann, wird auf dem Poster visualisiert.

# Studiengangsentwicklung durch forschendes Lernen in MINT

Klaus Vosgerau  
Technische Universität Hamburg-Harburg  
E-Mail: klaus.vosgerau@tuhh.de

Das wissenschaftsnahe Format des „Forschenden Lernens“ (Huber 2009) zielt auf curricularer Ebene auf die Entwicklung von „Forschungskompetenz“ (Treppe et.al. 2012). Sie ist nicht nur eine passende Studienperspektive für forschungsorientierte Universitäten, sondern befähigt die Absolventen der Ingenieurwissenschaften auch, zukünftige Berufsaufgaben flexibel, selbständig, reflektiert und planvoll nah am Stand von Forschung und Entwicklung zu lösen. Forschendes Lernen fördert dabei als aktive Lernform auch allgemein die Entwicklung fachbezogener „Handlungskompetenz“ (Schaper 2012).

Ausgehend vom „Zürcher Framework“ (Treppe et. al. 2012) regt das Poster eine Konzeptdiskussion an, um Forschendes Lernen differenziert nach Studienphasen und didaktischen Methoden systematisch in technikwissenschaftlichen Curricula zu platzieren. Dabei fungieren typische Etappen des Forschungs- und Entwicklungsprozesses als gliedernde Planungsidee, die der didaktischen Modul- und Studiengangsentwicklung Impulse gibt.

In den Bachelorprogrammen sind verschiedene Phasen mit unterschiedlichen Funktionen unterlegt (Eingang: orientieren/grundlegen – Mitte: einführen/vernetzen – Ende: vorbereiten/abschließen). Im Grundstudium liegt der Fokus dabei fachinhaltlich z. B. auf mathematisch-naturwissenschaftlichen sowie auf fachspezifischen Grundlagen (u. a. AS Bau 2010). Die Konzeption von Lernzielen und die Wahl didaktischer Formate in den Studienabschnitten kann an Phasen des Forschungsprozesses orientiert werden. Beispielsweise eignen sich explorative Orientierungsprojekte oder Classroom Response Systems („Clicker“) dazu, das Lernen bereits in der Eingangsphase mit forschungsbezogenen Aufgaben zu stimulieren.

Selbständige Forschungsanteile können spätestens in Studienprojekten vorgesehen werden, die mit eigener Frageformulierung und fortgeschrittenen Methoden- und Laborfertigkeiten zu den F&E-Abschlussarbeiten überleiten. Die Tätigkeit der Studierenden entwickelt sich so im Semesterverlauf vom forschenden Lernen zum Lernen des Forschens.

Verschiedene Universitäten experimentieren mit Modellen, um Forschendes Lernen schrittweise im Studienverlauf zu fördern (z. B. Denofrio et. al. 2007). Die TU Hamburg-Harburg will eine forschende Haltung und den Bezug von Forschung und Lehre didaktisch stärken. Seit 2015 nehmen alle neu auf Haushaltsstellen beschäftigten wissenschaftlichen Mitarbeiter an einem einjährigen Lehrgang zum Forschenden Lernen teil.

### Literatur

Akkreditierungsverbund für Studiengänge des Bauwesens (ASBau) (2010): Akkreditierung und Qualitätssicherung zeitgemäßer Studiengänge des Bauingenieurwesens an deutschen Hochschulen. Berlin, S. 20.

Denofrio, L.A.; Russell, B.; Lopatto, D.; Lu, Y. (2007): Linking student interests to science curricula. *Science*, 318, S. 1872–1873.

Huber, L. (2009): Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. In: Huber, Ludwig/Hellmer, J.; Schneider, F. (Hg.): *Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen*. Bielefeld: Universitätsverlag Webler. S. 9–35.

Schaper, N. (2012): *Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre*. Hochschulrektorenkonferenz: Bonn; S. 29.

Tremp, P.; Hildbrand, T. (2012): *Forschungsorientiertes Studium – universitäre Lehre: Das „Zürcher Framework“ zur Verknüpfung von Lehre und Forschung*. In Brinker, T.; Tremp, P. (Hg.): *Einführung in die Studiengangentwicklung*. Bielefeld: W. Bertelsmann. S. 101–116.

# Interaktive Musterlösungen via Javascript in PDF

Rudi Marek, Peter Ullrich  
Technische Hochschule Deggendorf  
E-Mail: peter.ullrich@th-deg.de

„Übung macht den Meister!“ Dieses altbekannte Sprichwort gewinnt gerade in heutiger Zeit, in der immer mehr Wissen in immer kürzerer Zeit verarbeitet werden muss, wieder mehr an Bedeutung. Nahezu alle, vor allem mathematische, physikalische und technische Kernkompetenzen benötigen viel Übung, um bei der Lösung komplexer Fragestellungen erfolgreich eingesetzt werden zu können.

Zum Zwecke der Steigerung mathematisch-naturwissenschaftlicher Kernkompetenzen werden an der Technischen Hochschule Deggendorf im Rahmen des Projekts DegTrepE elektronische Aufgabenblätter zu zentralen Themen im Bereich Mathematik, Physik und Technik entwickelt. Die Aufgabenblätter enthalten unvollständige Musterlösungen, die mit Lücken (Formularfeldern) versehen sind. Die Eingabe wird dabei unmittelbar auf Richtigkeit überprüft, so dass der Benutzer jeden Schritt der Rechnung kontrolliert durchführen kann. Durch die Anzahl der Zwischenschritte kann der Grad der Hilfestellung gesteuert werden.

Da es sich um klassische PDF-Dateien handelt, können die Felder, wie bei üblichen Formularen, mit gängiger Software wie zum Beispiel Acrobat-Reader oder Internet-Browser bearbeitet werden. Ein leeres, unbearbeitetes Feld wird mit gelbem Hintergrund und schwarzem Rand dargestellt. Die Eingabe kann mit der Eingabe-Taste oder Tab-Taste bestätigt werden. War die Eingabe richtig, so färbt sich der Rand des Feldes grün, bei falscher Eingabe rot. Durch Betätigung des Antwort-Buttons erscheint im Formular die richtige Antwort. Ein senkrechter roter Strich kennzeichnet den Wirkungsbereich des Antwort-Buttons. Mehrmaliges Anklicken des Buttons füllt alle Felder im Wirkungsbereich nacheinander mit der richtigen Antwort aus.

Die interaktiven Musterlösungen werden mithilfe des Textsystems LaTeX [1] als PDF-Dateien erzeugt. Wesentlicher Bestandteil ist das sehr umfangreiche LaTeX-Paket AcroTeX [2], welches die entsprechenden Javascript-Routinen zum Auswerten der Feldinhalte und viele wichtige Features, wie zum Beispiel die Möglichkeit, im Eingabefeld keine Dezimalzahlen sondern nur Brüche zuzulassen, enthält.

Aktuell wird eine Datenbank programmiert, um auf die anwachsende Zahl von interaktiven Musterlösungen komfortabel zugreifen und diese auch übersichtlich verwalten zu können. Mittels geeigneter Filter sollen Aufgaben nach bestimmten Kriterien ausgewählt werden können. Zudem soll zukünftig an schwierigen Stellen in Musterlösungen eine Hilfestellung (oder ein Tipp) mittels eines Hilfe-Buttons abrufbar sein.

### **Literatur**

Mittelbach, F.; Gossen, M. (2005): Der LaTeX-Begleiter. München: Pearson-Studium.  
AcroTeX eDucational System Tools: <http://www.acrotex.net/> (April 2015).

# Proteinbiochemie – Ein hybrides, kompetenzorientiertes Flipped-Classroom-Projekt

Anja Schrewe  
Hochschule Kaiserslautern, Zweibrücken,  
E-Mail: anja.schrewe@hs-kl.de

Die Entwicklung von hybriden Lehr-/Lernformaten innerhalb des Projektes „Offene Kompetenzregion Westpfalz“ des Bund-Länder-Wettbewerbs „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ zielt auf eine Flexibilisierung des Studiums durch eine Verbesserung orts- und zeitflexibler Nutzbarkeit von Studienformaten ab. Ein weiterer Fokus liegt dabei auf dem Erwerb überfachlicher Kompetenzen. Um beide Ziele zu kombinieren wurde für die Lehrveranstaltung „Proteinbiochemie“ ein Flipped-Classroom-Konzept genutzt, bei dem sich wöchentlich Online-Selbstlernphasen und Präsenz-Sitzungen abwechseln. Das Erlernen der Grundlagen proteinbiochemischer Labortechniken erfolgt in den Online-Phasen. Um den Studierenden die selbstgesteuerte Gestaltung des Lernprozesses nach individuellen Bedürfnissen zu eröffnen, ist das Online-Material multimedial und teils interaktiv gestaltet mit abgestuften Wiederholungs- und Vertiefungsmöglichkeiten. Die Motivation zur zeitgerechten Erarbeitung wird durch Bonuspunkte erhöht, die die Studierenden bei einem Online-Abschlusstest zur Themenwoche erarbeiten können. Gleichzeitig dienen die Testergebnisse dem Lehrenden zur Identifikation von Lernproblemen und damit der Möglichkeit einer gezielteren Vertiefung und Problembehandlung in den Präsenzsitzungen. Trotz reduzierter Präsenz wird außerdem Zeit geschaffen, um Lernsituationen zur Förderung der Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz zu generieren. Dazu dienen Poster, die in Gruppen anhand von englischer Primärliteratur zu aktuellen Forschungsthemen erstellt und präsentiert werden. Durch die kritische Reflexion der Labor-Techniken in Forschungskontexten werden Kompetenzen der Studierenden wie analytische Herangehensweise, Bewertung und Argumentation geschult und außerdem ein direkter Anwendungsbezug geschaffen. Über anschließende Feedbackrunden können außerdem Kommunikationstechniken trainiert und Verbesserungsprozesse angestoßen werden. Zugriffstatistiken und Testergebnisse zeigen eine effektive und nachhaltige Nutzung der Online-Materialien durch die Mehrheit der Studierenden. Auch ein Verbesserungsprozess bei den Poster-Präsentationen und im Umgang mit der Primärliteratur ist im Laufe der Veranstaltung festzustellen. Studierende mit mittlerem bis hohem Studienengagement können mit dem Flipped-Classroom-Konzept hervorragend unterstützt werden.

Dr. Anja Schrewe, Projektmitarbeiterin OKWestpfalz, Hochschule Kaiserslautern,  
Amerikastr. 1, 66482 Zweibrücken (E-Mail: anja.schrewe@hs-kl.de, Tel.: 0631/3724-5890)

## Studentisches Kompetenzerleben und Studierzufriedenheit in MINT-Fächern: Vor- und Nachteile traditioneller versus forschungsbasierter Lehrkonzepte

Yvette Hofmann, Thomas Köhler  
Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung  
E-Mail: hofmann@ihf.bayern.de

**Zusammenfassung:** Der Beitrag befasst sich mit der Fragestellung, inwiefern sich unterschiedliche Lehrmethoden auf das Kompetenzerleben und die Studierzufriedenheit von Studierenden in MINT-Fächern auswirken. Hierzu werden auf Basis einer empirischen Erhebung im Rahmen des HD-MINT-Projekts die Auswirkungen traditioneller versus forschungsbasierter Lehrmethoden beschrieben, der Zusammenhang zwischen Kompetenzerleben und Studierzufriedenheit herausgearbeitet und diskutiert, welche Rolle dabei die Einstellungen der Lehrenden über stattfindende Lernprozesse und Lernverhalten bei Studierenden spielen können.

In einem ersten Schritt werden Vorerfahrungen aus der Literatur dargestellt und der aktuelle Forschungsstand gespiegelt. Zudem erfolgt eine kurze Darlegung des empirischen Designs sowie der Operationalisierung der Konstrukte „Kompetenzerleben“ und „Studierzufriedenheit“. In diesem Zusammenhang wird auch auf die dem Forschungsprojekt zu Grunde liegenden Basishypothesen eingegangen.

Im Anschluss daran werden Ergebnisse aus der aktuellen Studentenerhebung des HD-MINT Projekts aufgezeigt und diskutiert. Dabei werden auch potentielle Moderatoren, welche sich auf bestehende Zusammenhänge auswirken, identifiziert. So zeigt sich beispielsweise in den Untersuchungen, dass der Zusammenhang zwischen Kompetenzerleben und Studierzufriedenheit stabil ist, jedoch je nach den in den Lehrveranstaltungen angewandten Lehrkonzepten eine unterschiedliche Ausprägung aufweist.

Schließlich macht der Beitrag deutlich, inwiefern es für das Kompetenzerleben und die Studierzufriedenheit von MINT-Studierenden eine Rolle spielt, mit welchem Umsetzungsgrad die jeweiligen Lehrmethoden in den Lehrveranstaltungen Einsatz finden. Hier steht unter anderem die Frage im Vordergrund, welche Varianten der Lehrmethodenumsetzung sich wie auf die oben erwähnten Konstrukte auswirken. Mögliche Ursachen der verschiedenen Ergebnisse werden in einer kurzen Übersicht dargestellt und vor dem Hintergrund der Einstellungen der Lehrenden über stattfindende Lernprozesse und Lernverhalten bei Studierenden reflektiert. Auf Basis dieser Erkenntnisse werden Empfehlungen für die Anwendung forschungsbasierter Lehrmethoden abgeleitet.

# Die Studierendenwerkstatt an der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) – ein Raum für kompetenzorientiertes Lehren und Lernen

Uta Riedel, Siska Simon, Hanno Kallies (Zentrum für Lehre und Lernen)  
Technische Universität Hamburg-Harburg  
E-Mail: uta.riedel@tuhh.de

## Einleitung

Die Einrichtung einer Werkstatt für Studierende an einer auf Wissenschaft ausgerichteten Bildungseinrichtung stößt nicht überall auf Verständnis. Die Profilierung gegenüber der Fachhochschule als praxisnahe Bildungseinrichtung wird oft mit der Ablehnung jeglichen praktischen Tuns in der Lehre an Universitäten gleichgesetzt. Es ist daher wichtig zu diskutieren, warum gerade auch an einer wissenschaftlich agierenden, technischen Universität die Möglichkeit für Lernende und Lehrende, praktische und praxisnahe Erfahrungen in den Lehralltag zu integrieren, zwingend erforderlich ist.

Die Kopf-Herz-Hand-Zusammenhänge sind spätestens seit dem Schweizer Pädagogen Johann Heinrich Pestalozzi bekannt und werden spätestens seit dem 18. Jahrhundert diskutiert. Warum gibt es derzeit an Universitäten und anderen Bildungseinrichtungen eine erhöhte Aufmerksamkeit für die Integration praktischer und praxisnaher Elemente in der Lehre<sup>1</sup>?

Dies lässt sich mit den seit einigen Jahren möglichen bildgebenden Verfahren in der Neurowissenschaft erklären: Es ist seither möglich, das Gehirn des Menschen bei Lernvorgängen zu beobachten. Die Neurodidaktik nutzt diese aktuellen Erkenntnisse der Neurowissenschaften, um Gemeinsamkeiten im Zuge von Lernprozessen zu identifizieren und daraus allgemeingültige Regeln für effektives und nachhaltiges Lernen abzuleiten. Emotionale Bezüge und die Sinnhaftigkeit und damit Relevanz neuen Wissens für den Einzelnen sind damit nicht länger ggf. den Lernprozess fördernde Attribute, sondern zwingend erforderliche Rahmenbedingungen, um langfristiges Lernen zu gewährleisten (vgl. Beck, 2003).

<sup>1</sup> vgl. z. B. Programm der Tagung des Qualitätspakt Lehre in Leipzig, 2015; Verbreitung von projekt- und problembasierter Lehre – vgl. Weber (2014) ; Sucharowski et al (2014)

Dass nicht mehr isolierter Wissenserwerb, sondern Kompetenzen im Vordergrund der Lernzielformulierung stehen, spiegelt dieses Bild eines ganzheitlichen, kritisch reflektierenden Menschen wieder, welches die Ausgestaltung der Lehre an der TUHH prägt (vgl. Vision der TUHH-Lehre<sup>2</sup>).

Die zunehmende Bedeutung von Lernformaten wie Forschendes Lernen oder Projektarbeit, die je nach Ausprägung unterschiedliche Kompetenzen fördern, lässt auf den Perspektivwechsel hin zum Lernenden schließen. Versuchsaufbauten im Team zu konzipieren und umzusetzen, ist eine Kompetenz, die konkretes Handeln erfordert. Im Bereich der Grundlagenvermittlung werden zunehmend praktische Elemente bis hin zur Projektarbeit integriert (z. B. Teamprojekt Maschinenbau der TUHH; mytrack; das Interdisziplinäre Bachelor-Projekt), um u. a. den Zugang zu komplexen Sachverhalten zu ermöglichen, Motivation zu stärken und nachhaltigen Wissenserwerb zu fördern.

Dieser Artikel will die didaktische Dimension dieser Entwicklung genauer darstellen und anderen Universitäten und Hochschulen Hinweise liefern, die sich ebenfalls mit der Einrichtung einer Werkstatt für Studierende beschäftigen.

## Beweggründe für die Einführung der Studierendenwerkstatt

Wie an den meisten Hochschulen üblich, gab und gibt es an vielen TUHH-Instituten kleine Werkstätten mit einfacher Ausstattung, in denen Studierende unter Umständen praktische Arbeiten, die für institutseigene Projekte bzw. für eine Bachelor- oder Masterarbeit notwendig sind, ausführen können. In den großen Zentralwerkstätten der TUHH lassen die Institute Auftragsarbeiten anfertigen. Hier ist die Abgabe von fehlerfreien technischen Zeichnungen erforderlich; die Wartezeiten betragen je nach Auftragsvolumen und Werkstattauslastung mitunter mehrere Wochen. Ein Teil der praktischen Arbeiten wird daher auch an externe Auftragnehmer vergeben.

Für die Anfertigung von kurzfristigen, kleineren praktischen Arbeiten gab es bis vor zwei Jahren für die Studierenden keine TUHH-eigenen Möglichkeiten.

Mit der Einrichtung der Studierendenwerkstatt an der TUHH wurde für die Studierenden und Dozierenden eine Lernumgebung für die selbstständige Bearbeitung praktischer Projekte und Vorhaben geschaffen. In der Studierendenwerkstatt können

Abb. 1: Studierende arbeiten an ihrem Projekt



von Studierendengruppen oder einzelnen Studierenden Projektaufgaben unter fachkundiger Anleitung umgesetzt werden (s. Abb. 1). Hierzu stehen den Studierenden derzeit vier unterschiedlich eingerichtete Lernräume zur Verfügung (s. folgender Abschnitt).

Neben den Studierenden nutzen auch die Dozierenden der TUHH die Studierendenwerkstatt. So verlegen einige Dozenten einen Teil ihrer Lehrveranstaltungszeit in die Studierendenwerkstatt, um hier die praktischen Projekte unter Betreuung durchzuführen. Andere Lehrende nutzen die Werkstatt, um Versuchsaufbauten für Experimente in ihren Veranstaltungen vorzubereiten.

## Didaktisches Konzept der Lernraumgestaltung

Die Einrichtung der Studierendenwerkstatt an der TUHH erfolgte unter Einbezug einschlägiger didaktischer Überlegungen. Es sollte eine Lernumgebung geschaffen werden, in der Studierende durch die fachkundig betreute Bearbeitung von Projekten berufliche Handlungskompetenzen entwickeln können, wie sie in deren späterer Ingenieur Tätigkeit, sowohl in der Forschung als auch in der Industrie, erforderlich sind.

Sehr ähnliche Bestrebungen für den Bereich der beruflichen Bildung wurden in dem Modellversuch "Berufliche Qualifizierung 2000" (Bänsch et al. 2001), der in Kooperation zwischen der Gewerbeschule 10 in Hamburg-Altona und der TUHH durchgeführt wurde, verfolgt. Die Auswertung des Modellversuchs zeigt, dass Lernumgebungen, die die Förderung von Handlungskompetenzen durch die Bearbeitung von praktischen Lehrprojekten ermöglichen, als 'integrierte Fachräume' ausgestaltet werden sollen, die die folgenden Arbeitsmöglichkeiten enthalten (Bänsch et al. 2001, S. 150):

- Räumlichkeiten, die das Arbeiten in unterschiedlichen Sozialformen (Plenum, Einzel- und Gruppenarbeit) ermöglichen;
- (Labor-)Arbeitsplätze für Kleingruppen mit der entsprechenden technischen Ausstattung und Versuchsanlagen;
- Medien zur Erstellung einer anschaulichen Präsentation von Zwischenergebnissen und Problemlösungen durch die Schüler;
- Computerarbeitsplätze und weitere Kommunikationseinrichtungen zwecks Informationsbeschaffung und -austausch, Internetnutzung usw.;
- Informationssammlung mit Fachbüchern, Fachzeitschriften bzw. -aufsätzen, technischen Manuals usw.

Bei der Ausgestaltung der Studierendenwerkstatt der TUHH wurde darauf geachtet, diese Arbeitsmöglichkeiten auch den Studierenden der TUHH bereitzustellen. Die beiden Hauptarbeitsräume sind

Abb. 2: Blick in den Arbeitsraum Holz/Metall



Abb. 3: Lernsituation in der Studierendenwerkstatt

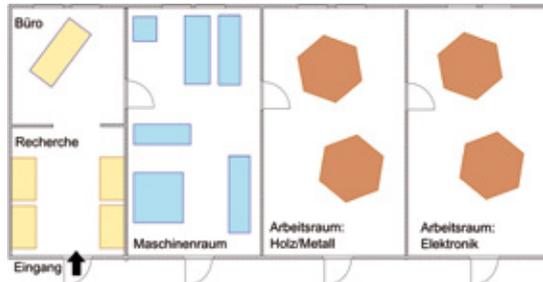


Abb. 4: Lernsituation in der Studierendenwerkstatt



jeweils mit zwei sechseckigen Arbeitsinseln ausgestattet, an denen jeweils sechs Studierende in Einzel- oder Gruppenarbeit arbeiten können. Hierbei sind die Arbeitsplätze in einem der beiden Arbeitsräume für die Holz- und Metallbearbeitung ausgelegt (s. Abb. 2), während der zweite Raum für die Umsetzung elektronischer Projekte ausgestattet wurde. Als feste Ausstattung an den Arbeitstischen steht an jedem Arbeitsplatz ein Schubladencontainer mit häufig benötigtem Werkzeug zur Verfügung. An den Elektronikarbeitsplätzen befinden sich zudem Lötstationen. Weitere Arbeitsmittel (Messgeräte, Leitungen etc.) und Materialien (z.B. Widerstände, Messschieber etc.) können bei Bedarf an den jeweiligen Arbeitsplatz geholt werden. Zum Rapid Prototyping können die Studierenden in einem der Werkstatträume einen 3D-Drucker verwenden. So entsteht eine große Flexibilität, die die Nutzung der Studierendenwerkstatt für sehr unterschiedliche Projekte ermöglicht.

In dem Arbeitsraum mit Elektronikarbeitsplätzen steht für Ergebnispräsentationen sowie für Vorträge ein Beamer mit einer Leinwand zur Verfügung. So kann eine direkte Theorie-Praxis-Verknüpfung erfolgen (s. Abb. 3).

Ein Raum wurde mit Rechnerarbeitsplätzen ausgestattet, um den Studierenden die Recherche von projektrelevanten Informationen sowie die Anfertigung von technischen Zeichnungen, Dokumentationen und (Zwischen-) Ergebnispräsentationen zu ermöglichen. Zudem befindet sich hier eine kleine Bibliothek mit Fachbüchern verschiedener Fachrichtungen, die zur Recherche herangezogen werden können. Für die Arbeit mit einem privaten Laptop kann in der Studierendenwerkstatt auf das WLAN-Netz der TUHH zugegriffen werden.

Zur zerspanenden Bearbeitung von Metall- und Holzwerkstoffen wurde ein Maschinenraum etabliert, in dem eine Kreissäge, eine CNC-Fräse, zwei Drehbänke und weitere Bearbeitungsmaschinen untergebracht sind. Die Benutzung erfolgt ausschließlich durch fachlich eingewiesene Personen. Der Maschinenraum befindet sich unmittelbar neben dem kleinen Bürobereich des Werkstattleiters (s. Abb. 4).

Durch die Einrichtung der Studierendenwerkstatt ist ein Lernraum entstanden, in dem Lehr-Lernsituationen in verschiedenen Sozialformen gestaltet werden können. Auf diese Weise wird die Förderung von Handlungskompetenzen in projektorientierten Lehrveranstaltungen ermöglicht. Es bietet sich an, z.B. die Einrichtung des Arbeitsplatzes in die Aufgabenstellung einer Projektarbeit zu integrieren. Auf diese Weise können grundlegende Kompetenzen wie strukturiertes und verantwortungsvolles Arbeiten gefördert werden.

## Nutzungs- und Betreuungskonzept der Studierendenwerkstatt

Die Werkstatt steht allen Studierenden der TUHH während der Öffnungszeiten für praktische Arbeiten offen. Die Studierenden sind aufgefordert, dem Werkstattleiter eine Skizze zu ihren geplanten Arbeiten vorzulegen und bekommen Feedback sowie handwerklichen Rat und Unterstützung. Auf Wunsch wird die korrekte Ausführung der Arbeiten begleitet und kontrolliert. Grundsätzlich wird darauf geachtet, angeschaffte Materialien für mehrere Projekte zu nutzen. Mitunter können vorhandene Materialreste verwendet werden. Für Lehrveranstaltungen können die Werkstatträume nach Absprache mit dem Werkstattleiter für Einzeltermine, regelmäßige wöchentliche Termine oder blockweise gebucht werden. Auch die Buchung für Teamtreffen studentischer Projekte ist möglich.

Die Studierendenwerkstatt wird durch die Studierenden sowohl für individuelle Arbeiten als auch für gemeinsame Projekte genutzt. Studentische Arbeitsgemeinschaften der TUHH wie beispielsweise e-gnition oder die Waterbike Crew nutzen die Werkstatt zum Konstruieren und Umsetzen ihrer Ideen. Das Repair Café der TUHH findet monatlich statt.

Für Lehrveranstaltungen mit Praxisanteilen bietet die Studierendenwerkstatt ideale Möglichkeiten, z. B. für die Gewerbelehrausbildung, für das mytrack-Programm<sup>3</sup> oder das neue Teamprojekt des Studiengangs Maschinenbau. Das freiwillige interdisziplinäre Bachelor-Projekt<sup>4</sup> für Erstsemester nutzt die Werkstatt regelmäßig.

Durch die fachübergreifende Vernetzung zwischen den Studierenden und durch ihre Attraktivität für projektbegeisterte Lehrende ist die Studierendenwerkstatt zu einem idealen Ort des Austauschs und der Ideenentwicklung geworden, der die TUHH sehr bereichert.

## Ausblick

Das Zentrum für Lehre und Lernen (ZLL) setzt sich mit der Unterstützung des Qualitätspakts Lehre für die Ausweitung praktischer und praxisnaher Bezüge in der Lehre ein. Auf diese Weise kann es gelingen, dass das zwingend erforderliche theoretische Wissen, eingeraht in situierte Lernumgebungen, von den Studierenden dauerhaft verinnerlicht wird. Die Einrichtung der Studierendenwerkstatt und die geplante Inbetriebnahme eines FabLabs – einer offenen Werkstatt, die der Allgemeinheit Werkzeuge zur digitalen Fertigung zur Verfügung stellt – sind Schritte in dieser Richtung, die Interesse an anderen Hochschulen auslösen.

Diesen Austausch gilt es aufrecht zu erhalten und auszuweiten, um Erfahrungen und Konsequenzen daraus für alle Interessierten zugänglich zu machen.

<sup>3</sup> URL: [www.tuhh.de/mytrack](http://www.tuhh.de/mytrack)

<sup>4</sup> URL: [www.tuhh.de/zll/idp](http://www.tuhh.de/zll/idp)

Nehmen Sie gern zu uns Kontakt auf, wenn Sie ähnliche Initiativen wie die Einrichtung einer Studierendenwerkstatt planen oder Fragen dazu haben. Auch einer interdisziplinären und hochschulübergreifenden Zusammenarbeit stehen die Autor/-innen offen gegenüber.

## Danksagung

An dieser Stelle möchten sich die Autor/innen sehr herzlich beim BMBF für die Unterstützung der Einrichtung der Studierendenwerkstatt und beim Ideengeber und Leiter der Studierendenwerkstatt der TUHH, Herrn Hartmut Gieseler, für sein Engagement bedanken.

## Literatur

- Bänsch u. a. 2001: Bänsch, R.; Berben, T.; Geldmacher, F.; Hägele, T.; Heuer, W. u. a.: Abschlussbericht zum Modellversuch Berufliche Qualifizierung 2000, [http://www.beruflicheschulen-modellversuche.de/fileupload/BQ\\_2000\\_AbschlussBerichtKompl.pdf](http://www.beruflicheschulen-modellversuche.de/fileupload/BQ_2000_AbschlussBerichtKompl.pdf). Version: 2001. – Zuletzt geprüft am: 30.06.2015
- Beck, H. (2003): Neurodidaktik oder: Wie lernen wir? in "Erziehungswissenschaft und Beruf", Heft 3/2003, S. 323–330
- Sucharowski, W.; Marquitz, K.; Schnoor, R.-R.; Schwennigcke, B.; Wendt, W. (2014): Projektarbeit: Was ist innovativ an dieser Lehrform im Rahmen des ingenieurwissenschaftlichen Studiums? Fallstudie zur Projektarbeit im Wintersemester 2013/14 im Rahmen von PROMOTE. <https://www.dropbox.com/s/yc4a5kw2vw29fz6/PROMOTE-Studie-WS2013-14.pdf> – Zuletzt geprüft am: 30.06.2015
- Weber, A. (2014): Mit Problem-Based Learning (PBL) zum Erfolg. In: Hochschuldidaktik MINT, Praxisnah und vielfältig: Problembasiertes Lernen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Didaktiknachrichten. DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik, Ingolstadt, Bayern, 08/2014, S. 3–11

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.

The top of the page features a decorative header consisting of three vertical bars of different colors: a yellow-green bar on the left, a teal bar in the middle, and a blue bar on the right. The rest of the page is a light gray background.

ISSN 1612-4537