

Tagungsband

zum 4. Symposium
zur Hochschullehre
in den

MINT- Fächern

www.mint-symposium.de

DiNa-Sonderausgabe





Tagungsband zum 4. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern



Sehr geehrte Damen und Herren,

wir brauchen Menschen, die sich für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik begeistern und mit Freude an Neuerungen unser Land weiter voranbringen. Dieser Innovationsgeist zeigt sich an den Hochschulen durch moderne Didaktik, praxis- und forschungsorientierten Unterricht sowie die Einbindung von interaktiven wie computergestützten Lehr- und Lernmethoden für ein selbstverantwortliches Lernen. Das vierte HD MINT Symposium, das sich als deutschlandweit einzige Tagung zur Lehre in den MINT-Fächern an Hochschulen für angewandte Wissenschaften, Technischen Hochschulen und Universitäten etablieren konnte, bietet hierzu viele Anregungen.

Mit dem MINT Symposium wie auch mit Programmen des bayerischen Wissenschaftsministeriums – MINTerAKTIV (2016-2019), BayernMINT (2019-2022) – wollen wir die Rahmenbedingungen für ein MINT-Studium kontinuierlich und zielgenau weiterentwickeln, um unsere Studentinnen und Studenten bestmöglich auf einen erfolgreichen Abschluss vorzubereiten. Dabei setzen wir insbesondere auf zeitgemäßen und lernfördernden Unterricht sowie auf die kompetenten, motivierten und kreativen Dozentinnen und Dozenten an den bayerischen Hochschulen. Doch beim Unterrichten genügt nicht allein Fachexpertise. Didaktische Kompetenzen sind für eine erfolgreiche Wissensvermittlung ebenso wichtig. Gerade die theoretisch-methodische Vorbereitung auf den Wissens- und Kompetenzaufbau bildet einen ersten notwendigen Schritt, um die Studentinnen und Studenten zu einem vertieften Verständnis der Methoden und Zusammenhänge zu führen. Darin wollen wir die Dozentinnen und Dozenten an unseren bayerischen Hochschulen tatkräftig unterstützen.

Ich danke allen, die an der Gestaltung und Vorbereitung des Symposiums beteiligt sind. Den Teilnehmerinnen und Teilnehmern wünsche ich einen erkenntnisreichen Austausch, anregende Begegnungen und viel Erfolg bei der Weiterentwicklung der Lehre an ihren Hochschulen.

München, im Juni 2019

Bernd Sibler
Bayerischer Staatsminister
für Wissenschaft und Kunst

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste,

bereits zum vierten Mal darf ich Sie an der Technischen Hochschule Nürnberg zum MINT-Symposium willkommen heißen! Das Symposium hat sich inzwischen im gesamten deutschsprachigen Raum als feste Größe etabliert. Deutschlandweit ist es die einzige Fachdidaktik-Tagung dieser Größe zur MINT-Lehre. Ich freue mich, dass Sie in Nürnberg an der Technischen Hochschule zu Gast sind.

Als Lehrende sehen wir uns mit vielen Fragen konfrontiert: Welche Rolle nehmen Hochschulen in Zeiten der Digitalisierung ein? Wie gestalten wir künftig unsere Lehre, wenn Wissensvermittlung zumindest in Teilen ortsungebunden geschieht? Auf welche Anforderungen wollen und müssen wir unsere Studierenden (und unsere Lehrenden!) vorbereiten? Um es auf den Punkt zu bringen: Wir beschäftigen uns mit der Frage, wie die Zukunft der Lehre aussehen soll.

Die heutige Veranstaltung steht passend hierzu unter dem Motto „Auf dem Weg zu guter MINT-Lehre: Erfahrungen – Evidenzen – Theorien“. Sie bietet die perfekte Plattform zur systematischen Reflexion der eigenen Lehre und ist so Ausgangspunkt, um aus den gewonnenen Erkenntnissen Veränderungen abzuleiten. Das Symposium bietet Raum für den kollegialen Austausch, Gelegenheit zur Diskussion und zum Aufbau eines aktiven Netzwerks.

Das MINT-Symposium ist aus der ersten Förderphase des Qualitätspakt Lehre hervorgegangen und wurde aus eigener Kraft der handelnden Akteure verstetigt. Die Bedeutung einer solchen Plattform zur Vernetzung sollten wir nicht unterschätzen! Insofern ist es eine gute Nachricht, dass mit dem Nachfolgepakt zum Qualitätspakt Lehre und trotz empfindlicher Kürzungen der Mittel nun Gelder für die Weiterentwicklung der Lehre und die Erprobung und Implementierung neuer Ideen vorhanden sind.

Mein herzlicher Dank geht an dieser Stelle an unseren langjährigen Kooperationspartner, das DiZ – Zentrum für Hochschulentwicklung sowie an alle Organisatorinnen und Organisatoren und Mitwirkende dieser Veranstaltung!

Ich wünsche Ihnen gute Gespräche, Vorträge und spannende Impulse beim 4. MINT-Symposium und einen schönen Aufenthalt an der TH Nürnberg.

Prof. Dr. Michael Braun
Präsident der Technischen Hochschule Nürnberg





Liebe Besucher*innen des MINT-Symposiums,

was schreibe ich als Mitveranstalter in so einen Tagungsband für den vierten Termin dieser Art?

Spreche ich vielleicht davon, dass die MINT-Fächer nach wie vor eine Hürde für viele Menschen bedeuten – möglicherweise weil ihnen die Freude am Verständnis durch strenge oder abgehobene Lehrenden nie vergönnt war? Dann verletzte ich gerade die Teilnehmer*innen unserer Veranstaltung, die ja bemüht sind, jungen Menschen die Türen zu den Schätzen der Natur zu öffnen. Geht gar nicht!

Oder erzähle ich aus meinen eigenen Erfahrungen, welchen Spaß es machen kann, an technischem Spielzeug die eine oder andere Herausforderung zu bestehen oder gar ein gutes Physik-, Mathematik-, Chemie-, ... buch zu lesen? Oder die Phänomene von Beleuchtungen und anderen Geräten im Haushalt zu beobachten, vielleicht sogar zu verstehen? Junge Leute erleben das heute anders.

Die Lehre in den MINT-Fächern ist und bleibt eine Herausforderung: Es gilt nicht nur Inhalte zu übermitteln, sondern bei den Studierenden auch noch Verständnis zu erzeugen oder zu wecken, und vielleicht auch so etwas wie „Spaß an der Freud“. Dazu braucht jede Zeit ihre eigenen Wege. Als Hilfsmittel dafür steht uns aber immerhin die ganze Natur und Technik zur Verfügung, und wir wissen heute auch sehr gut, wann und wie Menschen gut lernen.

Seit meinem eigenen Schulbesuch und Studium hat sich dabei einiges verändert. Eines aber nicht: Es gibt immer noch Menschen, denen es Freude und Genugtuung bereitet, anderen die Wunder der Natur begreifbar, nachvollziehbar, begeisternd nahezubringen. Und für die wollen wir die Plattform bieten, gute Ideen für einfache und schwierige Themen in der Lehre weiterzugeben.

Schön, dass Sie dabei sind!

Ihr
Prof. Dr. Franz Waldherr
- Direktor -
DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik

Die Technische Hochschule Nürnberg



Die Technische Hochschule Nürnberg ist mit rund 13.000 Studierenden bundesweit eine der größten Hochschulen ihrer Art. Sie entwickelt Ideen für die Welt von heute und morgen und forscht zu den Schlüsselfragen unserer Gesellschaft. Als eine der forschungsaktivsten und drittmittelstärksten aller bayerischen Hochschulen ist die TH Nürnberg ein wichtiger Innovationsmotor für die Metropolregion Nürnberg und pflegt hervorragende Kontakte zur Wirtschaft. Mit 160 Hochschulpartnerschaften in aller Welt ist die Hochschule auch als „global player“ aktiv.

Das breite und praxisorientierte Studienangebot widmet sich den technischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und gestalterischen Herausforderungen unserer Zeit und eröffnet den Absolventinnen und Absolventen hervorragende Berufsperspektiven. Zwölf Fakultäten bieten akkreditierte Bachelor- und Masterstudiengänge an, ebenso Weiterbildungsstudiengänge für Berufstätige, Angebote mit Zertifikatsabschluss sowie duale Studienvarianten.

Die TH Nürnberg ist eine auditierte „familiengerechte Hochschule“ und setzt sich für die bessere Vereinbarkeit von Studium, Beruf und Familie ein.

www.th-nuernberg.de

Der Service Lehren und Lernen der TH Nürnberg

Als Anlaufstelle für Studierende und Lehrende bündelt der Service Lehren und Lernen Kompetenzen und Angebote in den Bereichen Hochschuldidaktik und Schlüsselkompetenzen. Die kontinuierliche Weiterentwicklung einer zeitgemäßen Lehre wird durch zahlreiche Serviceangebote für Lehrende gefördert. Seitens der Studierenden ist der Aufbau überfachlicher Schlüsselkompetenzen mitentscheidend für den Erfolg im Studium.

Die TH Nürnberg richtet im Jahr 2019 zum vierten Mal das „MINT-Symposium“ aus und trägt damit zur deutschlandweiten Vernetzung in der Hochschullehre der MINT-Fächer bei.

www.th-nuernberg.de/sll

Das DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik Ingolstadt

Das DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik hat die Aufgaben, die didaktische Weiterbildung für alle Lehrenden dieser Hochschulart in Bayern sicherzustellen, didaktische Forschung im Hochschulkontext zu erbringen und Beratungsleistungen für Lehrende und Hochschulen anzubieten.



Entstanden als Idee ist es bereits 1972, Vorläufer war dann aber eine über mehrere Jahrzehnte im Nebenamt geführte Koordinationsstelle der Didaktikbeauftragten an den Hochschulen. Von dieser wurden im Auftrag der Hochschulen und des Ministeriums zunächst Kurse für die Neuberufenen durchgeführt, mit der Zeit entstand ein kleines gemeinsames Programm der Hochschulen für die Fortbildung der ProfessorInnen.

1996 wurde das DiZ als eine dem Ministerium nachgeordnete Behörde gegründet. Seit 2011 ist es eine gemeinsame wissenschaftliche Einrichtung der bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften. Es befindet sich im Gebäude der ersten bayerischen Landesuniversität in Ingolstadt und ist mit rd. 150 Kursangeboten, der Möglichkeit zum Erwerb verschiedener Stufen des Zertifikat Hochschullehre Bayern und insgesamt rd. 1.600 Kursteilnehmenden eines der großen Didaktikzentren in Deutschland. Inhaltliche Schwerpunkte liegen derzeit auf aktivierender Lehre („student engagement“), vor allem in den MINT-Fächern, den vielfältigen Varianten der Digitalisierung, sowie didaktischer Forschung zur Wirksamkeit bestimmter Kursformate am DiZ.

Im Internet: www.diz-bayern.de

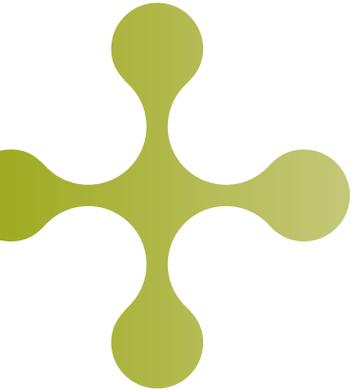
Kontakt: diz@diz-bayern.de

Zur Geschichte des DiZ:

https://www.diz-bayern.de/images/documents/355/DiNa_2016-10_web.pdf

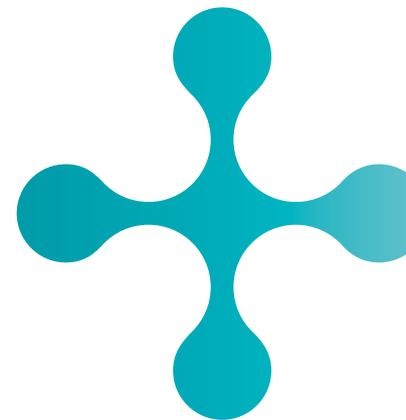
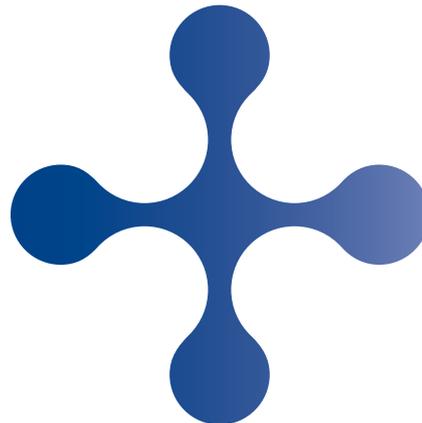
Aktivierende Lehre & Praxisbezug

- 16 Decoding the Disciplines: Entwicklung effektiver Lernaktivitäten durch fachbezogene Lerngespräche
- 21 Klausurerfolg mit festen Lerngruppen und anderen aktivierenden Lehrkonzepten
- 30 Gruppenarbeit in der universitären Physik – ist das möglich?
- 38 Einsatz von Peer Instruction zur Förderung des Beweisverständnisses in mathematischen Vorlesungen
- 47 Der Hörsaal als dritter Pädagoge: Wirksamkeit einer interaktionsfreundlichen Umgebung
- 54 Learning by teaching: ALPIN – Aktivierende Lehre in Praktika der Ingenieur- und Naturwissenschaften
- 62 Fallstudienarbeit im Ingenieurwesen – Aktivierung, Partizipation, Kompetenzerwerb
- 69 Vier Gewinnt? Gamification-Lehre als Kooperation von Hochschule, Uni, Spielearchiv und KMU
- 78 „Es macht einfach Spaß!": Interdisziplinär Forschen mit Programmierung, Mathematik und Design
- 85 Studierendenzentrierte Projekte nach dem Prinzip des forschenden Lernens stiften hohe Motivation
- 94 Einführung in die Programmierung – Learning Lab für Medientechniker



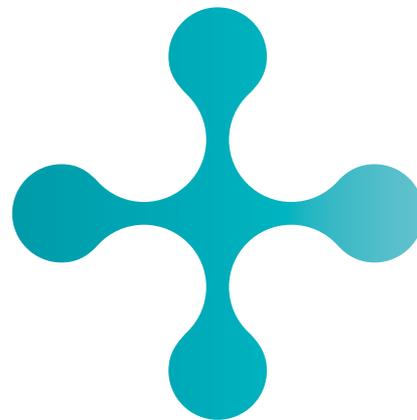
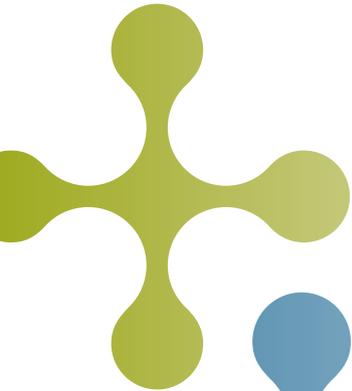
Kompetenzen in der Lehre fördern

- 104 Warum ist das Erlernen von Softwareentwicklung so schwierig?
- 111 Abstraktes Denken fördern durch interdisziplinäre Projektarbeit
- 119 Lernen über Modulgrenzen hinweg – Fachliche Schreibkompetenz in MINT-Fächern systematisch weiterentwickeln
- 128 Integrales Service Learning, ein interdisziplinäres Lehrkonzept
- 138 Inklusionstechnikcheck
- 144 Wie kann interkulturelles Lernen gemessen werden? Einblick in ein Forschungsdesign
- 151 Mathematik selbstorganisiert lernen
- 158 Integrativ statt additiv – Akzeptanz des „Studieren Lernens“ und fachliche Integration
- 165 Selbstkompetente Studieneingangsphase – Wirkungsanalyse prototypischer Unterstützungsinstrumente



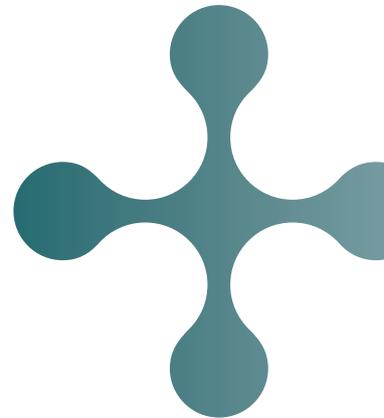
Digitale Lehre

- 176 Einsatz von „Virtual Reality“ in der Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren
- 184 Virtuelle Labore – Feedback, Evaluation & Weiterentwicklung oder:
Wie schmeckt der Köder dem Fisch?
- 192 GeoMat digital – Feedbackgestützte App-Entwicklung im Fach Geowissenschaften
- 199 Der Lehre eine Homepage – oder wie man ein LMS hochschulweit neu startet
- 207 Learning Analytics mit Hilfe von Tests in Moodle
- 214 Eignung von E-Learning im Vergleich zu einer traditionellen Lehrinheit
- 221 Akzeptanz digitaler Lehre & Prüfung im interdisziplinären Blended Learning
von Studierenden in Medizin & Technik
- 229 Der Einfluss aktivierender Lehrmethoden auf die Prüfungsperformance in Physik



Erfolgreicher Studienstart

- 242 Aktive Studierende von Anfang an – Mathematik-Brückenkurse zum Studieneinstieg
- 251 Es war einmal... der Vorkurs – Entwicklung, Erfahrungen und Erkenntnisse eines Mathematik-Vorkurses
- 262 Das Projektsemester der HSBO als Starthilfe für ein erfolgreiches Studium – Konzepte und Ergebnisse
- 270 MINT meets SAGE ...wenn Kinder Genderungerechtigkeiten mit dem Hyperloop lösen
- 277 Entwicklung eines Informatik-Onlinetests zur Studienvorbereitung im Projekt MINTFIT Hamburg
- 286 MINTFIT: Chemie-Onlinetest und -Kurs zur MINT-Studienvorbereitung am Übergang Schule-Hochschule

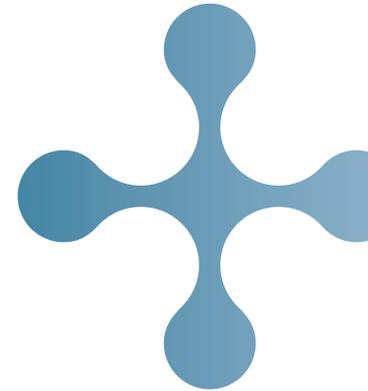




Aktivierende Lehre & Praxisbezug

Decoding the Disciplines: Entwicklung effektiver Lernaktivitäten durch fachbezogene Lerngespräche

Peter Riegler, Ostfalia Hochschule
Niall Palfreyman, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf



Zusammenfassung

Decoding the Disciplines ist ein prozesshaftes Vorgehen mit dem Ziel studentisches Lernen zu fördern, indem die Kluft zwischen Expertendenken und den Bemühungen Studierender beim Erlernen dieses Denkens verringert wird. Es basiert auf den Grundannahmen, dass der Lernprozess Studierender einerseits durch fachspezifische Hürden, sogenannte *Bottlenecks*, behindert werden kann und andererseits das Vorgehen, wie Expertinnen und Experten solche Hürden meistern, häufig implizites Wissen darstellt. Im Kern geht es darum, Expertise zu entschlüsseln und so der Lehre zugänglicher zu machen.

Dieser Beitrag stellt Decoding the Disciplines vor und geht auf den vielfältigen Nutzen des Prozesses für die Entwicklung von Lehre, Hochschuldidaktik und kollegiale Zusammenarbeit ein.

1. Einleitung

Lehrende sind Expertinnen und Experten ihrer Disziplin. Sie haben ihre Expertise über Jahre erworben, indem sie gewisse Denkmuster in ihre fachbezogene Sprache und Handlung aufgenommen haben. Solche Denkmuster enthalten effiziente Verallgemeinerungen und mentale Abkürzungen, die die Fachkompetenz zwar erhöhen, die aber mitunter die Herausforderungen an die Studierenden verstärken, die diese Kompetenzen erlernen wollen.

Häufig stellen solche disziplinspezifischen Denkmuster für Studierende Hürden in deren Lernprozess dar. Diese Hürden werden gelegentlich metaphorisch als *Bottlenecks* bezeichnet. Fehl- und Schwellenkonzepte (Kautz, 2014; Meyer & Land, 2003) werden ebenso zur Kategorie *Bottlenecks* gezählt wie epistemologische Haltungen Studierender. *Bottlenecks* überwunden zu haben ist Teil von Expertise. Auch Lehrende haben möglicherweise manche dieser *Bottlenecks* im Laufe ihrer fachlichen Entwicklung überwunden, können sich aber eventuell nicht mehr daran erinnern.

Disziplinspezifische Denkmuster sind auf Seiten der Lehrenden häufig implizit und Teil des verborgenen Wissens Lehrender. Die Denkmuster sind quasi verschlüsselt.

Decoding the Disciplines (kurz Decoding) ist ein strukturierter Prozess, um die implizite Expertise von Lehrenden in ihren Disziplinen zu entschlüsseln und der Lehre zugänglich zu machen. Im Kern steht ein Gesprächsprozess, der studentisches Lernen fördert, indem er die Kluft zwischen Expertendenken und den Bemühungen Studierender beim Erlernen dieses Denkens verringert. Decoding-Gespräche sind Lerngespräche zwischen Expertinnen und Experten unterschiedlicher Disziplinen, die durch geeignete Fragen die fachspezifischen Denkmuster aufdecken. Gleichzeitig führt das Lerngespräch zu einer Operationalisierung dieser Denkmuster, die deren Vermittlung in der Lehre erleichtert und wirksamer macht.

Decoding-Gespräche sind eine Form des interdisziplinären und kollegialen Dialogs. Sie schließen den Kreis zwischen Forschung und Lehre, indem sie Bottlenecks als Auslöser für tiefgehende Reflektion über fachbezogenes Denken und Handeln verstehen. Das operationalisierte Verständnis, das dabei entsteht, trägt Früchte sowohl in der Lehre als auch in der Forschung.

Speziell in der didaktischen Anwendung führt das Lerngespräch zur Entwicklung geeigneter Lehrbausteine und überprüft deren Wirksamkeit. Oft werden diese Ergebnisse dann durch die Veröffentlichung in einer didaktischen Fachzeitschrift weitergegeben.

Decoding kombiniert Elemente von Expertise- und Fehlkonzeptforschung, Hochschuldidaktik, Coaching und kollegialer Beratung zu einem Prozess der Lehrentwicklung, bei dem die Schwierigkeiten Studierender beim Erlernen fachspezifischer Denk- und Handlungsmuster als systeminhärent gewürdigt werden.

2. Der Decoding-Prozess

Decoding the Disciplines strukturiert Lehrentwicklung als siebenschrittigen Prozess, siehe Abb. 1. Die einzelnen Schritte sind in den Standardwerken zu Decoding (Pace, 2017; Middendorf & Shopkow, 2018) ausführlich beschrieben. Nachfolgend werden Sie kurz im Stil eines Leitfadens für Lehrende vorgestellt:

Schritt 1 – Benennen Sie ein Bottleneck

Identifizieren Sie eine Tätigkeit in Ihrem Kurs, die Studierende erlernen sollen, aber für viele eine Hürde darstellt. Bei der Tätigkeit kann es sich durchaus um eine mentale Tätigkeit handeln.

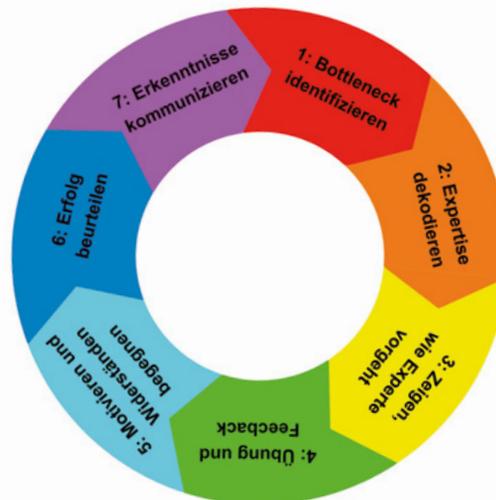


Abb. 1: Prozess des Decoding the Disciplines

Schritt 2 – Dekodieren Sie, was Expertinnen bzw. Experten tun

Finden Sie heraus, welche Schritte ein Experte unternimmt, um die als Bottleneck identifizierte Tätigkeit auszuführen.

Schritt 3 – Zeigen Sie Studierenden, wie Expertinnen bzw. Experten vorgehen

Geben Sie Ihren Studierenden die Gelegenheit zu beobachten, wie Sie als Expertin bzw. Experte vorgehen.

- Führen Sie die (mentalen) Schritte vor Ihren Studierenden an Hand eines fachspezifischen Beispiels durch.
- Beleuchten Sie explizit kritische Operationen.
- Verwenden Sie Metaphern oder Analogien für die (mentalen) Schritte.

Schritt 4 – Schaffen Sie Gelegenheiten für Üben und Feedback

Konstruieren Sie Aufgabenstellungen oder Lernaktivitäten, die Studierenden ermöglichen, die als Bottleneck identifizierte Tätigkeit auszuführen und Feedback zu erhalten.

Schritt 5 – Motivieren Sie Ihre Studierenden und verringern Sie Widerstände

Überlegen Sie, wie Sie eine Lernumgebung schaffen können, die Studierende ermutigt, die als Bottleneck identifizierte Tätigkeit auszuführen. Identifizieren Sie mögliche emotionale Bottlenecks (z. B. aufgrund studentischer Vorurteile oder Ängste).

Schritt 6 – Beurteilen Sie, wie gut Ihre Studierenden das Bottleneck meistern können

Führen Sie Assessments durch, die Ihnen Information liefern, zu welchem Grad Studierende die als Bottleneck identifizierte Tätigkeit ausführen können.

Schritt 7 – Kommunizieren Sie, was Sie über das Lernen Ihrer Studierenden gelernt haben

Teilen Sie Ihre Erkenntnisse informell Kolleginnen und Kollegen mit oder eher formell durch Publikationen oder Präsentationen im Rahmen von Scholarship of Teaching and Learning.

Die einzelnen Schritte müssen nicht lückenlos oder in der vorgegebenen Reihenfolge absolviert werden. Unter Umständen kann es angebracht sein, von der Prozessvorlage abzuweichen, Schritte auszulassen (mit Ausnahme der ersten beiden) oder Schritte iterativ mehrfach zu durchlaufen.

Beispiele zu Bottlenecks aus verschiedenen Disziplinen und den entsprechenden Decoding-Prozessen sind in der Literatur dokumentiert. Im Folgenden fokussiert dieser Beitrag wie auch der Workshop im Rahmen des 4. Symposiums zur

Hochschullehre in den MINT-Fächern auf die ersten beiden Schritte des Decoding-Prozesses. Während die anderen Prozessschritte durchaus alleine von Lehrenden bewältigt werden können, ist bei diesen beiden Schritten die kollegiale Zusammenarbeit bzw. Unterstützung durch prozesserfahrene Personen essentiell.

3. Das Experteninterview – ein fachbezogenes Lerngespräch

Ein Bottleneck deutet auf ein Skill der Expertin oder des Experten: eine geschmeidige, gewöhnlich zum Teil automatisierte Fähigkeit, die sich für Studierende als nur schwer zugänglich erweist. Das Bottleneck ist also ein Engpass im Unterricht, deutet aber auf eine Expertenfähigkeit, die die Expertin bzw. der Experte *außerhalb* des Unterrichts in der Expertendomäne gut meistert. Der Decoding-Schritt Nr. 1 beschäftigt sich also mit dem Identifizieren eines *Bottlenecks*, während Decoding-Schritt Nr. 2 sich mit der Struktur des *Bottleneck-Skills* beschäftigt. Der geniale Beitrag von Decoding the Disciplines ist die Einsicht, dass das Bottleneck in der Lehre meistens gerade auf die automatisierte Geschmeidigkeit des Skills zurückzuführen ist.

Der für Decoding zentrale Schritt Nr. 2 wird häufig in Form eines Interviews durchgeführt. Dabei helfen zwei, möglichst fachfremde, Personen als Interviewer der Expertin bzw. dem Experten die eigene Expertise explizit zu machen. Sie tun dies in der Regel, indem sie die interviewte Person zunächst auffordern, eine Situation zu beschreiben, in der das Bottleneck-Skill auftritt. Sie bitten dann die interviewte Person zu beschreiben, wie er oder sie als Experte diese Situation meistert. Häufig gelingt es den interviewten Personen zunächst nicht, den fachfremden Interviewern ihr Vorgehen als Experten ausreichend nachvollziehbar

zu beschreiben. Nachfragen der Art „*Wie genau* machen Sie das?“ helfen den Experten ihre Denk- und Handlungsmuster zunehmend expliziter zu formulieren. Nicht selten kreieren die interviewten Experten dabei metaphorische Beschreibungen, die sich auch für den späteren Prozessschritt der Vermittlung der Expertise an Studierende als nützlich erweisen können (vgl. Schritt 3 in Abschnitt 2).

Die Dauer eines Interviews bewegt sich im Rahmen von 30 bis 60 Minuten. Es ist empfehlenswert, das Interview für die interviewte Person aufzuzeichnen. Der Erkenntnisgewinn kann so dicht sein, dass in der Erinnerung oder durch ein Protokoll wesentliche Erkenntnisse verloren gehen.

Es ist wichtig, dass die interviewenden Personen fachfremd sind. Sonst droht die Gefahr, dass das Interview zu einem Fachgespräch unter Kolleginnen und Kollegen degeneriert, in dem die Beteiligten beim Übersehen der blinden Flecken konspirieren, die zum Bottleneck führen. Andererseits sollten die interviewenden Personen die Vorkenntnisse mitbringen, über die auch die Studierenden des interviewten Lehrenden ziemlich sicher verfügen. Sonst würde ein substantieller Teil der Interviewzeit dafür benötigt werden, die Interviewer auf diesen Kenntnisstand zu bringen, damit diese anschließend den Erläuterungen des Experten im Zusammenhang mit dem eigentlichen Bottleneck überhaupt folgen können. Bei der Dekodierung eines Bottlenecks im Zusammenhang mit funktionalen Gruppen in der Chemie müssen Interview-Führende beispielsweise elementares Wissen über chemische Strukturformeln mitbringen.

Decodings-Interviews bergen die Gefahr, zu einer Lehrveranstaltung zu mutieren: Die interviewte Person hat endlich einmal gebildete, interessierte Zuhörer. Die interviewenden Personen haben endlich einmal die Gelegenheit sich von einer Expertin bzw. einem Experten erklären zu lassen, was sie schon länger

interessiert. Unter anderem um dieser Gefahr zu begegnen, werden Decoding-Interviews von zwei Personen durchgeführt. Die zweite Person hat dabei insbesondere die Aufgabe, das von der ersten Person geführte Interview zu überwachen und zu verhindern, dass das Interview zu einer Lehrveranstaltung wird. Natürlich können die beiden interviewenden Personen im Zuge des Interviews ihre Rollen tauschen.

Das Decoding-Interview kann als fachbezogenes Lerngespräch betrachtet werden, bei dem Interviewende und Interviewte bei der Entschlüsselung eines Bottlenecks kooperieren. Dieses Lerngespräch ist im Gegensatz zur landläufigen Bedeutung des Begriffs Interview sehr symmetrisch: Die Interviewenden sind einerseits Lehrlinge, was das Fachliche betrifft. Ihre Expertise im Rahmen des Interviews liegt darin, die Entschlüsselung der Fachexpertise der interviewten Person zu unterstützen. Umgekehrt sind die Interviewten fachliche Experten und lernen durch das Interview ihre Expertise besser kennen.

4. Vielfältiger Nutzen von Decoding the Disciplines

Decoding the Disciplines wurde als Prozess der Lehrentwicklung konzipiert. Die Möglichkeiten der Nutzung und des Nutzens sind jedoch wesentlich vielfältiger:

- Lehrenden fällt es mitunter schwer, die eher fachübergreifenden, generischen Angebote der Hochschuldidaktik auf die eigene Lehrveranstaltung abzubilden und für diese zu nutzen. Decoding bietet einen Zugangspunkt für hochschuldidaktische Beratung, der bei disziplinspezifischen Lehrproblemen ansetzt und hochschuldidaktische Lehrmethodenexpertise in den Prozessschritten 3 bis 6 „zum passenden Zeitpunkt“ in den Lehrentwicklungsprozess integriert.

- Obwohl bei Decoding Fachexpertise und deren Vermittlung im Mittelpunkt stehen, benötigen Personen, die Lehrende in diesem Prozess begleiten, keine disziplinspezifischen Kenntnisse. Dies ist sogar eher hinderlich. Der Hochschuldidaktik, die von Natur aus über keine disziplinspezifische Expertise verfügt, wird so ein disziplinspezifischer Zugang zur Lehrentwicklung ermöglicht.
- Decoding richtet den Focus auf natürliche Weise auf die Schwierigkeit des Lehrstoffs. Es vermeidet so unfruchtbares Denken, das das Scheitern von Lehre alleine bei den Studierenden sucht oder primär in einer falschen Auswahl der Lehrmethode (Walter & Riegler, 2016).
- Decoding ist ein Format, das kollegiale Beratung und Zusammenarbeit ermöglicht. Es schafft Anlässe für Lehrende, um fachübergreifend und interdisziplinär ins Gespräch über Lehre zu kommen. Hochschulübergreifend bietet bspw. das DiZ-Zentrum für Hochschuldidaktik in Ingolstadt mit einem offenen Arbeitskreis ein solches Forum für Lehrende. Zum Zeitpunkt des Schreibens ist ein weiterer Decoding-Arbeitskreis in Nordrhein-Westfalen in Planung.
- Decoding ermöglicht Lehrenden, die Lehre zum Gegenstand der eigenen Forschung zu machen (*Scholarship of Teaching and Learning*) und so mittels der Reputationsmechanismen der Forschung Reputation für die Leistungen in der Lehre zu erlangen.

Literatur

Kautz, C. (2014): Verständnisschwierigkeiten und Fehlvorstellungen in Grundlagenfächern des ingenieurwissenschaftlichen Studiums. In: Rentschler, M., Metzger, G. (Hrsg.), Perspektiven angewandter Hochschuldidaktik – Studien und Erfahrungsberichte. Aachen: Shaker

Meyer, J. H., Land, R. (2003): Threshold concepts and troublesome knowledge (1): Linkages to ways of thinking and practising within the disciplines. In: Rust, C. (Hrsg.), Improving Student Learning: Improving Student Learning Theory and Practice – Ten Years On. Oxford: Oxford Centre for Staff and Learning Development

Middendorf, J., Shopkow, L. (2018): Overcoming Student Learning Bottlenecks. Sterling: Stylus

Pace, D. (2017): The Decoding the Disciplines Paradigm – Seven Steps to Increased Student Learning. Bloomington: Indiana University Press

Walter, C., Riegler, P. (2016): Perspektiven auf Wandel: Conceptual Change, Change Management, Change Leadership – eine Synthese. In: Brahm, T., Jenert, T., Euler, D. (Hrsg.), Pädagogische Hochschulentwicklung: von der Programmatik zur Implementierung. Wiesbaden: Springer VS

Angaben zu den Autoren

Peter Riegler

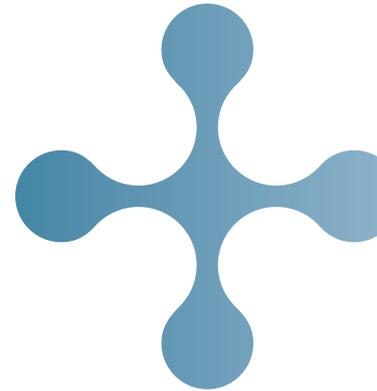
Studium der Physik, nach Tätigkeit in industrieller Forschung und Entwicklung seit 2002 Professor für Mathematik und Physik an der Ostfalia Hochschule, forscht zur Hochschulfachdidaktik der MINT-Disziplinen, Mitinitiator des Arbeitskreises Decoding the Disciplines am DiZ-Zentrum für Hochschuldidaktik.

Niall Palfreyman

promovierte in Mathematischer Physik und ist seit 2000 Professor für Mathematik und Physik an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Sein Forschungsgebiet umfasst die Struktur des allgemeinen Lernens in Organismen und deren Anwendung in der Didaktik.

Klausurerfolg mit festen Lerngruppen und anderen aktivierenden Lehrkonzepten

Stephan Weyers, Fachhochschule Dortmund (ehemals Technische Hochschule Mittelhessen)



Zusammenfassung

In zwei Grundlagenveranstaltungen Mathematik und Statistik wurden zunächst verschiedene aktivierende Lehrmethoden ausprobiert. In Mathematik wurden Abstimmungs-Clicker, Gruppenpuzzle, Inverted Classroom und ein Mathematik-Labor eingesetzt, in Statistik Gamification und wöchentliche Tests. Diese Elemente haben die Aktivierung der Studierenden gefördert und dem Autor sehr viel Spaß gemacht. Allerdings konnte keine dieser Methoden das Klausurergebnis messbar positiv beeinflussen.

Eine sichtbare Verbesserung der Klausurergebnisse in beiden Veranstaltungen wurde erst durch die Einführung von festen Lerngruppen erzielt. Dabei blieben die Studierenden in festen Kleingruppen das ganze Semester zusammen und mussten wöchentlich Testaufgaben bearbeiten. Die Hälfte der Aufgaben musste gemeinsam als Gruppe, die andere Hälfte in Einzelarbeit gelöst werden. Die Tests umfassten jeweils die Themen des ganzen bisherigen Semesters, nicht nur die Themen der Vorwoche.

1. Theoretischer Hintergrund

In diesem Abschnitt werden Begriffe, Prinzipien und Methoden, auf denen dieser Beitrag aufbaut, kurz erläutert und Ergebnisse aus der Literatur zitiert.

- (a) Die Unterbrechung der Vorlesung durch Multiple-Choice-Aufgaben (*Clicker-Fragen*) ist ein Mittel, um die aktive Verarbeitung der Inhalte zu fördern, insbesondere wenn man die Studierenden untereinander diskutieren lässt, um sich gegenseitig von der eigenen Antwort zu überzeugen (Mazur, 2006).
- (b) Im Gegensatz zu einer klassischen Vorlesung findet beim *Inverted Classroom* der Input in Form von Videos oder Lese-material als Einzelarbeit vor der Veranstaltung statt, während die Präsenz für Diskussion, Üben, Transfer und Anwendung des Stoffes genutzt wird. In der Literatur finden sich einige Studien, in denen die Einführung von Inverted Classroom den Lernerfolg verbessert hat (z. B. Deslauriers, 2011, Moravec, 2010), andere berichten über geringe oder negative Effekte (z. B. Maarek, 2015).
- (c) Beim *Gruppenpuzzle* erarbeiten sich die Studierenden verschiedene Inhalte in Expertengruppen und erklären sie sich in gemischten Gruppen gegenseitig. Lazarowitz et al. (1994) konnten positive Effekte auf das Lernergebnis durch das Gruppenpuzzle messen. Hänze und Berger (2007) konnten keine signifikanten Unterschiede im Lernzuwachs feststellen, allerdings Vorteile in Bezug auf intrinsische Motivation.
- (d) *Gamification* „[...] is using game-based mechanics, aesthetics, and game-thinking to engage people, motivate action, promote learning, and solve problems.“ (Kapp, 2014, S. 54).

Typische Spiel-Design-Elemente sind Punkte, Badges, Level, Bestenlisten oder Avatare. Der Einsatz von Gamification in der Lehre kann zu einer Steigerung der Motivation der Studierenden führen, risikofreie Lernerfahrungen und zeitnahe Feedback bieten, kooperatives Lernen fördern und die Menge des behaltene Wissens erhöhen (Escamilla, 2017).

- (e) Das Durchführen von Tests oder Prüfungen direkt nach Darbietung von neuem Stoff kann die Behaltensleistung im Vergleich zur klassischen Vorlesung deutlich erhöhen (Winteler, 2008, S. 130). Das wird auch als *Testing Effect* bezeichnet (Roediger, 2006, Larsen, 2009).
- (f) Der *Spacing Effect* beschreibt das Phänomen, dass zeitlich verteiltes Lernen in der Regel zu langfristigerem Behalten führt (Greene, 1989). Das Bulimie-Lernen kurz vor der Klausur ist also langfristig nicht so effektiv wie ein verteiltes Lernen über das Semester hinweg mit Wiederholungen, deren Intervalle immer größer werden.
- (g) *Kooperatives Lernen*, d.h. das Lernen in kleinen Gruppen, hat generell einen nachweisbar positiven Effekt auf Lernergebnisse von Studierenden der MINT-Fächer (Ruiz-Primo et al., 2011, Springer et al., 1999).
- (h) Gruppenprozesse sind komplex und kaum absehbar. Dennoch werden in der Literatur Phasen genannt, die eine Gruppe im Laufe ihres Bestehens bewältigt, um erfolgreich zu sein. Diese Phasen werden *Forming* (Teamfindung), *Storming* (Konfrontation), *Norming* (Organisierung) und *Performing* (Reife) genannt (Walzik, 2011). Bekannte Erfolgsbedingungen von Gruppenarbeit sind Gruppenziele und individuelle Verantwortlichkeiten, insbesondere das Verhindern von passivem *Trittbrettfahren* (Schneider, 2015).

- (i) In der *HAITI-Methode* (Winteler, 2008, Waldherr, 2009) bleiben die Kleingruppen in der Regel das Semester zusammen und treffen sich jede Woche, um Aufgaben zu besprechen.

2. Eigene Erfahrungen bis zum Sommersemester 2017

In diesem Beitrag geht es um zwei Veranstaltungen: Mathematik 1 für Bauwesen (M) und Statistik für Life Science Engineering (S), die im ersten bzw. zweiten Fachsemester verortet sind. Es handelt es sich um Großveranstaltungen mit jeweils über 200 Studierenden. Beide Veranstaltungen umfassen 2 SWS Vorlesung und 1-2 SWS Übungen.

(M) In Mathematik wurde im Wintersemester 2015/16 die Vorlesung als Vortrag gehalten. Als aktivierende Elemente gab es Clicker-Fragen. In den Übungen wurden jeweils drei Aufgaben mit einem Gruppen-Puzzle von den Studierenden aktiv erarbeitet und wechselseitig erklärt. Die anderen Aufgaben wurden vorgerechnet. Klausurzulassungsvoraussetzung war das Bestehen eines Eingangstests (Bruchrechnen, Potenzgesetze, etc.). Außerdem mussten fünf Hausarbeiten (korrigierte Übungsblätter) erfolgreich bearbeitet werden.

Im WS 2016/17 wurde das Veranstaltungskonzept zu einem Inverted Classroom geändert. Die Studierenden sollten sich wöchentlich Video-Tutorials und das Skript ansehen und in den Übungen selbstständig Aufgaben mit individueller Dozentenunterstützung bearbeiten. In der darauffolgenden Vorlesung gab es keinen Vortrag, sondern abwechselnd Clicker-Fragen und Partnerarbeit. Klausurvoraussetzung war die Teilnahme an vier Zwischentests. Die Tests bezogen sich auf die kurz vorher behandelten Übungsblätter und enthielten Aufgaben des

Eingangstests. Die Einführung des Inverted Classroom im WS 2016/17 war insgesamt leider nicht erfolgreich: Die Studierenden waren wenig vorbereitet, die Anwesenheit in Vorlesung und Übungen ging im Laufe des Semesters noch stärker zurück als im Vorjahr, und die Klausur ist deutlich schlechter ausgefallen. Details dazu finden sich bei Heiny und Weyers (2017).

(S) Die Veranstaltung Statistik für Life Science Engineering war im SS 2017 als Inverted Classroom mit Gamification konzipiert. Als Vorbereitungsmaterial dienten neben einem Skript und Aufgaben mit Musterlösungen ausgewählte Kapitel aus einem Statistik-Buch und Online-Videos. In der Vorlesung wurde die Theorie knapp wiederholt. Die meiste Zeit lösten die Studierenden in Partnerarbeit Aufgaben, während der Autor für Fragen zur Verfügung stand. In jeder Vorlesung wurde ein Test geschrieben, bei dem man Bonuspunkte für die Klausur sammeln konnte. Studierende in der Top-30-Rangliste, die wöchentlich anonym veröffentlicht wurde, erhielten Zusatzpunkte. Für das Einreichen von guten Klausur- und Anwendungsaufgaben gab es weitere Bonuspunkte.

Außerdem konnten die Studierenden durch Forenbeiträge, aktive Mitarbeit usw. Vergünstigungen für den ganzen Kurs erarbeiten, z. B. einen Taschenrechner als Klausurhilfsmittel oder die moderate Eingrenzung von Klausurthemen.

Es gab positive Ergebnisse im SS 2017 durch den Gamification-Ansatz: Die Teilnahmequote an den Vorlesungen war relativ hoch. Die Studierenden waren durch die Testfragen recht gut auf die Vorlesung vorbereitet. Außerdem war der Autor mit der aktiven Mitarbeit in der Vorlesung zufrieden. Es entstand jedoch der Eindruck, dass das Lernen der Studierenden sich auf den aktuellen Themenabschnitt beschränkte und kein wirklich kontinuierliches Lernen mit geeigneten Wiederholungen stattgefunden hat. Weitere Details und Ergebnisse können bei Weyers (2018) nachgelesen werden.

3. Motivation und Umsetzung von neuen Ideen ab dem Wintersemester 2017/18

In beiden Veranstaltungen sind nach den Vorerfahrungen drei Maßnahmen eingeführt worden:

- Bildung fester Lerngruppen mit je 7-8 Mitgliedern, die das ganze Semester über wöchentlich zusammen Testaufgaben bearbeiten.
- Zusätzliche wöchentliche Testaufgaben, die einzeln ohne Hilfe der anderen Gruppenmitglieder abgegeben werden.
- Die gestellten Aufgaben beziehen sich nicht nur auf den aktuellen Stoff. Vielmehr können jederzeit alle bislang behandelten Inhalte abgefragt werden.

Die Motivation zu diesen Maßnahmen lässt sich aus dem theoretischen Hintergrund ableiten: Die regelmäßige, obligatorische Aufgabebearbeitung ist durch den Testing Effect begründet. Durch das Üben der Inhalte in geeigneten Wiederholungsintervallen wird der Spacing Effect genutzt. Die gewählte Arbeit in Kleingruppen leitet sich aus den in der Literatur genannten positiven Effekten ab. Leistungsstarke Studierende können durch Erklären ihr Wissen vertiefen (Lernen durch Lehren). Einige Studierende können den Erläuterungen der Dozenten nicht folgen, weil ihnen die Grundlagen und Begriffe fehlen. Sie profitieren in studentischen Kleingruppen von individuellen Erklärungen auf Augenhöhe. Um sich als Gruppe richtig kennenlernen, zusammenwachsen und funktionieren bzw. die Gruppenphasen angemessen durchlaufen zu können, wurden die Lerngruppen das ganze Semester über zusammengelassen. Zur Unterstützung der Kommunikation wurden die Gruppen zu Beginn beauftragt, einen Zettel mit Hinweisen für eine gute Zusammenarbeit (basierend auf Winteler, 2008) zu diskutieren. Die Gruppengröße reduziert sich im Semesterverlauf und wurde

Aktivierende Lehre & Praxisbezug

Klausurerfolg mit festen Lerngruppen und anderen aktivierenden Lehrkonzepten

mit 7-8 Mitgliedern großzügig gewählt. Um das Trittbrettfahren zu vermeiden, mussten nicht nur Gruppenaufgaben, sondern auch individuelle Einzelaufgaben gelöst werden.

Im Folgenden wird beschrieben, wie diese Maßnahmen konkret in beiden Kursen ab dem WS 2017/18 bzw. SS 2017 umgesetzt wurden.

(M) In Mathematik 1 für Bauwesen konnten sich die Studierenden am Anfang des WS 2017/18 über die Lernplattform Moodle in 8-er Gruppen eintragen. Die Zwischentests wurden durch wöchentliche Bearbeitung von Einzel- und Gruppenaufgaben ersetzt, wobei die Abgabe als Ergebnis ohne Rechenweg über Moodle erfolgte. Um ein Abschreiben zu verhindern, bekam jede Gruppe individuelle Zahlen für die Gruppenaufgaben, und jede Einzelperson individuelle Zahlen für die Einzelaufgaben. Die Gruppen konnten sich einmal in der Woche in den Übungen zum Besprechen der Aufgaben treffen und Fragen an die Dozenten stellen. Damit die Gruppe auch wirklich

zusammenarbeitet und zumindest die Ergebnisse abstimmt, wurden die Gruppenergebnisse nur gewertet, wenn jedes Gruppenmitglied die gleiche, richtige Antwort angegeben hatte. So hatte jeder zumindest die individuelle Verantwortlichkeit, sich bei der Eingabe der Antwort nicht zu vertippen.

Ab dem WS 2017/18 wurde auch die Teilnahme an einem Mathematik-Labor eingeführt, das bereits in anderen Veranstaltungen benutzt wurde. Für Details sei hier auf Weyers und Gundlach (2017) verwiesen. Neben dem praktischen Bezug sollte in diesem Zusammenhang eine weitere Gruppenerfahrung ermöglicht werden.

(S) In Statistik für Life Science Engineering wurden die Tests im SS 2018 aus der Vorlesung in die Übungen verlegt, die im Vorjahr wenig besucht wurden. Die Studierenden teilten sich zunächst über Moodle in 10 Übungsgruppen mit bis zu 35 Studierenden ein. Zu Semesterbeginn wurden die anwesenden Studierenden zufällig in 7er-Gruppen eingeteilt. Neben der

	WS 2015/16	WS 2016/17	WS 2017/18 und WS 2018/19
Vorbereitung	Skript	Videos, Skript	Videos, Skript
Bewertete Leistungen während des Semesters	Eingangstest, 5 Hausarbeiten	4 Zwischentests	Eingangstest, wöchentliche Einzel- und Gruppenaufgaben, Mathematik-Labor
Vorlesung	Vortrag und Clicker-Fragen	Clicker-Fragen, Partnerarbeit	Clicker-Fragen, Partnerarbeit
Übung	Vorrechnen, Gruppenpuzzle	Selbst rechnen	Selbst rechnen in festen Lerngruppen

Tab. 1: Struktur der Veranstaltung Mathematik 1 für Bauwesen

Diskussion der Hinweise zur Gruppenarbeit bekam jede Gruppe in der ersten Stunde die Aufgabe, sich einen Namen zu geben. Auch jede Einzelperson sollte sich ein Pseudonym für die Bestenliste überlegen.

Die Übungen dauerten 45 Minuten. In den ersten 15 Minuten musste jeder für sich ohne Hilfsmittel einen Einzeltest mit Multiple-Choice Fragen oder kurzen Rechenaufgaben bearbeiten. Verschiedene Testversionen sollten Abschreiben verhindern. Nach dem Einsammeln der Einzeltests setzten sich die Lerngruppen zusammen und bearbeiteten 30 Minuten lang neue Aufgaben. Die Gruppenaufgaben wurden häufig so gewählt, dass man sie nur schaffen konnte, wenn jeder aktiv mitarbeitete. Beispielsweise mussten als Teilaufgabe die Steigung und das Bestimmtheitsmaß für acht verschiedene Datensätze zur linearen Regression berechnet werden. Das ist normalerweise nur möglich, wenn man die Arbeit aufteilt und sich als Team unterstützt. Als Hilfsmittel waren für die Gruppenaufgaben nur Taschenrechner erlaubt. Dass man keine Unterlagen bei Einzel- und Gruppenaufgaben verwenden durfte, diente einerseits

dazu, dass die Ergebnisse aus anderen Übungsgruppen nicht übernommen werden konnten. Andererseits sollte es die Studierenden bereits während des Semesters dazu bewegen, die wichtigsten Formeln und Prinzipien auswendig zu lernen. Da nicht nur das aktuelle Thema getestet wurde, sondern auch Aufgaben zu Inhalten des ganzen bisherigen Semesters vorkommen konnten, war eine ständige Wiederholung notwendig, um in den Tests gut abzuschneiden.

Jede Woche wurden die Bestenlisten veröffentlicht. Für Einzel- und Gruppenwertung wurden nicht nur die Besten der Gesamtwertung gezeigt, sondern auch die Besten der Woche und diejenigen, die in den vergangenen zwei Woche die meisten Plätze gutgemacht haben. So hatte jede Gruppe und jede Einzelperson stets die Möglichkeit für sichtbare Erfolgserlebnisse, unabhängig von den Lernvoraussetzungen und dem bisherigen Semesterverlauf. Der Autor kommentierte die Bestenliste am Anfang jeder Vorlesung und lobte explizit diejenigen, die sich am meisten verbessert hatten.

	SS 2017	SS 2018
Lernmaterial	Videos, Buchkapitel, Skript, Aufgaben mit Lösungen	Videos, Buchkapitel, Skript, Aufgaben mit Lösungen
Wöchentliche Tests	In Vorlesung: 20 Minuten mit Partnerdiskussion	In Übung: 15 Minuten Einzelprüfung, danach 30 Minuten Aufgaben in festen Lerngruppen
Bonuspunkte	Durch Tests und Einreichen von Klausuraufgaben	Durch Einzel- und Gruppentests
Bestenliste	Gesamt-Einzelwertung	Gesamtwertung, Beste der Woche und größte Verbesserungen für Einzel- und Gruppenwertung
Vergünstigungen für den Kurs	Durch Verhalten und Mitarbeit in der Vorlesung, Forenbeiträge, Teilnahmen an Fragebögen	Durch Anwesenheit, Verhalten und Mitarbeit in der Vorlesung

Tab. 2: Struktur der Veranstaltung Statistik für Life Science Engineering

Punktstand im Modul Statistik / MATLAB für LSE im SS 2018 - Test 10

Einzelwertung gesamt		Beste der Woche		Größte Verbesserung (2W)	
Name	Punkte	Name	Punkte	Name	Plätze
ko7	4,75	YMJH	0,60	Heiße Schlange 123	65
Marsupilami	4,70	smurf	0,60	HaiwannMorris	58
DreiHirsch (+4)	4,25	Vincent Vega	0,60	RambaZamba	53
Aegon Targaryen (+6)	4,15	Mvpj	0,60	Birke	48
Mvpj (+4)	4,15	j.	0,60		46
Kikiriki1901	4,10	Verstehnix	0,60	mittelhessen69	42
Julia M.	4,10	Fox	0,60	02	42
Verstehnix (+6)	4,00	HaiwannMorris	0,60	ajit khadka	42
j. (+6)	3,95	ko7	0,60		41
j. (+2)	3,85	Apfelmännchen	0,60	Yonken	41
Zuzu	3,80	DreiHirsch	0,60	Yack	36
Holly Cow (+10)	3,75	Holly Cow	0,60	Crypton	35
MCK	3,75	Crypton	0,60	MAP	34
Wina (+2)	3,75	Aegon Targaryen	0,60	Jennifer Becker	32
Vincent Vega (+10)	3,70		0,60	ok	32
Lorenz (+8)	3,70	Lorenz	0,60		32
smurf (+10)	3,70	CarpeDiem007	0,60	Haxi	31
Erdbärchen (+8)	3,70	Marsupilami	0,60	Tilicho	29
Lela	3,70	Erdbärchen	0,60	Natador	29
Miau	3,70	ok	0,60	158	29

Gruppenwertung gesamt		Beste der Woche		Größte Verbesserung (2W)	
Name	Punkte	Name	Punkte	Name	Plätze
PADYCT	5,83	SPACMN69	0,80	G65	7
Gruppe 14	5,79	einundsiebzig	0,80	Bodak Yellow	7
SMAAFA (+1)	5,72	Statistik68	0,80	63	5
Gryffindor	5,67	SpicyGladiatorz	0,80	KADIN-Gang	5
Team YARSUM	5,55	PADYCT	0,75	Route66	5
63 (+1)	5,43	Gruppe 14	0,75	statistikgr28	4
einundsiebzig (+3)	5,42	63	0,75	Flamingo	4
Die 6 Statisten	5,28	SMAAFA	0,75	SPACMN69	4

Vorlesung

Woche	Anwesend		Verhalten		Gesamt
	Mi	Do	Mi	Do	
1					
2	110	120	80	60	370
3	200		80		280
4	86	138	100	70	394
5	71	120	90	60	341
6	140		60		200
7	80	93	90	90	353
8	74	84	100	100	358
9					0
10	64	83	75	80	302
11	65	72	90	90	317
12	58	75	90	90	313
13	60	74	90	60	284
14	54	70	80	90	294
Gesamt	1.062	929	1.025	790	3.806

Prämien

Punkte	Prämie für Klausur
3.000	1 DIN-A4 Blatt (einseitig, hand)
3.300	Wiss. Taschenrechner
3.600	Fragenkatalog (1 aus 10)
3.800	1 DIN-A4 Blatt (beidseitig, hand)
4.000	Fragenkatalog (2 aus 6)
4.200	3 DIN-A4 Blätter (beidseitig, hand)
4.500	5% Zusatzaufgabe Klausur

Abb. 1: Darstellung des Punktstands in Statistik für Life Science Engineering

Durch Anwesenheit und positives Verhalten in der Vorlesung (Pünktlichkeit, Mitarbeit, Ruhe) erwarben sich Studierenden in diesem Fall das Recht, einen Taschenrechner und ein DIN-A4-Blatt mit Formeln mit in die Klausur nehmen zu dürfen. Außerdem gab der Autor vor der Klausur 10 Aufgaben bekannt, von denen eine mit anderen Zahlen in der Klausur vorkommen würde.

Klausurergebnisse, in Prozent

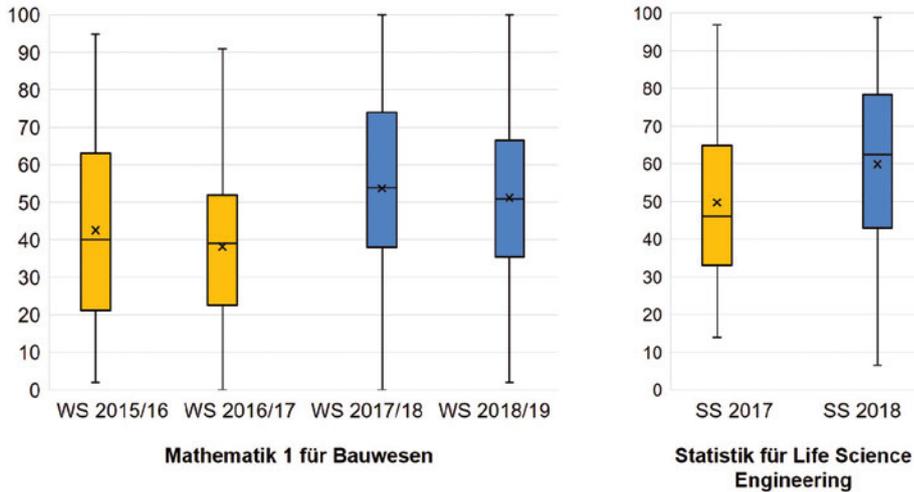


Abb. 2: Box & Whisker Diagramm der Klausurergebnisse

4. Ergebnisse

Die Klausur ist nach Einführung der drei Maßnahmen in beiden Veranstaltungen deutlich besser ausgefallen (Abb. 2). Beispielsweise ist der Median in Statistik von 46 Prozent (SS 2017) auf 63 Prozent (SS 2018) gestiegen, der arithmetische Mittelwert von 50 auf 60 Prozent, die Grenze des 25%-Quartils von 33 auf 43 Prozent, und die Grenze des 75%-Quartils von 65 auf 79 Prozent. In Mathematik 1 sind ähnliche Verbesserungen beim Übergang zum WS 2017/18 zu beobachten. Das positive Ergebnis wurde im WS 2018/19 bestätigt, allerdings nicht ganz

so deutlich wie im WS 2017/18. Die gemessenen Anstiege von 10-17 Prozent in den Mittelwerten und Quartilsgrenzen entsprechen Verbesserungen in der Notenskala (1-5) von etwa 0,7 bis 1,1. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Klausurergebnisse nicht die Endwertung widerspiegeln, da teilweise noch Anpassungen der Maximalpunktzahl und Anrechnung von semesterbegleitenden Leistungen vorgenommen wurden. Die gewählte Darstellung führt nach Einschätzung des Autors zu einer guten Vergleichbarkeit zwischen den Semestern, wobei die Ergebnisse nur indikativ sein können, da keine randomisierte, kontrollierte Studie durchgeführt wurde.

Fazit

Zusammenfassend liefern diese Ergebnisse jedoch eine gewisse Bestätigung, dass die aus dem theoretischen Hintergrund abgeleiteten Prinzipien (feste Lerngruppen, wöchentliche Tests, Einzel- und Gruppenabgaben sowie ständige Wiederholung aller bisherigen Themen) tatsächlich den Lernerfolg verbessern. Das gilt insbesondere, weil die Lehrversuche dreimal und in zwei unterschiedlichen Fächern und Fachbereichen durchgeführt wurden.

Zukünftige Forschung könnte untersuchen, ob die Kombination der Prinzipien entscheidend war oder ein einzelnes besonderes Gewicht hatte und ob sich die Ergebnisse auch in anderen Kontexten unter kontrollierten Bedingungen bestätigen lassen.

Danksagung

Die vorliegenden Lehrversuche wurden im Rahmen des Programms „Gemeinsames Bund-Länder-Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre“ unterstützt. Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL17034 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Literatur

Deslauriers, L., Schelew, E., Wieman, C. (2011): Improved learning in a large-enrollment physics class. *science*, 332(6031), pp. 862-864

Escamilla, Jose, Fuerte, Karina, Venegas, Esteban, Fernández, Katuska, Elizondo, Josemaría, Román, Rubí, Quintero, Eliud (2016): EduTrends Gamification. observatory.itesm.mx/edu-trends-gamification/ (aufgerufen am 15.01.2019)

Greene, R. L. (1989): Spacing effects in memory: Evidence for a two-process account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(3), pp. 371

Hänze, M., Berger, R. (2007): Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and instruction*, 17(1), pp. 29-41

Heiny, J. Weyers, S. (2017): Wie (effektiv) nutzen Studierende die Selbstlern- und Präsenzphasen einer Flipped Classroom Veranstaltung? *Das Hochschulwesen*. Ausgabe 03/2017. UniversitätsVerlagWebler

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

Larsen, D. P., Butler, A. C., Roediger III, H. L. (2009): Repeated testing improves long-term retention relative to repeated study: a randomised controlled trial. *Medical education*, 43(12), pp. 1174-1181

Lazarowitz, R., Hertz-Lazarowitz, R., Baird, J. H. (1994): Learning science in a cooperative setting: Academic achievement and affective outcomes. *Journal of research in science teaching*, 31(10), pp. 1121-1131

Maarek, J. M. I., Kay, B. (2015): Assessment of performance and student feedback in the flipped classroom. *age*, 26, 1

Mazur, E. (2006): Peer Instruction: Wie man es schafft, Studenten zum Nachdenken zu bringen. *Praxis der Naturwissenschaften; Physik in der Schule*, 4(55), S. 11-15

Moravec, M., Williams, A., Aguilar-Roca, N., O'Dowd, D. K. (2010): Learn before lecture: a strategy that improves learning outcomes in a large introductory biology class. *CBE – Life Sciences Education*, 9(4), pp. 473-481

Roediger, H. L. III., Karpicke, J. D. (2006): Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science* 17, pp. 249-255

Ruiz-Primo, M. A., Briggs, D., Iverson, H., Talbot, R., Shepard, L. A. (2011): Impact of undergraduate science course innovations on learning. *Science*, 331(6022), pp. 1269-1270

Schneider, M., Mustafić, M. (Eds.). (2015): Gute Hochschullehre: Eine evidenzbasierte Orientierungshilfe: Wie man Vorlesungen, Seminare und Projekte effektiv gestaltet. Springer-Verlag

Springer, L., Stanne, M. E., Donovan, S. S. (1999): Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis. *Review of educational research*, 69(1), pp. 21-51

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

Walzik, S. (2011): Gruppenarbeit sinnvoll gestalten – Teil 2: Gruppendynamik und Gruppenprozess gestalten. *Neues Handbuch Hochschullehre: Lehren und Lernen effizient gestalten*. (Lieferung 51, Ziffer C 2.20). Berlin: Raabe Fachverlag für Wissenschaftsinformation

Weyers, S., Gundlach, M. (2017): Mathematik anwendungsnah vermitteln im Mathematik-Labor. In: Meissner, B., Walter, C., Zinger, B. (2017). *Tagungsband zum 3. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern*, S. 105-111

Weyers, S., Just, B. (2017): Gruppenpuzzle und Peer Review – Möglichkeiten zur Methoden-vielfalt in Mathematik-Übungen. In: Meissner, B., Walter, C., Zinger, B. (2017). *Tagungsband zum 3. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern*, S. 63-68

Weyers, S. (2018): Inverted Classroom meets Gamification – Einsatz eines Bonuspunktesystems in einer Grundlagenveranstaltung. In: Buchner, J., Freisleben-Teutscher, C.F., Haag, J., Rauscher, E. (2018). *Begleitband zur 7. Konferenz Inverted Classroom and Beyond 2018*, S. 239-244

Winteler, A. (2008): Professionell lehren und lernen. *Wissenschaftliche Buchgesellschaft (WBG)*

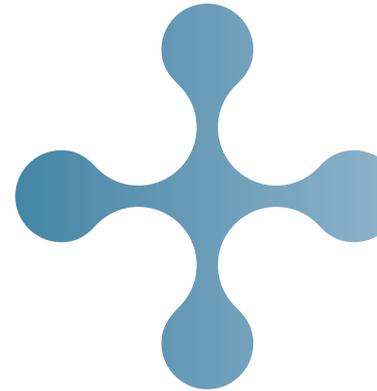
Angaben zum Autor

Stephan Weyers

Studium der Mathematik, Physik und Philosophie, nach der Promotion Tätigkeit als Analytic Specialist bei Unternehmensberatung, danach Professor für Mathematik und Didaktik an der Technischen Hochschule Mittelhessen, seit März 2019 Professor für Wirtschaftsmathematik, -statistik und Produktion an der Fachhochschule Dortmund.

Gruppenarbeit in der universitären Physik – ist das möglich?

Gary Ferkinghoff, Technische Universität Dortmund



Zusammenfassung

In der heutigen, schnelllebigen Welt gewinnen taxonomisch hohe Fertigkeiten und überfachliche Kompetenzen vermehrt an Bedeutung. Diese Lernziele sollten insbesondere in Übungen und Seminaren erlangt werden, doch häufig wird auch hier traditioneller Frontalunterricht betrieben. Gerade im Übungsbetrieb wird die Einbindung komplexer didaktischer Methoden oftmals dadurch erschwert, dass für die Besprechung zahlreicher rechenintensiver Aufgaben nur wenig Zeit gegeben ist.

Daher haben wir ein duales Besprechungskonzept für Physikübungen entwickelt, in dem die Studierenden in mehreren Kleingruppen ihre Lösungen zusammentragen und der Gesamtgruppe online zur Verfügung stellen. In den Kleingruppen erhalten die Studierenden verstärkt Gelegenheit, ihren Kommilitonen fachliche Inhalte zu präsentieren und auf individuelle Schwierigkeiten einzugehen.

Die Studierenden haben sich über One-Minute-Papers und eine abschließende Evaluation äußerst positiv zu dem Konzept geäußert. Die positiven Effekte auf die Klausurergebnisse sind jedoch nicht signifikant. Die Akzeptanz der Methode bei den Studierenden stieg nach einer kurzen Eingewöhnungsphase schnell an.

1. Die Ausgangssituation: Zwischen Frontalunterricht und Kompetenzen

Frontalunterricht im Streit mit überfachlichen Lernzielen

Wie in vielen Physik-Studiengängen in Deutschland üblich, werden die Vorlesungen an der TU Dortmund durch Übungen ergänzt. In diesem Rahmen werden den Studierenden im Wochenrhythmus Übungsaufgaben zur Verfügung gestellt, welche sie in Gruppen von bis zu drei Personen bearbeiten und abgeben müssen. Diese Abgaben werden von den TutorInnen korrigiert und bewertet. In der Präsenzsitzung erhalten die Studierenden ihre korrigierten Lösungen zurück und es wird pro Aufgabe eine Person ausgewählt, welche ihre Rechnung den restlichen Studierenden an der Tafel vorstellt. Hierbei ergibt sich die Studienleistung zur Klausurzulassung durch das Erreichen hinreichend vieler Punkte in der Abgabe und mindestens zweimaligem Vorstellen der eigenen Lösung.

Dieses Format soll mehrere Lernziele erfüllen: Das offensichtlichste Ziel ist, dass die aktive Bearbeitung der Übungsaufgaben höhere Taxonomiestufen (Anderson 2001) als bei einer Vorlesung anregen kann und die Studierenden durch die korrigierten Lösungen ihren Lernfortschritt überprüfen können. Darüber hinaus wird das überfachliche Lernziel verfolgt, dass die Studierenden nach ihrem Abschluss komplizierte Sachverhalte effektiv kommunizieren können, was sowohl in Wissenschaft

als auch Wirtschaft eine Kernkompetenz von Physikern darstellt, da diese vielfach als Generalisten eingesetzt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen die Studierenden schon früh ihre Rechnungen in den Übungen präsentieren.

Letzteres Lernziel lässt sich durch das traditionelle frontale Übungskonzept erfahrungsgemäß nur unbefriedigend erreichen. Bei einer Gruppengröße von durchschnittlich 15 Studierenden pro Übung werden 14 der Anwesenden in eine passive Konsumentenrolle versetzt. In dieser Rolle schreiben sie die vorgestellte Rechnung, ähnlich wie im Vorlesungsbetrieb, mit und können primär fachliche Lernerfolge erzielen. Selbst diese Erfolge fallen oftmals gering aus, wenn die vorgestellten Aufgaben von ihnen bereits exzellent bearbeitet oder nur oberflächlich verstanden worden sind.

Den überfachlichen Lernzielen wird das frontale Lehrformat damit nicht gerecht.

Rahmenbedingungen der Veranstaltung

Das Aufbrechen dieser frontalen Struktur fiel uns in der Vorlesung „*Thermodynamik und Statistik*“ besonders schwer: Diese verpflichtende, theorielastige Vorlesung für Fünftsemester im Bachelorstudiengang Physik wird durch fünf Übungsgruppen ergänzt. Jede Gruppe wird von zwei TutorInnen betreut, die jede Woche eine Sitzung mit den Studierenden abhalten. In dieser Sitzung müssen vier (teils äußerst anspruchsvolle) Übungsaufgaben besprochen werden, was in der Vergangenheit regelmäßig zu zeitlichen Problemen geführt hat. Insbesondere konnten individuelle Nachfragen der Studierenden nicht ausführlich behandelt werden.

Zusätzlich haben wir jede Woche Verständnisfragen gestellt, die vor Ort in einer offenen Diskussion zwischen TutorInnen und Studierenden behandelt wurden. In dieser Besprechung wollten wir zur größeren Beteiligung aller Studierenden Think-Pair-Share (Hetika 2017) einsetzen, doch leider war dies aufgrund der zeitlichen Rahmenbedingungen und unserem Anspruch an den Umfang des behandelten Stoffes nicht immer möglich.

Ferner haben wir in der Vergangenheit Präsenzaufgaben eingesetzt, welche die Studierenden allein oder in Gruppenarbeit in den Übungssitzungen bearbeiten und die im Verlauf der Sitzung besprochen werden. Diese Präsenzübungen haben sich jedoch häufig als unproduktiv erwiesen, da viele Aufgaben zu zeitintensiv für den Rahmen einer einzelnen Sitzung sind. Damit verschob dieses Konzept lediglich die gemeinsame Erarbeitung der Lösungen in den Abgabegruppen von den studentischen Lernräumen in die Präsenzzeit der Übungssitzungen, ohne dabei signifikanten didaktischen Mehrwert zu erzeugen.

Anforderungen an ein neues Konzept

Unser Ziel war also, ein didaktisches Konzept zu entwickeln, das die überfachliche Kompetenz der Wissenskommunikation fördert. Das neue Konzept sollte jedoch nicht mit den in der Fakultät abgesprochenen Rahmenbedingungen kollidieren.

Die Studierenden sollten die Aufgaben weiterhin außerhalb der Präsenzzeit bearbeiten und die Studienleistung durch genügend Punkte sowie Vorrechnen in den Sitzungen erreichen. Die TutorInnen sollten den Studierenden nur die vorgestellten Ergebnisse zur Verfügung stellen, durften also insbesondere keine Musterlösungen ausgeben.

2. Die Methode: Vereinigung aus Altem und Neuem

Duales Besprechungskonzept

Eine Hospitation in der Semestermitte brachte die Idee eines dualen Besprechungskonzeptes hervor. Daraufhin haben wir den 15 Studierenden einer ausgewählten Übungsgruppe das Konzept erklärt und es für drei Wochen ausprobiert. Nach Ablauf der drei Wochen durften die Studierenden abstimmen, ob sie das neue Konzept beibehalten oder zum rein frontalen Unterricht zurückkehren wollen.

Das duale Konzept besteht aus zwei Komponenten: Dem traditionellen frontalen Vorrechnen an der Tafel und der Besprechung der Aufgaben in Gruppenarbeit. Die Tutoren entscheiden anhand der abgegebenen Lösungen, welche Aufgaben mit welchen Methoden besprochen werden. Die Gruppenarbeit

kommt für solche Aufgaben in Frage, die von ausreichend vielen Studierenden gut bearbeitet worden sind, aber noch genügend Gesprächsbedarf bieten.

Umsetzung der Gruppenarbeit

Zu Beginn der Sitzung wird ein Zeitplan angeschrieben, welcher die Länge der einzelnen Methodenphasen und die in diesen Phasen zu bearbeitenden Aufgaben auflistet. Zu Beginn der Gruppenphase setzen sich die Studierenden mit ihren korrigierten Abgaben in drei Kleingruppen zusammen, wobei sie ihre üblichen Abgabegruppen bewusst auftrennen sollen, um mit anderen Kommilitonen zusammenzuarbeiten.

In diesen Kleingruppen sollen die Studierenden gemeinsam mithilfe ihrer korrigierten Abgaben eine finale schriftliche Lösung erarbeiten. Zu Beginn wird aus jeder Gruppe eine Moderation bestimmt, die entweder ihren eigenen Ansatz vorstellt oder die Gruppe koordiniert, um in der gegebenen Zeit eine Lösung zu erarbeiten. Diese Moderation ersetzt ein frontales Vorrechnen für die Studienleistung.

Die erstellten Lösungen werden anschließend von den Studierenden oder den TutorInnen eingescannt und der Gruppe online zur Verfügung gestellt (in unserem Fall über Moodle). Sind die Aufgaben zu rechenintensiv für die gegebene Zeit der Gruppenarbeitsphase, teilen die TutorInnen jeder Gruppe einen Aufgabenteil zu, den diese ausführlich aufschreiben, während die restlichen Teile nur verbal besprochen werden müssen. Somit wird sichergestellt, dass zu jeder Aufgabe mindestens ein (in der Regel aber mehrere) Lösungsweg entsteht, den die Studierenden in der Nachbereitung einsehen können.

Der Gruppenfindungsprozess wird von den TutorInnen moderiert, wobei sie darauf achten, dass in jeder Gruppe mindestens eine sinnvolle Abgabe und ein Studierender der entsprechenden Abgabegruppe vorhanden sind. Ferner stehen sie bei

Duales Besprechungskonzept

Tafelrechnung

Gruppenarbeit



Abb. 1: Das duale Besprechungskonzept gliedert sich in das traditionelle Vorrechnen an der Tafel und Gruppenarbeit

Nachfragen bereit, ermutigen aber auch die Studierenden zur aktiven Teilnahme und stellen gezielte Nachfragen zu den Lösungen. Falls nötig, stellen die TutorInnen im Anschluss an die Gruppenarbeit wichtige Punkte kurz frontal vor.

Erwartete Vorteile: Selbstwirksamkeit und Multiplikator-Wirkung

Wir erwarten von dem dualen Besprechungskonzept, dass die Studierenden ihre Fähigkeiten der Wissensvermittlung verfeinern, da sie in den Kleingruppen häufiger dazu kommen, ihre Lösungen vorzustellen. Ferner erwarten wir hierdurch ein größeres Gefühl der Selbstwirksamkeit.

Die geringe Gruppengröße kann die Studierenden ferner ermutigen, mehr Fragen zu stellen und ihre individuellen Schwierigkeiten bei den Aufgaben zu thematisieren. Da somit nicht jede Frage im Plenum diskutiert wird, kann dies auch insgesamt die Besprechungszeit der Aufgaben reduzieren. Darüber hinaus erwarten wir eine stärkere Vernetzung der Studierenden über ihre Abgabegruppe hinaus, die insbesondere kontaktscheueren Studierenden im weiteren Verlauf ihres Studiums nutzen kann.

Die unterschiedlichen Lösungen, welche den Studierenden im Anschluss der Sitzung online zur Verfügung gestellt werden, liefern ihnen mehr Lösungsansätze für ähnliche Problemstellungen.

Weitere eingesetzte Methoden

Zusätzlich zu dem dualen Besprechungskonzept wurden folgende Methoden verwendet, welche auf positive Resonanz bei den Studierenden stoßen:

Wir haben einen Einleitungstext vor jeder Aufgabe formuliert, der diese in den Vorlesungskontext einreicht und das Lernziel formuliert. Dies soll die Motivation der Studierenden erhöhen und die Erreichung des Lernziels für sie überprüfbar machen.

Zusätzlich wurden jede Woche Verständnisfragen ausgegeben und in der Übung gemeinsam besprochen. Die Fragen wurden möglichst offen formuliert, um die Studierenden zur Mitarbeit zu motivieren und hohe Taxonomiestufen anzuregen. Im Gegensatz zu Peer Instruction (Bauer 2018) wurde hier wegen starken zeitlichen und räumlichen Einschränkungen auf eine Abstimmung verzichtet. Stattdessen wurden die Fragen in einer offenen Diskussion unter Einsatz von Think-Pair-Share besprochen (Hetika 2017).

3. Die Evaluationsergebnisse: Ein durchschlagender Erfolg

Fortlaufende Evaluation per One-Minute-Papers

Das duale Konzept wurde am Ende jeder Sitzung mit einem One-Minute-Paper (Stead 2005) evaluiert. Nach drei Wochen konnten die Studierenden anonym darüber abstimmen, ob sie das duale Besprechungskonzept beibehalten oder zum rein frontalen Vorrechnen zurückkehren wollen.

Zu Beginn haben wir negative Ergebnisse der One-Minute-Papers erwartet, da der Begriff „Gruppenarbeit“ in der physikalischen Fachkultur meist negativ konnotiert ist, die Gruppenarbeit für die Studierenden aktivere Arbeit bedeutet und sie zu diesem Zeitpunkt seit zwei Jahren auf Frontalunterricht in Vorlesungen sowie Übungen sozialisiert sind. Das Feedback war jedoch schon zu Beginn überraschend positiv. Einige Studierende gaben uns darüber hinaus persönliches, verbales Feedback. Selbst ein Studierender, welchem das Konzept nach eigener Aussage für seinen eigenen Lernstil nicht zusagt, befand, dass er es für seine Kommilitonen als sinnvoll einschätze.

Darüber hinaus hat uns die weitgehend konstruktive Kritik der Studierenden dabei unterstützt, die Gruppenarbeit zu optimieren. So haben wir in der ersten Sitzung noch für jede Aufgabe eine einzelne Station eingeteilt, zwischen denen die Kleingruppen wechseln sollten. Diese strikte Einteilung erzwang jedoch dieselbe Besprechungsdauer für jede Aufgabe, was nicht deren divers gestreuten Komplexität gerecht wurde. Ferner haben wir bei den ersten Terminen noch in jeder Kleingruppe eine

protokollführende Person bestimmt, welche die erarbeitete Lösung niederschreiben soll. Dies hat sich jedoch als ineffizient erwiesen, da die betroffene Person lediglich die Rechnung des vorstellenden Studierenden abschrieb und somit von der aktiven Teilnahme am Gruppenprozess ausgeschlossen wurde. Daher haben wir den Studierenden selbst überlassen, ob sie eine protokollführende Person bestimmen oder ob die Rechnungen von der Person aufgeschrieben werden, welche sie vorstellt.

Vergleich zum Tafelrechnen	Tafelrechnen					Mittelwert	Stimmen	Fazit
	1	2	3	4	5			
Ich habe die Aufgaben besser verstanden bei ...		1	3	8	3	3,9	15	+
Auf meine Nachfragen konnte besser eingegangen werden bei ...		3	2	8	5	4,1	16	++
Die Aufgaben wurden schneller besprochen bei ...	1	7	6	1	1	2,6	16	-
Die entstandene(n) Lösung(en) waren nützlicher bei ...	1	1	6	7	1	3,4	16	+
Ich hatte mehr Gelegenheit meinen Kommilitonen Rechnungen und Konzepte zu erklären bei ...			2	6	8	4,4	16	++
Ich fühlte mich/meine Rechnung stärker wertgeschätzt bei ...		1	10	5		3,3	16	+
Für einfache Aufgaben wünsche ich mir eine Besprechung durch ...	2	1	2	4	6	3,7	15	+
Für schwierige Aufgaben wünsche ich mir eine Besprechung durch ...	4	7		2	1	2,2	14	-
Generell wünsche ich mir einen Fokus auf ...		1	5	9		3,5	15	+

Tab. 1: Die Ergebnisse der Evaluationsfragen zum direkten Vergleich mit reinem Frontalunterricht

Die Abstimmung der Studierenden nach 3 Wochen hat ergeben, dass 14 von 16 Personen das duale Konzept beibehalten wollten, sodass wir es bis zum Semesterende fortgesetzt haben.

Abschließende Evaluation per Fragebogen

Nach der letzten Sitzung haben wir die Studierenden eine Evaluation mit Fragen zur Gruppenarbeit ausfüllen lassen, dessen Ergebnisse in Tabelle 1 und 2 zu sehen sind.

Laut der Evaluationsergebnisse hatten die Studierenden den Eindruck, dass die Organisation der Gruppenarbeit gut funktioniert hat, ihre Nachfragen besser behandelt werden konnten

und sie mehr Gelegenheit zum Vorstellen ihrer Rechnungen hatten. Zeitlich wurde das Konzept als ineffizienter eingeschätzt, doch dafür wurde ein besseres Verständnis des Fachinhalts wahrgenommen und die zahlreichen entstandenen Lösungen wurden als äußerst hilfreich empfunden. Die studentische Einschätzung deckt sich mit unserer Erwartung, dass Gruppenarbeit für einfachere Aufgaben besser geeignet ist.

Besonders interessant: Die Studierenden gaben an, dass sie zu Semesterbeginn, als sie das Konzept noch nicht kannten, eine Übung mit Gruppenarbeit nicht gewählt hätten; doch nachdem sie das Konzept kennengelernt haben, habe sich ihre Meinung dazu stark ins Positive verändert.

Fragen zur Gruppenarbeit	Trifft nicht zu					Mittelwert	Stimmen	Fazit
	1	2	3	4	5			
Die Gruppenarbeit hat organisatorisch gut funktioniert			1	13	2	4,1	16	++
Ich fand hilfreich, dass unterschiedliche Lösungsansätze als Protokolle hochgeladen wurden			2	5	8	4,4	15	++
Die Gruppenarbeit hat den Zusammenhalt der Gesamtgruppe gestärkt		2	5	8		3,4	15	+
Bevor ich das Konzept kannte: Wenn das Konzept zu Semesterbeginn angekündigt worden wäre, hätte ich diese Übung gewählt	2	6	3	4	1	2,8	16	-
Jetzt, wenn ich das Konzept kenne: Wenn das Konzept zu Semesterbeginn angekündigt worden wäre, hätte ich diese Übung gewählt		1	2	9	4	4,0	16	++

Tab. 2: Die Ergebnisse der Evaluationsfragen zu Thesen über die Gruppenarbeit

Die positiven Evaluationsergebnisse sollten jedoch mit Vorsicht genossen werden: Die Formulierung der Fragen und die Abwechslung zum Frontalunterricht könnte die Studierenden zu einer unverhältnismäßig positiven Beurteilung der Gruppenarbeit geführt haben.

Klausurergebnisse

Die Experimentalgruppe, welche das duale Konzept benutzt hat, hat zusammen mit einer der vier Kontrollgruppen den besten Punkteschnitt in der Klausur erreicht, wie Tabelle 3 zu entnehmen ist. Da die Standardabweichungen aufgrund der geringen Stichprobengröße jedoch deutlich größer als die Unterschiede zwischen den Gruppen waren, haben wir diesen Zusammenhang als nicht signifikant eingestuft.

4. Das Fazit: Ein heterogenes Konzept mit Ausbaupotential

Ein Teil der zu Beginn gesteckten Ziele wurde erreicht: Die Studierenden konnten vermehrt die Kommunikation ihrer Fachinhalte üben, ihre eigenen Schwierigkeiten stärker behandeln und im Anschluss mehr Lösungen zurate ziehen. Die meisten Studierenden würden an diesem Konzept gerne erneut teilnehmen. Allerdings hat die Gruppenarbeit in der jetzigen Ausführung mehr Zeit beansprucht als eine rein frontale Tafelrechnung.

Auch für andere Veranstaltungen mit ähnlichen Randbedingungen ist das duale Besprechungskonzept gut umsetzbar. Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist eine vorherige Korrektur der studentischen Abgaben, um die Aufgaben sinnvoll auf die Frontalphase und die Gruppenphase aufzuteilen.

	Mittlere Punktzahl	Standardabweichung	Teilnehmende
Experimentalgruppe	46,7	13,8	16
Kontrollgruppe A	47,5	8,9	11
Kontrollgruppe B	43,4	18,0	13
Kontrollgruppe C	42,4	13,0	18
Kontrollgruppe D	43,1	13,5	13
Mittelwert	44,8	12,8	71

Tab. 3: Die Klausurergebnisse der Gruppe mit dualem Konzept im Vergleich zu den Kontrollgruppen

In unserem Fall konnten die Gruppen aufgrund der Räumlichkeiten keine Flipcharts, Whiteboards oder Tafeln nutzen, ohne sich dabei gegenseitig zu behindern. Stattdessen wurden Tische zur Gruppenarbeit zusammengestellt, an denen die Lösungen auf DIN A4 Zetteln aufgeschrieben wurden. Hierbei musste darauf Acht gegeben werden, dass alle Studierenden in der Gruppe die Aufzeichnungen mitlesen konnten. Bessere räumliche Bedingungen sollten der Gruppenarbeit zuträglich sein.

Das Konzept sollte in frühen Bachelor-Semestern nur vorsichtig eingesetzt werden. Hier machen die Studierenden erfahrungsgemäß mehr grundlegende Fehler und falsche Verallgemeinerungen, welche in den Kleingruppen von den TutorInnen unbemerkt und damit unkorrigiert bleiben könnten.

Kurz nach Fertigstellung dieses Artikels wird dieses Konzept in einer verpflichtenden Veranstaltung für Viertelsemester weitergeführt, in welcher zwei Übungstermine pro Woche zur Verfügung stehen. Mit weiteren Langzeitstudien können noch repräsentativere Aussagen über das Konzept getroffen werden.

Literatur

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, Peter W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Rath, J., Wittrock, M. C. (2001): A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York : Longman

Bauer, T. (2018): Peer Instruction als Instrument zur Aktivierung von Studierenden in mathematischen Übungsgruppen. Math. Semesterbericht. doi: 10.1007/s00591-018-0225-8

Hetika, M., Farida, I., Sari, Y. P. (2017): Think Pair Share (TPS) as Method to Improve Student's Learning Motivation and Learning Achievement. *Dinamika Pendidikan*, 12(2), pp. 125-135. doi: 10.15294/dp.v12i2.13561

Stead, D. R. (2005): A review of the one-minute paper. *Active learning in higher education*, 6, no. 2, pp. 118-131. doi: 10.1177/1469787405054237

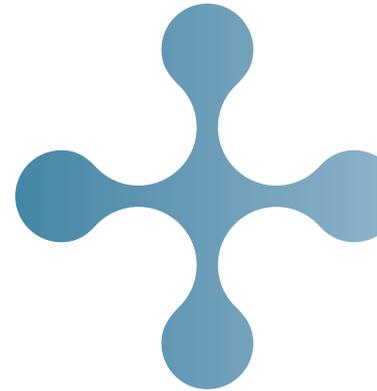
Angaben zum Autor

Gary Ferkinghoff

Studium der Physik, aktuell Doktorand in der theoretischen Festkörperphysik an der Technischen Universität Dortmund. Erforscht stark korrelierte Elektronensysteme und widmet sich in der Lehre diversen Grundlagenveranstaltungen sowie der Thermodynamik und Festkörpertheorie.

Einsatz von Peer Instruction zur Förderung des Beweisverständnisses in mathematischen Vorlesungen

Thomas Bauer, Philipps-Universität Marburg
Thomas Skill, Hochschule Bochum



Zusammenfassung

Mathematik ist eine beweisende Wissenschaft. Dies spiegelt sich nicht nur in der zentralen Rolle, die Beweise in fachmathematischen Lehrveranstaltungen spielen, sondern auch in der Bedeutung, die Argumentieren und Beweisen in den schulischen Bildungsstandards erhalten hat. Auch in Studiengängen, in denen Mathematik als Service-Disziplin auftritt, wird exemplarisch gezeigt, dass mathematische Erkenntnisse auf stichhaltigen Begründungen fußen, die sowohl Absicherung als auch Erklärung bieten.

Der vorliegende Beitrag fokussiert auf das Beweisverständnis, d. h. auf das Verstehen von bereits vorliegenden korrekten Beweisen, wie sie etwa in Vorlesungen präsentiert werden. Für Studierende stellt dies besonders am Studienbeginn eine große Hürde dar und ist daher ein aktives Feld hochschuldidaktischer Bemühungen. Wir stellen einen Ansatz vor, der die Methode „Peer Instruction“ inmitten von Beweisführungen als aktivierende Unterstützungsmethode verwendet, um das Beweisverständnis der Studierenden zu fördern. Wir präsentieren hierfür ein Modell zur Aufgabenkonstruktion und berichten über erste Ergebnisse.

1. Theoretischer Hintergrund und Fragestellung

1.1 Argumentieren und Beweisen

Beweisen ist eine zentrale mathematische Tätigkeit und stellt ein Wesensmerkmal des Fachs Mathematik dar. Richtet man den Blick nicht nur auf Beweise innerhalb eines systematischen Theorieaufbaus, sondern auf *mathematisches Argumentieren* in einem weiter gefassten Sinne (siehe Jahnke und Ufer 2015), so ist es auch in der Schulmathematik von großer Bedeutung und wird durch die aktuellen Bildungsstandards betont (KMK 2003). In mathematischen Lehrveranstaltungen im Service-Bereich erhält mathematisches Argumentieren Bedeutung, wenn (in der Regel exemplarisch) bewusst gemacht wird, dass mathematische Aussagen nicht ohne Einsicht hingenommen zu werden brauchen, sondern stichhaltig begründet werden können.

In Bezug auf den Umgang mit Beweisen werden verschiedene Fähigkeiten unterschieden, so betrachten etwa Selden und Selden (2017) vier Komponenten: Beweisverständnis, Beweis-konstruktion, Beweisvalidierung und Beweisevaluation. Wir konzentrieren uns in diesem Beitrag auf die Komponente des *Beweisverständnisses*, die sich auf das Verstehen von bereits vorliegenden korrekten Beweisen bezieht, wie sie etwa im Rahmen einer Vorlesung präsentiert werden. Da dies für Studierende besonders am Studienbeginn eine große Hürde darstellt, ist

die Frage nach Unterstützungsmöglichkeiten derzeit ein aktives Feld hochschuldidaktischer Forschung (siehe beispielsweise Neuhaus & Rach 2018 sowie Weber 2015).

1.2 Aktivierung durch Peer Instruction

Die Methode Peer Instruction wurde von Eric Mazur im Fach Physik eingeführt, um Studierende in Kleingruppen mit herausfordernden konzeptuellen Fragen zu befassen (siehe Mazur 1997, 2017). Im Fach Mathematik wurden von Miller et al. (2006) Vorschläge für den Einsatz im Rahmen eines Calculus-Kurses in den USA vorgestellt. Für den Einsatz zur Aktivierung von Studierenden in mathematischen Übungsgruppen wurde in Bauer (im Druck) ein Konzept entwickelt. Wesp und Kerber (2016) berichten über die Verwendung von Peer Instruction in einer Lehrveranstaltung zur Ingenieurmathematik. Bach, Gertis und Nissler (2016) diskutieren insbesondere die Aufgabenkonstruktion und Meissner (2016) untersucht, wie Studierende die Methode einschätzen.

1.3 Antizipative und prinzipienbasierte Selbsterklärungsaufforderungen

In der Forschung zum Lernen aus Lösungsbeispielen (worked-out examples) haben sich Selbsterklärungsaufforderungen (prompts) als lernwirksam erwiesen (Renkl 1997). Man unterscheidet dabei zwischen *prinzipienbasierten* und *antizipativen* Aufforderungen: Während prinzipienbasierte Aufforderungen den Lernenden zur Reflexion der einem Lösungsschritt zugrundeliegenden Prinzipien anregen (z. B. bei der Verwendung eines Begriffs oder der Anwendung eines Satzes), sollen Lernende bei antizipativen Aufforderungen den nächsten Schritt selbst im Voraus überlegen (siehe etwa Zöttl & Reiss 2019 zum Einsatz von Selbsterklärungsaufforderungen bei heuristischen Lösungsbeispielen). Wir werden in diesem Beitrag diese Unterscheidung auch bei der Konstruktion von Peer-Instruction-Fragen nutzbar machen (Abschn. 2).

1.4 Fragestellung

Wir verfolgen die Idee, Peer Instruction inmitten einer laufenden Beweisführung einzusetzen (im Folgenden kurz als *Mid-Proof Peer Instruction* bezeichnet) und gehen hierbei zwei Fragen nach:

1. Wie können Aufgaben für Mid-Proof Peer Instruction konstruiert werden, die mit dem Ziel eingesetzt werden können, das Beweisverständnis der Studierenden zu fördern?
2. Wie beurteilen Studierende den Einsatz von Mid-Proof Peer Instruction für ihr Beweisverständnis?

Bei der ersten Frage geht es uns um die Entwicklung theoriebasierter Entwurfsprinzipien für Peer-Instruction-Aufgaben, während wir bei der zweiten Frage (die wir hier zunächst explorativ untersuchen) ersten Aufschluss zur Akzeptanz und zu dem von Studierenden subjektiv empfundenen Nutzen erhalten wollen.

2. Design von Aufgaben für Mid-Proof Peer Instruction

2.1 Zielsetzung und daraus abgeleitetes Modell zur Aufgabenkonstruktion

Der Einsatz von zusätzlichen, aktivierenden Unterrichtsmethoden stellt Lehrende stets vor eine Optimierungsaufgabe: Die aufgewendeten Ressourcen (insbesondere die aufgewendete Präsenzzeit) sollen in einem möglichst guten Verhältnis zum Lerngewinn stehen. Wir streben daher beim Einsatz von Peer Instruction nicht äußere Aktivierung an (vgl. Leuders & Holzäpfel 2011), sondern zielen auf fokussierte Informationsverarbeitung (im Sinne von Renkl 2011). Daraus ergibt sich die Forderung,

an Stellen im Beweis anzusetzen, an denen eine verständnisfördernde Intervention besonders notwendig und wünschenswert erscheint. Dies wiederum führt zu der Fragestellung (siehe 1.4), wie solche Stellen in systematischer Weise aufgefunden und geeignete Fragen konzipiert werden können. Wir stellen hier ein Modell für die Aufgabenkonstruktion vor, das wir im Hinblick auf diese Zielsetzung entwickelt haben.

Als ersten Schritt sieht das Modell eine *Beweisanalyse* vor: Zum einen wird der Beweis auf seine Argumentationsstruktur hin untersucht, zum anderen werden die im Beweis eingesetzten Konzepte (Begriffe, Sätze) ermittelt und es wird herausgearbeitet, welcher Zugriff auf diese Konzepte benötigt wird (z. B. welche Version der Definition, welche Vorstellungen zum Begriff oder Satz).

Der zweite Schritt dient der Fokussierung auf einen bestimmten Aspekt, der mittels Peer Instruction bearbeitet werden soll. Hier kommen einerseits Stellen in Betracht, die für den Gang des Beweises argumentativ entscheidend sind (im Folgenden einfach „Knackpunkte“ genannt) und andererseits Stellen, bei denen die Verwendung eines Konzepts Verstehensschwierigkeiten erwarten lässt. Dieser Schritt wird sowohl theoriebasiert als auch auf Basis der Lehrerfahrung der Lehrenden durchgeführt.

Im dritten Schritt wird schließlich eine Peer-Instruction-Aufgabe konstruiert, die das Verständnis an der fokussierten Stelle fördern soll. Bei der Arbeit an Konzepten bieten sich prinzipienbasierte Fragen an, durch die sich die Studierenden der Bedeutung oder gewisser Eigenschaften eines Begriffs bewusst

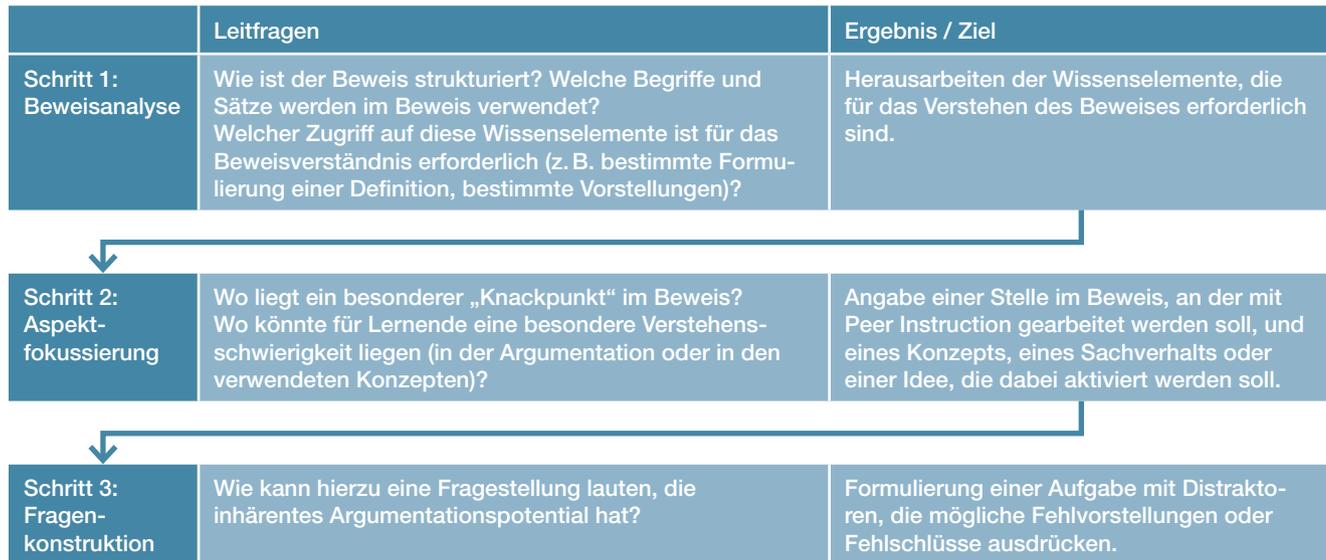


Abb. 1: Modell zur Konstruktion einer Mid-Proof Peer-Instruction-Aufgabe

werden bzw. der Aussage eines Satzes, seiner Voraussetzungen und/oder Konsequenzen. Bei Knackpunkten in der Argumentation können sich antizipative Fragen eignen, die sich auf das weitere Vorgehen an der betreffenden Stelle des Beweises beziehen: Die Studierenden sollen im Voraus einen nächsten Schritt vollziehen oder entscheiden, welcher Schritt als nächstes möglich und vielversprechend wäre.

Abbildung 1 bietet eine zusammenfassende Übersicht über das Modell.

2.2 Beispiele zur Anwendung des Modells

Um die Anwendung des vorgestellten Modells zu illustrieren, betrachten wir als Beispiel einen Beweis für die Irrationalität der Wurzel aus 2 (siehe Abb. 2). In dieser oder ähnlicher Form wird er sowohl in einführenden Mathematikvorlesungen (z.B. Forster 2013) als auch in der Schulmathematik (z. B. Lergenmüller & Schmidt 2008) häufig behandelt.

Schritt 1: Beweisanalyse

Der Beweis lässt sich in zwei Teile zerlegen. Im ersten Teil wird zunächst von der Widerspruchsannahme ausgehend eine Darstellung der

Satz. Die Zahl $\sqrt{2}$ ist irrational.

Beweis. Wir führen einen Widerspruchsbeweis und nehmen an, $\sqrt{2}$ sei eine rationale Zahl. Dann kann sie durch einen Bruch ausgedrückt werden, d.h. es gilt $\sqrt{2} = \frac{m}{n}$ mit natürlichen Zahlen m und n . Falls m und n gemeinsame Teiler haben, dann können wir diese kürzen. Wir gelangen so zu einer Darstellung

$$\sqrt{2} = \frac{a}{b}$$

mit teilerfremden Zahlen a und b . Durch Quadrieren erhalten wir $2 = \frac{a^2}{b^2}$ und daraus

$$2b^2 = a^2, \quad (*)$$

Also ist a^2 eine gerade Zahl. Daraus folgt, dass auch a eine gerade Zahl ist (denn das Quadrat einer ungeraden Zahl wäre ungerade). Wir können daher a schreiben als $a = 2k$ mit einer natürlichen Zahl k . Durch Einsetzen in $(*)$ erhalten wir

$$2b^2 = (2k)^2 = 4k^2$$

und daraus

$$b^2 = 2k^2.$$

Also ist auch b eine gerade Zahl. Da a und b teilerfremd sind, ist dies ein Widerspruch. Die Annahme, dass $\sqrt{2}$ eine rationale Zahl ist, muss daher falsch sein und der Satz ist gezeigt. \square

Abb. 2: Satz und Beweis zur Irrationalität der Wurzel aus 2

Wurzel aus 2 als Bruch teilerfremder Zahlen hergestellt. Durch algebraisches Umformen (Quadrieren und Umstellen) entsteht so die Gleichung (*). In dem an dieser Stelle beginnenden zweiten Teil geht es darum, zu zeigen, dass sowohl a als auch b gerade Zahlen sind, was einen Widerspruch zur Teilerfremdheit darstellt. Während im ersten Teil die Anforderung für die Lernenden im Verstehen der logischen Struktur eines Widerspruchsbeweises und im algebraischen Kalkül liegt, ist es für den zweiten Teil entscheidend, mit dem Begriff „gerade Zahl“ in spezifischer Weise umzugehen: Eine ganze Zahl ist genau dann eine gerade Zahl, wenn sie sich als Zweifaches einer ganzen Zahl schreiben lässt. Dies wird mit Bezug auf a^2 , dann auf a und schließlich auf b verwendet.

Schritt 2: Aspektfokussierung

Dreh- und Angelpunkt des zweiten Teils des Beweises ist das an drei Stellen des Beweises verwendete Paritätsargument. Aus mathematikdidaktischer Perspektive lässt sich hier eine

Schwierigkeit für Studierende ausmachen, die auf dem Unterschied zwischen der *operationalen* und der *strukturellen* Sicht (vgl. Sfard 1991) beruht: Aus der (für Lernende in der Regel ursprünglicheren) operationalen Sicht würden die geraden Zahlen als diejenigen beschrieben, bei denen die Division durch 2 keinen Rest lässt. Erst aus der (historisch und psychologisch in der Regel späteren) strukturellen Sicht werden gerade Zahlen als diejenigen Zahlen gesehen, die sich in der Form $2x$ mit einer ganzen Zahl x schreiben lassen. Da im vorliegenden Beweis die strukturelle Sicht für den Gang der Argumentation entscheidend ist, fokussieren wir darauf, sie den Studierenden an dieser Stelle bewusst zu machen.

Schritt 3: Fragenkonstruktion

Der in Schritt 2 fokussierte Aspekt legt eine prinzipienbasierte Aufforderung nahe. Wir können sie in diesem Fall ausgehend von Gleichung (*) formulieren. Abbildung 3 zeigt zwei alternative Vorschläge für eine Peer-Instruction-Frage:

► **Frage:** Wie lässt sich die Gleichung $2b^2 - a^2$ interpretieren?

- (1) a^2 ist eine gerade Zahl.
- (2) b^2 ist eine gerade Zahl.
- (3) a^2 und b^2 sind gerade Zahlen.
- (4) Keine von beiden Zahlen ist gerade.

► **Frage:** Welches Argument auf Grundlage der Gleichung $2b^2 = a^2$ ist korrekt?

- (1) a^2 ist eine gerade Zahl, weil es das Zweifache einer anderen Zahl ist.
- (2) a^2 ist eine gerade Zahl, weil es eine Quadratzahl ist.
- (3) b^2 ist eine gerade Zahl, weil der Faktor 2 davorsteht.
- (4) b^2 ist eine gerade Zahl, weil es eine Quadratzahl ist.

Abb. 3: Zwei alternative Peer-Instruction-Aufgaben für den Einsatz innerhalb des obigen Beweises

Beide Versionen bieten Distraktoren, die aus möglichen Fehlvorstellungen gebildet sind. So könnte in der ersten Version Antwort (2) aus der Vorstellung resultieren, dass der Faktor 2 vor b^2 die Teilbarkeit durch 2 erbringen könnte. Bei (3) könnte die Fehlvorstellung darin bestehen, dass schon das Quadrieren zu einer geraden Zahl führt. Die Abstimmung zu dieser Frage wird allerdings nicht erkennen lassen, welche Antwort aus welchem Grund gewählt wurde. Die zweite Version in Abb. 3 lenkt daher die Studierenden direkt auf das Abwägen vorgegebener Argumente (die mögliche Begründungen der Studierenden beinhalten). Dies hat sich in Situationen bewährt, in denen die Gefahr besteht, dass sich Studierende aus den falschen Gründen für die richtige Antwort entscheiden (siehe Bauer, im Druck).

Wir zeigen als weiteres Beispiel einen Satz aus einer universitären Vorlesung zur Analysis 2, der das notwendige Kriterium für Extrema beinhaltet (siehe Abb. 4). Wir gehen aus Platzgründen nicht auf die Einzelheiten der Aufgabenkonstruktion ein, halten aber fest, dass die an der markierten Stelle eingesetzte Aufgabe einen Knackpunkt der Argumentation betrifft und die Aufforderung antizipativ ist.

Satz (Notwendiges Kriterium für Extrema). Sei $U \subset \mathbb{R}^n$ offen und $f : U \rightarrow \mathbb{R}$ differenzierbar. Falls $a \in U$ eine lokale Extremstelle von f ist, dann gilt $\text{grad } f(a) = 0$.

Beweis. Betrachte für $i = 1, \dots, n$ die Komposition g_i der zwei Funktionen

$$\begin{array}{ccccc}]-\varepsilon, \varepsilon[& \longrightarrow & U & \longrightarrow & \mathbb{R} \\ t & \longmapsto & a + te_i & \longmapsto & f(a + te_i) \end{array}$$

(Dabei ist $\varepsilon > 0$ so klein gewählt, dass $h_i(]-\varepsilon, \varepsilon[) \subset U$ gilt.)

Da f in a ein lokales Extremum hat, hat g_i in 0 ein lokales Extremum.

► *Peer Instruction*

Also gilt (nach dem notwendigen Kriterium in einer Veränderlichen) $g_i'(0) = 0$ und somit $D_i f(a) = g_i'(0) = 0$. □

► **Frage:** Welche Vorgehensweise ist korrekt und könnte uns jetzt im Beweis weiterbringen?

- (1) Wir machen eine Fallunterscheidung, je nachdem ob a Maximum oder Minimum ist.
- (2) Wir nutzen, dass $g_i'(0) = 0$ gilt.
- (3) Wir nutzen, dass $\text{grad } f(a) = 0$ gilt.
- (4) Wir nutzen, dass $f(x) > f(a)$ für $x \neq a$ gilt.

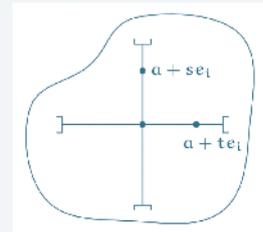


Abb. 4: Satz, Beweis und antizipative Peer-Instruction-Aufgabe zum notwendigen Kriterium für Extrema in mehreren Veränderlichen

3. Ergebnisse und Diskussion

Wir haben eine Erprobung des hier vorgestellten Ansatzes im Rahmen einer Vorlesung zur Analysis 2 im Wintersemester 2018/19 durchgeführt. Die Vorlesung ist für das dritte Fachsemester in den Mathematikstudiengängen (Bachelor, Lehramt) an der Universität Marburg vorgesehen, es nehmen ca. 60 Studierende teil. An zwei Terminen wurden jeweils zwei Peer-Instruction-Aufgaben eingesetzt, die auf Basis des im vorigen Abschnitt vorgestellten Modells konstruiert wurden. Wir berichten hier über den ersten Termin, an dem die im vorigen Abschnitt gezeigte Aufgabe zum notwendigen Kriterium für Extrema (neben einer weiteren hier nicht diskutierten Aufgabe) eingesetzt wurde.

An den zwei Abstimmungen zu dieser Aufgabe nahmen 50 bzw. 58 Studierende teil (internetbasiert per Live-Voting). In der ersten Abstimmung haben sich 6 Studierende für die (richtige) Antwort 2 entschieden, während die Antworten 1, 3 und 4 von 3 bzw. 9 bzw. 11 Studierenden gewählt wurden und 21 Studierende keine Antwort gaben. In der zweiten Abstimmung wurde die richtige Antwort dann von 34 Studierenden gewählt, während die anderen Antworten von 11 bzw. 7 bzw. 13 Studierenden gewählt wurden.

Bei den Abstimmungen zeigt sich der gewünschte „Peer-Instruction-Effekt“, d.h. es lässt sich eine starke Stimmenwanderung hin zur richtigen Antwort erkennen, die man einer produktiven Diskussion zuschreiben kann. Der Effekt ist allerdings nicht so stark wie er bei Bauer (im Druck) beim Einsatz im Übungsbetrieb beobachtet wurde – auch in der zweiten Abstimmung wurden noch falsche Antworten in recht großer Zahl gewählt. Mögliche Erklärungen hierfür lassen sich derzeit nur vorläufig formulieren, da noch zu wenig Daten vorliegen. Kröner und Meissner (2015) diskutieren ein ähnliches Phänomen.

Ein Einflussfaktor könnte die recht geringe Anzahl von nur 6 richtigen Antworten in der ersten Abstimmung sein. Crouch und Mazur (2001) empfehlen Fragen, bei denen in der ersten Abstimmung mindestens 35 Prozent richtige Antworten entstehen, damit diese eine Chance erhalten, sich in der Kleingruppendiskussion durchzusetzen. Da im Hörsaal zudem wegen der räumlichen Gegebenheiten keine gesteuerte Durchmischung der Teilnehmergruppen praktikabel war, waren die Diskussionsgruppen möglicherweise zu homogen zusammengesetzt (bezogen auf ihr Antwortverhalten). Unter diesem Blickwinkel kann es beinahe erstaunen, dass die richtige Antwort in der zweiten Abstimmung doch mehrheitlich gewählt wurde.

Um ersten Aufschluss darüber zu erhalten, wie die Studierenden den Einsatz der Methode beurteilen (Frage 2 in Abschn. 1.4), wurden von den Studierenden Freitext-Rückmeldungen zur Frage *„Wie beurteilen Sie den Wert des Live-Votings und der Diskussion beim Verstehen von Beweisen?“* erbeten. Von den insgesamt 32 auswertbaren Rückmeldungen lassen sich 24 als positiv und 8 als negativ einstufen. Unter den positiven Rückmeldungen weisen 9 auf eine verständnisfördernde Wirkung hin, 5 bezeichnen den Einsatz als „hilfreich“ und weitere 10 äußern sich in anderer Weise positiv. Von den 8 negativen Rückmeldungen beziehen sich 6 auf den hohen Zeitaufwand der Methode. Insgesamt lässt sich also eine überwiegend positive Akzeptanz verzeichnen – die Studierenden begrüßen die Methode mehrheitlich und schreiben ihr positive Wirkungen zu. Äußerungen wie „Man macht sich mehr Gedanken über den Beweis und nimmt nicht mehr nur hin, was vorne steht“ zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Intentionen der Methode. Eine Äußerung wie „Ich verstehe Beweise lieber nachher“ kann dagegen auf eine Inkompatibilität der Methode mit dem Lernverhalten des Studierenden hinweisen.

4. Fazit und Ausblick

Unsere Erprobungen zum Einsatz von Peer Instruction inmitten von Beweisen (*Mid-Proof Peer Instruction*) deuten darauf hin, dass Studierende diesen Einsatz der Methode mehrheitlich als hilfreich für ihr Beweisverständnis einschätzen. Es zeigt sich, dass sich der Einsatz in Vorlesungen vom Einsatz in Übungsgruppen sowohl hinsichtlich der Durchführung als auch hinsichtlich der Ergebnisse unterscheidet. Hier liegt ein wichtiger Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen.

Das vorgestellte Modell zur Aufgabenkonstruktion macht die bislang erarbeiteten Design-Prinzipien in Form eines Leitfadens verfügbar und hat sich in dieser Funktion bereits gut bewährt. Es kann darüber hinaus auch zur Analyse bereits bestehender Aufgaben eingesetzt werden. Die nächsten Iterationen in diesem Entwicklungsprojekt werden dazu genutzt werden, das Modell weiter zu verfeinern.

Literatur

Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., Wortham, D. (2000): Learning from Examples: Instructional Principles from the Worked Examples Research. *Review of Educational Research*, 70(2), pp. 181-194

Bach, S., Gertis, J., Nissler, A. (2016): Peer Instruction in der Ingenieurmathematik. *DiNa/DiZ*, Sondernummer 12/2016. S. 63-72

Bauer, Th. (im Druck). Peer Instruction als Instrument zur Aktivierung von Studierenden in mathematischen Übungsgruppen. Erscheint in: *Math. Semesterberichte*

Crouch, C. H., Mazur, E. (2001): Peer instruction: Ten years of experience and results. *American journal of physics*, 69(9), pp. 970-977

Forster, O. (2013): *Analysis 1*. Wiesbaden: Springer Spektrum

Jahnke, H.-J., Ufer, S. (2015): Argumentieren und Beweisen. In: R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 331-355), Berlin Heidelberg: Springer

Kröner, A., Meissner, B. (2015): Weg vom Fehlkonzept – Umgang mit unerwarteten Ergebnissen einer Peer Instruction. In: *Mittendrin Lehre im Dialog: Tagungsband zum 2. HD-MINT-Symposium 2015* (S. 42-47). Ingolstadt: Zentrum für Hochschuldidaktik der bayerischen Fachhochschulen

KMK (2003): *Bildungsstandards Mathematik für den mittleren Schulabschluss*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf [27.02.2019]

Lergenmüller, A., Schmidt, G. (Hrsg.) (2008): *Mathematik Neue Wege 8. Arbeitsbuch für Gymnasien*, Hessen. Braunschweig: Schroedel.

Leuders, T., Holzäpfel, L. (2011): Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft* 39, S. 213-230.

Mazur, E. (1997): Peer Instruction: Getting students to think in class. In: E.F. Redish, J.S. Rigden (eds.), *The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities* (pp. 981-988). AIP Conference Proceedings 399.

Mazur, E. (2017): Peer Instruction. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.

Meissner, B. (2016): Wie kommt Peer Instruction im Hörsaal an? DiNa/DiZ, Sondernummer 12/2016, S. 187-190.

Miller, R. L., Santana-Vega, E., Terrell, M. S. (2006): Can good questions and peer discussion improve calculus instruction? Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies, 16(3), pp. 193-203.

Neuhaus, S., Rach, S. (2018): Beweisverständnis in der Studieneingangsphase – Konzeptualisierung und erste Ergebnisse. In: Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht (S. 1307-1310). Münster: WTM.

Renkl, A. (1997): Learning from worked-out examples: A study on individual differences. Cognitive science, 21(1), pp. 1-29.

Renkl, A. (2011): Aktives Lernen: Von sinnvollen und weniger sinnvollen theoretischen Perspektiven zu einem schillernden Konstrukt. Unterrichtswissenschaft, 39(3), S. 197-212.

Selden, A., Selden, J. (2017): A comparison of proof comprehension, proof construction, proof validation and proof evaluation. In: Göller, R., Biehler, R., Hochmuth, R., Rück, H.-G. (Eds.). Didactics of Mathematics in Higher Education as a Scientific Discipline -- Conference Proceedings (pp. 339-345). Kassel: Universitätsbibliothek Kassel.

Sfard, A. (1991): On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. Educational studies in mathematics, 22(1), pp. 1-36

Weber, K. (2015): Effective Proof Reading Strategies for Comprehending Mathematical Proofs. Int. J. Res. Undergrad. Math. Ed. 1, pp. 289-314.

Wesp, J., Kerber, F. (2016): Einführung von Peer Instruction in der Ingenieurvorlesung Mathematik 3 – Systemtheorie. DiNa/DiZ, Sondernummer 12/2016 87-93.

Angaben zu den Autoren

Thomas Bauer

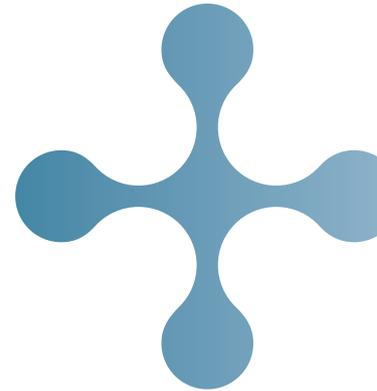
Studium der Mathematik und Physik, Promotion und Habilitation an der Universität Erlangen, einjähriger Forschungsaufenthalt an der UCLA, seit 1999 an der Universität Marburg tätig, zunächst als Professor für Algebra und seit 2018 als Professor für Mathematik und ihre Didaktik.

Thomas Skill

Studium der Mathematik und Informatik an der Universität Gießen, Promotion 2010 an der Universität Marburg, 1996 bis 2012 bei der Helaba, zuletzt als Abteilungsdirektor beschäftigt, seit 2013 Professor für Wirtschaftsmathematik und -statistik an der HS Bochum.

Der Hörsaal als dritter Pädagoge: Wirksamkeit einer interaktionsfreundlichen Umgebung

Peter Riegler, Ostfalia Hochschule



Zusammenfassung

Die Gestaltung von Lehrveranstaltungsräumen ermöglicht Lehrkonzepte und schränkt diese zugleich ein. Sogenannte interaktive Lehre setzt auf studentische Zusammenarbeit und Kommunikation, wofür traditionelle Hörsäle nicht konzipiert wurden. Diese kommunizieren eher, dass die Lehrveranstaltung vordergründig dem Transfer von Information von vorne nach hinten dient.

Als alternatives Raumkonzept hat sich SCALE-UP an verschiedenen Hochschulen als lernförderlich erwiesen. Dieser Beitrag liefert weitere Evidenz für diese Wirksamkeit. Im Vordergrund steht dabei die Frage, welchen Effekt die räumliche Umgebung auf die Wirksamkeit einer Lehrveranstaltung hat, die bereits einen hohen Grad an Interaktion aufweist.

Zur Beantwortung dieser Frage werden vorhandene Lehrveranstaltungsdaten vor und nach dem Wechsel der räumlichen Umgebung analysiert. Alle Daten zeigen positive Effekte der veränderten räumlichen Umgebung, wobei eine deutliche Reduzierung der Durchfallrate und ein statistisch signifikanter Zuwachs der Anwesenheitsrate die stärksten Signale darstellen. Die Daten legen nahe, dass eine bloße Veränderung der Lehrraumgestaltung, die dem SCALE-UP-Paradigma folgt, mit merklichen Effekten beim studentischen Lernen einhergehen kann.

1. Einleitung

Der Lehrveranstaltungsraum wird gelegentlich als dritter Pädagoge bezeichnet (Malaguzzi, 1984; Canon Design, 2010), nach Lehrenden und Studierenden auf den ersten beiden Positionen. Diese besondere Rolle des Raumes hat in den MINT-Disziplinen im Rahmen von SCALE-UP (*Student Centered Activating Learning Environment with Upside-down Pedagogies*) jüngst an Beachtung gewonnen. SCALE-UP (Beichner et al., 2007; Foote et al., 2016) kombiniert aktivierende Lehre mit einer Raumgestaltung, die Barrieren traditioneller Lehrräume hinsichtlich studentischer Interaktion und Zusammenarbeit beseitigt: Studierende arbeiten an Gruppentischen. Dieses räumliche Arrangement signalisiert, dass Zusammenarbeit und Konstruktion von Wissen und Konzepten viel stärker im Mittelpunkt stehen als „vorne stehende“ Lehrende mit ihrer traditionellen Rolle als Wissensressource. In einem SCALE-UP-Raum gibt es buchstäblich kein Vorne.

Diese Gestaltung des Lehrraums sendet auch Signale an Lehrende. Nimmt man als Lehrender das Sprichwort des dritten Pädagogen wörtlich, fordert es auf, sich mit dem Raum (ebenso wie mit dem zweiten Pädagogen – den Studierenden) auf ein Co-Teaching-Verhältnis einzulassen.

Dieser Beitrag berichtet von beobachteten Veränderungen in einer Lehrveranstaltung zur Theoretischen Informatik, die nach Jahren in traditionellen Hörsälen in eine SCALE-UP-Umgebung gewechselt ist. Die Implementierung von SCALE-UP ist dabei als teilweise zu bezeichnen, weil auf charakteristische Merkmale (Beichner et al., 2007) wie Einteilung der Studierenden in feste Arbeitsgruppen und regelmäßige Reflexionsaktivitäten verzichtet wurde. Im Wesentlichen wurde lediglich die Raumgestaltung von SCALE-UP zu einer Lehrveranstaltung hinzugefügt, die seit vielen Jahren in einer Kombination aus Just in Time Teaching (JiTT) (Simkins & Maier, 2010) und Peer Instruction (PI) (Mazur, 1997) abgehalten wird.

SCALE-UP hat in den vergangenen Jahren eine merkliche Verbreitung gefunden (Foote et al., 2016) und sich an vielen Hochschulen als lernförderlich erwiesen (Beichner et al. 2007). Dieser Beitrag liefert weitere Evidenz für die Wirksamkeit. Im Vordergrund steht dabei die Frage, welchen Effekt alleine die räumliche Umgebung auf die Wirksamkeit einer Lehrveranstaltung hat, die bereits einen hohen „Aktivierungsgrad“ aufweist (hier JiTT und PI). Letztendlich geht es auch um die Frage, ob den Infrastruktur-Kosten für einen SCALE-UP-Raum bedeutsame didaktische Gewinne gegenüberstehen.

Zur Beantwortung dieser Fragen werden in Abschnitt 5 vorhandene Lehrveranstaltungsdaten vor und nach dem Wechsel der räumlichen Umgebung analysiert. Zuvor erläutert Abschnitt 2 die Motivation des Autors zum Wechsel in eine SCALE-UP-Umgebung. Abschnitt 3 stellt die Besonderheiten der räumlichen Gestaltung in dieser Umgebung vor. Abschnitt 4 beschreibt das Studiendesign. Der abschließende Abschnitt 6 bewertet die in Abschnitt 5 analysierten Lehrveranstaltungsdaten und zieht ein Fazit.

2. Motivation

Der Autor setzt JiTT und PI seit etwa einem Jahrzehnt in seinen Lehrveranstaltungen ein. Vor einiger Zeit bot sich ihm die Gelegenheit, an der Fakultät Informatik der Ostfalia Hochschule einen SCALE-UP-Raum einzurichten. Dieser ist seit Herbst 2017 nutzungsbereit und bietet Platz für 48 Studierende in Gruppen zu sechs Personen.

Die Motive des Autors, in einer SCALE-UP-Umgebung zu lehren waren einerseits vom Wunsch getrieben, als Dozent die Plätze aller Studierender erreichen zu können, um diesen während der Diskussionsphase der PI zuhören zu können. Dies ist in den Lehrräumen der Fakultät des Autors aus baulichen Gründen nicht möglich oder bestenfalls nach einer Umstellung der Tische. Andererseits erhoffte sich der Autor, dass die räumliche Umgebung bestimmte Botschaften an die Studierende sendet, die positive Auswirkungen auf deren Lernen haben. Diese Botschaften werden zusammen mit Details zur Raumgestaltung in Abschnitt 3 erläutert werden.

Erste Anzeichen einer tatsächlichen Wirksamkeit des Raumes ergaben sich bereits während der ersten Lehrveranstaltungen, in denen der Autor die Studierenden als deutlich aktiver wahrnehmen konnte als in bisherigen Lehrveranstaltungen mit der JiTT+PI-Kombination. Das erste deutliche „Messsignal“ lieferte jedoch die Kursevaluation gegen Ende der Lehrveranstaltungsphase. Auf die offene Frage, welche Aspekte des Kurses das Lernen der Studierenden gefördert hat, nannten sechs von 41 Teilnehmern den Raum. Diese Studierenden maßen dem Raum also eine lernförderliche Wirkung zu. Diese Evaluationsresultate gaben den eigentlichen Anlass zur Untersuchung der Wirksamkeit des Lehrraumes, die in Abschnitt 4 beschrieben werden wird.

3. Raumdesign

In SCALE-UP-Räumen sitzen Studierende während der Lehrveranstaltungen dauerhaft an Gruppentischen. Dadurch wird jederzeit eine Zusammenarbeit mit Mitstudierenden ermöglicht. So werden Lehrveranstaltungsformate unterstützt, in denen Input-Phasen und Selbst- oder Gruppenarbeitsphasen nahtlos ineinander übergehen.

An den Gruppentischen sitzen die Studierenden mehr oder minder im Kreis. Dadurch ist es nicht möglich, dass alle leichten Sichtkontakt zu einer Tafel oder Leinwand an einer Seite des Lehrraums haben. Damit alle Studierenden in Input-Phasen ungehinderte Sicht auf präsentierte Inhalte haben, werden diese mit mehreren Projektoren in alle Raumrichtungen projiziert. Die Tafel wird durch einen Tablet-Computer oder eine Dokumentenkamera ersetzt.

Der SCALE-UP-Raum der Ostfalia Hochschule befindet sich im Dachgeschoss des Informatik-Gebäudes. Aufgrund der Dachschrägen und der Stützsäulen im Raum ist eine Rundumprojektion nicht möglich. Für die studentischen Arbeitstische wurde daher eine U-Form mit Monitoren am Kopfende gewählt, siehe Abb. 1. An jeder Seite des Raumes befinden sich vier dieser Arbeitstische für jeweils sechs Studierende, so dass der Raum eine Kapazität von 48 Plätzen aufweist.

SCALE-UP Implementierungen verwenden üblicherweise Gruppentische für ein Vielfaches von drei Studierenden. Dies ist einerseits darauf zurückzuführen, dass drei nebeneinandersitzende Personen gut zusammenarbeiten können. Andererseits arbeiten Studierende in den Lehrveranstaltungen der Entwickler des SCALE-UP-Konzepts in festen Dreiergruppen zusammen (Beichner, 2007).



Abb. 1: U-förmige Sitzgruppe für sechs Studierende

Bei der Dimensionierung von Gruppentischen ist der Umfang die entscheidende Größe. Der benötigte Umfang skaliert mit der Anzahl der am Tisch sitzenden Studierenden und hängt linear vom Tischdurchmesser ab. Dagegen skaliert die Tischfläche quadratisch mit dem Umfang. Dies bedeutet, dass bei großen Tischen die für eine Person zu Verfügung stehende Tischfläche größer als benötigt ist, während sie bei kleinen Tischen zu



Abb. 2: Impression aus einer Lehrveranstaltung zur Theoretischen Informatik in dem in Abschnitt 3 beschriebenen SCALE-UP-Raum

klein ist. Das Optimum befindet sich also irgendwo bei mittleren Tischgrößen. In SCALE-UP-Räumen findet man daher üblicherweise Gruppentische für sechs oder neun Studierende, die somit zwei bzw. drei Dreiergruppen als Arbeitsplatz dienen.

Bei Lehrveranstaltungsräumen mit nur einem Eingang werden Tafel und Dozentenpult üblicherweise an der dem Eingang abgewandten Seite positioniert. Eine übliche Begründung ist, dass dadurch das Störpotential verringert wird, wenn Studierende später kommen oder früher gehen. In SCALE-UP-Räumen steht das Dozentenpult dagegen entweder in der Raummitte oder in der Nähe des Eingangs. Im ersten Fall erleichtert dies den Zugang der Lehrenden zu allen Gruppentischen. Trotz der zentralen Lage des Pultes wird nicht der Eindruck erweckt,

dass die Lehrenden im Zentrum der Lehrveranstaltung stehen, denn sie bewegen sich ständig im Raum. Im zweiten Fall kommuniziert die Positionierung des Pultes die Rolle der Lehrenden als Gastgeber und Ermöglicher.

Zusammenfassend sollen durch das hier vorgestellte Raumdesign folgende Botschaften kommuniziert werden:

- Es gibt kein Vorne im Lehrraum. Lehrende sind nicht die Autorität des Wissens im Raum.
- Lehrende sind Gastgeber und Ermöglicher. Das Lehrendenpult steht nicht wie ein Altar, auf den alles ausgerichtet ist, im Raum.
- Gruppenarbeit, Kooperation und Kommunikation unterstützen Lernen. Die Sitze sind auf die Gruppe ausgerichtet. Im Mittelpunkt der Lehrveranstaltung sind die Studierenden und deren Lernen.

Abb. 2 gibt einen Eindruck vom typischen Geschehen während einer Lehrveranstaltung in einem SCALE-UP-Raum.

4. Studiendesign

Schon während der ersten Lehrveranstaltungen im neugeschaffenen SCALE-UP-Raum hatte der Autor den Eindruck, dass die Studierenden vergleichsweise schnellere Lernfortschritte machen. Dies kam unerwartet, da die Lehrveranstaltung mit der Lehrform JiTT+PI seit einigen Jahren bereits einen hohen Aktivierungsgrad aufweist.

Ziel der Studie war es nach Evidenz zu suchen, die die subjektive Wahrnehmung des Autors auf eine objektivere Basis stellt, und zu klären, welchen Effekt alleine die räumliche Umgebung auf die Wirksamkeit einer Lehrveranstaltung hat, die bereits einen hohen Aktivierungsgrad aufweist.

Da der Entschluss zur Durchführung dieser Studie am Ende des Semesters gefallen ist, können nur vorhandene Daten verwendet werden. Diese sind aufgrund der verwendeten Lehrmethodenkombination JiTT+PI reichlich in Form studentischer Performance-Daten zu den JiTT-Warm-ups und -Puzzles vorhanden. Bei JiTT-Warm-ups handelt es sich um Aufgaben, die Studierende bearbeiten, nachdem sie sich im Selbststudium ein erstes Mal mit dem Stoff auseinandergesetzt haben und bevor offene Fragen in der nachfolgenden Präsenzzeit besprochen werden. JiTT-Puzzles sind Übungsaufgaben, die Studierende im Anschluss an diese Präsenzzeit bearbeiten. Die PI-Komponente liefert Daten zur studentischen Anwesenheit während der Präsenzzeiten, da die Clicker-Software die Anzahl der anwesenden Geräte und damit der Studierenden erfasst. Als Maß für die relative Anwesenheitsrate wird im Folgenden das Verhältnis der Teilnehmer eines Lehrveranstaltungstermins zur Anzahl der Teilnehmer an der abschließenden Klausur verwendet.

Diese Daten sollen für die experimentelle Gruppe, die den SCALE-UP-Raum als Lehrraum verwendet hat, mit denen von Kontrollgruppen verglichen werden. Dazu dienen Durchgänge derselben Lehrveranstaltung des Autors in früheren Jahren, die ebenfalls JiTT+PI als Lehrmethode verwendeten, aber in üblichen Lehrräumen stattgefunden hatten.

Bei der Lehrveranstaltung handelt es sich um Theoretische Informatik, die semesterunabhängig eine Teilnehmerzahl von ca. 50 Studierenden hat.

Als weitere Daten können studentische Performance-Daten aus der abschließenden Klausur herangezogen werden. Dabei ist jedoch Sorge zu tragen, dass die Klausuren in unterschiedlichen Semestern hinsichtlich Lernzielabdeckung und Schwierigkeit vergleichbar sind. Seit 2015 ist das Kursdesign insgesamt und der Entwurfsprozess der Klausuren stark von Constructive Alignment (Biggs & Tang, 2011) geprägt. Die Lernzielabdeckung

wird dabei jeweils vom Autor und einem erfahrenen wissenschaftlichen Mitarbeiter zunächst unabhängig durch Vergleich mit der Lernzielbeschreibung bestimmt und ebenso die erwartete Schwierigkeit relativ zur Prüfung des Vorjahres eingeschätzt. Für die Klausuren der Jahre 2015 und 2016 (die Kontrollgruppen) und 2017 (die experimentelle SCALE-UP-Gruppe) ist gemäß dieser Einschätzungen Vergleichbarkeit gegeben.

JiTT-Warm-ups und -Puzzles waren für die untersuchten Lehrveranstaltungen identisch. Aus Sicht der klassischen Testtheorie schwankt die Reliabilität (KR-21) der einzelnen Tests stark. Aus Sicht des Kursdesigns ist dies jedoch in Ordnung, denn die Tests sind formativ und dienen ebenso als Diagnoseinstrument, um die Lehrveranstaltung im Sinne von JiTT zu steuern. Auch die Komplexität der Lernzielbeschreibung erfordert eine breite Messung, was aufgrund des Reliabilität-Validität-Dilemmas zu Kosten der Reliabilität geht.

5. Ergebnisse

Die Daten zu den JiTT-Warm-ups zeigen für alle drei betrachteten Kurse keine Unterschiede hinsichtlich der studentischen Leistungen. Daraus kann geschlossen werden, dass die Studierenden in allen Kursdurchgängen praktisch gleichermaßen vorbereitet zu den Präsenzzeiten in den Lehrräumen erschienen sind. Die einzelnen Kohorten sind daher in diesem Sinne vergleichbar.

Dagegen zeigen die Daten zu den JiTT-Puzzles Unterschiede zwischen SCALE-UP-Gruppe und den Kontrollgruppen, aber nicht innerhalb der Kontrollgruppen. Wenn auch nicht statistisch signifikant, schnitten die Studierenden der experimentellen SCALE-UP-Gruppe bei den JiTT-Puzzles im Mittel etwa 5% besser ab als ihre Kommilitonen in den anderen beiden Gruppen.

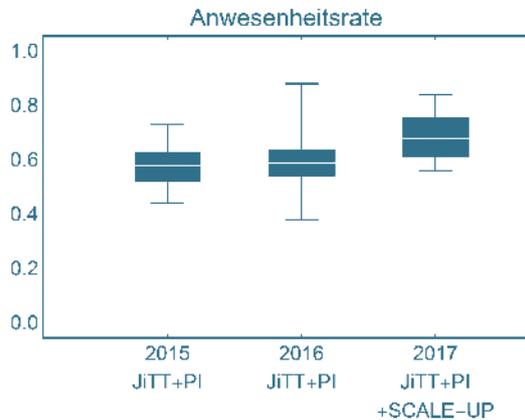


Abb. 3: Vergleich der Verteilungen der Anwesenheitsraten an den Lehrveranstaltungen der experimentellen Gruppe (2017) und der beiden Kontrollgruppen (2015 und 2016)

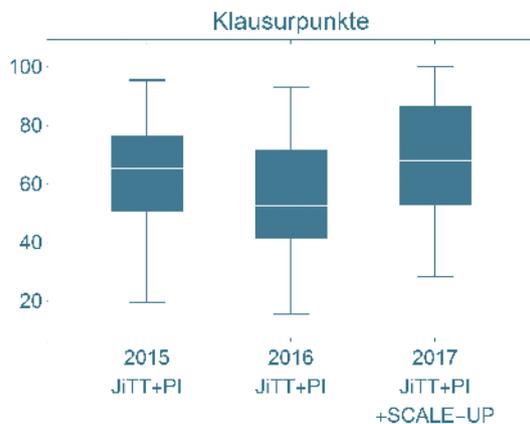


Abb. 4: Vergleich der Klausurpunkteverteilungen zu den Lehrveranstaltungen der experimentellen Gruppe (2017) und der beiden Kontrollgruppen (2015 und 2016)

Die durchschnittliche Anwesenheitsrate erhöhte sich statistisch signifikant ($p < 0.01$; Mann-Whitney-Test) von im Mittel ca. 60% in den Kontrollgruppen auf im Mittel etwa 70% in der SCALE-UP-Gruppe, vgl. Abb. 3. Die in der abschließenden Klausur erreichten Punkte wuchsen in der experimentellen Gruppe im Vergleich zu den Kontrollgruppen merklich an (siehe Abb. 4), wobei die Bestehensquote mit 86% ein Allzeithoch erreichte.

Fazit

Die hier untersuchten Lehrveranstaltungsdaten erlauben die Schlussfolgerung, dass die beobachteten positiven Effekte zu einem großen Teil auf die Gestaltung der Lernumgebung zurückzuführen sind, also auf das „besondere Mitwirken des dritten Pädagogen“. Die studentischen Leistungen in den JiTT-Warm-ups deuten darauf hin, dass Studierende der Testgruppe (in der SCALE-UP-Umgebung) und der historischen Vergleichsgruppen (in traditionellen Lehrräumen) im gleichen Maße vorbereitet zu den Präsenzterminen der Lehrveranstaltungen erschienen. Studierende in der Testgruppe scheinen jedoch mehr von der Lehrveranstaltungsteilnahme profitiert zu haben und zwar sowohl kurz- als auch mittelfristig, wie deren besseres Abschneiden bei den JiTT-Puzzles und in der abschließenden Prüfung belegen. In der Tat nahmen einige Studierende dies auch so wahr, wie deren Benennung des Raumes als lernförderliches Element in der Kursevaluation zeigt. Dies könnte auch die beobachtete, erhöhte Anwesenheitsrate während der Lehrveranstaltungen erklären. Veränderungen in der Lehrraumgestaltung nach dem SCALE-UP-Paradigma können also zu merklichen positiven Effekten für das studentische Lernen führen.

Trotz dieser beobachteten positiven Wirkung der räumlichen Umgebung auf das Lernen Studierender ist folgende warnende Bemerkung angebracht: Aus den Ergebnissen sollte nicht geschlossen werden, dass alleine die Gestaltung des Raumes zu

diesen Effekten führt. Zum einen ist die Lehrveranstaltung, von der hier berichtet wurde, von einem eher „hohen Reformniveau“ gestartet. Durch JiTT und PI hatte der „zweite Pädagoge“, d. h. die Gruppe der Mitstudierenden, bereits eine große Bedeutung in der Lehrveranstaltung. Der Raum als dritter Pädagoge kam eben erst nach dem zweiten Pädagogen als Erweiterung hinzu. Zum anderen hängt die Wirksamkeit des Raumes auch vom Wechselspiel und der Zusammenarbeit mit dem „ersten Pädagogen“, dem Kursdozenten ab. Lehrende müssen sich auf die Vorteile der räumlichen Gestaltung einlassen, um diese in einer Art „Co-Teaching“ mit dem dritten Pädagogen zu nutzen. Andernfalls passiert womöglich das, was Studierende dem Autor von einem Kollegen berichtet haben: „Er hat versucht im SCALE-UP-Raum eine normale Vorlesung zu halten, was natürlich überhaupt nicht geht.“

Literatur

Beichner, R. J., Saul, J. M., Abbott, D. S., Morse, J. J., Dardorff, D., Allain, R. J., Risley, J. S. (2007): The student-centered activities for large enrollment undergraduate programs (SCALE-UP) project. Research-based reform of university physics, 1(1), pp. 2-39

Biggs, J., Tang, C. (2011): Teaching for quality learning at university. Maidenhead: Open University Press

Canon Design, VS Furniture, Bruce Mau Design. (2010): The third teacher: 79 ways you can use design to transform teaching and learning. New York, NY. Abrams

Foote, K., Knaub, A., Henderson, C., Dancy, M., Beichner, R. J. (2016): Enabling and challenging factors in institutional reform: The case of SCALE-UP. Physical Review Physics Education Research, 12(1), 010103

Malaguzzi, L. (1984): Zum besseren Verständnis der Ausstellung: 16 Thesen zum pädagogischen Konzept. Berlin: FIPP-Verlag

Mazur, E. (1997): Peer Instruction – A User's Manual. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall

Simkins, S., Maier, M. (Hrsg.). (2010): Just-in-Time-Teaching across the disciplines and across the academy. Sterling, VA: Stylus Publishing.

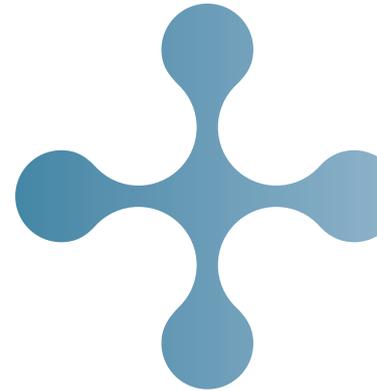
Angaben zum Autor

Peter Riegler

Studium der Physik, nach Tätigkeit in industrieller Forschung und Entwicklung seit 2002 Professor für Mathematik und Physik an der Ostfalia Hochschule, forscht zur Hochschulfachdidaktik der MINT-Disziplinen.

Learning by teaching: ALPIN – Aktivierende Lehre in Praktika der Ingenieur- und Naturwissenschaften

Michael Weinmann, Technische Universität Clausthal



Zusammenfassung

Mit der Neugestaltung des klassischen ingenieurwissenschaftlichen Praktikums „Werkstofftechnik“ an der TU Clausthal wird eine deutliche Fokussierung auf berufsrelevante überfachliche Kompetenzen erreicht. Neben den praktikumsspezifischen Zielen, wie z.B. der Vertiefung und praktischen Anwendung von theoretischen Inhalten der zugehörigen Vorlesung, werden auch Kompetenzen wie Gruppenorganisation und Teamarbeit sowie Sozialkompetenz und Führungsqualitäten gefördert. Dies gelingt durch die weitestgehend selbstständige Mitgestaltung der Lehre durch die Studierenden im Modus „learning by teaching“. Im neu entwickelten ALPIN-Konzept betreut jede studentische Praktikumsgruppe einen Versuch als „Experten-gruppe“. Diese übernimmt darin die Rolle eines*r Praktikumsverantwortlichen für ihr Thema und führt eigenverantwortlich eine andere studentische „Laiengruppe“ durch den Versuch. Neben dem eigenen Expertenversuch werden alle anderen Versuche als Laiengruppe durchlaufen. Durch den integrierten Wettbewerbscharakter wurden außerdem eine deutliche Steigerung der Motivation und ein nachhaltigerer Lernerfolg bei den Studierenden erreicht. Stofflicher Inhalt, praktische Anteile und zeitlicher Aufwand für Studierende und Betreuer bleiben im Vergleich zur bisherigen Form nahezu identisch.

1. Ausgangssituation

Abbildung 1 zeigt schematisch den Ablauf des bisherigen Praktikums „Werkstofftechnik“. Das Praktikum beginnt mit einer Einführungsveranstaltung, in der Rahmenbedingungen (Ablauf, Gruppeneinteilung, Themen und Bewertungskriterien) und eventuelle Fragen geklärt werden, daneben wird eine Sicherheitsunterweisung für die Laborräume durchgeführt. Für alle Versuche gibt es je eine*n Betreuer*in und ein Skript, welches eine Versuchsbeschreibung und die grundlegende Theorie beinhaltet. Im wöchentlichen Rhythmus wird dann von jeder studentischen Gruppe parallel jeweils ein Praktikumsversuch durchgeführt. Vor dessen Durchführung steht ein Kurztest, von dem die Zulassung zum Versuchstag abhängt. Als Wissensbasis werden die Inhalte der Vorlesung „Materialwissenschaft II“ und des jeweiligen Versuchsskriptes vorausgesetzt. Anschließend wird der Versuch wie im Skript beschrieben praktisch durchgeführt. Zum Abschluss muss im Nachgang ein bewertetes Protokoll verfasst werden.

Bei stichprobenartigen Befragungen in den Jahren 2011 bis 2017 wurden durch Studierende (S) und Betreuer*innen (B) folgende Hauptkritikpunkte am bisherigen Ablauf genannt:

- Hoher Zeitaufwand für Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung (S&B)
- Praktikumsdurchführung langweilig oder ohne wesentliche praktische Anteile (S)

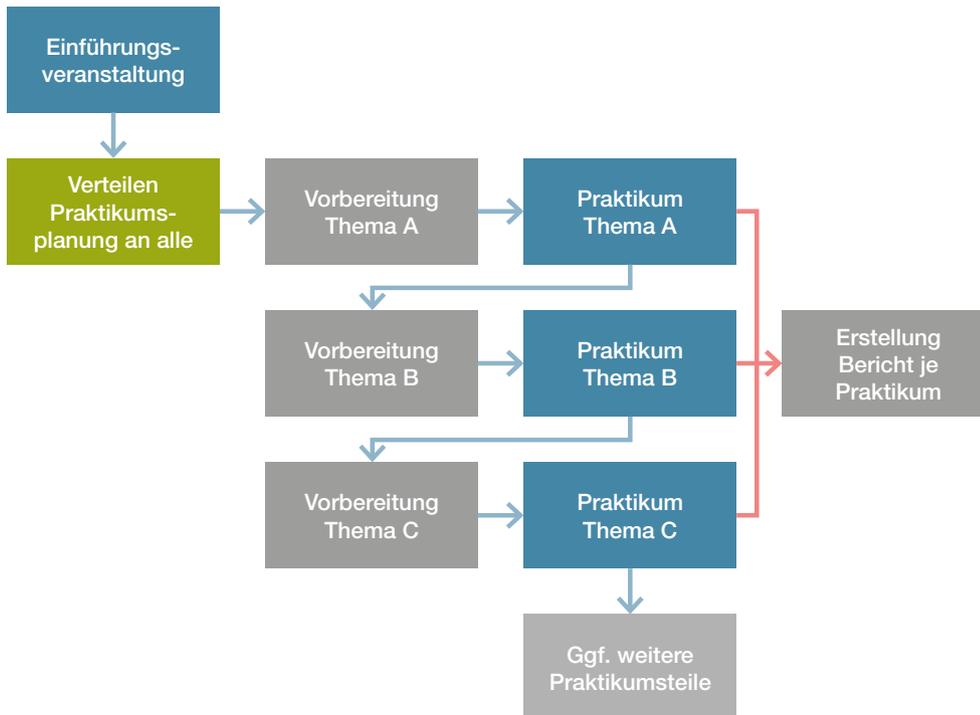


Abb. 1: Ablaufplan des bisherigen Praktikums beispielhaft für eine Gruppe (blau: studentische Präsenzzeit, grau: studentische Heimarbeit, grün: Aufgaben der Betreuer*innen)

- Relevanz der Praktikumsthemen nicht erkennbar (S)
- Nicht nachvollziehbare Bewertung der Kurztests und Protokolle (S)
- Mangelhafte Skripte (S)
- Mangelnde Motivation und Vorbereitung der Studierenden (B)
- Keine Vertiefung relevanter theoretischer Hintergründe sowie eine Erarbeitung von defizitären Anteilen möglich (B)

2. Theoretische Hintergründe zur Planung

Die dem ALPIN-Konzept zugrunde liegende Idee des Learning by teaching ist bereits seit den frühen 1980ern bekannt (Grzega 2008) und wird seit etwa 2006 auch in technischen Fächern an Hochschulen eingesetzt (Grzega 2007). Besonders die Lernendenzentrierung und eine intensivere Auseinandersetzung mit den Inhalten können als vorteilhaft für die Anwendung in ingenieurwissenschaftlichen Praktika angesehen werden.

Praktika können mit unterschiedlichen Zielsetzungen durchgeführt werden. Eine Möglichkeit der Einteilung ist die vorrangige Orientierung, wobei die Übergänge weitestgehend fließend sind:

- *Handwerklich orientiert:* Vornehmlich wird der Umgang mit Gerätschaften fokussiert. Die Dokumentation des Vorgehens und der Ergebnisse wird in Form eines Berichts angestrebt.
- *Verständnisorientiert:* Eine oder mehrere Theorien werden veranschaulicht und/oder hinterfragt. Oft wird auch versucht, Limitierungen der Theorien aufzuzeigen.
- *Berufsweltorientiert:* Im Vordergrund steht die Entwicklung bzw. das Design von Produkten mittels bekannter Verfahren. Diese Praktika sind oft projektbasiert und erstrecken sich i. a. R. über einen längeren Zeitraum.
- *Forschungsorientiert:* Der Fokus liegt auf der Lösung einer klar abgegrenzten Forschungsfrage, die auch für Dritte von Interesse ist. Auch dieses Format erstreckt sich i. a. R. über einen längeren Zeitraum und ist meist projektbasiert.

Aus zeitlichen Gründen werden berufswelt- und forschungsorientierte Punkte in Ingenieurpraktika kaum berücksichtigt. Mit dem ALPIN-Konzept wird dies nun möglich, was für die Studierenden einen zusätzlichen Kompetenzgewinn ermöglicht.

In berufsweltorientierten Praktika wird projektbasiert gearbeitet und gelernt (Gotzen 2013). Die Lernenden widmen sich hier dem Ziel, ein konkretes Produkt zu verwirklichen. Die Bearbeitung von der Aufgabenstellung bis zur Präsentation der Ergebnisse erfolgt weitestgehend eigenverantwortlich. Die Ergebnisse der Arbeit müssen innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne erarbeitet, dokumentiert und präsentiert werden. Anleitung erfolgt nach dem Prinzip der minimalen Hilfe (Aebli 1961, Zech 1977, Görts 2009). Durch die eigenständige Lösungsfindung wird ein nachhaltiger Lernerfolg erreicht (Doyle 2008). Die Nähe zu Projektmanagement- oder Produktdesignprozessen ist bewusst gewählt und schult die Entwicklung berufsrelevanter Handlungskompetenzen.

Die Prozesse eines Forschungsvorhabens (v. a. Gestalten, Erfahren und Reflektieren) werden in forschungsorientierten Praktika durchlaufen (Huber 2009). Für die Abgrenzung zum berufsweltorientierten Lernen sind u. a. die folgenden Phasen der Forschungsarbeit von Bedeutung:

- Entwicklung der Fragen und Hypothesen
- Methodenwahl und Ausführung
- Prüfung und Ergebnisdarstellung

Das Praktikum ähnelt der gängigen Arbeitsweise im akademischen Umfeld und fördert die Entwicklung von forschungsrelevanten Handlungskompetenzen. Auch hier kommt das Prinzip der minimalen Hilfe zum Einsatz.

Bruchmüller und Haug (2001) nutzen für sog. Laborversuche abhängig von den Freiheitsgraden der Studierenden eine Einordnung in drei hierarchische Stufen. Die als „Übungs- und Praktikumsversuche“ bezeichnete erste Stufe lässt den geringsten Grad der Freiheit zu und ist charakterisiert durch einen Versuchsablauf, der nach einer fest vorgegebenen Vorschrift abläuft. In der zweiten Stufe („Hinführen zu selbstständiger

Labor-Arbeit“) werden bereits kleinere Projektaufgaben bearbeitet, welche eine Variation der Methodenauswahl und verschiedene Lösungswege und damit auch die Möglichkeit eines offenen Ausgangs zulassen. Die dritte Stufe umfasst die „Selbstständige Labor-Arbeit“ und ermöglicht den Studierenden die maximale Freiheit der Lösungsfindung. Hier sind vor allem Projektarbeiten, Abschlussarbeiten, Forschungs- und Industriepraktika anzusiedeln.

Der bisherige Ablauf des Praktikums „Werkstofftechnik“ muss in die erste Stufe der Taxonomie nach Bruchmüller und Haug eingeordnet werden. Auf der inhaltlichen Seite liegt der Fokus ganz klar auf einer handwerklichen Orientierung. Je nach Versuch ist aber auch eine geringe Verständnis- oder Berufsweltorientierung zu erkennen. Im ALPIN-Konzept steht nun die Verständnis- und Berufsweltorientierung deutlicher im Vordergrund, wobei die handwerklichen Aspekte erhalten bleiben. In den Laienversuchen ändert sich für die Studierenden kaum etwas. Allerdings kann es von Jahr zu Jahr zu unterschiedlichen Lösungswegen kommen, die zwar für die „Laien“ vorgegeben sind, trotzdem aber schon eine Tendenz zur zweiten Stufe zeigen. Diese Aufwertung in die zweite Stufe der Laborarbeit wird in den Expertenversuchen deutlicher. Durch das selbstständige Erarbeiten einer Versuchsvorschrift wird ein Variantenreichtum in Methodenwahl, Ablauf und Ergebnisfindung angeregt und gefördert, der weit über das klassische Konzept hinausgeht.

3. Darstellung des Konzepts und angewendete Methoden

Das ALPIN-Konzept wurde erarbeitet, um die Kritikpunkte aufzugreifen und weitestgehend Abhilfe zu schaffen, ohne die Praktikumsinhalte zu verändern. Zu den allgemeinen Lernzielen

der klassischen Praktikumsversuche zählt der sichere Umgang mit den jeweiligen Werkzeugen, Materialien und Maschinen sowie die Fähigkeit, diese nach Vorgabe zu nutzen. Zusätzlich werden im ALPIN-Konzept aber auch verstärkt Softskills wie Gruppenorganisation und Teamwork geschult.

Studentische „Expertengruppen“ übernehmen darin die Rolle eines*r Praktikumsverantwortliche*n und betreuen eine andere studentische „Laiengruppe“ während des Versuchs. Die Expertengruppe kann ihren Versuch dabei eigenverantwortlich planen und durchführen, wohingegen für die Laiengruppe außer der Betreuung kein signifikanter Unterschied zum klassischen Praktikumsablauf besteht. Dies hat mehrere Vorteile:

- Eigenverantwortlichkeit wird in den Vordergrund gestellt
- Sensibilisierung für Aufwand von Vorbereitung und Durchführung von Versuchen und Praktika
- Vorbereitung auf Anforderungen in der Berufswelt durch Versuchsplanung, Durchführung und Anleitung Dritter „in sicherer Umgebung“
- Gesteigerte Motivation durch Wettbewerbscharakter
- Ermöglichung eines berufsbezogenen Kompetenzgewinns und Weiterentwicklung der Führungsqualitäten und Sozialkompetenzen
- Zeitaufwand für Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung für Studierende nur zu Beginn des Semesters hoch, danach deutlich geringer
- Zeitaufwand für Betreuer geringer
- Inhaltlicher Umfang und praktische Anteile des klassischen Ablaufs bleiben erhalten
- Fokussierung auf „Expertenthema“ mit tieferem Einblick in die Materie und nachhaltigem Lernerfolg
- Überblick über weitere „Laienthemen“ mit unveränderter Tiefe
- Senkung der Hemmschwelle für Fragen während des Praktikums

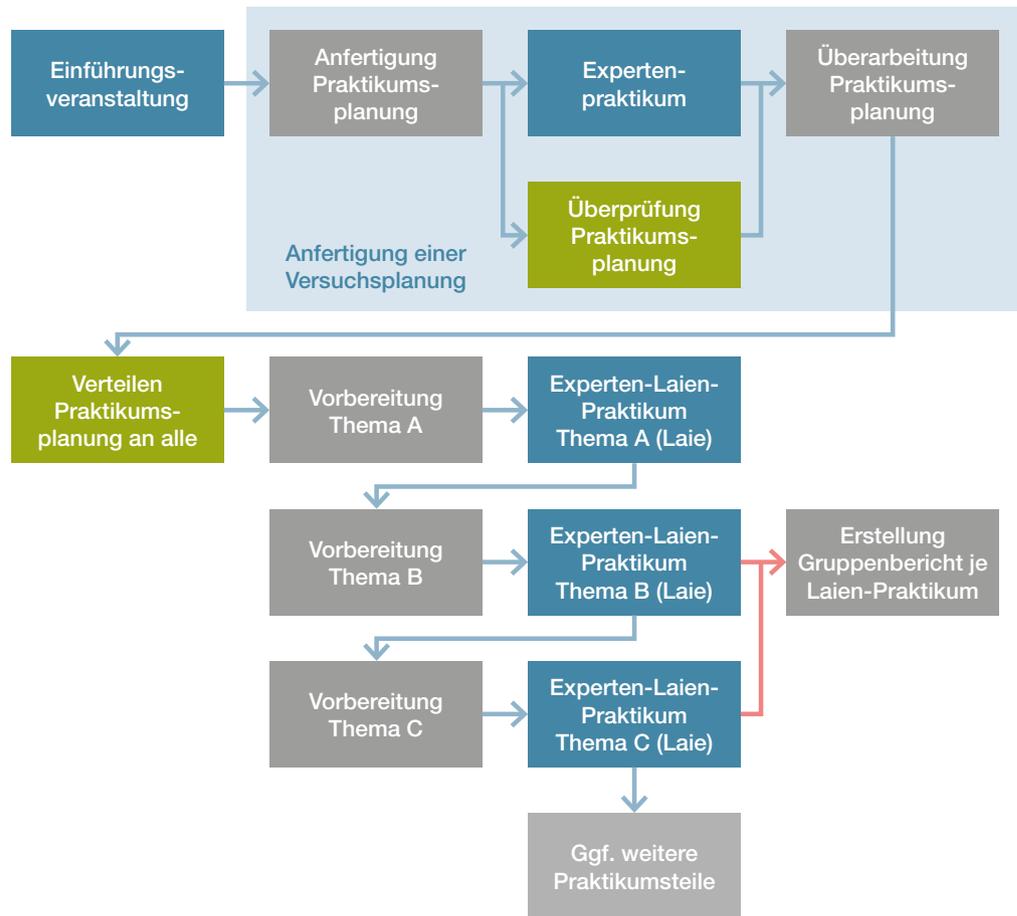


Abb. 2: Ablaufplan des ALPIN-Praktikums beispielhaft für eine Gruppe (blau: studentische Präsenzzeit, grau: studentische Heimarbeit, grün: Aufgaben der Betreuer*innen)

Abbildung 2 zeigt schematisch den Ablaufplan des ALPIN-Konzepts. Der erste Unterschied zum bisherigen Konzept besteht darin, dass während der Einführungsveranstaltung die Themen des Themenpools durch die jeweiligen Betreuer*innen per Kurzvortrag vorgestellt werden, und die Studierenden sich dann jeweils ihr Wunschthema auswählen. Nachdem sich möglichst ausgeglichene große Themengruppen zusammengefunden haben, werden Literaturvorschläge zum Thema gegeben, Beispielgliederungen einer Praktikumsplanung erläutert und Unklarheiten beseitigt.

In der Folgezeit arbeiten die Gruppen jeweils ein Praktikumsskript für ihr Thema aus, welches spätestens 2 Tage vor Beginn des Expertenpraktikums an die jeweiligen Betreuer*innen gegeben wird. Das Expertenpraktikum findet für alle Gruppen parallel 2 Wochen nach der Einführungsveranstaltung statt und dient den Studierenden dazu, mit Hilfe der eigenen Anleitungen das Praktikum zu ihrem Thema durchzuführen. Gegliedert ist das Expertenpraktikum in die Abschnitte Begrüßung, mündliches Expertengespräch, praktische Durchführung, Abgleich der Eindrücke und Verabschiedung.

Die Begrüßung und Verabschiedung sind zur Schaffung einer angenehmen Lernumgebung gedacht. Das mündliche Expertengespräch wird als Plenumsdiskussion durchgeführt. Ziel ist es den theoretischen Hintergrund zu vertiefen sowie bisher defizitäre Anteile zu erarbeiten. Es folgt die praktische Umsetzung des theoretisch erarbeiteten Versuchs. Der*die jeweilige Betreuer*in steht nur als Ansprechpartner*in für Fragen zur Verfügung. Somit liegt der Fokus auf dem Erkennen von Schwachstellen, des Optimierungspotentials der eigenen Ausarbeitung und dem Erlernen der praktischen Fertigkeiten. Abschließend erfolgt in einer erneuten Plenumsdiskussion ein Abgleich der Eindrücke zwischen den Gruppenmitgliedern und des*der Betreuers*in des Praktikumsversuchs. Mit Hilfe von Mitschriften und einer stichpunktartig kommentierten Version der abgegebenen

Anleitung werden das Optimierungspotential und etwaige Mängel der Anleitung und der praktischen Ausführung besprochen.

Nach dem Expertenpraktikum haben die Gruppen eine Woche Zeit um ihre Planung zu überarbeiten und an ihre*n Betreuer*in weiterzugeben, welche*r das Dokument an alle Praktikumssteilnehmer*innen verteilt. Während der gesamten Zeit der Erstellung der Praktikumsplanung steht den Studierenden der*die Betreuer*in für Fragen und Diskussionen zur Verfügung.

Nach der Verteilung der Anleitungen haben die Studierenden eine Woche Zeit, sich auf das erste Expert-Laien-Praktikum (ExLaP) vorzubereiten. Dabei bereiten sich einige Gruppen darauf vor, das Praktikum mit ihrem Thema als Expertengruppe zu leiten. Eine äquivalente Anzahl an Gruppen bereitet sich dagegen darauf vor einen Praktikumsversuch als Laiengruppe durchzuführen.

Das ExLaP gliedert sich ebenfalls in die Abschnitte Begrüßung, mündliches Expertengespräch, praktische Durchführung, Feedbackrunde und Verabschiedung. Bis auf die Feedbackrunde läuft das ExLaP wie das Expertenpraktikum ab, mit dem Unterschied, dass das gesamte Praktikum durch die Expertengruppe geleitet wird und der*die Betreuer*in ausschließlich als Moderator*in fungiert und nur bei dringendem Bedarf eingreift. In der Feedbackrunde erfolgt zusätzlich ein Abgleich der Eindrücke der beiden studentischen Gruppen.

Das ExLaP wird so oft durchlaufen, bis jede Gruppe den eigenen Expertenversuch für alle anderen Gruppen einmal geleitet und alle anderen Versuche als Laiengruppe durchlaufen hat. Die jeweiligen Laiengruppen erstellen zum Praktikum innerhalb einer Woche je ein Gruppenprotokoll. Ziel dieses Vorgehens ist u. a. das Erlernen und Festigen eines sicheren Umgangs mit Literatur, das Erkennen der Relevanz von Literatur, das Erlernen und Festigen von Grundfertigkeiten im Verfassen von Berichten und das Festigen der im Praktikum erlernten Fertigkeiten.

4. Feedback und Evaluationsergebnisse

Die Idee der Neugestaltung stieß bereits in der Planungsphase auf großes Interesse. Besonders der Gedanke der Expert*innen- und Laiengruppen und die mögliche Fokussierung auf ein Lieblingsthema trafen auf große Resonanz bei den Studierenden.

Im ersten Jahrgang des neu gestalteten Praktikums erschienen alle Studierenden überdurchschnittlich vorbereitet und motiviert. In den Feedbackrunden der Versuche wurden dem neuen Konzept ein Motivationsschub und ein nachhaltigerer Lernerfolg attestiert. Das Ziel, das Praktikum für die Studierenden attraktiver zu gestalten, ist daher aus Sicht der Betreuer*innen und der Studierenden vollständig erreicht worden.

Zum Ende des ALPIN-Praktikums wurde mit einem individuell angepassten Evaluationsbogen ein zusätzliches Feedback eingeholt. Die Auswertung hat ergeben, dass durch das Expertenpraktikum ein zusätzlicher Arbeitsaufwand gesehen, das ALPIN-Konzept aber trotzdem bevorzugt wird. Als Hauptgründe hierfür werden deutlich tiefere Einblicke in die Materie und das Lehren der Inhalte genannt. Außerdem wird dem ALPIN-Konzept ein nachhaltigerer Lernerfolg zugeschrieben, und die meisten Studierenden befürworten eine Ausweitung des ALPIN-Konzeptes auf weitere Praktika. Auch attestierten sich die Studierenden in den Laienversuchen eine bessere Betreuung als in einem klassischen Konzept.

Darüber hinaus fühlten sich 90% der Teilnehmer*innen durch das neue Konzept besonders motiviert. Als Gründe wurden genannt, dass „man Dinge besser machen konnte, die einem sonst im Praktikum stören“ und „man sein Thema am besten erklären wollte“. Dies zeigt, dass die Studierenden dem Konzept „Studierende unterrichten Studierenden“ positiv

gegenüberstehen, die Rolle des Lehrenden mit dessen Verantwortung und Möglichkeiten gerne annehmen und die Motivationssteigerung durch einen „Konkurrenzkampf“ unter den Studierenden funktioniert. Weiterhin wurde geäußert, dass die Möglichkeit, in „sein“ Wunschthema tiefer einzusteigen, sehr interessant sei und viel Spaß bringe.

Die meistgenannten Herausforderungen sind die ungewohnte Organisation und Kommunikation sowie die gerechte Aufgabenverteilung in der Gruppe. Handlungsbedarf besteht noch bei der Kommunikation des Ablaufplans und der Inhalte, da einige Studierende sich ungenügend vorbereitet fühlten.

Aus Sicht der Betreuer*innen waren die Expertenskripte durchgängig sehr gut und vergleichbar mit den „alten“ Versuchsbeschreibungen. Das Niveau der Laienprotokolle war unverändert und vergleichbar mit den Vorjahren. Die Motivation der Expert*innengruppen war durchweg äußerst hoch, in den Laiengruppen war sie ebenfalls etwas besser als in der Vergangenheit.

5. Weiterentwicklungsmöglichkeiten

Eine mögliche Weiterentwicklung des Konzepts betrifft die Studierendenzahl. Das ursprüngliche ALPIN-Konzept ist für eine Anzahl von 12 und 24 Personen gedacht, lässt sich aber durch kleine Änderungen problemlos für bis zu 200 Studierende adaptieren.

Daneben könnte es auch durch ein innovatives Prüfungs- und Bewertungssystem weiterentwickelt werden. Einen Ansatz könnte ein formatives Peer-Review bilden, bei dem die Laiengruppen die Betreuung durch die Expert*innen bewerten, und so eine stetige Verbesserung anmieren.

Eine weitere Möglichkeit bietet eine weiterentwickelte Evaluierungs- und Qualitätsstrategie zur Sicherung von Qualitätsstandards. Daneben gibt es auch weitergehende Konzeptideen wie beispielsweise ein Projektarbeits-Praktikums-Tandem. Dort wird in einer Projektarbeit im Masterstudium ein Praktikumsversuch theoretisch und praktisch ausgearbeitet und dann mit Bachelorstudierenden durchgeführt.

Literatur

Aebli, H. (1961): Grundformen des Lehrens. Ein Beitrag zur psychologischen Grundlegung der Unterrichtsmethode (9. erweiterte und umgearbeitete Aufl. 1976). Stuttgart

Bruchmüller, H.-G., Haug, A. (2001): Labordidaktik für Hochschulen – Eine Hinführung zum Praxisorientierten Projekt-Labor. Alsbach: Leuchtturm-Verlag

Doyle, T. (2008): Helping students learn in a learner-centered environment: A guide to facilitating learning in higher education. Sterling, VA: Stylus Publishing

Görts, W. (2009): Projektveranstaltungen – und wie man sie richtig macht. Bielefeld: UniversitätsVerlagWebler [ZUW-Sign. 111.05/ 49]

Gotzen, S. Projektbasiertes Lernen. ZLE Zentrum für Lehrentwicklung TH Köln, online unter: https://www.th-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/steckbrief_projektbasiertes_lernen.pdf

Grzega, J., Schöner, M. (2008): The didactic model LdL (Lernen durch Lehren) as a way of preparing students for communication in a knowledge society, Journal of Education for Teaching, 34:3

Grzega, J., Waldherr, F. (2007): Lernen durch Lehren (LdL) in technischen und anderen Fächern an Fachhochschulen: Ein Kochbuch. In: Didaktiknachrichten 11:1-17

Huber, L. (2009): Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. In: Huber, L. (ed.): Forschendes Lernen im Studium: aktuelle Konzepte und Erfahrungen. Motivierendes Lehren und Lernen in Hochschulen. Vol 10. Bielefeld: UVW; 2009: 9-35

Isaac, S., Hardebolle, C., Tormey, R. (Mai 2017): Micro-Skills Triads for Training STEM Teaching Assistants to Support Active Learning. ETALEE 2017, Odense, Dänemark

Mazur, E. (2013): Pearson New International Edition: Peer Instruction: A User's Manual. Pearson Education

Zech, F. (1977): Grundkurs Mathematikdidaktik: theoretische und praktische Anleitungen für das Lehren und Lernen im Fach Mathematik. Weinheim: Beltz [ZUW-Sign.111.01/ 112]

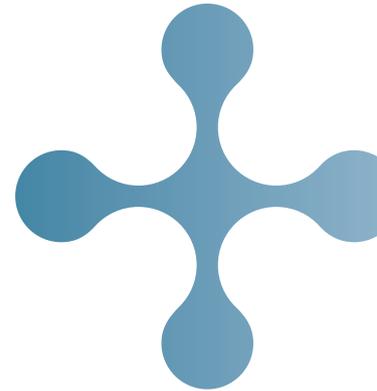
Angaben zum Autor

Michael Weinmann

Studium der Werkstofftechnik in Nürnberg, anschließend wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Kunststofftechnik an der TU Clausthal (TUC). Parallel in der Erwachsenenbildung als Dozent an einer Fachschule und TUC tätig. Seit 2019 am Zentrum für Hochschuldidaktik der TUC fachdidaktischer Berater für Ingenieurwissenschaften.

Fallstudienarbeit im Ingenieurwesen – Aktivierung, Partizipation, Kompetenzerwerb

Christine Minke, Technische Universität Clausthal



Zusammenfassung

In der Lehrveranstaltung „Life Cycle Assessment“ lernen die Studierenden die Terminologie und Methodik der Ökobilanz (LCA) kennen. Die eigenständige Anfertigung einer LCA übersteigt jedoch den Rahmen dieser Einführungsveranstaltung. Daher besteht ein weiteres Lernziel darin, vorliegende LCA-Studien und -Ergebnisse hinsichtlich Inhalt und Methodik kritisch analysieren zu können. Die Lehrevaluation hat gezeigt, dass dieses Lernziel mit konventionellen Lehrmethoden nicht erreicht werden konnte. Daher wurde das Konzept in Bezug auf Constructive Alignment angepasst und Fallstudienarbeit als wesentlicher Bestandteil integriert. Das Lehrevaluationsergebnis zeigt Verbesserungen insbesondere bezüglich der Aspekte Alignment von Lernzielen, Lehrmethoden und Prüfung, sowie Motivation, Aktivierung und Partizipation der Lernenden. Die Fallstudienarbeit erscheint geeignet, um eine Problemlösungskompetenz zu erlernen und zu prüfen, die auf konventionellem Weg nicht vermittelt werden konnte.

1. Ausgangssituation

Im Ingenieurwesen gewinnt die Technologiebewertung in Hinblick auf die Nachhaltigkeit von Produktsystemen zunehmend an Bedeutung. An der Technischen Universität Clausthal wurde zur ganzheitlichen Ausbildung eine entsprechende Wahlpflichtveranstaltung im Masterstudium Verfahrenstechnik eingeführt.

In der Lehrveranstaltung „Life Cycle Assessment (LCA)“ werden die Grundlagen der Ökobilanzierung nach DIN EN ISO 14040/44 vermittelt. Die Unterrichtssprache ist Englisch. Die Studierenden lernen die Terminologie und die Vorgehensweise kennen. Die eigenständige Anfertigung einer LCA übersteigt den Rahmen dieser Einführungsveranstaltung und kann bei tiefer gehendem Interesse in einer anschließenden Projekt- oder Abschlussarbeit erfolgen. Daher besteht ein weiteres Lernziel der Einführungsveranstaltung darin, vorliegende LCA-Studien hinsichtlich Inhalt und Methodik kritisch analysieren zu können. Die Lehrevaluation hat gezeigt, dass dieses Lernziel mit konventionellen Lehrmethoden nicht erreicht wird (siehe Abb. 4). Daher wurde das Konzept in Bezug auf Constructive Alignment (Biggs, 2003) angepasst und Fallstudienarbeit (Geissler, 2018) als wesentlicher Bestandteil von Lehrveranstaltung und Prüfung integriert.

2. Umsetzung des neuen Lehrkonzepts

Anpassung der Lehrmaterialien

Die Herausforderung bei der Anpassung der Lehrmaterialien bestand darin, dass die Studierenden die Methodik der LCA schrittweise erlernen und damit erst am Abschluss des Semesters eine vollständige Vorstellung von der korrekten Vorgehensweise und allen technischen Termini haben. Gleichzeitig sollte zur Erreichung des Lernziels „kritische Analyse vorliegender

LCA-Studien und -Ergebnisse“ möglichst parallel über das gesamte Semester hinweg mit fertigen und komplexen LCA-Studien gearbeitet werden, um diese Kompetenz nach und nach aufzubauen und das Lernen aktiver und abwechslungsreicher zu gestalten. Der gewählte Lösungsweg bestand darin, eine Fallstudie so zu gestalten, dass sie sich jeweils auf den Teilbereich einer LCA-Studie fokussierte, den die Studierenden bereits kennengelernt hatten, aber trotzdem ein vollständiges Bild unter Angabe der LCA-Ergebnisse lieferte. Beispielsweise lernen die Studierenden am Anfang etwas über die Datensammlung und Bilanzierung, die die Basis jeder LCA bildet. Zugleich wäre es unbefriedigend, mit einer Fallstudie zu arbeiten, in der nur die Datenerfassung, aber nicht das Ergebnis zur Fragestellung der Studie (z. B.: Sind PET-Flaschen oder Getränkekartons umweltfreundlicher?) enthalten ist.

Die Lerninhalte der Lehrveranstaltung „Life Cycle Assessment (LCA)“ wurden daher in vier Themenfelder gemäß der Methodik der LCA nach DIN EN ISO 14040 unterteilt. Diese sind in Abb. 1 dargestellt.

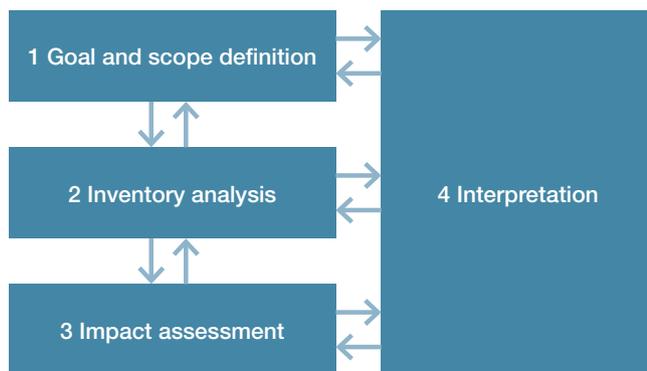


Abb. 1: Themenfelder gemäß Life Cycle Assessment Method Framework. Quelle: DIN EN ISO 14040

Zu jedem der vier Themenfelder wurde eine Fallstudie auf Basis realer, publizierter LCA-Studien entwickelt. Dazu wurden Ausschnitte aus den Original-Studien so gewählt, dass der Fall in der Präsenzzeit vollständig zu bearbeiten ist und seinen Fokus auf das aktuelle Themenfeld richtet. Die Texterschließung durch die Lernenden erfolgt im Einzelstudium (siehe 2.4). Bei der Vorbereitung der Fallstudien mussten daher die individuellen Herausforderungen der Lernenden mitgedacht werden:

- Lesetempo,
- Abgleich mit theoretischer Wissensbasis,
- Problemfindung und
- Problemlösung.

Auch bei heterogenen Studierendengruppen sollen Über- und Unterforderungen möglichst gering gehalten werden, um eine gute Lernatmosphäre zu erhalten und die Lernziele erreichen zu können. Die Gestaltung der Text- und Bildmaterialien einer jeden Fallstudie folgen daher vier allgemeinen Prinzipien (Geissler, 2018):

- Die vier Fragen „Wer? Was? Warum? Wann?“ müssen klar beantwortet werden.
- Beilagen in Form von Abbildungen und Tabellen müssen die Fallmodellierung unterstützen.
- Zwischen-Überschriften müssen die Fallmodellierung unterstützen.
- Die theoretische Basis, auf die sich der Fall bezieht, muss klar sein.

Die so vorbereiteten und kommentierten Ausschnitte aus den originalen LCA-Studien wurden dann in einen didaktischen Rahmen eingebettet, der die Lernenden beim Kompetenzerwerb „kritische Analyse vorliegender LCA-Studien und -Ergebnisse“ zielgerichtet unterstützt. Hierzu wurden zwei Methoden angewendet:

- die schriftliche Formulierung von Leitfragen,
- die schriftliche Formulierung einer Rollenbeschreibung.

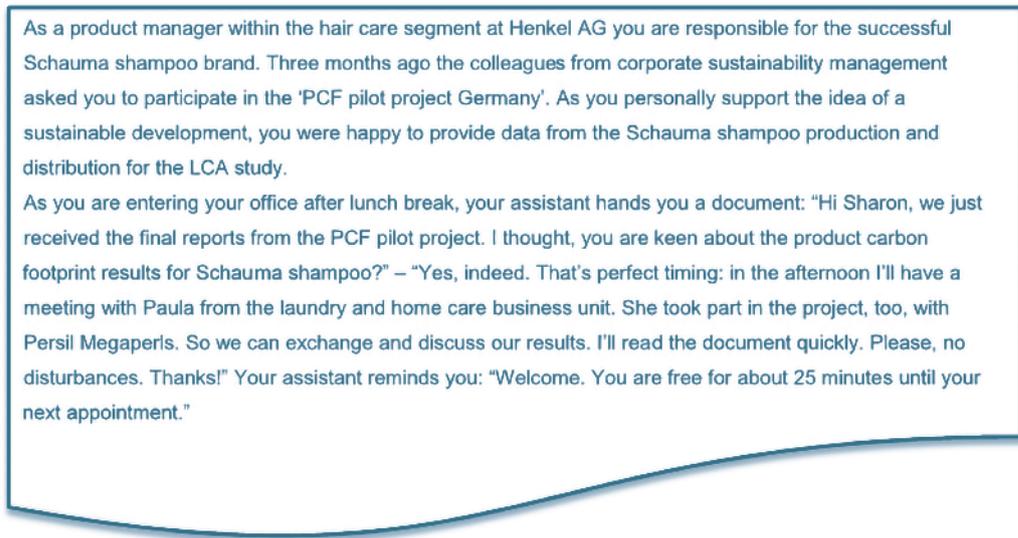


Abb. 2: Rollenbeschreibung zur „Fallstudie Henkel AG – PCF Shampoo“. Quelle: Minke, 2018

Vorformulierte Leitfragen sollen die Lernenden dabei unterstützen, sich die Fallstudie zu erschließen und die kritische Analyse des Falls durchzuführen. Das heißt, dass die Anzahl an Leitfragen in der ersten zu bearbeitenden Fallstudie hoch ist und dann reduziert wird. Es gehört zur Zielsetzung, dass die Studierenden erlernen, welche Fragen sie in einer kritischen Analyse aufwerfen und überprüfen müssen und dieses Wissen am Ende selbstständig anwenden. Beispiele für verwendete Leitfragen sind:

- Why has the LCA study been conducted?
- Are comparative assertions intended in the study?
- What is the functional unit in this study?
- Can you identify and mark the LCA phases in the flow chart (raw materials, production, distribution, use, disposal)?

Um diese Entwicklung zu unterstützen, werden die Leitfragen zu einem fortgeschrittenen Zeitpunkt im Curriculum durch Rollenbeschreibungen abgelöst. Beispielsweise wird das Fallstudienmaterial zu einer Product Carbon Footprint (PCF)-Studie eines Haarshampoos der Henkel AG (Henkel AG, 2008) in das selbst entworfene Szenario eingebettet, welches in Abb. 2 dargestellt ist.

Diese Rollenbeschreibung soll die fortgeschrittenen Lernenden bei der Bearbeitung der Fallstudie wie folgt unterstützen:

- Die Rahmenbedingungen werden mitgeteilt: 25 Minuten Einzelstudium.
- Die Arbeitsanweisung ist indirekt beschrieben: Analyse der Studie zur Vorbereitung des Austauschs mit einer Kollegin, welche eine weitere PCF-Studie begleitet hat.

- Durch die Übernahme einer Rolle entsteht eine Distanz zur eigenen Person, die die Meinungsäußerung der Lernenden in der Diskussion fördern soll.
- Durch die Identifizierung mit der Rolle wird eine neue Perspektive gegenüber der Problemstellung eingenommen.
- Die Einbettung in ein Rollenspiel soll die Lernenden aktivieren (vgl. Gamification).
- Angaben zur Durchführung dieses Fallbeispiels werden in Abschnitt 2.4 gemacht.

2.2 Anpassung der zeitlichen Gestaltung

Die Einführung der neuen Methodik muss mit der Anpassung der zeitlichen Rahmenbedingungen einhergehen. Im konventionellen Vorlesungsformat (2 Semesterwochenstunden) sah die zeitliche Gestaltung eine regelmäßige wöchentliche Lehreinheit von 90 min über die Dauer eines Semesters vor. Diese Aufteilung erscheint für die Bearbeitung von Fallstudien durch die Studierenden ungeeignet. Zur Umsetzung des neuen Lehrkonzepts wurden die Lerninhalte in Themenfelder unterteilt. Zu jedem Themenfeld wurde ein Lehrveranstaltungstermin angesetzt, der 2 mal 90 min und eine 15-minütige Pause umfasst. Damit ist die Präsenzzeit für Lernende und Lehrende ausreichend, um im didaktischen Dreischritt Einstieg – Arbeitsphase – Abschluss ein Themenfeld theoretisch und in Form einer Fallstudie zu bearbeiten.

2.3 Einstieg in ein Themenfeld

Der Einstieg in ein Themenfeld beginnt jeweils mit der Einordnung in das Gesamtbild „Methodik der LCA“ und einer kurzen Rückschau auf das Themenfeld des vorangegangenen Termins. Die Lernziele werden aufgezeigt, da die folgenden Lehr-/Lernmethoden gemäß des gewählten Constructive Alignment-Ansatzes auf diese ausgerichtet sind.

2.4 Arbeitsphase mit Fallstudienarbeit

Zu Beginn der Arbeitsphase werden in einem Impulsvortrag die zum aktuellen Themenfeld gehörenden Grundbegriffe und Methoden vorgestellt und mit Beispielen illustriert. Nachdem offene Fragen zu den neuen Lerninhalten beantwortet sind, wird zur Fallstudienarbeit übergegangen. Das Konzept zur praktischen Durchführung der Fallstudienarbeit umfasst die fünf Schritte Vorbereitung, Instruktion, Durchführung, Sammlung und Transfer. Dabei wird die Durchführung in Einzelstudium und Gruppenarbeit gegliedert, während die Sammlung im Plenum erfolgt (Geissler, 2018). Das gewählte Konzept wird in Abb. 3 dargestellt.

Der Schritt der Vorbereitung erfolgt vor der Präsenzphase durch die Lehrende (siehe 2.1 Anpassung der Lehrmaterialien). Die Schritte 2 bis 5 erfolgen in der Präsenzzeit der Lehrveranstaltung, wobei sich die Rolle der Lehrenden in den einzelnen Schritten verändert. In Schritt 2 wird die Rolle der Instrukturin

1. Vorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> • Themenfindung • Fallauswahl und -ausgestaltung
2. Instruktion	<ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Arbeitsanweisungen • Klärung offener Fragen
3. Durchführung	<ul style="list-style-type: none"> • Einzelstudium • Gruppenarbeit
4. Sammlung	<ul style="list-style-type: none"> • Plenum • Arbeitsergebnisse visualisieren
5. Transfer	<ul style="list-style-type: none"> • Übertragung der Methoden und Erkenntnisse in neue Kontexte

Abb. 3: Konzept zur Durchführung der Fallstudienarbeit

eingenommen. Es werden Arbeitsmaterialien, sowie zeitliche und organisatorische Rahmenbedingungen ausgegeben. Dazu gehören die Angaben zur Ausgestaltung der Einzel- und Gruppenarbeit und die Art der Ergebnisdarstellung für die anschließende Plenumsphase. Besonderes Augenmerk liegt auf der sorgfältigen Formulierung von Arbeitsanweisungen entlang des didaktischen Sechsecks (Meyer, 2016). Nach der Klärung offener Fragen beginnt Schritt 3, die Durchführung. Hier steht die Aktivität der Lernenden im Fokus, während die Dozentin die Rolle eines Coaches einnimmt, um die Lernenden bei Bedarf zu unterstützen. Diese werden zunächst im Einzelstudium mit dem Fall konfrontiert. Sie müssen Problemstellungen erfassen und diese kritisch analysieren. In der anschließenden Gruppenarbeit tauschen sich die Lernenden innerhalb ihrer Peer-Group aus, während die Dozentin weiterhin als Coach den Lernprozess gezielt unterstützt. Zur Zielerreichung gemäß der Arbeitsanweisungen gehört neben der Diskussion auch die schriftliche Fixierung von Ergebnissen oder Durchführung von Berechnungen, um die eigene Analyse zu untermauern und für die folgende Plenumsphase vorbereitet zu sein.

In dem in Abschnitt 2.1 eingeführten Beispiel „Fallstudie Henkel AG“ wird je der Hälfte der Gruppe eine Studie über ein Shampoo und ein Waschmittel ausgeteilt. Nach dem 25-minütigen Einzelstudium folgt zunächst die Besprechung in Teams mit gleichen Fallstudien, um die Analyseergebnisse zu diskutieren, abzugleichen und schriftlich zu fixieren. Anschließend werden die eigenen Erkenntnisse im Rollenspiel einer Vertreterin der jeweils anderen Gruppe („Sharon“/„Paula“) vorgestellt, und es gibt Gelegenheit, die zweite Fallstudie kennenzulernen.

In Schritt 4 Sammlung werden im Plenum die Arbeitsergebnisse gesammelt und visualisiert. Dies erfolgt typischerweise mit Moderationskarten und am Whiteboard. Die Dozentin ist nun in der Rolle der Moderatorin, während die Lösungsgewalt bei den Lernenden liegt.

2.5 Abschluss eines Themenfelds

Nachdem die Sammlung und Diskussion von Arbeitsergebnissen abgeschlossen sind, führt die Lehrende in Schritt 5 Transfer einen Abgleich der von den Studierenden gefundenen Erkenntnisse mit dem Stand der Wissenschaft durch. Hierbei werden die am Fallbeispiel erarbeiteten Erkenntnisse in neue und allgemeine Kontexte übertragen. Dies ist ein wichtiger Schritt, um nach dem Prinzip des Constructive Alignment alle Lernenden, die sich in der Arbeitsphase auf individuellen Wegen Wissen erschlossen haben, auf einen Wissensstand zu führen, der den anfangs aufgezeigten Lernzielen entspricht. Diese werden abschließend noch einmal visualisiert, um gemeinsam überprüfen zu können, ob sie von allen erreicht wurden, bzw. welche offenen Fragen sich dazu ergeben. Ziel ist es, dass alle Studierenden die Präsenzzeit der Lehrveranstaltung mit dem Wissen verlassen, welche der Lernziele sie erreicht haben und wie sie ihre Selbstlernzeit konkret nutzen können, um ihre Zielerreichung in diesem Themenfeld zu vervollständigen.

3. Reflexion des Vorgehens und der Ergebnisse

3.1 Studentische Lehrevaluation

Zur Bewertung des Lehrkonzeptes wurde je eine studentische Lehrevaluation am Semesterende, sowohl nach der konventionellen Lehrveranstaltung, als auch nach der Durchführung des neuen Lehrkonzeptes vorgenommen. In Abb. 4 werden die Lehrevaluationsergebnisse beider Konzepte vergleichend gegenübergestellt. Auf einer Skala von 1 (trifft zu) bis 6 (trifft nicht zu) konnten die Studierenden ihre Meinung zur Lehrveranstaltung äußern.

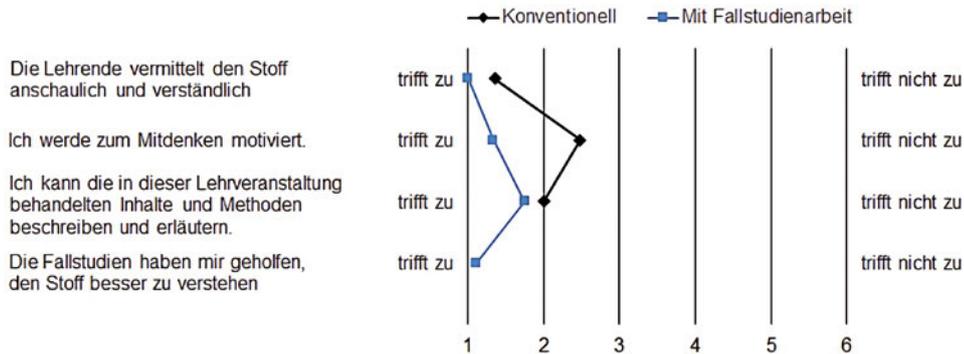


Abb. 4: Ergebnisse der studentischen Lehrevaluation vor und nach der Umgestaltung des Lehrkonzeptes

In allen dargestellten Bereichen wird eine Verbesserung nach der Überarbeitung des Lehrkonzeptes festgestellt. Insbesondere bei der Aussage „Ich werde zum Mitdenken motiviert“, mit der die Motivation und Aktivierung der Lernenden bewertet wird, konnte eine deutliche Verbesserung von einem Mittelwert von 2,5 auf 1,3 erzielt werden. Dies kann auf die Einführung der Fallstudienarbeit zurückgeführt werden, was durch die Freitextantworten der Studierenden untermauert wird. Auch die überarbeitete Struktur der Lehrveranstaltung wurde überaus positiv bewertet. Einige Antworten auf die Frage „Was hat Ihnen an der Lehrveranstaltung besonders gut gefallen?“ werden hier exemplarisch zitiert:

„sinnvolle Fallstudien“

„die eigenständige Bearbeitung von Fallstudien“

„die allgemein gut durchstrukturierte Veranstaltung“

„Aufteilung und Struktur“

3.2 Reflexion der Dozentin

In der Durchführung zeigte sich, dass die Studierenden der Ingenieurwissenschaften die Methodik der Fallstudienarbeit zunächst erlernen mussten, weil sie bis zum Ende ihres Masterstudiums nicht anderweitig damit in Kontakt gekommen sind. Der Aufwand zur Neugestaltung des Lehrkonzeptes unter Einbindung von Fallstudien war initial hoch. Da die vorbereiteten Lernmaterialien jedoch in den folgenden Semestern weiterhin verwendet werden können, ist der Aufwand angemessen. Insbesondere in Hinblick auf das Verhältnis von Aufwand und Nutzen ziehe ich ein überaus positives Fazit, da auf dem gewählten Weg der Kompetenzerwerb zur kritischen Analyse von LCA-Studien ermöglicht wurde. Das Lehrevaluationsergebnis zeigt übereinstimmend mit meiner persönlichen Wahrnehmung Verbesserungen insbesondere bezüglich der Aspekte Alignment von Lernzielen und Lehrmethoden, sowie Motivation und Aktivierung der Lernenden.

4. Fazit und Ausblick

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Fallstudienarbeit in der betrachteten Lehrveranstaltung geeignet war, um eine Problemlösungskompetenz zu erlernen, die auf konventionellem Weg nicht vermittelt werden konnte. Insbesondere für komplexe Methoden erscheint Fallstudienarbeit geeignet, um relativ schnell Erfolgserlebnisse und Anwendungsbezug für die Lernenden erlebbar zu machen. Im vorliegenden Fall konnten die Studierenden bereits mit LCA-Ergebnissen umgehen, obwohl sie noch nicht in der Lage waren, selbst Ergebnisse zu erzeugen. Dies erweitert auch den Spielraum für neue Prüfungsformate. Denkbar wären Essays zur Analyse vorliegender Studien und damit auch die fortlaufende, schrittweise Prüfung von Wissen und Kompetenzen über das Semester anstelle einer einzigen Klausur am Ende (vgl. Erdström & Kuttenkeuler, 2016). In einem weiteren Ausblick könnte das vorliegende Konzept in Richtung eines Flipped Classroom weiterentwickelt werden. Das heißt, dass mit einem noch abzuschätzenden Aufwand das Einzelstudium (mit Textmaterial und Videos) in die Selbstlernzeit ausgelagert wird (Pawelczak, 2017). Somit könnte die Präsenzzeit noch effektiver für Diskussionen und gemeinsame Ausarbeitungen genutzt werden. Hierbei wäre allerdings auch zu bedenken, inwiefern der Umgang mit Fallstudien oder das Erlernen von Fallstudienarbeit angeleitet werden kann, da ansonsten die Gefahr besteht, dass die Studierenden wesentlich über den vorgesehenen Semesterwochenumfang hinaus Zeit investieren würden.

Literatur

Biggs, J. (2003): Aligning teaching and assessing to course objectives. Teaching and Learning in Higher Education: New Trends and Innovations. University of Aveiro, 13 – 17 April 2003

Erdström, K., Kuttenkeuler, J. (2016): The Teaching Trick. Cost-neutral interventions. Script. KTH Royal Institute of Technology in Stockholm

Geissler, G. (2018): Case Studies in der Hochschuldidaktik. Skriptum. Institut für Wirtschaftspädagogik, Wirtschaftsuniversität Wien

Henkel AG (2008): Case Study Shampoo. Documentation. PCF Pilotprojekt Deutschland

Meyer, H. (2016): Praxisbuch: Was ist guter Unterricht? Berlin: Cornelsen Scriptor

Minke, C. (2018): Life Cycle Assessment. Skriptum. Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik, Technische Universität Clausthal

Pawelczak, D. (2017): Programmieren lernen im Flipped-Classroom. In: Tagungsband zum 3. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern, 25.-26.09.2017, TH Nürnberg, S. 162-167

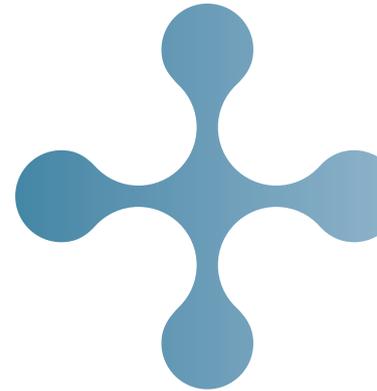
Angaben zur Autorin

Christine Minke

Studium der Verfahrenstechnik, dann Projektmanagerin bei der Ammann Group/Schweiz, u. a. Kennzahlenentwicklung für Nachhaltigkeitsmanagement und MBA-Studium an internationaler Business-School in Paris/Frankreich. Anschließend Promotion zur techno-ökonomischen Bewertung von elektrochemischen Energiespeichern an der TU Clausthal. Seit 2015 Lehrbeauftragte, seit 2016 Habilitandin mit dem Schwerpunkt Nachhaltigkeitsbewertung von Energiespeichertechnologien.

Vier Gewinnt? Gamification-Lehre als Kooperation von Hochschule, Uni, Spielearchiv und KMU

Marius Raab, Otto-Friedrich-Universität Bamberg
Thomas Voit, Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm



Zusammenfassung

Gamification ist die Anwendung spieltypischer Elemente in spielfremden Kontexten. Aber welche Mechaniken verbergen sich in Spielen – und woraus beziehen sie ihre motivationale Kraft? Eine Lehrkooperation zwischen der Fakultät Informatik (TH Nürnberg) und dem Lehrstuhl für Allgemeine Psychologie und Methodenlehre (Uni Bamberg) bringt Master-Studierende zusammen. Studierende der TH Nürnberg dokumentieren Spielmechaniken als Game-Design-Muster in einem Online-Expertensystem (EMPAMOS-Projekt). Im Deutschen Spielearchiv Nürnberg erweitern sie dann mit Psychologie-Studierenden in interdisziplinären Teams die Game-Design-Muster mit psychologischen Konzepten zu motivationalen Mustern. Die Ergebnisse sind die Grundlage, um mit einem Touristikunternehmen eine Stadtführung zu gamifizieren. In einer *Teaching Analysis Poll* lobten die Studierenden die interdisziplinäre Verzahnung. Vorwissensdefizite und der Sprung von der Theorie zur Stadtführung wurden als Barrieren empfunden. Zukünftig wird ein eigens erstelltes Kartenspiel eingesetzt, um die Teams spielerisch zu bilden; Vorwissen zu vermitteln; die Theorien multimodal zu vermitteln und so den Praxistransfer zu erleichtern; und um die theoretischen Inhalte für den Leistungsnachweis zu bündeln.

1. Begriffsgrundlagen

1.1 Gamification

Auch wenn die Idee, pädagogische Prozesse oder andere Verhaltensmodifikationen mit spielerischen Mitteln zu motivieren, keineswegs neu ist: Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Nutzbarmachung von Spielelementen in spielfremden Kontexten erfolgt erst in jüngerer Zeit unter dem Schlagwort *Gamification* (Deterding et al., 2011).

Das Verständnis der Funktion von Spiel-Design-Elementen und ihrem Zusammenspiel ist der Schlüssel zur erfolgreichen Ausgestaltung von Gamification. Welche Elemente dies sind, lässt sich allerdings nicht abschließend angeben (Schell, 2008; Deterding et al., 2011). Einige Elemente werden jedoch häufig genannt: *Punkte, Abzeichen, Bestenlisten, Leistungsgraphen, Narrativ und Avatar* (Fleisch, 2018).

Nach Deterding und Kollegen (2011) wird Spiel in Opposition zum freien Spiel (engl. *play*) als regelgebundene Aktivität verstanden (engl. *game*). Dieser Aspekt der Regelgebundenheit impliziert, dass es sich bei Gamification um die zielgerichtete Auswahl und Anwendung der motivational bedeutsamsten Spielelemente handelt. Damit steht Gamification in einem Spannungsverhältnis zur ursprünglichen Definition des Spiels als „freie Handlung“ (Huizinga, 1938/2009). Die motivationale Kraft

von Spielen soll auch in spielfremden Handlungskontexten verfügbar gemacht werden, um Motivation zu erzeugen und Verhalten gezielt zu beeinflussen (Werbach, 2012; Jacobs, 2013; Burke, 2015; AlMarshedi et al., 2017).

1.2 Motivation

Die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (2008) ist eine der prominentesten Motivationstheorien der Psychologie und wird häufig auf Gamification bezogen. In dieser Theorie sind die drei Grundbedürfnisse *Kompetenz*, *soziale Eingebundenheit* und *Autonomie* entscheidend für die Stärke und Richtung menschlichen Verhaltens.

Im Spiel ist es prinzipiell möglich, sich als Handelnder zu erleben, der den Spielverlauf beeinflusst (Kompetenz); in einer Umgebung, deren (Spiel-)Regeln man sich freiwillig unterwirft (Autonomie); gemeinsam mit anderen (Eingebundenheit). Oft allerdings wird die Selbstbestimmungstheorie dabei nur oberflächlich und mit „Fehldeutungen und zu starken Vereinfachungen“ (Loughrey & Ó Broin, 2018) rezipiert. Das Zusammenspiel aus extrinsischer und intrinsischer Motivation beispielsweise werde oft nur unzureichend verstanden und die ethische Dimension ausgeblendet.

Auch ist die Selbstbestimmungstheorie nur eine Motivationstheorie der Psychologie. Andere Autoren betonen beispielsweise:

- die Handlungsdynamik, die aus dem gegensätzlichen Verhältnis von Autonomiestreben und Sicherheitsbedürfnis entsteht (Bischof, 2001),
- die Selbstregulationsfähigkeit des Menschen im Zusammenspiel mit Emotion, Kognition und Gedächtnis (Dörner, 2001),
- die Zielorientierung von Menschen im Zusammenspiel mit der Erwartung, erfolgreich handeln zu können (Bandura, 1977); und die individuellen Unterschiede, dabei eher Leistung zu zeigen oder eher Misserfolg zu vermeiden (Elliot, 1997).

Ein umfassendes Verständnis der motivationalen Wirksamkeit von Spielelementen würde die Anwendung verschiedener Motivationstheorien und die Diskussion ihrer Stärken und Schwächen erfordern.

2. Herausforderungen für die Gamification-Lehre

Ziel der Gamification-Lehre ist es, den Studierenden die Kompetenz zu vermitteln, für einen spielfremden Kontext eine Gamification-Lösung in passender Form zu entwickeln. Nicht alle Gamification-Vorhaben erreichen dieses Ziel. In einer Metaanalyse (Dicheva, Dichev, Agre und Angelova, 2015) berichteten von 26 Studien 18 Studien von positiven, sieben von gemischten und eine sogar von negativen Auswirkungen. Hamari, Koivisto und Sarsa (2014) referieren überwiegend positiven Ergebnissen im Bereich der Motivation. Allerdings waren nur in zwei von 24 Studien alle Effekte positiv. Vor diesem Hintergrund muss eine wirksame Gamification-Lehre mit folgenden Herausforderungen umgehen:

2.1 Kontextabhängigkeit

Bei der Suche nach der passenden Form geht es im Kern darum, solche Spielelemente auszuwählen und zu einem motivational wirksamen Gesamtsystem zu kombinieren, die sich an den psychologischen Bedürfnissen der Zielgruppe orientieren und leicht in den spielfremden Kontext einfügen lassen (Morschheuser et al., 2017; AlMarshedi et al., 2017). Lösungen, die sich in einem Kontext bewährt haben, sind nicht ohne Anpassung übertragbar (Voit, 2015). So kann sich ein Leaderboard als veröffentlichte Rang- bzw. Bestenliste je nach Einsatzbereich und Nutzergruppe motivierend oder demotivierend auswirken (Werbach & Hunter, 2012; Jacobs, 2013). In der Gamification-Literatur werden

Kontextfaktoren aber nur vereinzelt und am Rande thematisiert (z. B. Reeves & Read, 2009; Radoff, 2011; Kumar & Herger, 2013; Burke, 2014). Inzwischen liegen zahlreiche Vorschläge für eine methodische Gamifizierung vor, die eine Kontext- und Nutzeranalyse fordern (Dignan, 2011; Burke, 2014; Wendel, 2014; Stieglitz, 2015), allerdings ohne konkrete Handlungsempfehlung, wie sich solche Analyseergebnisse präskriptiv bei der Auswahl und Kombination der Spielelemente verwenden lassen (Morschheuser et al., 2017). Dies führt dazu, dass in Gamification-Projekten immer wieder dieselben Spielelemente zum Einsatz kommen, vorrangig *Points*, *Badges* und *Leaderboards* (Werbach & Hunter, 2012; Nicholson, 2015; Chou, 2015; Fleisch, 2018).

Herausforderung für die Lehre: Studierende sollten mit der Durchführung eigener Praxisprojekte sensibilisiert werden, wie Zielgruppen- und Kontextfaktoren die Auswahl und Kombination von Spiel-Design-Elementen beeinflussen.

2.2 Erfahrungsabhängigkeit

Diese inhaltliche Engführung mag zum einen darauf zurückzuführen sein, dass in der Praxis viele Gamification-Akteure keine Spielentwickler sind, sondern Unternehmens- oder Marketingberater (Bogost, 2015). Zum anderen ist sie das Resultat einer digitalen Engführung. So dienen für Gamification-Ansätze in der Regel digitale Spiele als Vorbild (Burke, 2015). Digitale Spiele können aber auf die Darstellung und Vermittlung ihrer Spielmechanismen verzichten. Damit wird das Wissen um die motivierende und zum Teil suchterzeugende Wirkung digitaler Spiel-Design-Elemente zu Herrschaftswissen (Eyal, 2014; Froschauer, 2017). In Summe führt dies dazu, dass der Entwurf einer wirksamen Gamification-Lösung in hohem Maße von empirischer Erfahrung und Intuition abhängig ist (Butler 2015; Morschheuser et al., 2017). Lehre hingegen sollte den Anspruch haben, diese Engführung aufzubrechen und die Vielfalt und den Kombinationsreichtum der Spiel-Design-Elemente zu vermitteln.

Herausforderung für die Lehre: Studierenden muss es ermöglicht werden, die Vielfalt von Spiel-Design-Elementen selbst zu erleben.

2.3 Interdisziplinarität

Die mangelnde Effektivität vieler Gamification-Lösungen lässt sich auf Fehlentscheidungen schon in der Phase der Konzeption zurückführen, insbesondere bei der Auswahl und Kombination der Spielelemente. Solche Fehlentscheidungen nach der erfolgten Implementierung zu korrigieren, kann sehr zeitaufwändig sein (Morschheuser et al., 2017). Um dem entgegenzuwirken, bedarf es des Wissens um die motivationale Wirkung der Spiel-Design-Elemente (Werbach & Hunter, 2012). Motivationstheorien werden aber meist unvollständig und oberflächlich integriert (Loughrey & Ó Broin, 2018). Die Differenziertheit psychologischer Motivationstheorien kann nur dann adäquat berücksichtigt werden, wenn die Psychologie von Anfang an im Lehr- und Lernkonzept verankert wird.

Herausforderung für die Lehre: Studierende müssen die Wirkung von Spiel-Design-Elementen mit Konzepten aus der Motivationspsychologie verstehen und erklären können.

3. Entwicklung des Kurskonzepts

Das Modul *Gamification von Informations- und Anwendungssystemen* ist mit 5 ECTS-Punkten Teil des Wahlpflichtangebots im Masterstudiengang Wirtschaftsinformatik der Technischen Hochschule Nürnberg. Die Lehrveranstaltung wurde seit 2014 insgesamt fünf Mal durchgeführt und seitdem schrittweise verändert. Konzipiert war sie ursprünglich in Form eines seminaristischen Unterrichts mit einer Klausur. Bereits in der ersten Evaluation äußerten die Studierenden den Wunsch nach praktischer Anwendung und Vertiefung der motivationspsychologischen Grundlagen.



Abb. 1: Phasen und Kooperationspartner der Lehrveranstaltung

2015 und 2016 wurde Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigene Lehrveranstaltung zu gamifizieren. Dies meldeten die Studierenden als besonders gelungen zurück, kritisierten allerdings nach wie vor eine gewisse Praxisferne, da die Gamifizierung einer Lehrveranstaltung als Trockenübung wahrgenommen wurde.

Seit 2017 ist die Veranstaltung nun aufgeteilt in eine achtwöchige Präsenzphase, die in der ersten Semesterhälfte stattfindet, eine Selbststudiumsphase, und eine Praxisphase als viertägige Blockveranstaltung am Ende des Semesters. Die Praxisphase wird nun in Kooperation mit drei Partnern durchgeführt:

- Lehrkooperation mit dem Lehrstuhl für Allgemeine Psychologie und Methodenlehre der Otto-Friedrich-Universität Bamberg

- Wissenschaftliche Kooperation mit dem Deutschen Spielearchiv Nürnberg
- Projektkooperation mit einem KMU (Tourismusunternehmen) aus Bamberg

Die Lehrkooperation mit der Universität Bamberg besteht darin, dass die Studierenden des Masterstudiengangs Psychologie mit den Studierenden der TH Nürnberg ein viertägiges Praxisprojekt durchführen. Die organisatorische Herausforderung besteht darin, dass das an der Universität Bamberg angebotene Wahlpflichtmodul nur mit drei statt fünf ECTS-Punkten bewertet ist und die Studierenden der Informatik so zunächst eine achtwöchige Präsenzphase allein absolvieren. Die drei Phasen und Kooperationen mit den externen Partnern werden im Folgenden beschrieben (siehe Abbildung 1).

3.1 Präsenzphase

Die achtwöchige Präsenzphase dient primär der Vermittlung von Theorien und Methoden. Sie soll die Studierenden für die in Punkt 2.1 genannten Kontextabhängigkeiten sensibilisieren und zeigen, wie sich diese methodisch berücksichtigen lassen. Inhaltlicher Schwerpunkt ist die Vermittlung bedeutsamer Spiel-Design-Elemente als sogenannte Entwurfsmuster (engl. *Game Design Patterns*, in Anschluss an die Mustertheorie von Christopher Alexander et al., 1977) für bewährte Lösungen für wiederkehrende Entwurfsprobleme. Didaktisch bedeutet das, dass die Studierenden sich selbst Gamification-Praxisbeispiele suchen und die dort verwendeten Spiel-Design-Elemente so dokumentieren, dass deutlich wird, welches motivationale Problem mit diesem Element im jeweiligen Kontext gelöst wird. Die auf diese Weise gefundenen Spiel-Design-Elemente werden im Content-Management-System des Forschungsprojekts EMPAMOS dokumentiert, so dass Studierende der darauffolgenden Semester darauf zurückgreifen können (EMPAMOS 2019).

3.2 Selbststudiumsphase

Nach den acht Wochen Präsenzveranstaltung beginnt die sechswöchige Selbststudiumsphase. In dieser Phase erhalten die Studierenden sowohl der TH Nürnberg als auch der Universität Bamberg eine Auswahl von wissenschaftlichen Publikationen zu ethischen Fragen, methodischen Aspekten, psychologischen Grundlagen und konkreten Fallstudien. So wird die theoretische Grundlage geschaffen für den in Punkt 2.3 geforderten interdisziplinären Austausch. Er bildet die Grundlage für die anschließende Praxisphase.

3.3 Praxisphase

Nun treffen die Psychologie- und Informatikstudierenden im Deutschen Spielearchiv in Nürnberg erstmals aufeinander. Die zwei vollen Tage sind dem unter 2.2 geforderten *Sammeln von Erfahrungen* gewidmet. Das Deutsche Spielearchiv in Nürnberg stellt dazu aus über 30.000 Brettspielen eine Auswahl zusammen, in denen a) Spiel-Design-Elemente (wie Punktesystem, Informationsasymmetrie, ...) besonders markant implementiert sind, denen b) aufgrund großer Absatzzahlen eine starke motivationale Wirkung unterstellt werden kann, und die c) in der Spiele-Community für besonders originelle Kombinationen von Spiel-Design-Elementen bekannt sind.

Die gemischten Gruppen haben das explizite Ziel, in den analogen Spielen a) Entwurfsmuster zu isolieren, dabei b) Hypothesen über die motivationale Wirksamkeit dieser Spiele-Design-Muster zu formulieren und c) im Hinblick auf den Praxis-Transfer eine erste Auswahl zu treffen, welche Entwurfsmuster für die Gamification-Praxis-Phase gut geeignet sein könnten.

Diese zweitägige Spiele-Phase ermöglicht es, Spiele und die darin enthaltenen Design-Muster selbst zu erfahren. Ergänzt werden die Spielerunden von Impulsvorträgen, in denen die Psychologiestudierenden Motivationstheorien und Studien vorstellen. Am zweiten Tag soll jede Gruppe ein selbst erlebtes Entwurfsmuster auf einem A0-Poster beschreiben und unter den Aspekten *Stärken*, *Schwächen* und *möglicher Nutzen in der Gamification-Implementierung* diskutieren.

Die Poster werden eine Woche später, im zweiten Teil der Praxisphase, dem Geschäftsführer eines kleinen Bamberger Stadtführungsunternehmens vorgestellt. Dieser gibt Tipps aus dem Stadtführungs-Alltag und hält für die Studierenden eine

Standard-Führung. Mit diesem Input erarbeiten die Psychologie-Informatik-Teams an den letzten beiden Tagen nun selbständig jeweils eine Gamification-Lösung. Zum Abschluss der Veranstaltung stellen sich die Studierenden gegenseitig *in situ* ihre Gamification-Maßnahmen vor.

4. Kritisches Fazit

In einer *Teaching Analysis Poll* lobten die Studierenden 2018 die interdisziplinäre Verzahnung. Auf die Frage, wodurch die Studierenden in der Veranstaltung am meisten lernen, antworteten sie:

- „Spannend zu sehen, wie die Fachrichtungen Probleme angehen“
- „Interdisziplinärer Austausch“
- „Input von Bamberger Psychologe“

Die Zusammenarbeit zwischen den vier Partnern war allerdings kein Selbstläufer. Sowohl die Studierenden aus Bamberg als auch die Studierenden aus Nürnberg beklagten, dass ihnen Vorwissen aus der jeweils anderen Disziplin fehle. Die Impulsreferate im Spielearchiv waren nicht ausreichend, ein gemeinsames Mentales Modell zu schaffen (Kompetenzdefizit). Auch die von den Dozenten bestimmte Gruppenzusammensetzung wurde negativ angemerkt (Autonomieverlust).

Der Praxistransfer wurde als ambivalent erlebt. Eine Stadtführung ist eine über Jahre gewachsene und verfeinerte Erzählung, deren Inhalt durch historische Fakten weitgehend vorgegeben ist. Das Optimierungspotenzial ist gering. Dass Gamification in einem etablierten System nur geringe Veränderungen bewirken kann, war zwar einerseits realitätsnah; andererseits didaktisch auch frustrierend und negativ für das Kompetenzerleben:

- „Viele Patterns nicht anwendbar – im Kontext Stadtführung schwierig“



Abb. 2: Kartenspiel der Spiel-Design-Elemente und ihren Kombinationsmöglichkeiten

Das mehrphasige Konzept mit seinem Schwerpunkt auf selbständigem Arbeiten, interdisziplinärem Austausch und praktischer Umsetzung bedingte noch ein ganz pragmatisches Problem:

- „Unklare Aufgabenstellung & Erwartung“
- „Prüfungsleistung und Anforderungen früher transparent machen“

Grundsätzlich hat sich die Kooperation aus Hochschule, Uni, Spielearchiv und KMU zwar bewährt: Gamification-Erfahrungen wurden selbst gemacht und in interdisziplinären Teams auf einen spezifischen Kontext bezogen. Dadurch wurde aber auch der geschützte didaktische Raum eines Hochschul-/Uni-Seminars verlassen – was zu Unsicherheit geführt hat.

Vier gewinnt also? Erfolgreiche Gamifizierung in bestehenden und funktionierenden Systemen ist eine Herausforderung und erfordert maßvolle und überlegte Eingriffe. Ein Praxistransfer in der Lehre birgt die Gefahr, dass in diesem Kontext Erfolgsergebnisse als gering erlebt werden. Der Austausch zwischen Uni,

Hochschule, Spielearchiv und KMU birgt die Gefahr, dass der mögliche Prüfungsstoff nicht mehr als umgrenzt erlebt wird. Eine mögliche Lösung – deren Effektivität im kommenden Semester geprüft wird – könnte ein spielerisches Element sein: ein Kartenspiel, das die berichteten motivationalen Defizite aufgreift und als inhaltliches und strukturelles Gerüst die vier *Player* zusammenbringt. Ähnlich einem Quartett bildet das Kartenspiel Design-Elemente mit ihren Eigenschaften und Kombinationsmöglichkeiten ab (siehe Abb. 2). Es soll genutzt werden, um die interdisziplinären Gruppen zu formen sowie um Vorwissen über Spieldesign und Entwurfsmuster zu vermitteln. Das Kartenspiel erlaubt es, zentrale Inhalte nachzulesen, zu sortieren und in räumlichen Strukturen sinnvoll anzuordnen. Dies unterstützt Prüfungsvorbereitung und Praxistransfer gleichermaßen.

Literatur

- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M. (1977): A pattern language. Towns, buildings, construction. New York: Oxford University Press
- AlMarshedi, A., Wanick, V., Wills, G.B., Ranchhod, A. (2017): Gamification and Behaviour. In: Stieglitz, S., Lattemann, C., Robra-Bissantz, S., Zarnekow R., Brockmann, T. (Hrsg), Gamification - Using Game Elements in Serious Contexts (pp. 19-29). Cham: Springer
- Bandura, A. (1977): Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84 (2), pp. 191-215
- Bischof, N. (2001): Das Rätsel Ödipus. Die biologischen Wurzeln des Urkonflikts von Intimität und Autonomie. München: Piper
- Bogost, I. (2015): Why Gamification is bullshit. In: S.P. Walz & S. Deterding (Hrsg.): *The Gameful World. Approaches, Issues, Applications* (pp. 65-79). Cambridge: MIT Press
- Burke, B. (2014): *Gamify. How Gamification Motivates People To Do Extraordinary Things*. Brookline: Bibliomotion
- Butler, C. (2015): Applied Behavioral Economics: A Game Designer's Perspective. Investigating the Gamification of Modern Games and How Similar Techniques Can be Leveraged in Non-Game-Environments. In: Reiners, T., Wood, L. (Hrsg.): *Gamification in Education and Business* (pp. 81-104). Heidelberg: Springer
- Chou, Y.-K. (2015): Actionable Gamification. Beyond Points, Badges, and Leaderboards. Milpitas: Octalysis Media
- Deci, E.L., Ryan, R.M. (2008): Self-Determination Theory: A Macrotheory of Human Motivation, Development, and Health. *Canadian Psychology*, 49, pp. 182-185
- Deterding, S., Dixon, D., Rilla, K., Lennart, N. (2011): From game design elements to gamefulness: defining gamification. *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, (pp. 9-15), <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2181040>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., Angelova, G. (2015): Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Journal of Educational Technology & Society*, 18 (3), pp. 75-88
- Dignan, A. (2011): *Game Frame. Using Games as a Strategy for Success*. New York: Free Press
- Dörner, D. (2001): *Bauplan für eine Seele*. Reinbek: Rowohlt

- Elliot, A. J. (1997): Integrating the “classic” and “contemporary” approaches to achievement motivation: A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Advances in Motivation and Achievement*, 10(7), pp. 143-179
- EMPAMOS (2019): Empirische Analyse motivierender Spielelemente zum Aufbau einer Gamification-Mustersprache. Wiki des Forschungsprojekts der TH Nürnberg in Kooperation mit dem Deutschen Spielearchiv Nürnberg, <https://empamos.in.th-nuernberg.de>
- Eyal, N. (2014): Hooked. Wie Sie Produkte erschaffen, die süchtig machen. Redline: München
- Fleisch, H. (2018): Gamification4Good. Gemeinwohl spielerisch stärken. Berlin: Erich Schmidt Verlag
- Froschauer, A. (2017): Enthüllt! Die geheimen Taschenspielertricks der Gamedesigner: WASD. Bookazine für Gameskultur, 12, S. 73-79
- Hamari, J., Koivisto, J., Sarsa, H. (2014): Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS) (S. 3025-3034). doi:10.1109/HICSS.2014.377
- Huizinga, J. (1938/2009): Homo Ludens. Reinbek: Rowohlt
- Jacobs, M. (2013): Gamification: Moving from ‘Addition’ to ‘Creation’. Paper presented at the CHI 2013. <http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2013/03/Jacobs.pdf>
- Kumar, J., Herger, M. (2013): Gamification at work. Interaction Design Foundation
- Loughrey, K., Ó Broin, D. (2018): Are We Having Fun Yet? Misapplying Motivation to Gamification. 2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM). doi: 10.1109/GEM.2018.8516535
- Morschheuser, B., Werder, K., Hamari, J., Abe, J. (2017): How to gamify? A method for designing gamification, Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 1298-1307
- Nicholson, S. (2015): A RECIPE for Meaningful Gamification, In: Reiners, T., Wood, L. C. (Hrsg.), Gamification in Education and Business (S. 1-20), Springer (Cham)
- Radoff, J. (2011): Game On. Energize Your Business with Social Media Games. Indianapolis: Wiley
- Reeves, B., Read, J. L. (2009): Total engagement: Using games and virtual worlds to change the way people work and businesses compete. Boston: Harvard Business School Press
- Schell, J. (2008): The Art of Game Design. A Book of Lenses. Burlington: Morgan Kaufmann
- Stieglitz, S. (2015): Gamification - Vorgehen und Anwendung. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 52(6), S. 816-825
- Voit, T. (2015): Gamification als Change-Management-Methode im Prozessmanagement. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 52(6), S. 903-914
- Wendel, S. (2014): Designing for Behaviour Change. Applying Psychology and Behavioural Economics. Sebastopol: O’Reilly.

Werbach, K., Hunter, D. (2012): For the win: How game thinking can revolutionize your business. Philadelphia: Wharton Digital Press

Angaben zu den Autoren

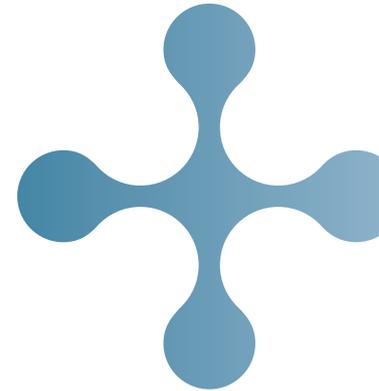
Marius Raab

Studium der Psychologie (Diplom) und der Angewandten Informatik (B.Sc.), Promotion über das Phänomen der Verschwörungstheorie, derzeit Post-Doc am Lehrstuhl für Allgemeine Psychologie und Methodenlehre der Uni Bamberg und Lehrbeauftragter an der TH Nürnberg. Forschungsinteressen: Verschwörungstheorien, Gamification, Ästhetik, Praxistransfer für KMU

Thomas Voit

Studium der Wirtschaftsinformatik mit Promotion im Bereich Systementwicklung und Datenbankanwendung. Bis 2014 bei der Robert Bosch GmbH im Bereich IT- und Prozessmanagement tätig und seitdem Professor für Wirtschaftsinformatik an der TH Nürnberg. Forschungsinteresse: Wie lassen sich im Zuge der Digitalisierung motivierende Arbeitsbedingungen für menschliche Arbeit erhalten und wirkungsvoll gestalten?

„Es macht einfach Spaß!“: Interdisziplinär Forschen mit Programmierung, Mathematik und Design



Julia Handl, Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

Zusammenfassung

Im allgemeinwissenschaftlichen Wahlpflichtfach *Algorithmische Erzeugung komplexer Strukturen* an der Technischen Hochschule Nürnberg sollen Studierende Forschung kennenlernen und Spaß an der wissenschaftlichen Arbeit haben. Die interdisziplinäre Verbindung von Programmierung, Mathematik und Design wurde durch das Förderprogramm „Lehrforschung – forschendes Lernen“ der Technischen Hochschule Nürnberg ermöglicht und ist entsprechend der Literatur zum Forschenden Lernen, vor allem hinsichtlich der Motivation der Studierenden, konzipiert. Im vorliegenden Beitrag wird über die Veranstaltung im Wintersemester 2018 berichtet, die von einer heterogenen Gruppe aus Bachelor- und Masterstudierenden verschiedener Fakultäten, Studiengänge und Fachsemester besucht wurde. Das Veranstaltungskonzept, die Ergebnisse der Umfrage und die weitere Planung werden vorgestellt und mit den Teilnehmenden diskutiert.

1. Einleitung und Zielsetzungen des Kurses

Die Technische Hochschule Nürnberg vergibt Fördergelder, um studentische Forschungsprojekte in Bachelor-Studiengängen zu unterstützen und die Forschungsorientierung in der Lehre auszubauen. In der Lehr- beziehungsweise Lernform „Forschendes Lernen“ erhalten die Studierenden Einblick in den Forschungsalltag, indem sie alle Schritte des Forschungsprozesses selbst erleben und aktiv durchlaufen, wie von Huber (2013) beschrieben. Prof. Jörg Arndt und Julia Handl bekamen zweimal diese Förderung für das allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtfach „Algorithmische Erzeugung komplexer Strukturen“.

Die Idee für das Projekt entstand durch eigene Erfahrungswerte. Studierende, vor allem in Studiengängen aus den MINT-Fächern, können sich zu wenig „gefahrlos“ im wissenschaftlichen Arbeiten üben. Projektberichte und Bachelorarbeit werden erst spät im Studium angefertigt und bringen viele Leistungspunkte. Die Studierenden haben also wenig Zeit und Gelegenheit sich auszuprobieren und stehen bei der ersten wissenschaftlichen Arbeit bereits unter Leistungsdruck. Im initiierten Wahlpflichtfach müssen die Studierenden keine große Auswirkung auf ihren Notenspiegel befürchten, da es nur zwei Leistungspunkte erbringt.

Bei den fachspezifischen Inhalten wurde auf die interdisziplinäre Verbindung von Programmierung, Mathematik und Design

gesetzt. Seit 2014 forschen Prof. Jörg Arndt und Julia Handl gemeinsam an gitterfüllenden Kurven, einer Verbindung eben dieser Fachbereiche. Die Ergebnisse wurden als Publikationen, Vorträge und Kunstwerke auf internationalen Konferenzen präsentiert. Die Studierenden sollen im Kurs ebenfalls an komplexen Strukturen forschen. Diese können oftmals simpel dargestellt werden, ohne dass Kenntnis der genaueren mathematischen Hintergründe notwendig ist. Die Studierenden sollen die Möglichkeit nutzen, über den eigenen fachlichen Horizont und die Komfortzone hinaus zu forschen und zu entwickeln. Das bedeutet, dass sie durch die spielerische Herangehensweise der einfachen Darstellung motiviert sind, sich mit den komplexen Hintergründen auseinanderzusetzen. Ferner können die Studierenden anspruchsvolle mathematische Inhalte in einem Kunstwerk oder Design umsetzen.

Neben fachspezifischen Inhalten sollen im Kurs die Forschungskompetenzen der Studierenden aufgebaut werden. Dabei wird der Schwerpunkt vor allem auf die affektiv-motivationale Facette gelegt, wie sie von Gess, Deicke und Wessels (2017) beschrieben wird. Durch individuelle Betreuung, sowohl einzeln als auch im Plenum, wurde ein Klima geschaffen, welches das Zutrauen der Studierenden in ihre Fähigkeiten stärkt und die Bewältigung von Frustrationen und Schwierigkeiten erleichtert. Das Durchlaufen des gesamten Forschungsprozesses anhand eines selbstgewählten Themas fördert das thematische und tätigkeitsbezogene Forschungsinteresse. Dabei ist es den Lehrenden besonders wichtig, den Studierenden möglichst viel Freiraum bei der Bearbeitung des Forschungsthemas zu geben und sie eigenständig arbeiten zu lassen.

Der Kurs wurde erstmals im Wintersemester 2018/2019 von 16 Studierenden gewählt und von 12 Studierenden erfolgreich abgeschlossen. Den Großteil machen neun Studierende aus technischen Bachelorstudiengängen aus: zwei Studierende aus Elektrotechnik und Informationstechnik und sieben

Studierende aus Media-Engineering. Drei Studierende kamen aus den Masterstudiengängen Elektronische und Mechatronische Systeme und Angewandte Mathematik und Physik hinzu. Da das Lehrforschungsprojekt erneut bewilligt wurde, wird die Vorlesung außerdem im Sommersemester 2019 angeboten. Die vorliegenden 24 Anmeldungen teilen sich in 19 Studierende aus Bachelorstudiengängen (Angewandte Mathematik und Physik, Elektrotechnik und Informationstechnik, Medizintechnik und Maschinenbau) und fünf Studierende aus dem Masterstudiengang Angewandte Mathematik und Physik auf. Fünf der 24 Studierenden belegen das Fach als reines Wahlfach.

Ablauf des Kurses im Wintersemester 2018

Die erste Unterrichtseinheit beginnt mit einer Vorstellungsrunde. Jeder der Anwesenden nimmt dazu den eigenen Schlüsselbund zur Hand und stellt ihn vor. Zusätzlich nennt jeder der Studierenden den eigenen Studiengang und das Fachsemester. So lernen sich die Studierenden bereits kurz kennen, was die spätere Aufteilung in Gruppen erleichtert. Außerdem wird gleich zu Beginn gezeigt, dass sich alle Studierenden aktiv beteiligen müssen, da sie später auch aktiv alle Phasen des Forschungsprozesses durchlaufen. Ein solcher Forschungsprozess, der sich an „Forschendes Lernen im Seminar – ein Leitfaden für Lehrende“ von Sonntag, Rueß, Ebert, Friederici und Deicke (2016), orientiert, ist in Abbildung 1 dargestellt.

Im nächsten Teil der Veranstaltung wird den Studierenden das eigene Forschungsprojekt „Fraktale Monsterkurven“ als Einführung zum übergeordneten Thema „Algorithmische Erzeugung komplexer Strukturen“ vorgestellt. Außerdem werden die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens anhand eines Leitfadens vermittelt. Anschließend wird im Plenum eine von den Betreuern selbst verfasste Veröffentlichung gelesen und anhand vorher besprochener Kriterien analysiert. Dies veranschaulicht, wie ein wissenschaftlicher Forschungsbericht aussehen kann.

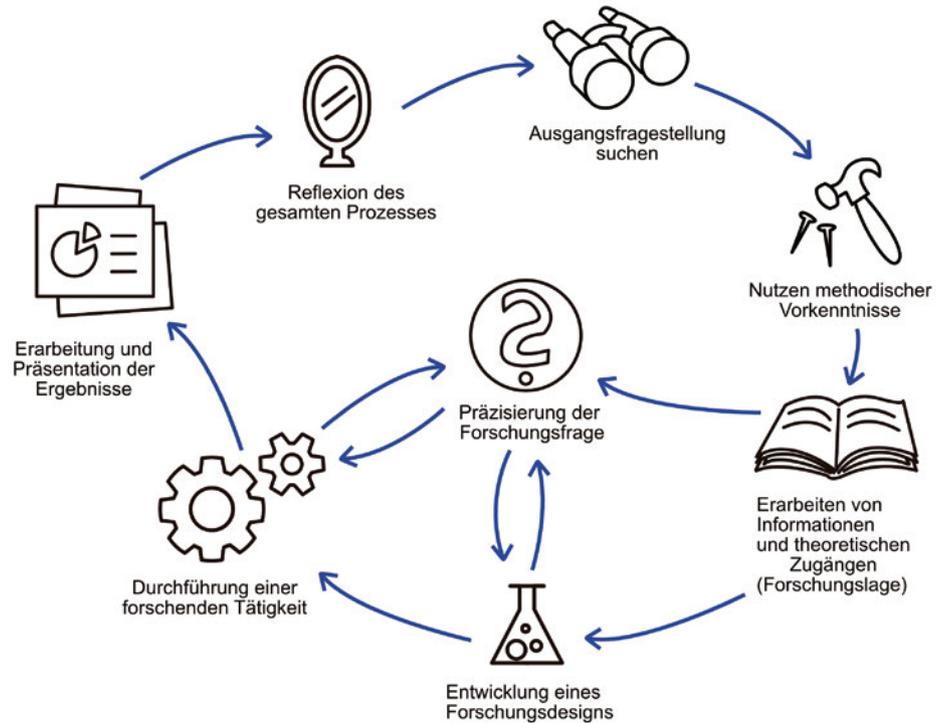


Abb. 1: Phasen des forschenden Lernens im Seminar

Die von den Betreuern vorgegebenen Unterthemen werden im Plenum präsentiert, wobei die Forschungsgruppen auch eigene Ideen entwickeln können. Im Wintersemester 2018/19 nutzten zwei Gruppen diese Gelegenheit und wählten „Batikmuster durch rekursive Algorithmen“ und „Cheap Rendering of Color Drops in Water“. Die restlichen beiden Gruppen fanden sich kurz darauf zusammen und arbeiteten an „Rendering Smoke Cheaply in Computer Graphics“ und „Murmurations of Starlings“. Hingegen wurden die Themen „Card Tricks and Their Mathematical Background“, „Lindenmayer Systems (Plants)“ und „Quaternionic Mandelbrot Set“ jeweils allein von den drei

verbleibenden Studierenden bearbeitet. In der Gruppe „Batik“ wurden noch Teilfragen präzisiert. Sie entschieden sich für die rekursive Darstellung der goldenen Spirale und setzten dies sowohl digital als auch an einem T-Shirt um.

Im nächsten Schritt entwickeln die Studierenden Forschungsdesigns. Die Lehrenden verweisen auf relevante Literatur und schlagen bei der Entwicklung der Forschungsdesigns vor allem eine spielerische und experimentelle Auseinandersetzung mit den algorithmischen Problemen vor.

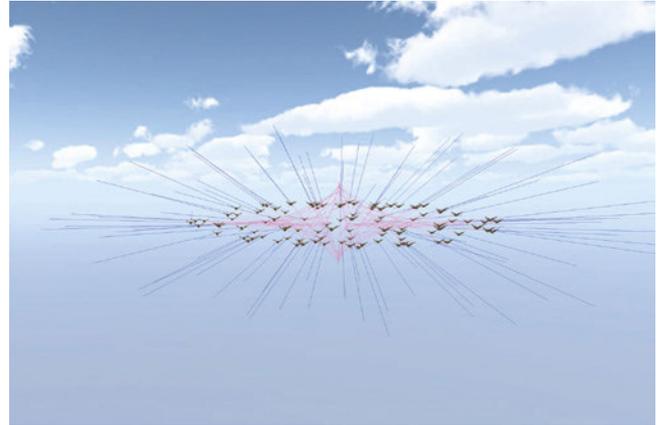
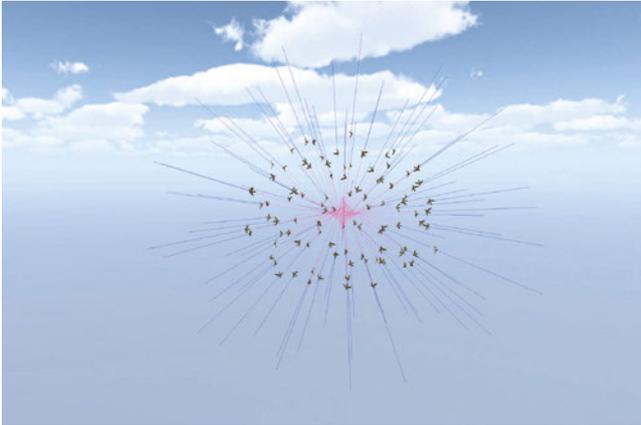


Abb. 2: Zwischenergebnisse aus der Gruppe murmurations of starlings

Während der Forschungsphase geben die Betreuer Hilfestellung wo nötig und organisieren den Austausch zwischen den verschiedenen Gruppen. Eine Studentin forschte beispielsweise zu Lindenmayer-Systemen und konnte sich zunächst nicht zwischen drei präzisierten Teilfragen entscheiden. Gemeinsam wurden die Vor- und Nachteile der Fragestellungen und Forschungsdesigns erörtert, bis sie sich schließlich für eine Implementierung der Pflanzenstrukturen in der 3D-Modellierungssoftware Blender entschied, die über Python-Skripte erstellt und modifiziert werden. Nach 14 Tagen wird ein erneutes Treffen aller festgelegt, danach können die Studierenden selbstständig arbeiten und die Vielzahl von angebotenen Sprechstunden flexibel wahrnehmen. Die Studierenden präsentieren daraufhin den Betreuern in Treffen mit einzelnen oder mehreren Gruppen (freiwillig!) im Takt von maximal zwei Wochen ihre Fortschritte und tauschen sich über die aufgetretenen Probleme aus. Dabei überprüfen sie außerdem ihre Forschungsfragen und bedienen sich automatisch der Methode „kollegiales Feedback“,

die auch bei Sonntag et al. (2016) genannt wird. Die Methode unterstützt die Aktivität der Studierenden und hilft dabei, die Meinungen und Anregungen der ganzen Gruppe (und nicht nur die der Betreuer) mit einzubeziehen.

Den Abschluss des Kurses bildet die Präsentation der Ergebnisse vor allen Teilnehmenden. Dadurch wird die bereits in den Zwischenvorträgen trainierte Präsentationstechnik der Studierenden noch verfeinert. Der Schwerpunkt der Präsentation liegt vor allem auf der Beantwortung der Forschungsfrage und der Erläuterung des eigenen Entwicklungsziels. Begeisterung und Spaß bei der Vermittlung des Wunschthemas standen dabei besonders im Vordergrund. Im Kurs wurde dies von allen Studierenden sehr gut umgesetzt. Nach den Präsentationen werden außerdem Frage- und Diskussionsrunden geführt und Schwierigkeiten in der Forschungsarbeit besprochen, falls diese nicht schon im Vortrag enthalten waren. Die Präsentationen und die Abschlussberichte, die die Studierenden über



Abb. 3: Die goldene Spirale auf einem durch Batik erzeugten T-Shirt

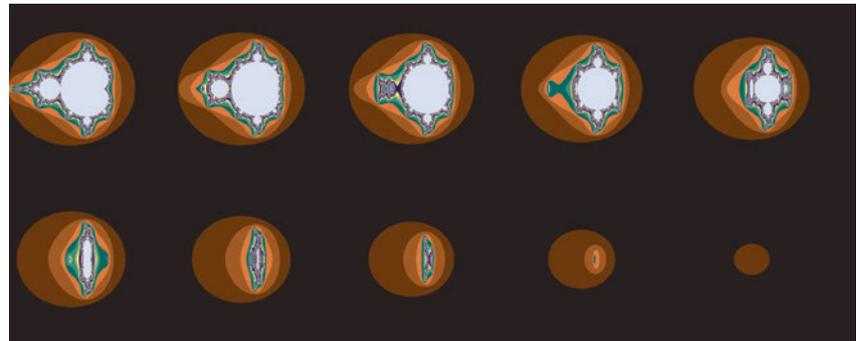


Abb. 4: 2-dimensionale Schnitte durch die 4-dimensionale quaternionische Mandelbrotmenge

ihre Forschung verfassen, werden als Prüfungsleistung gewertet. Die Zusammenführung der Kursergebnisse zu einer gemeinsamen Ausstellung ist bei der „Langen Nacht der Wissenschaften“ 2019 in Nürnberg geplant. Dadurch bekommen alle Kursteilnehmer aus dem Wintersemester 2018 und dem Sommersemester 2019 ein gemeinsames Abschlussprojekt. Das Team mit dem Forschungsthema Batik reicht das entstandene Batik-Shirt außerdem als Kunstwerk bei der Konferenz BRIDGES LINZ 2019 – Mathematics, Art, Music, Architecture, Education, Culture ein. Es ist in Abbildung 3 zu sehen. Abbildung 4 zeigt Ergebnisse des Projekts „quaternionische Mandelbrotmenge“.

Evaluation der Ergebnisse

Die Erreichung der Ziele im Wintersemester wird von den Dozenten aus ihrer Wahrnehmung und Erfahrung reflektiert. Da drei Studierende allein arbeiteten, befürchteten wir zunächst, dass sie nicht wie die anderen von interdisziplinären Teams

profitieren würden. Es stellte sich allerdings heraus, dass die Studierenden sich von Anfang an auch für die Projekte der anderen interessierten und gern an den Besprechungen mit anderen Gruppen teilnahmen, obwohl dies von den Lehrenden nicht gefordert wurde. Das Interesse anderer am eigenen Thema wurde von den Studierenden sehr positiv aufgenommen. Ein äußeres Zeichen für den Erfolg des Projektes sind die Anmeldungen: von 16 Anmeldungen im Wintersemester 2018 auf 24 Anmeldungen im Sommersemester 2019 (25 Teilnehmende sind möglich). Das Konzept bringt für beide Seiten einen großen Zeitaufwand mit sich, da der Kurs sehr arbeits- und betreuungsintensiv ist. Da die entstandenen Ergebnisse durchgehend gut bis sehr gut sind und die Studierenden motiviert und engagiert arbeiteten, muss man aber eindeutig sagen: Es lohnt sich!

Die Perspektive der Studierenden wurde durch informelle Feedbackrunden und einen kurzen Fragebogen am Ende des Kurses eingebunden. Alle Studierenden gaben einstimmig an, dass ihre Erwartungen erfüllt wurden, der Aufwand angemessen war

und sie den Kurs einem guten Freund weiterempfehlen würden. Als Verbesserungen wünschten sich jeweils zwei Studierende mehr Zeit zur Bearbeitung der Themen und noch mehr Theorie zu Forschungsmethoden. Die Studierenden lobten den Projektcharakter des Kurses und die flexible Betreuung, die auch von allen genutzt wurde. Die Freiheit der Themenwahl, die Inhalte der Themen und die freien Termine zur Betreuung wurden besonders geschätzt. Die eigene Motivation wurde vom Großteil der Teilnehmer als sehr hoch bewertet: „Es macht einfach Spaß!“

Erfahrungswerte und geplante Verbesserungen

Zukünftig wird der Fokus zunehmend auf der kognitiven Facette, genauer dem wissenschaftlichen Arbeiten und Schreiben liegen. Dies wird durch die Zusammenarbeit mit den Writing Fellows der Technischen Hochschule Nürnberg erreicht. Die Writing Fellows sind ausgebildete Studierende, die bereits im Schreibzentrum arbeiten und eine Tutoren-Ausbildung absolviert haben. Die Studierenden im Kurs erhalten im Sommersemester zwei Schreibaufgaben, ein Abstract mit 200 bis 300 Wörtern und einen kurzen Abschlussbericht. Zum Abstract bekommen die Studierenden mündliches Feedback von den Fellows. Anschließend können sie außerdem bis zu zwei Seiten ihres Abschlussberichts bei den Fellows abgeben und bekommen schriftliches Feedback. So soll die Schreibkompetenz der Studierenden noch besser gefördert werden. Wir hoffen, dass neben Kunstwerken, die an der langen Nacht der Wissenschaften und der Konferenz Bridges Linz 2019 eingereicht werden, auch zunehmend studentische Publikationen entstehen. Im aktuellen Kurs des Sommersemesters 2019 soll außerdem mehr Wert auf die Dokumentation und Visualisierung von Zwischenergebnissen gelegt werden. Dazu werden geeignete

Methoden, wie beispielsweise die Themenlandkarte verwendet. Zudem kann die Feedback-Kultur noch verbessert werden. Während sich die Studierenden in der Forschungsphase automatisch des kollegialen Feedbacks bedienen, flaute die Bereitschaft dazu bei den Präsentationen am Ende eher ab.

Für die Lehrenden war es überraschend, dass auch Studierende aus den unteren Semestern Interesse am Kurs zeigten und gute Ergebnisse erzielten – trotz ihres fehlenden Vorwissens in den Bereichen Mathematik und Programmierung. Dadurch ändert sich die Empfehlung, Studierende erst ab dem vierten Semester zum Kurs zuzulassen. Interessierte können zu Beginn des Studiums vom Kurs profitieren, wenn sie, wie einer unserer Studierenden, der sich im ersten Semester Elektrotechnik befand, Durchhaltevermögen zeigen und sich engagiert in die Thematik einarbeiteten. Die Studierenden erhalten so eine stark motivierende Perspektive auf den Forschungsaspekt des Studiums. Ferner wird die relativ große Anzahl einzeln arbeitender Studierender in Frage gestellt. Die Studierenden sollen im nächsten Kurs dazu ermutigt werden, sich in Gruppen mit unbekanntem Kommiliton*innen zusammenzufinden, insbesondere aus anderen Fachgebieten. Es gab zwar während der Forschungsphasen regen Austausch mit den anderen Gruppen, jedoch führt die Arbeit in heterogenen Zweier- oder Dreier-Teams zu einer tiefergehenden Auseinandersetzung mit den Themen. Aufgaben können aufgeteilt werden, durch die verschiedenen Ausbildungshintergründe kommen neue Perspektiven in die Forschungsarbeiten. Insgesamt wäre es wünschenswert, auch Studierende aus der Gestaltung oder anderen Fachrichtungen im Kurs zu haben. Dies soll durch Vorstellung der Lehrenden in den Einführungsveranstaltungen der entsprechenden Studiengänge erreicht werden. Die Heterogenität der Studierenden verlangt zwar eine große Flexibilität von den Lehrenden, spannende Gespräche und Diskussionen, die daraus entstehen können, sind aber die Mühe wert.

Literatur

Huber, L. (2013): Die weitere Entwicklung des Forschenden Lernens. Interessante Versuche – dringliche Aufgaben. In: L. Huber, L. Kröger, M., Schelhowe, H. (Hrsg.), Forschendes Lernen als Profilerkmal einer Universität: Beispiele aus der Universität Bremen (S. 21-36). Bielefeld: UVW UniversitätsVerlagWebler

Rueß, J., Gess, C., Deicke, W. (2017): Kompetenzentwicklung durch Forschendes Lernen. In: Mieg, H. und Lehmann, J. (Hrsg.). Forschendes Lernen: Wie die Lehre in Universität und Fachhochschule erneuert werden kann. Frankfurt: Campus Verlag

Sonntag, M., Rueß, J., Ebert, C., Friederici, K., Deicke, W. (2016): Forschendes Lernen im Seminar – ein Leitfaden für Lehrende. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin

Angaben zur Autorin

Julia Handl

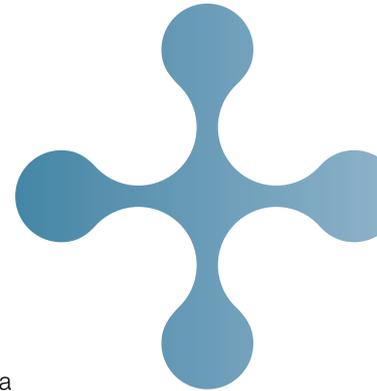
Studium Media Engineering und Master of Applied Research in Engineering Sciences. Seit 2018 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, widmet sich in Forschung und Lehre sogenannten „Fraktalen Monsterkurven“.

Studierendenzentrierte Projekte nach dem Prinzip des forschenden Lernens stiften hohe Motivation

Franz-Josef Schmitt, Zuleyha Yenice Campbell, Franziska Graeger, Stefan Frielingsdorf,
Technische Universität Berlin, Deutschland

Jonathan Lefebre, Freie Universität Berlin, Deutschland

Nediljko Budisa, Technische Universität Berlin, Deutschland, University of Manitoba in Winnipeg, Canada



Zusammenfassung

Das Projekt iGEM – Synthetische Biologie wurde als *tuproject* an der TU Berlin gefördert. Die *tuprojects* haben das Ziel, Studierenden selbstorganisierte Lehre zu ermöglichen und somit eine Alternative zum herkömmlichen Lehrangebot zu bieten. Die Studierenden entwickeln nach dem Prinzip des forschenden Lernens ein eigenes Projekt und präsentieren dieses dann im Anschluss auf einem internationalen Wettbewerb (iGEM oder BIOMOD) für synthetische Biologie in den USA. Die Studierenden arbeiten als interdisziplinäres Team zusammen, nehmen an Workshops und Konferenzen teil, präsentieren ihre Ergebnisse der Öffentlichkeit und tauschen in wöchentlichen Seminaren die Arbeitsergebnisse sowie neue Ideen aus. Sie lernen in diesen Seminaren auch die grundlegenden Konzepte, Forschungsbereiche und Trends der Synthetischen Biologie kennen. Dabei werden sie durch Tutor*innen betreut und sie dokumentieren ihr Projekt online. Diese Struktur weckt vor den Wettbewerben hohe Motivation mit selbstgewählten intensiven Arbeitsphasen.

1. Theoretischer Hintergrund/ Ausgangssituation

Erkenntnis und Kompetenz entstehen aus einem Entwicklungsprozess, wie Untersuchungen aus der Entwicklungspsychologie (Kuhn, 1989; Kuhn & Pearsall, 2000) und der Expertise- und Fehlerforschung (Gruber, 1999; Gartmeier et al., 2015) zeigen. Die Kompetenzstufen der Bloomschen Taxonomie (Bloom, 1976) werden im Wesentlichen schrittweise durchlaufen, da das Erschaffen von Neuem das Erinnern und das Verstehen der Lehrinhalte als Grundlage des Handelns voraussetzt. Es erfordert die kreative Umsetzung als Handlungsprozess, die Übung und die Selbstreflexion, während das Erinnern und Verstehen durch eine behavioristische Lernmethode an gedruckten Lehrinhalten erreicht wird.

Das kognitive Handeln umfasst an Erkenntnisstufen unter anderem das systematische Ergründen der Ausgangslage, die Formulierung einer Problemdefinition (und ggf. Umformulierungen), das Erkennen der Relevanz von Problemen und Fragen mit Bezug auf die Fachwissenschaft, das Ergründen und Abwägen der verfügbaren Mittel, das Erproben und Durchführen von Lösungswegen, die Deutung des Ergebnisses und Begründung der gezogenen Schlüsse, das Reflektieren eigener Gedanken, das Unterscheidungsvermögen hinsichtlich Empirie

und Theorie und die Bereitschaft, sich auf eine Auseinandersetzung mit eigenen Fehlern und Problemlösungen einzulassen. Solche Handlungen sind voraussetzungsreich und werden als Kompetenz eher selten in einer geradlinigen Entwicklung ausgebildet (Langemeyer, 2015). Sie erfordern vielmehr eine konsekutive Struktur innerhalb eines hinreichend komplexen Projektes, an dem die Handlungen gestuft durchlaufen werden können. Es gibt Hochschulen, die diese Zusammenhänge der Kompetenzstufen, die es anhand eines Projektes zu entwickeln gilt, bereits in der Ausgestaltung ihrer Curricula umgesetzt haben, wie beispielsweise die SRH Hochschule Heidelberg, die in Themenblöcken nach dem sog. CORE-Prinzip unterrichtet.

Die Vermittlung der Kernkompetenzen, später im Berufsleben auftretende Problemstellungen effizient zu meistern, muss in der Lehre an Universitäten und Fachhochschulen eine hohe Priorität haben. Dazu sind neue didaktische Strategien zu entwickeln. Dies betrifft sowohl theoretische Veranstaltungen wie Mathematik (Schmitt et al., 2015; Schmitt et al., 2017a, Aljanazrah et al., 2017) als auch experimentell geprägte Veranstaltungen wie z.B. Praktika (Schmitt et al., 2017a; 2017b) mit Verknüpfungen zum projektbasierten und forschenden Lernen, z. B. Projektlabore (Huber, Hemmer & Schneider, 2009; Miegl & Lehmann, 2017; Schmitt et al., 2017b; Schmitt et al., 2018).

Die Digitalisierung spielt bei der Kompetenzvermittlung eine große Rolle. Sie ermöglicht einerseits eine schnelle Literaturrecherche, das Verwalten und Teilen von Informationen und darüber hinaus die Erfassung von Handlungen und Wahrnehmungen in wissenschaftlichen Lernprozessen. Zweitens ist die Digitalisierung für neue didaktische Konzepte eine Grundlage, um das Studium stärker an eigenen Problemlöse- und Forschungsprozessen auszurichten (z.B. durch Methoden des inverted classrooms; Barrett, 2012; Holmes, 2012; Bonk & Graham, 2006; Fulton, 2012; Schmitt et al., 2015; Schmitt et al., 2017a) und auch insgesamt stärker selbstgesteuert zu

lernen (Arnold, Lermen & Haberer 2017). Drittens bietet die Digitalisierung Transfermöglichkeiten zwischen Disziplinen und Institutionen, die meist noch nicht Gegenstand der Curricula sind, sondern oft erst im Rahmen von Wissenschaftstransfer und Transdisziplinarität oder auf eigenem Engagement von den Studierenden beim Teilen der Lerninhalte genutzt werden.

Bisher gibt es jedoch keine einschlägige Forschung zur akademischen Kompetenzentwicklung (vgl. Wissenschaftsrat, 2008; Schaper, 2012, S. 23). An die Kompetenzentwicklung werden im Gegensatz dazu hohe Erwartungen gestellt: Wissen und Verstehen und ihre Anwendungen, Urteilsvermögen, kommunikative Fertigkeiten und ganz generell das Lernvermögen gehören ebenso dazu wie kritische Reflexion, Gestaltung von Forschungs- und Innovationsprozessen, Leadership und Governance. Alles zusammen soll in einer verantwortungsvollen Weise umgesetzt werden. Wissenschaftliche Einsichten in Entwicklungsbedingungen und Entwicklungsverläufe hierzu sind nicht nur für Hochschulen und Universitäten, sondern auch für die Zukunftsfähigkeit der Gesellschaft relevant (Langemeyer, 2015). Sie betreffen insbesondere den Bereich verwissenschaftlichter Berufsfelder (Langemeyer & Martin, 2015), d. h. Felder, in denen der Bezug zur wissenschaftlichen Entwicklung besonders groß ist und „wissensintensive Arbeit“ geleistet wird (Tiemann, 2013). Etwas konkreter ausgesprochen betreffen effektive Kompetenzentwicklungen bei den Studierenden aber auch insgesamt den Umgang mit und die Lösbarkeit von aktuellen Problemen und Herausforderungen für die Menschheit.

Gerade die Bedeutung der Nutzung digitaler Lehr- und Lernmethoden beim Kompetenzerwerb ist wenig erforscht und insgesamt umstritten. Einige praxisbezogene Studien zeigen, dass Lehrvideos und darauf abgestimmtes Kursmaterial das Erreichen von Lernzielen befördern können (Brecht et al., 2015; Garrison & Vaughan, 2008; Hudson & Luska, 2013). Die genaue Auswahl und die Integration dieser Elemente in die Lehrveranstaltung sind

aber eine notwendige Gelingensbedingung (Schultz et al., 2014; Schmitt et al., 2015; Schmitt et al. 2017a). Dies spricht für die Annahme, dass Lernverhalten und Nutzungsweisen von digitalen Werkzeugen bedeutsam sind. Es ist genauer zu erforschen, wovon sie abhängen und wie wichtig verschiedene Eigenschaften und Herangehensweisen der Lernenden sind.

Dazu gehören unter anderem Fragen der Selbstregulation (Kuhl, 2001; Langemeyer, 2017b; Zimmerman, 1996; Schmitz & Wiese, 2006), der Identifikation von Lernstrategien (Wild & Schiefele, 1994) und der Interessensentwicklung (Krapp, 2002; Schiefele, Krapp, Wild & Winteler, 1993; Wensierski, 2015). Vielversprechend ist es, das aktuelle Erleben und das Verhalten der Studierenden zeitnah in der jeweiligen konkreten Situation zu erfassen und ggf. steuernd einzugreifen (Ambulantes Assessment) (vgl. Fahrenberg, Myrtek, Pawlik & Perez, 2007; Loeffler, Myrtek & Peper 2013).

Das Projekt iGEM – Synthetische Biologie, ein *tuproject*, beruht auf dem Prinzip des forschenden Lernens und wird durch digitale Methoden unterstützt (Huber, Hemmer & Schneider, 2009; Miege & Lehmann, 2017). Die Studierenden bearbeiten ihr Forschungsprojekt selbständig, und zwar von der Problemfindung über die Planung, Koordination, Wahl der Methoden bis hin zur Dokumentation der Ergebnisse und deren Präsentation. Sie profitieren von den bekannten positiven Effekten des forschenden Lernens, welche als Schlüssel für die innovative Neugestaltung ganzer Curricula betrachtet werden (Ifenthaler & Gosper, 2014). Die Studierenden bekommen eine Projektveranstaltung geboten, auf der sie ihr bereits erlerntes Wissen aus verschiedenen Disziplinen sowie ihr Engagement und ihre Ideen in ein konkretes Projekt verwandeln können.

2. Umsetzung und Methoden von iGEM-Synthetische Biologie

Ein Projekt im Rahmen von iGEM – Synthetische Biologie ist auf zwei Semester ausgelegt und wird mit einer mündlichen Prüfung abgeschlossen. Das Modul umfasst in jedem Semester Laborarbeit in Form eines Praktikums mit 5 SWS sowie ein begleitendes Seminar mit 2 SWS. Das Modul hat einen Umfang von 9 Leistungspunkten und kann im freien Wahlbereich angerechnet werden.

Zu Beginn werden von den Studierenden Präsentationen zu Veröffentlichungen der aktuellen Forschung und ihren eigenen Ideen vorbereitet. Dabei beziehen sie sich insgesamt auf den aktuellen Stand der Wissenschaft. Ist ein Thema vom Team demokratisch gewählt, haben die Teilnehmenden im Anschluss die Aufgabe, eine Hypothese zu formulieren, sowie eine realistische Zielstellung. Neben der physischen Durchführung des Projekts in Präsenzveranstaltungen im Labor sowie im begleitenden Seminar wurde gezielt ein Pool an digitalen Werkzeugen entwickelt, um den Ablauf der Organisation und Durchführung des Projektes zu erleichtern. Dadurch werden den Studierenden Kompetenzen beim Umgang mit Onlinerecherche, Content-Management-Systemen, Onlinedokumentation, Lehrvideos und Projektblogs sowie kollaborativen Organisations- und Arbeitsplattformen im Internet, somit also Kompetenzen im Umgang mit digitalen Lehr- und Lernmethoden vermittelt (Schmitt u. a., 2017a; Schmitt u. a., 2017b). Digitale Dokumentations- und Diskussionsformate helfen, die Projekte durch die vielfältigen Kommunikationswege im Internet darzustellen (facebook, twitter) und einen Blog und ein Video zum Projekt zu entwickeln, deren Abgabe auch Voraussetzung für die Teilnahme an den Wettbewerben iGEM oder BIOMOD ist. Angesichts des großen Erfolgs auf diesen Wettbewerben

Aktivierende Lehre & Praxisbezug

Studierendenzentrierte Projekte nach dem Prinzip des forschenden Lernens stiften hohe Motivation

und der sehr positiven Evaluierungen, die iGEM-Synthetische Biologie erhalten hat, sprechen wir von einem großen Erfolg.

Die Durchführung des Forschungsprojekts erfolgt als Team von in der Regel 15 Teilnehmer*innen, wobei verschiedene Aufgaben- gruppen gebildet werden. Die Teilnehmer*innen geben zu Beginn des Projekts an, welche Fertigkeiten bzw. welches Fachwissen sie mitbringen und an welchen Aufgaben sie gerne arbeiten möchten. Idealerweise gibt es pro Gruppe eine/n Expert*in als Verantwortliche*n, der/die mit den anderen in der Gruppe Wissen teilen kann. Zu den Aufgabenbereichen gehören neben der Durchführung der theoretischen Analysen, der Experimente und der Auswertung der Ergebnisse auch Elemente der Wissenschaftskommunikation, wie zum Beispiel die Teilnahme an Wissenschaftsevents wie der Langen Nacht der Wissenschaften oder die Teilnahme an Konferenzen (Forsch2017 an der HU Berlin, ESC an der Charité). Darüber hinaus werden auch die ethischen Aspekte der Synthetischen Biologie diskutiert.

Die im Labor durchgeführten Versuche werden zunächst in einem Laborbuch festgehalten und sind anschließend in digitaler Form auf der Projektwebsite einsehbar. Dies gewährleistet auch eine offene, transparente Wissenschaft und fördert den OpenData und den OpenAccess Gedanken der Publikation von Projektergebnissen, Grundgedanken der Initiatoren von iGEM und BIOMOD. Eine weitere wichtige Aufgabe, die von Studierenden und Tutor*innen übernommen wird, ist die Akquise von finanzieller Unterstützung. Die Studierenden werden von Arbeitsgruppen und Kooperationspartnern sowie seitens des Exzellenzclusters UniSysCat unterstützt.

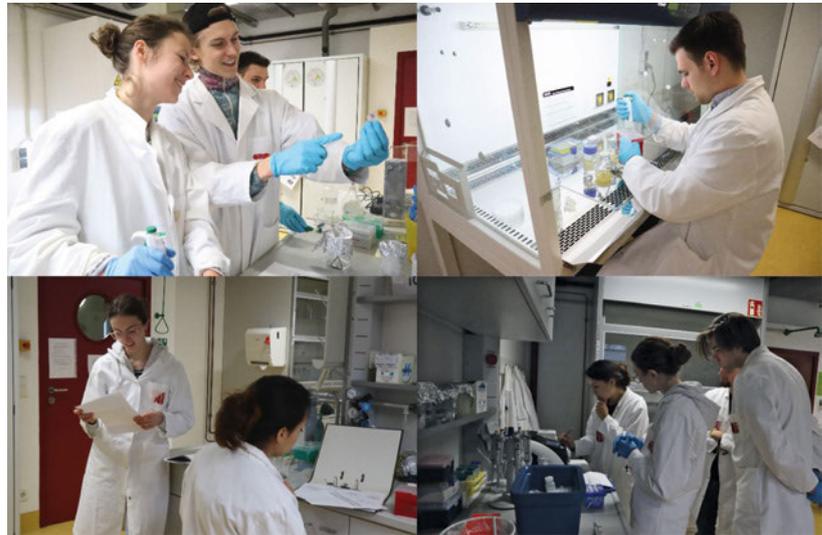


Abb. 1: Arbeiten der Studierenden im Labor

In den vergangenen zwei Semestern wurde von dem studentischen Team eine biologische Filtereinheit zur Aufreinigung von Trinkwasser entwickelt (<http://biomod.biocat.tu-berlin.de>). Eine cellulosebasierte Membran wurde dabei mit funktionalen Proteinen und Enzymen ausgestattet, welche in der Lage sind, Kontaminationen wie etwa Mikroplastik, Antibiotikarückstände und Schwermetalle aus dem Wasser einzufangen und abzubauen.

Dieses Projekt hat 2017 auf dem internationalen Wettbewerb BIOMOD (<http://biomod.net>) eine Goldmedaille und den dritten Platz in den Kategorien bestes Projekt und bestes Video erzielt. Im Oktober 2018 wurde iGEM-Synthetische Biologie mit dem Preis für vorbildliche Lehre der Gesellschaft von Freunden der TU Berlin ausgezeichnet.

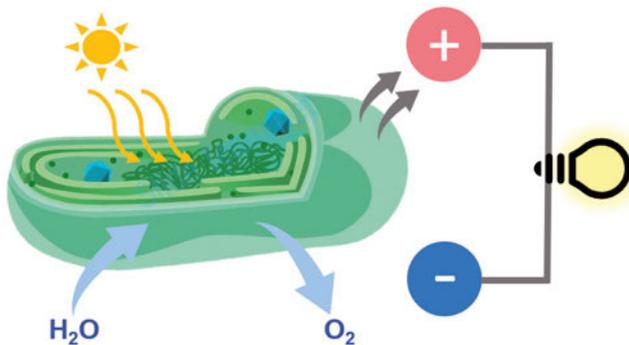


Abb. 2: Grundidee einer biologischen Batterie, die durch photoautotrophe Cyanobakterien betrieben wird

Es zeigte sich, dass die Studierenden eine hohe Motivation mitbringen, ihre teils aufwändigen Ideen unter sehr großem Einsatz im Labor zu bearbeiten (Siehe Abb. 1). Aus der Lehrveranstaltung ist im Jahr 2015 eine Ausgründung hervorgegangen (Johann Bauerfeind, Solaga). In der Endphase des BIOMOD Wettbewerbs 2017 haben die Studierenden über mehrere Wochen hinweg täglich intensiv im Labor gearbeitet und bis spät abends ihren Internetauftritt optimiert, um den schlussendlich auch erreichten Erfolg bei BIOMOD (3. Platz weltweit) zu realisieren.

In diesem Jahr (2019) will das Team eine biologische Batterie entwickeln, in welcher photosynthetische Cyanobakterien Strom erzeugen (siehe Abb. 2). So soll ein Beitrag geleistet werden, fossile Brennstoffe und andere umweltschädliche Energiequellen durch regenerative Technologien zu ersetzen. Im aktuellen Projekt werden photoautotrophe Cyanobakterien verwendet, die, ähnlich wie Pflanzen, Energie aus Sonnenlicht nutzen, um aus CO_2 organische Substanzen aufzubauen. Die



Abb. 3: Präsentation des Teams „MultiBrane“ auf dem BIOMOD Wettbewerb 2017 in San Francisco

dabei freigegebenen Elektronen werden in einen Stromkreis eingespeist. Mit verschiedenen Ansätzen ist geplant, beispielsweise durch einen effizienteren zellulären Elektronentransport und eine bessere Adhäsion der Bakterien an der Anode diesen Prozess zu optimieren.

Die Studierenden sind grundsätzlich an Nachhaltigkeitsthemen interessiert und wollen durch die Freiheit der Themenwahl ein Projekt entwickeln, welches zu ökologischen und ökonomischen Verbesserungen beitragen kann.

Die Projekte repräsentieren die kompetenzorientierte und ergebnisorientierte Durchführung wissenschaftlicher Forschung mit einer mündlichen Prüfung am Ende des Semesters. Die zusätzliche Herausforderung, mit dem Projekt an einem internationalen Wettbewerb teilzunehmen und dort innovativ zu präsentieren, gibt der hohen Motivation zusätzlichen Vorschub (siehe Abb. 3).

3. Evaluation

Das Projekt iGEM-Synthetische Biologie wurde in den vergangenen Jahren wiederholt sehr positiv evaluiert. Insbesondere Vortragsstil und Kompetenz der beteiligten Expert*innen sowie der Unterrichtsstil der Dozierenden wurde in der höchstmöglichen Kategorie bewertet. Das Modul wurde zu 100% weiterempfohlen. Kritikpunkt der Studierenden war vor allem, dass sie sich noch mehr Interaktion mit Expert*innen aus den Arbeitskreisen wünschten.

4. Ausblick

Das Modul iGEM-Synthetische Biologie soll als Wahlmodul weitergeführt werden. Leider konnte bisher noch keine nachhaltige Finanzierung entwickelt werden.

Durch eine Kooperation mit dem Exzellenzcluster UniCat wurde das Projekt 2017 und 2018 unterstützend gefördert. Weitere Unterstützung bietet das Institut für Chemie. Dies trägt zur Verstärkung bei und wird im neuen Exzellenzcluster UniSysCat weitergeführt.

Das Team hat außerdem eine Kooperation mit den iGEM Teams der Humboldt-Universität zu Berlin und der Universität Potsdam geplant.

Danksagung

Gefördert durch die Gesellschaft von Freunden der TU Berlin e.V., das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des QPL Projekts WIMlplus und die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder – EXC 2008/1 – 390540038 (UniSysCat)

Literatur

Aljanazrah, A., Schmitt, F. J., Friedrich, T. (2017): Evaluation of the use of flipped classroom based tutorials in “mathematics for chemists” course from students’ perspective, Research Highlights in Education and Science 150 (2017), https://www.isres.org/books/Research_Highlights_in_Education_and_Science_2017_21-12-2017.pdf (Stand: 05.10.2018)

Arnold, R., Lermen, M., Haberer, M. (Hrsg.) (2017): Selbstlernangebote und Studienunterstützung. Schneider Verlag Hohengarten

Berrett, D. (2012): How ‘flipping’ the classroom can improve the traditional lecture. The chronicle of higher education, 12

Bloom, B. S. (1976): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim und Basel, S. 200

Bonk, C. J., Graham, C. R. (2006): The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Design. Pfeiffer

Brecht, H. D. (2012): Learning from Online Video Lectures, Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice. Volume 11

- Fahrenberg, J., Myrtek, M., Pawlik, K., Perrez, M. (2007): Ambulatory assessment: Monitoring behavior in daily life settings. *European Journal of Psychological Assessment*, 23, pp. 206-213
- Fulton, K. (2012): Upside down and inside out: Flip Your Classroom to Improve Student Learning. *Learning & Leading with Technology*, 39, 8, pp. 12-17
- Garrison, D. R., Vaughan, N. D. (2008): Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines. San Francisco: Jossey-Bass
- Gartmeier, M., Gruber, H., Hascher, T., Heid, H. (Hrsg.; 2015): Fehler. Ihre Funktion im Kontext individueller und gesellschaftlicher Entwicklung, Waxmann, Münster 2015
- Gruber, H. (1999): Wie denken und was wissen Experten? In ders., W. Mack, A. Ziegler (Hrsg.), *Wissen und Denken: Beiträge aus der Problemlösepsychologie und Wissenspsychologie* (S. 193-209). Wiesbaden
- Holmes, Megan R.; Tracy, Elizabeth M.; Painter, Lori L.; Oestreich, Tina, Park, Hyunyoung (2015): Moving from flipcharts to the flipped classroom: Using technology-driven teaching methods to promote active learning in foundation and advanced master's social work courses. In: *Clinical Social Work Journal*, Nr. 43, pp. 215-224
- Huber L., Hemmer J., Schneider F. (2009): Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen. UVW Universitäts Verlag: Bielefeld
- Hudson, R., Luska, K. L. (2013): Recording Tutorials To Increase Student Use and Incorporating Demonstrations To Engage Live Participants, *J. Chem. Educ.*, Vol. 90 (5), pp. 527-530
- Ifenthaler D., Gosper M. (2014): Research-Based Learning: Connecting Research and Instruction. In: Dirk Ifenthaler & Maree Gosper (Hrsg.): *Curriculum Models for the 21st Century* (pp. 73-89), Springer: New York
- Krapp, A. (2002): Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction* 12 (2002), pp. 383-409
- Kuhl, J. (2001): *Motivation und Persönlichkeit: Interaktionen psychischer Systeme*. Hogrefe
- Kuhn, D. (1989): Children as intuitive scientists. *Psychological review*, 96(4), pp. 674-689
- Kuhn, D., Pearsall, S. (2000): Developmental Origins of Scientific Thinking. *Journal of Cognition and Development*, 1, pp. 113-129
- Langemeyer, I. (2015): *Das Wissen der Achtsamkeit. Koooperative Kompetenz in komplexen Arbeitsprozessen*. Münster: Waxmann
- Langemeyer, I. (2017b): Selbstregulation im Studium. In: Arnold, R., Lermen, M., Haberer, M. (Hrsg.): *Selbstlernangebote und Studienunterstützung*. Schneider Verlag Hohengehren (S. 15-28)
- Langemeyer, I., Martin, A. (2015): „Scientification of work“ as a challenge to university education. In: Langemeyer, I., Fischer, M., Pfadenhauer, M. (Hrsg.). *Epistemic and learning cultures – wohin sich Universitäten entwickeln*. Juventa/Beltz (S. 296-307)
- Loeffler, S. N., Myrtek, M., Peper, M. (2013): Mood-congruent memory in real life: Evidence from interactive ambulatory monitoring. *Biological Psychology*, 93, pp. 308-315

Mieg, H. A., Lehmann, J. (Hrsg., 2017): *Forschendes Lernen: Wie die Lehre in Universität und Fachhochschule erneuert werden kann*. Campus Verlag: Frankfurt am Main

Schaper, N. (2012): *Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre*. Hochschulrektorenkonferenz. Projekt Nexus. Übergänge gestalten. Studienerfolg verbessern

Schiefele, U., Krapp, A., Wild, K. P., Winteler, A. (1993): *Der „Fragebogen zum Studieninteresse“ (FSI)*. Diagnostica. https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/files/3179/schiefele1993_39-4.pdf

Schmitt, F. J., Schönemann, T., Kruse, F., Egbers, F., Delitzscher, S., Weissenborn, J., Aljanazrah, A., Friedrich, T. (2015): *Targeted Inversion of the Tutorials in “Mathematics for Chemists”, A Case Study*, Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2015/4, pp. 191-200

Schmitt, F.-J., Kruse, F., Egbers, F., Delitzscher, S., Schönemann, T., Theis, B., Wilkening, S., Moldenhauer, M., Wiehe, R., Willoweit, M., Keuer, C., Aljanazrah, A., Friedrich, T. (2017a). *Effectiveness of Using Interactive Targeted Inverted (IGT)-Education on Students’ Learning at the Technische Universität Berlin*, Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, 2146-2153

Schmitt, F.-J., Schröder, C., Campbell, Z. Y., Moldenhauer, M., Friedrich, T. (2017b): *Student Centred Teaching in Laboratories Supported by Online Components in the Orientation Program MINTgruen*, Proceedings of the 19th. Annual International Conference on Education, 15-18 May 2017, Athens, Greece

Schmitt, F.-J., Schröder, C., Campbell, Z. Y., Wilkening, S., Moldenhauer, M., Friedrich, T. (2017c): *Self-dependent students in transdisciplinary projects tend to higher interest in sustainability research*, Education Excellence for Sustainable Development, SEFI Annual Conference 2017, pp. 25-32

Schmitt, F.-J., Yenice Campbell, Z., Schwab, H.-J., Weinkauf, M., Schröder, C. (2018): *Forschendes Lernen in der Studieneingangsphase – die Projektlabore im Orientierungsstudium MINTgrün*. Greifswalder Beiträge zur Hochschullehre, Okt. 2018, S. 75 ff. (https://www.uni-greifswald.de/fileadmin/uni-greifswald/2_Studium/2.1_Studienangebot/2.1.4_Qualitaet_in_Studium_und_Lehre/interStudies/UniBroschu__re_Web_final.pdf)

Schmitz, B., Wiese, B.S. (2006): *New perspectives for the evaluation of training sessions in self-regulated learning: Time-series analyses of diary data*. Contemporary Educational Psychology, 31, pp. 64-96

Schultz, D., Duffield, S., Rasmussen, S.C., Wagemann, J. (2014): *Effects of the Flipped Classroom Model on Student Performance for Advanced Placement High School Chemistry Students*, J. Chem. Educ., 91 (9), pp. 1334-1339

Tiemann, M. (2013): *Wissensintensität von Berufen*. In: Severing, Eckart; Teichler, Ulrich (Hrsg.): *Akademisierung der Berufswelt?* Bonn, S. 63-83

Wild, K. P., Schiefele, U. (1994): *Lernstrategien im Studium: Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens*. Zeitschrift für differentielle und diagnostische Psychologie. https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/files/3182/schiefele1994_15.pdf

Wensierski, H. J. v. (2015): Technik und Naturwissenschaft im Jugendalter. Opladen u. a.: Budrich

Wissenschaftsrat (2008): Empfehlungen zur Qualitätsverbesserung von Lehre und Studium. Berlin

Zimmerman, B. J. (1986): Development of self-regulated learning: Which are the key subprocesses? Contemporary Educational Psychology, 16, pp. 307-313

Angaben zu den Autorinnen und Autoren

Franz-Josef Schmitt

Studium der Physik und Philosophie, Promotion in Physik, TU Berlin, PostDoc am Institut für Bioenergetik, curriculare Weiterentwicklung der Mathematik für Chemikerinnen und Chemiker und Praktika für Physikalische Chemie, Entwicklung und Leitung des Projektlabors Chemie, Pressestelle des Exzellenzclusters „UniSysCat“.

Züleyha Yenice Campbell

2015 Promotion, Angewandte Physikalische Chemie, TU Berlin. Seit 02/2017 wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für Chemie und MINTgrün, Orientierungsstudium der TU Berlin, Leitung des Projektlabors Chemie. Mitglied des Frauenbeirats der Fakultät II, TU Berlin.

Stefan Frielingsdorf

Studium der Biochemie und Promotion an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Post-Doc an der Humboldt-Universität zu Berlin in der Arbeitsgruppe von Bärbel Friedrich. Seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe Lenz der Technischen Universität Berlin.

Jonathan Lefebvre

Masterstudium der Biochemie an der Freien Universität Berlin. Studentische Hilfskraft am Robert Koch-Institut. Aktuell Tutor für iGEM – Synthetische Biologie an der Technischen Universität Berlin und studentische Hilfskraft in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Ewers (Freie Universität Berlin).

Franziska Graeger

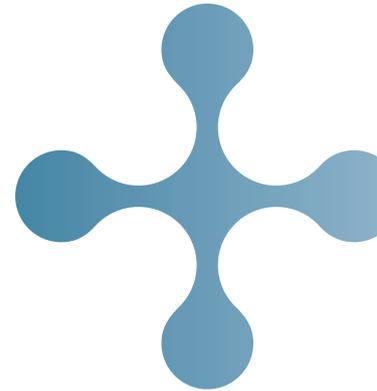
Bachelorstudium der Biologie an der Humboldt Universität zu Berlin, derzeit Masterstudium der Biologischen Chemie an der Technischen Universität Berlin. Aktuell Tutor für iGEM-Synthetische Biologie.

Nediljko Budisa

Studium der Chemie, Molekularbiologie und Biophysik. PhD, Postdoc, Habilitation, Gruppenleiter am Max-Planck-Institut für Biochemie und der TU München. Professor für Biokatalyse an der TU Berlin. Research Chair für Chemische Synthetische Biologie an der University of Manitoba, Winnipeg, Canada

Einführung in die Programmierung – Learning Lab für Medientechniker

Marcus Barkowsky, Udo Garmann, Technische Hochschule Deggendorf



Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt ein Lehrveranstaltungs-konzept vor, das im Wintersemester 2018-19 zur Programmierung für Medientechniker durchgeführt wurde. Es basiert auf Ideen der Learning Labs der Hochschule München. Allerdings wurde hier der Fokus auf Begriffe und Konzepte der Informatik gelegt und auf digitale Technologie bewusst verzichtet.

Am Anfang des Semesters sollten zunächst wichtige Begriffe wie Grammatik, sequentielle Verarbeitung, aber auch Klassen, Instanzen, Methoden, Attribute und deren Zusammenspiel eingeführt werden. Es wurden acht Einheiten zu je 45 Minuten konzipiert, in denen die Studierenden Papierkonstruktionen planen und bauen sollten.

In Gruppen simulieren die Studierenden die Arbeitsweise eines Computers, indem sie formal ein Programm beschreiben. Dieses wird einer anderen Gruppe übergeben, die es durch formale Abarbeitung überprüft.

Sowohl beim „Programmieren“ als auch bei der „Ausführung“ des Programms werden Metaphern umgesetzt: Beispielsweise werden die Konstruktionszeichnungsdateien mit enthaltenem Programmcode als Klassen bezeichnet, der Vorgang des Ausdrucks als Instanziierung und der resultierende Papierbogen als Instanz.

1. Einleitung und Motivation

Der Einstieg in die digitale Technik ist heute für Studierende der meisten Fachrichtungen unumgänglich. In diesem Beitrag richtet sich der Fokus auf die Studierenden der Medientechnik, welche die Grundlagen objektorientierter Programmiersprachen für vielfältige Anwendungen in ihrem Studium benötigen.

Das Learning Lab „Digital Technologies“ der Hochschule München (Brehm & Günzel, 2018) zeigt eindrucksvoll, wie Digitale Technologien dazu eingesetzt werden können, ein Bewusstsein für die Möglichkeiten der Informatik zu schaffen. Mit seinen vielfältigen Streams ermöglicht es den Einstieg in aktuelle Themen der Informatik in einem zeitlich eng umschlossenen Rahmen, entweder als Einzelbaustein in der Lehre (Programmierbeispiele für die Robotik) oder als Anschauungsbeispiel in einem anderen Themenkomplex (praktische Durchführung eines Projektes im Projektmanagement).

Das im Folgenden vorgestellte Konzept wurde von diesem Learning Lab „Digital Technologies“ inspiriert. Das Konzept des selbstständigen Lernens mit Hilfe gedruckter Handlungsanweisungen, der systematisch identische Aufbau jeder Handlungsanweisung, der zeitliche Ablauf in mehreren „Assignments“ und der ungefähre Zeitbedarf wurden übernommen. Das Ziel liegt allerdings in der vorbereitenden Vermittlung von theoretischen

Konzepten der Informatik, nicht in deren praktischer Anwendung. Daher rückt auch die Verwendung digitaler Technologien in diesem Learning Lab in den Hintergrund.

2. Didaktisches Konzept

Der Studiengang Medientechnik an der Technischen Hochschule Deggendorf beinhaltet gestalterische und ingenieurwissenschaftliche Vorlesungen. Alle Studierenden müssen in den ersten Semestern Vorlesungen zu Informatik-Grundlagen hören.

In der Vorlesung Informatik-2 lernen Studierende die Programmiersprache Java. Schwierigkeiten bereiten insbesondere das Verständnis der sequentiellen Ausführung und die Themen der Objektorientierten Programmierung. In der Ausbildung soll der Schwerpunkt auf Konzepten und Methoden liegen, weniger auf der konkreten Bedienung von Programmen wie z. B. einer Integrierten Entwicklungsumgebung („IDE“). Diese Herangehensweise wird von einigen Informatik-Didaktikern unterstützt (Hromkovič, 2019).

In einem spielerischen Ansatz, ähnlich dem Game-Based-Learning Konzept (siehe z. B. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-16742-4_8), wird deshalb für diese Themen ein Szenario aufgebaut, welches in den einzelnen Lerneinheiten (Assignments) weiterentwickelt wird. Im konkreten Fall werden Papierkonstruktionen konzipiert, gezeichnet und erstellt, während gleichzeitig Begriffe aus der Objektorientierten Programmierung, wie Programmablauf, Klassen, Methoden, Instanzen, Attribute etc. thematisiert werden. Der Zusammenhang wird durch verschiedene Metaphern hergestellt, so wird beispielsweise der Ausdruck einer Zeichnung als Instanziierung bezeichnet, da er aus der nicht-substanziellen

Datei ein konkret bearbeitbares Papier erzeugt (und dies beliebig häufig wiederholt werden kann). Ein integrierter kontinuierlicher Peer-Review-Prozess nutzt dabei die Gruppendynamik der Studierenden, um die Themen zu verankern. Die korrekte Sprachwahl der Objektorientierten Programmierung wird von den betreuenden Dozenten überwacht.

Die Verwendung von Gleichnissen und Metaphern für die Lehre theoretischer Konzepte wurde bereits in der Antike, beispielsweise in Plato's Höhlengleichnis eingesetzt. In der modernen Didaktik wird ihre Effizienz in der Pädagogik kontrovers diskutiert. Einen guten Einblick geben Peyer und Künzli in ihrer Einleitung in (Peyer & Künzli, 1999). Im Folgenden wird der Begriff der Metapher nach der dortigen Auffassung eines kognitiven Musters verwendet, die „[davon ausgeht], dass Vorwissen, Kontext und Sprache die Wahrnehmung erst strukturieren“.

In diesem Sinne wird in dem Learning Lab versucht, eine Konkretisierung abstrakter Konzepte durch Metaphern anzubieten, die den Lernenden den Einstieg in die Diskussion und Anwendung erleichtert. Hierfür werden einerseits die Begriffe aus der Objektorientierten Programmierung anhand eines Äquivalents aus der realen Welt erläutert, andererseits nehmen die Studierenden im Wechsel die Rolle der Programmkonzeption und der Programmausführung ein. Letzteres führt auch zu einer kontinuierlichen Kontrolle in einem Peer-Review ähnlichen Vorgehen.

Um die Studierenden auch nach Beendigung des Learning Labs zur konzentrierten Auseinandersetzung mit den theoretischen Grundlagen des Programmierens zu motivieren, wurden Papierübungen entworfen. Diese Übungen bilden den Übergang zwischen der theoretischen Beschreibung im seminaristischen Unterricht und der unmittelbaren Anwendung am Computer.

Assignment Nr.	Inhalt	Arbeitsergebnis	
1	Einführung in das Learning-Lab Konzept Vorstellung Technisches Zeichnen Tool Draw.io	Zeichnung eines Papierflugzeugs	
2	Eigenständigkeit im Technischen Zeichnen	Entwicklung einer stabilen Startrampe	
3/4	Formale Objektorientierte Begriffsdefinitionen Aufteilung in „Programmierung“ und „Ausführung“ a) Programmierung Linearer Programm- ablauf Aufbau von Klassen Verwendung von Klassen Attribute und Methoden b) Ausführung Linearer Programm- ablauf Syntax verstehen Aufgabe von Compiler und Runtime verstehen	Einführung einer formalen Beschreibungssprache der „Objektorientierten Außerirdischen“ Aufteilung in 2 Gruppen „Denken“ und „Handeln“ a) Denken Einfache Klasse anlegen Attribute und Methoden verstehen Papierfliegerkonstruktion formalisieren	b) Handeln Bauanleitung durch Abarbeitung der formalen Syntax ausführen Syntax-Fehler erkennen
5/6	Für Programmierung und Ausführung: Instanziierung mehrerer Klassen Gültigkeitsbereiche von Attributen Vererbung	a) Denken Zusätzliche Elemente auf weiteren Papierbögen als Klassen und Instanzen anlegen Vererbung durch Speziali- sierung des Human- Objekts verstehen	b) Handeln Ausführung der Instanzi- ierung mehrerer Klassen durch getrennte Ausdrücke verstehen Verfolgung von Methoden- aufrufen durch Klassenhier- archien (auch: Vererbung)
7	Für Programmierung und Ausführung: UML-Klassendiagramm erstellen	Für Denken und Handeln: Konstruktionsplan für das Rampenprojekt erstellen mit Klassen, Attributen und Methoden	
8ff	Training und Vertiefung	Für Denken und Handeln: Freies Arbeiten im Wettbewerb zur Optimierung der Rampe	

Tab. 1: Aufbau des Learning Labs, Inhalt und Arbeitsergebnis für jedes Assignment, unterteilt in die beiden zeitlich alternierenden Teams A und B, „Denken“ und „Handeln“ jeder Gruppe

3. Aufbau des Learning Labs

Die im Learning Lab behandelten Themen sind:

1. Lineare Programmabarbeitung und exakte Einhaltung der Syntax
2. Speicherung von Informationen und Gültigkeitsbereiche von Variablen
3. Objektorientierte Strukturen und das zugehörige Vokabular

Ein Vorteil der Nutzung von Metaphern besteht darin, dass durch den Kontextwechsel auch Lerninhalte, welche normalerweise untrennbar verbunden sind, isoliert betrachtet werden können. So konnte in diesem Learning Lab bewusst auf Algorithmen und typische konkrete Funktionen wie Konsolenein- und -ausgabe verzichtet werden.

Das hier dargestellte Szenario ist an den Studiengang Medientechnik angepasst. Daher wurde als grundlegendes Konzept die technische Zeichnung von Papierbauteilen für eine Konstruktion verwendet. Die Aufgabe erlaubt ein hohes Maß an Eigeninitiative und Kreativität, Eigenschaften, die diese Studierenden auszeichnen.

In Tabelle 1 ist der schematische Aufbau der Lerneinheiten (Assignments) dargestellt. Auf der linken Seite befindet sich der Inhalt der Lerneinheit, während auf der rechten Seite die konkret von den Studierenden umgesetzte Aufgabe genannt wird. Die Studierenden sind in Gruppen zu je vier Personen eingeteilt, jede Gruppe besteht aus zwei Teams mit zwei Studierenden (Gruppe1-TeamA und Gruppe1-TeamB).

Jedes Assignment dauert ca. 20 Minuten. Die ersten zwei Assignments dienen der Einführung und legen die Grundlagen für die schrittweise Abarbeitung, welche später formalisiert wird.

Das Assignment 3 führt die objektorientierten Grundlagen ein, insbesondere Klassen, Attribute und Methoden. Jedes Bauteil besteht aus einer oder mehreren Klassen. Jede Klasse ist symbolisiert durch eine Datei, in welcher die Bauzeichnung und der Programmcode gemeinsam gespeichert werden. Dabei wird eine Position mit entsprechender Richtungsangabe auf dem Bauplan als Attribut deklariert, während die Methoden typische Bauanweisungen (z.B. falten und kleben) darstellen. Die genannten Attribute werden in der neu erzeugten Klasse erstellt. Allerdings muss für die Ausführung der genannten Methoden zunächst ein Mensch instanziiert werden. Die Instanz des Menschen entspricht dann demjenigen, der das Bauteil erstellt. Den Methoden der (vordefinierten) Klasse „Mensch“ werden dann die zu bearbeitenden Positionen (Attribute) als Parameter übergeben.

Jeweils ein Team einer Gruppe konzipiert die technische Zeichnung und schreibt das für den Zusammenbau benötigte Programm (Gruppe „Denken“), während das andere Team eine technische Zeichnung und eine Programmbeschreibung erhält und diese ausführt, um das Bauteil zu fertigen (Gruppe „Handeln“). Hierbei fertigt Gruppe1-TeamB das von Gruppe2-TeamA im vorangegangenen Assignment konzipierte Bauteil. Somit wird ein Peer-Review-Effekt erzielt, da jedes Team die Anleitung eines anderen Teams auf formale Fehler in der Programmierdarstellung analysieren muss, bevor das Bauteil wie beschrieben produziert wird. Dieses Peer-Review führt zu einer erhöhten Sorgfalt bei der syntaktischen Beschreibung mit entsprechender Diskussion zwischen den Gruppen. Für detektierte Fehler werden Punkte zwischen den Gruppen ausgetauscht, die später in die Bewertung eingehen können. Neben der syntaktischen Sorgfalt führt das Vorgehen des gegenseitigen Bauens zu einer strengeren Kontrolle der festgehaltenen Bauvorschriften durch die konstruierende Gruppe, um spätere

Fehlkonstruktionen des eigenen Bauteils zu verhindern. In jedem Assignment wechselt die Rolle der Studierenden von der Konzeption zur Ausführung und umgekehrt. Somit nimmt jeder Studierende mehrfach diejenigen Positionen ein, die später im Kurs der Compiler, Interpreter und die Programmausführung einnehmen werden. Eine Ausführung der Handlungsanweisungen auf dem Papier erfordert die Instanziierung eines Objekts vom Typ Mensch, der über die Methoden des Faltens und Klebens den Aufbau durchführt. Dadurch wird eine Parallele zwischen dem eigenen Handeln und dem Programmcode hergestellt. Die Dozenten achten hierbei darauf, dass genau nach Anweisungen gebaut wird.

Jedes zu erstellende Bauteil entspricht einer Klasse und jeder DIN-A4 Ausdruck einer Instanz dieser Klasse. Um diesen Umstand zu betonen, erfolgt der Ausdruck zentral durch einen Dozenten, der auf die richtige Wortwahl achtet. Um einen Ausdruck zu erhalten, bitten die Studierenden ihn um Erstellung einer Instanz ihrer Klassen. Um ein größeres Bauwerk zu erstellen, müssen mehrere Klassen interagieren (Assignment 5/6). Hierzu müssen zunächst mehrere Klassen instanziiert werden, so dass eine entsprechende Anzahl an Ausdrucken vorliegt. Dann müssen die Klassen auf die Attribute anderer Klassen zugreifen, um zu definieren, an welchen Stellen die Papierbögen zusammengefügt werden müssen. In diesem Zusammenhang erweisen sich meist auch die Methoden des Zusammenbaus, die in der Klasse Mensch definiert wurden, als unzureichend. Daher wird die Vererbung eingeführt, um die Klasse Mensch durch weitere Methoden ergänzen zu können. Um die größer werdenden Projekte zu dokumentieren, werden in Assignment 7 vereinfachte Klassendiagramme eingeführt. Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse einiger Assignments.



Abb. 1: Szenario mit Abschussvorrichtung, Rampe und Papierflugzeug sowie einigen Ausdrucken der Ergebnisse der Assignments

4. Konzeption der Übungsblätter auf Papier nach dem Learning-Lab

Der klassische Ansatz einer Vorlesung zu Grundlagen des Programmierens besteht aus einem Präsentationsteil (mit modernen Unterrichtsmethoden) und einem Übungsteil.

Ausgehend von den Lern-Schwierigkeiten von „Nicht-Programmieraffinen“ (hier: Medientechniker) bei der Programmierung mit Java wurde eine weitere Übungsform hinzu genommen. Dabei handelt es sich um Übungen auf dem Papier, die zusätzlich zu Übungen am Computer durchgeführt wurden. Diese konnten entweder zur Auflockerung während einer Vorlesung oder während der Übungsstunde bearbeitet werden.

Ziel dieser Papierübungen ist es, das zuvor im seminaristischen Unterricht erworbene Wissen zu vertiefen und die Übungen am Computer damit vorzubereiten.

Insgesamt wurden 5 Übungsblätter mit den folgenden Themen behandelt:

1. Wertebereiche, Operatoren Rangfolge, Berechnungen
2. Bedingungen, Schleifen
3. Methoden, Gültigkeitsbereiche
4. Klassendiagramme, Klassen
5. Entwurf und Konzeption, Modifikatoren

Als ein Beispiel für eine Übungsaufgabe sei hier diejenige zu Wertebereichen gezeigt:

Wertebereiche

Im Folgenden sollen Sie den Variablentyp mit dem kleinstmöglichen Wertebereich angeben. Welchen Variablentyp verwenden Sie für:

1. Jahreszahl
2. Tag des Monats
3. Die Höhe über Normal-Null im Flugverkehr in Metern
4. Die Breite und Höhe eines Blattes bis DIN-A0 in Millimetern
5. Das Ergebnis der Umrechnung von Millimetern in Zoll (Inch) mit Nachkommastellen für die letzte Frage
6. Die Speicherung der Zahl Pi

5. Diskussion und Ausblick

Das Learning Lab und die Papierübungen (Übungsblätter) wurden im Wintersemester 2018/2019 erstmals in dieser Form verwendet. Ein systematisches Feedback der Studierenden konnte leider nicht erreicht werden, Einzelmeinungen waren allerdings durchgehend positiv. Verbesserungspotential wurde im Wesentlichen bei der Einführung der objektorientierten Begriffe gesehen, welche nach Meinung der Studierenden in Schritten eingeführt werden sollten (Assignment 3/4) und besser durch Beispiele veranschaulicht werden müssten (Assignment 5/6).

Das Learning Lab wurde als vorgelagerte Einheit zur später gelehrten Java-Programmiersprache und den dortigen konkreten objektorientierten Strukturen durchgeführt. Eine Evaluierung der Lerneffizienz müsste daher die Lernergebnisse bei der späteren Einführung von Klassen, Methoden und Attributen in Java zum Ziel haben. Eine solche Evaluierung, z.B. als A/B Test mit einer Placebo-Gruppe, konnte noch nicht durchgeführt werden.

Aus Sicht der Dozenten waren Learning Lab und Papierübungen sinnvoll und hilfreich. Im Vergleich mit den vorangegangenen Jahren wurden die Lerninhalte effizienter aufgenommen und konnten in der Klausur auf einer höheren Abstraktionsebene als zuvor reproduziert werden.

Durch die Verwendung von Metaphern für Konzepte der objektorientierten Programmierung und die bewusste Entkopplung der Konzepte von Computereingaben durch Papierübungen wurde für die Medientechniker eine neue Herangehensweise an die Informatik ermöglicht, die in den nächsten Jahren evaluiert und weiterentwickelt werden soll.

Literatur

Brehm, L., Günzel, H. (2018): "Learning Lab „Digital Technologies“ – Concept, Streams and Experiences", in: 4th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'18). Universitat Politècnica de València, València, pp. 1271-1278

Hromkovič, J.: Informatik im Kontext der allgemeinen Bildung, in: Informatik Spektrum Band 42, Heft 2, April 2019, S. 82

Jacob, A., Teuteberg, F.: Game-Based Learning, Serious Games, Business Games und Gamification – Lernförderliche Anwendungsszenarien, gewonnene Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen, in: S. Strahinger, C. Leyh (Hrsg.): Gamification und Serious Games, Edition HMD, DOI 10.1007/978-3-658-16742-4_8, 2017

Peyer, A., Künzli, R. (1999): „Metaphern in der Didaktik“. In: Zeitschrift für Pädagogik 45, S. 177-194

Udo Garmann

Studium der Informatik (FAU / Universität Erlangen). Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der FH Regensburg. Promotion zum Thema Computer Based Training (CBT) und Künstliche Intelligenz an der FAU. Selbstständiger Entwickler im Bereich CBT und Internet. Seit 2001 Professor für Medieninformatik an der Technischen Hochschule Deggendorf.

Angaben zu den Autoren

Marcus Barkowsky

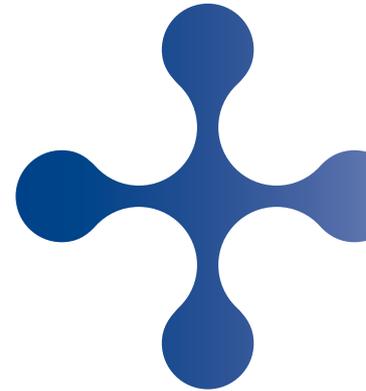
Studium und Promotion in der Elektrotechnik (Universität Erlangen), zunächst Associated Professor an der Universität Nantes, seit 2018 Professor für Interaktive Systeme und Internet of Things an der Technischen Hochschule Deggendorf, Forschung in Quality of Experience in Videoanwendungen und Interaktiven Systeme für die Lehre



Kompetenzen in der Lehre fördern

Warum ist das Erlernen von Softwareentwicklung so schwierig?

Daniela Zehetmeier, Axel Böttcher, Veronika Thurner, Hochschule München



Zusammenfassung

In unseren informatiknahen Studiengängen empfinden viele unserer Studierenden die Module zur Softwareentwicklung in den ersten Semestern als „schwierig“. Wir als Lehrende sehen einen wesentlichen Grund für diese Schwierigkeiten darin, dass die Fähigkeit des abstrakten Denkens bei unseren Erstsemester-Studierenden nicht ausreichend entwickelt ist. Die Fähigkeit des abstrakten Denkens gilt (neben logischem und analytischem Denken) aber als essenzielle Voraussetzung für informatisches Lernen. Um unsere These evidenzbasiert zu untermauern, haben wir ein diagnostisches Testinstrument entwickelt. Grundlage ist ein Kompetenzmodell, welches verschiedenste Definitionen und Beschreibungen typischer abstraktionsbezogener Denkprozesse aus der Literatur zusammenfasst. Die Auswertung einer Diagnostik von 134 Studierenden zeigt, dass diese Kompetenz notwendig ist, um die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Softwareentwicklung zu erlernen. Um dieser Erkenntnis Rechnung zu tragen, verankern wir die Kompetenz des abstrakten Denkens stärker und expliziter in der Lehre, beispielsweise durch die Definition dezidierter Lernziele für abstraktes Denken und durch gezielte Lehr-/Lernmaterialien und Übungen.

1. Motivation und Einführung

In unseren informatiknahen Studiengängen empfinden viele unserer Studierenden die Module zur Softwareentwicklung in den ersten Semestern als „schwierig“. Wir als Lehrende vermuten, dass ein wesentlicher Grund für diese Schwierigkeiten darin liegt, dass die Fähigkeit des abstrakten Denkens bei unseren Erstsemester-Studierenden nicht ausreichend entwickelt ist.

Die Fähigkeit des abstrakten Denkens wird (neben logischem und analytischem Denken) als essenzielle Voraussetzung für informatisches Lernen betrachtet (Kramer, 2007; Wing, 2006). Obwohl diese Relevanz des abstrakten Denkens allgemein anerkannt ist, gibt es keine konsistente und vollständige Definition dieser Kompetenz. Es wurde bislang auch nicht wissenschaftlich nachgewiesen, dass die Kompetenz ein Schlüssel für den Erwerb von Informatik-Kenntnissen und damit für deren Relevanz im Curriculum ist.

Unser Ziel war es deshalb, eine konsistente Definition und ein diagnostisches Testinstrument zur Bewertung der Kompetenz des abstrakten Denkens zu entwickeln und damit die These zu prüfen, dass diese Fähigkeit

1. notwendige Voraussetzung für den Kompetenzerwerb in Softwareentwicklung ist
2. bei unseren Erstsemester-Studierenden nicht ausreichend entwickelt ist.

Auf dieser Basis können anschließend Lehrkonzepte verbessert und an die Bedürfnisse der Studierenden angepasst werden.

2. Konzeptualisierung der Kompetenz

Wir haben zunächst die Kompetenz des abstrakten Denkens konzeptualisiert und ein Kompetenzmodell entwickelt, welches verschiedenste Definitionen und Beschreibungen typischer Denkprozesse aus der Literatur zusammenfasst (Zehetmeier et al., 2019). Die Konzeptualisierung ist das Ergebnis einer Clusteranalyse, bei welcher wir die folgenden drei Komponenten identifizierten. Die verwendeten Verben beschreiben dabei die wesentlichen Tätigkeiten, die abstraktes Denken auszeichnen:

1. *Commonalities and Differences*: Gemeinsamkeiten identifizieren, um diese zusammenzufassen – und Unterschiede bestimmen, um diese zu normalisieren (z. B. durch Parametrisierung).
2. *Hide and Keep*: Entscheiden, welche Informationen für einen bestimmten Zweck essenziell sind und welche nicht.
3. *Expand*: Theoretische Beziehungen zwischen Objekten oder Prozessen herstellen.

3. Design des Testinstruments

Auf Basis der identifizierten Cluster entwickelten wir ein Testinstrument zur Messung der Abstraktionsfähigkeit. Das Testinstrument setzt bewusst kein informatives Fachwissen voraus, sodass es bereits zu Beginn des Studiums einsetzbar ist. Es bildet allerdings typische, für die Softwareentwicklung erforderliche Ideen, Prinzipien und Konzepte ab, die abstraktes Denken erfordern. Als ein Beispiel für die entwickelten Test-Items betrachten wir hier die Aufgabe „Passwort-Sicherheitsstatus“, die der Komponente „Commonalities and Differences“ zuzuordnen ist. Abbildung 1 zeigt den einleitenden Text dieser Aufgabe.

Passwort-Sicherheitsstatus

Auf vielen Internet-Seiten wird Ihnen angezeigt, ob ein Passwort schwach, mittel oder stark ist. Sie wollen herausfinden, welche Kriterien dem Vorgang einer bestimmten Homepage zugrunde liegen. Dazu geben Sie verschiedene Passwörter ein und notieren sich den angezeigten Status. Das Ergebnis dieser Recherche finden Sie in der folgenden Tabelle.

Passwort	Status
Servus	schwach
Baum36	schwach
T?08	schwach
\$5&-!?	schwach
SteffisPassworT	mittel
!informatik	mittel
urlaubindien2013	mittel
studium	mittel
20!7-!0	mittel
B3!\$p!3l	stark
§Passwort&	stark
TH3OPW!	stark
§4%68?9!a	stark
6PassWort	stark

Abb. 1: Einleitender Text zu einer beispielhaft ausgewählten Aufgabe aus dem Testinstrument

Zunächst sollen die Studierenden die folgenden drei Fragen beantworten:

- a. Aus welchen Bestandteilen setzen sich die verschiedenen Passwörter zusammen?
- b. In welchen Bestandteilen und anderen Merkmalen unterscheiden sich die Passwörter von schwach und mittel?
- c. In welchen Bestandteilen und anderen Merkmalen unterscheiden sich die Passwörter von stark und mittel?

Warum ist das Erlernen von Softwareentwicklung so schwierig?

Im zweiten Teil der Aufgabe sollen die Studierenden die zugrundeliegenden Regeln für die Sicherheitsstufen der Passwörter aus den gegebenen Beispielen heraus abstrahieren und mit eigenen Worten beschreiben, wie in Abbildung 2 gezeigt.

Regeln

Wie lautet die vollständige Regel zur Bestimmung der Sicherheitsstatus?

Status	Regel
schwach	Ein Passwort wird als schwach eingestuft, wenn ...
mittel	Ein Passwort wird als mittel eingestuft, wenn ...
stark	Ein Passwort wird als stark eingestuft, wenn ...

Abb. 2: Fragen nach den Bildungsregeln der drei Sicherheitsstufen der Passwörter aus Abbildung 1

Begleitend zum Test wurde ein Kodiermanual erstellt, um die textuellen Antworten der Studierenden möglichst objektiv und damit einheitlich bewerten zu können. Jede Antwort wird in zwei Dimensionen bewertet: in der Dimension Korrektheit sowie in der Dimension Abstraktionsniveau. Die Dimension Korrektheit unterscheidet nach „richtig“ und „falsch“. Für die Dimension Abstraktionsniveau wurden die Abstufungen „konkret“, „spezifisch“ und „generisch“ identifiziert. Darüber hinaus sind für jede Dimension Codes vorgesehen, die angeben, ob die Antwort

leer ist, oder ob die Antwort ohne Bezug zur Fragestellung formuliert ist. Für jede Frage werden in diesem Kodiermanual Zuordnungskriterien für die Antworten zu den Abstufungen vorgegeben. Um die treffende Zuordnung der studentischen Antworten zu den Kodierungen zu erleichtern, führt das Kodiermanual Zitate studentischer Antworten auf. In der hier beispielhaft betrachteten Aufgabe (Regel für schwache Passwörter) sind dies:

1. In der Abstufung „konkret“ ist das Zuordnungskriterium: „Beschreibung der Wörter, aber keine Regel“. Typische Zitate, für dieses Kriterium sind:
 - „... mehr als sieben Zeichen verwendet ...“
 - „... zwischen Groß- und Kleinschreibung gewechselt ...“
 - „... Sonderzeichen als Zifferersatz ...“
 - „... lang genug, aber keine Spezialzeichen vorhanden ...“
2. In der Abstufung „spezifisch“ ist das Zuordnungskriterium: „Zusätzliche Regeln eingeführt, um die gegebenen Beispiele spezifischer zu beschreiben“. Zitate:
 - „... mehr als sieben Zeichen, unregelmäßige Groß- und Kleinschreibung ...“
 - „... sieben Zeichen oder mehr, aber keine Ziffer und/oder kein Großbuchstabe ...“
3. In der Abstufung „generisch“: ist das Zuordnungskriterium: „Regelbeschreibung, die alle gegebenen Beispiele klassifiziert ohne zusätzliche spezifische Einschränkungen zu beschreiben.“
 - „... mindestens sieben Zeichen und zwei der vier Bestandteile genutzt ...“
 - „... mehr als sechs Zeichen, aber nur aus Zeichen von bis zu zwei verschiedenen Zeichengruppen ...“

4. Auswertung und Ergebnisse

Zu Beginn des Wintersemesters 2017/18 wurde der Test von 134 Studierenden im Rahmen einer Erstsemester-Pflichtveranstaltung der Bachelor-Studiengänge Informatik und Scientific Computing bearbeitet. Davon waren 129 Studierende im ersten Fachsemester und fünf Wiederholer aus einem höheren Semester. Die Bewertung der Antworten zu den insgesamt 61 Items erfolgte mit Hilfe des Kodiermanuals. Bei 24 offenen Items, die das eigenständige Erstellen einer Abstraktion fordern, ist es möglich Rückschlüsse auf das Abstraktionsniveau zu ziehen. Bei den restlichen 37 Items handelt es sich meistens um gebundene Items, bei denen Studierende z. B. gegebene Abstraktionen anhand des Abstraktionsgrades anordnen oder gegebene Abstraktionen anhand der zugrundeliegenden Informationen vervollständigen müssen.

Anschließend wurde als Erstes die Qualität des Testinstruments untersucht. Die Reliabilität, gemessen als interne Konsistenz mit dem Koeffizienten Cronbach's Alpha, liegt für die Skalen beider Dimensionen (also Korrektheit und Abstraktion) bei 0,8, was auf eine gute Messgenauigkeit hinweist. Um die Objektivität der Messung zu prüfen, wurden 10% der Tests zufällig ausgewählt und von einer zweiten, unabhängigen Person bewertet. Diese Person erhielt vorab eine so genannte Rater-Schulung. Die Übereinstimmung der Bewertungen kann mit Cohen's Kappa bestimmt werden und beträgt für die Skala Korrektheit 0,87 und für die Skala Abstraktionsniveau 0,92, gemittelt über alle Items der jeweiligen Skala. Die psychometrische Schwierigkeit der Items, gemessen an der Korrektheit, variiert von einfach bis schwierig, wobei der Großteil der Items im mittleren Schwierigkeitsbereich liegt, d.h. von 20% - 80% der Studierenden korrekt gelöst wurde. Dies ermöglicht es, die Studierenden auf dem ganzen Leistungsspektrum zu beurteilen.

Bei einer Betrachtung der Dimension Korrektheit über die Gesamtheit der Studierenden, zeigt sich, dass insgesamt 61,6% aller Fragen korrekt beantwortet wurden. Die Antworten verteilen sich über 29,5% leichte, 59% mittlere und 11,5% schwere Aufgaben. Für die Perspektive Abstraktionsniveau wird keine psychometrische Schwierigkeit berechnet, da es sich um eine Ordinalskala handelt. Eine Verteilung der Häufigkeiten über die einzelnen Abstraktionsniveaus sieht wie folgt aus: 18% fehlende oder unpassende Antworten, 24% konkrete Antworten, 11% spezifische Antworten und 47% generische Antworten.

Für die hier beispielhaft vorgestellten Items zur Bildungsregel für Passwörter gelten folgende Ergebnisse: Die Regel für schwache Passwörter wurde von 57,5% generisch beantwortet, die Regel für starke Passwörter nur von 40,3%. Für schwache Passwörter waren 55,2% der Antworten korrekt, bei starken Passwörtern lag dieser Wert nur bei 25,4%. Beide Items sind damit von mittlerer psychometrischer Schwierigkeit.

Für eine Teilkohorte aus dem Studiengang Bachelor Informatik, bestehend aus 45 Personen, konnte das Testergebnis zu dem in der Modulabschlussprüfung von „Softwareentwicklung I“ erzielten Ergebnis in Beziehung gesetzt werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt. Dabei ist die erreichte Note über der im Abstraktionstest erreichten Punktzahl dargestellt. Die Notenskala enthält als höchsten Wert die „Note“ 6, die wir verwendet haben, um die fehlende Zulassung zur Prüfung zu kodieren. (Die Prüfungszulassung wird durch Bestehen des Praktikums erworben.) Es handelt sich dabei also nicht um eine Note im eigentlichen Sinne.

Es gibt keine Studierenden, die im Abstraktionstest wenig Punkte erzielt, aber dennoch eine gute Note in der Prüfung erlangt haben, was durch das eingeblendete Dreieck im linken unteren Bereich angedeutet ist. Dies ist ein großes Indiz für die

Warum ist das Erlernen von Softwareentwicklung so schwierig?

These, dass die Fähigkeit des abstrakten Denkens notwendige, aber nicht hinreichende, Voraussetzung für Kompetenzentwicklung in der Softwareentwicklung ist. Dieses Ergebnis ist für uns einerseits überraschend, da die Notwendigkeit des abstrakten Denkens für die Softwareentwicklung deutlicher zu sehen ist als erwartet. Dass die Kompetenz nicht der einzige Einflussfaktor (also nicht hinreichend) ist, verwundert uns aufgrund der zahlreichen Kernkompetenzen, die als Grundlage für das Erlernen von Softwareentwicklung genannt werden, hingegen wenig.

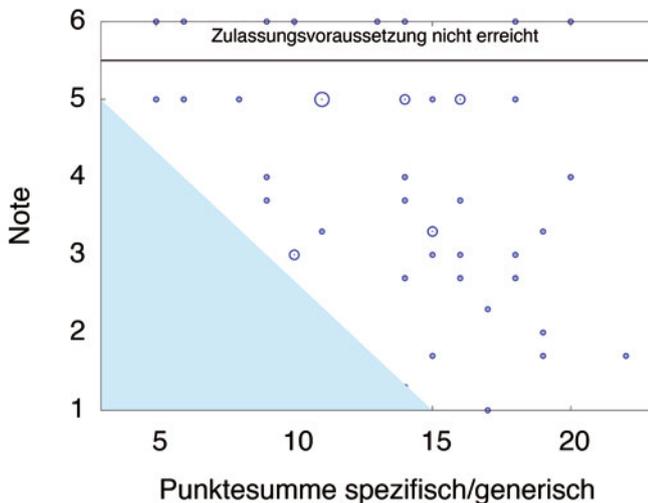


Abb. 3: Darstellung des Zusammenhangs zwischen der erreichten Punktezahl im Abstraktionstest und der erreichten Note in der Modulabschlussprüfung. Dabei spiegelt die Größe der Marker die Anzahl der Studierenden an diesem Punkt wieder.

5. Anpassung von Lehrkonzepten

Im Prozess der Softwareentwicklung gibt es eine klare Reihenfolge von Modellierung und anschließender Implementierung. In der Modellierungsphase wird die Kompetenz des abstrakten Denkens gebraucht. Hier werden zielbezogenen Gemeinsamkeiten identifiziert und Unterschiede bestimmt. Zusätzlich werden Beziehungen zwischen Objekten oder Prozessen hergestellt, um diese anschließend in Software abbilden zu können. Insbesondere die Modellierungsphase erfordert in hohem Maße die höheren Ebenen (Analysieren, Evaluieren, Kreieren) der Bloom'schen Lernzieltaxonomie (Anderson, 2001). Ein bestehendes Modell in Software umzusetzen, beschränkt sich dagegen weitgehend auf Kompetenzen auf den unteren drei Ebenen (Erinnern, Verstehen, Anwenden).

Die Auswertung des Abstraktionstests hat gezeigt, dass unsere Studierenden in der für die Modellierungsphase essenziellen Kompetenz des abstrakten Denkens Defizite aufweisen. Beispielsweise müssen Studierende zum Lösen der Passwortaufgabe Gemeinsamkeiten der Passwörter in der jeweiligen Status-Kategorie identifizieren, sowie deren Unterschiede bestimmen. Danach müssen Beziehungen ergänzt werden, welche die Status-Kategorien voneinander abgrenzen. Im Abstraktionstest konnten jedoch nur 40% der identifizierten Regeln für starke Passwörter als generisch eingestuft werden.

Aus diesen Erkenntnissen ziehen wir den Schluss, dass wir in der Lehre mehr Wert auf die Separation von Modellierung und Implementierung legen müssen. Weiter sollte der Fokus auch in Erstsemesterveranstaltungen von der Implementierung stärker auf die Modellierung verschoben werden.

Als Vorbereitung der Lehrveranstaltung Softwareentwicklung I haben wir diejenigen modulspezifischen Lernziele identifiziert, für deren Erreichung in besonderem Maße die Fähigkeit zum

abstrakten Denken vorhanden sein muss, wie beispielsweise „Sie implementieren eine einfache Klasse in Java“. Die Punkte, an denen Abstraktionsfähigkeit nötig ist, haben wir herausgearbeitet, jeweils explizit thematisiert und als eigenständigen Lerninhalt dargestellt. Dazu wurde das Lernziel in einem nächsten Schritt verfeinert oder in mehrere Lernziele aufgeteilt, ähnlich zu „Sie wählen zur gegebenen Kategorie zweckbezogen wichtige Merkmale und Verhaltensweisen aus.“ als ein Lernziel bei der Implementierung von Klassen. Um das für die Modellierung erforderliche abstrakte Denken in der Lehre transparent zu machen, haben wir unsere impliziten Experten-Denkprozesse mittels Techniken wie think-aloud und decoding analysiert. Die Trennung von Modellierung und Implementierung wurde in jeder Unterrichtseinheit durch Pair-Teaching (Zehetmeier et al., 2018) und gleichbleibende Rollenverteilung unterstützt. Um das Beispiel-Lernziel zu erreichen, haben wir die Bildung von Kategorien und die Auswahl von Merkmalen im Modellierungsschritt hervorgehoben und in der Lehrveranstaltung diskutiert. Im Praktikum haben wir, angelehnt an das Vorgehen zur Unterstützung von heterogenen Gruppen durch Leitfragen (Zehetmeier et al., 2017), mehrere Lehr-Lern-Einheiten entwickelt, welche Leitfragen nutzen, um die Studierenden Schritt für Schritt durch einen Modellierungsprozess zu leiten.

Zusammenfassung

Basierend auf der Definition der Kompetenz Abstraktes Denken ist es gelungen, ein valides Messinstrument für diese Kompetenz zu entwickeln. Die Auswertung der Ergebnisse von 134 Studierenden zeigt, dass Abstraktes Denken eine notwendige, aber keine hinreichende Voraussetzung für den Erfolg im Modul „Softwareentwicklung I“ ist. Daraufhin wurde das Lehrkonzept angepasst, um die impliziten Denkprozesse sichtbar zu machen.

Eine Reflexionsstunde fünf Wochen nach Semesterbeginn hat gezeigt, dass die impliziten Denkprozesse in das Bewusstsein der Studierenden gerückt sind. Sie können nun artikulieren, dass sie am Denkprozess und nicht an der Implementierung scheitern. Dadurch können die Studierenden besser reflektieren und sind im Stande, ihre Fehlerquellen besser zu identifizieren, zu kategorisieren und zu kommunizieren. Dies macht es für Dozierende ein Stück weit einfacher, Hilfestellungen z. B. im Praktikum zu geben.

Die Lehrveranstaltungsevaluation zeigt eine positive Entwicklung. Eine signifikante Verbesserung zu Vorjahren ließ sich bei der Verständlichkeit der Veranstaltung (Evaluationsfrage „Komplizierte Sachverhalte werden für mich verständlich erklärt“) und der Abstimmung zum Vorwissen (Evaluationsfrage „Mein Vorwissen ist ausreichend, um der Lehrveranstaltung folgen zu können“) erzielen.

Literatur

Anderson, L. W. (2001): A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (1 ed.). (L. W. Anderson, D. R. Krathwohl, P. W. Airasian, K. A. Cruikshank, R. E. Mayer, P. R. Pintrich, ... M. C. Wittrock, Eds.) New York: Longman

Kramer, J. (2007): Is abstraction the key to computing? Communications of the ACM, Vol. 50, No. 4, pp. 36-42

Wing, J. M. (2006): Computational thinking. Communications of the ACM, Vol. 49, pp. 33-35

Zehetmeier, D., Böttcher, A., Thurner, V. (2017): Differenzierte Übungsblätter – Für Experten und solche die es werden wollen. In: MINT-Symposium, Nürnberg, September 2017

Kompetenzen in der Lehre fördern

Warum ist das Erlernen von Softwareentwicklung so schwierig?

Zehetmeier, D., Böttcher, A., Brüggemann-Klein, A. (2018): Designing Lectures as a Team and Teaching in Pairs. In: 4th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'18), Valencia, Juni 2018, pp. 873-880.

Zehetmeier, D., Böttcher, A., Brüggemann-Klein, A., Thurner, V. (2019): Defining the Competence of Abstract Thinking and Evaluating CS-Students' Level of Abstraction. In: HICSS-52 Invited Track CSEE&T: Software Engineering Education and Training. Tagungsband, Hawaii, pp. 7642-7651.

Angaben zu den Autorinnen und zum Autor

Daniela Zehetmeier

studierte Informatik und hat einen Masterabschluss von der TU München. Dort begann sie 2014 auch ihre kooperative Promotion im Bereich Informatik und Hochschuldidaktik. Seit 2013 arbeitet sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin im QPL-Projekt „Für die Zukunft gerüstet“.

Axel Böttcher

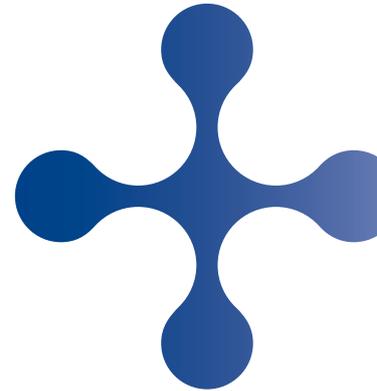
nach dem Studium der Mathematik wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Nachrichtentechnik des DLR. Danach tätig als Systemingenieur in der Telekommunikationsbranche. Seit 1999 Professor für Informatik an der Hochschule München. Forscht zur Fachdidaktik der Informatik, insbesondere im Rahmen einer Professur für innovative Lehre.

Veronika Thurner

hat an der Technischen Universität München Informatik studiert und dort auch promoviert. Seit 2007 bekleidet sie eine Professur für Software Engineering an der Fakultät für Informatik und Mathematik der Hochschule München.

Abstraktes Denken fördern durch interdisziplinäre Projektarbeit

Sarah Ottinger, Gudrun Socher, Veronika Thurner,
Fakultät für Informatik und Mathematik, Hochschule München



Zusammenfassung

Abstraktes Denken – als Teilkomponente von „computational thinking“ – stellt in der heutigen hoch-dynamischen, flexiblen und globalen Arbeitswelt eine essentielle Fähigkeit dar. Für Studierende sowie Absolventinnen und Absolventen kristallisiert sich ein hohes Abstraktionsvermögen als klarer Wettbewerbsvorteil heraus, wenn es darum geht, eine Aufgabe abstrakt zu modellieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und diese formalisiert so darzustellen, dass sie sowohl von einer Maschine als auch einem Menschen ausgeführt werden können. In diesem Beitrag wird ein innovatives Lehr- und Lernkonzept zur Förderung von abstraktem Denken durch interdisziplinäre, werkzeuggestützte Projektarbeit vorgestellt.

Dieses Konzept beinhaltet die Erstellung sprachbasierter virtueller Assistenten durch fachlich gemischte Studierendenteams (Informatik- und Tourismus-Studierende), um abstraktes Denken, Kooperationsfähigkeit sowie unternehmerisches Handeln zu trainieren.

Ergebnisse der Evaluation zeigen, dass abstraktes Denken durch die interdisziplinäre, werkzeuggestützte Projektarbeit wirksam gefördert werden kann. Es werden weitere Ansätze zur Messung und Förderung abstrakten Denkens diskutiert und Möglichkeiten präsentiert, um die Kooperationsfähigkeit zwischen Studierenden unterschiedlicher Fachdisziplinen in Zukunft verstärkt zu unterstützen.

1. Theoretischer Hintergrund

Statistiken zur Arbeitssituation weisen darauf hin, dass der Bedarf nach Absolventinnen und Absolventen mit digitalen Kompetenzen branchen- und funktionsübergreifend steigt (Kirchherr u. a., 2018). Bedeutet dies, dass informatische Konzepte und Denkweisen in allen Studiengängen unterrichtet werden müssen? Sicherlich lässt sich darüber streiten, wie stark sich die Berufsbilder infolge der Digitalisierung zukünftig ändern werden. Eindeutig ist nur, dass Softwaresysteme derzeit schon nahezu alle Bereiche des privaten und beruflichen Lebens durchdringen, was eine erhöhte Mensch-Computer-Interaktion mit sich bringt.

Zudem verstärkt sich die Komplexität und Dynamik der Arbeitswelt. Das Tempo der Märkte erhöht sich, die Bedürfnisse der Kunden werden individueller und die Zusammenarbeit mit verschiedensten Stakeholdern erfolgt über Ländergrenzen hinweg (Schnabel, 2017). Dies führt dazu, dass neue Anforderungsprofile, Aufgabenfelder und Kompetenzbereiche entstehen. Für Lehrende stellt sich die Frage, welche Kompetenzen zukünftig intensiver fokussiert werden sollen, und wie derartige Förderungen erfolgreich in Lehrveranstaltungen integriert werden können, sowohl für IT-affine als auch IT-ferne Studierende.

1.1. Kompetenzen für die Arbeitswelt von heute und morgen

Wenn es um Qualifikationen im Bereich der Digitalisierung geht, sind nicht nur IT-Fachkenntnisse gemeint, sondern jegliche Kompetenzen, die dazu befähigen, den digitalen Fortschritt geschickt zu nutzen. In der Vergangenheit wurden verschiedene theoretische Modelle konzipiert, die diese Kompetenzen aufgreifen.

Der Stifterverband unterscheidet drei wesentliche Kompetenzbereiche im Kontext von „Future Skills“: technologische Fähigkeiten (z. B. Web-Entwicklung, nutzerzentriertes Designen und Tech-Translation), digitale Grundfähigkeiten (z. B. digital Literacy, Kollaboration und agiles Arbeiten) sowie klassische Fähigkeiten (z. B. Problemlösefähigkeiten, Durchhaltevermögen und Kreativität). Auch das Rahmenmodell von Davies, Fidler & Gorbis (2011) beinhaltet digitale und nicht-digitale Kompetenzen.

„Computational thinking“ wird als Schlüsselkompetenz hervorgehoben und umfasst die Fähigkeit, (große Mengen) an Daten in abstrakte Konzepte zu fassen und datenbasiert zu begründen. Nach Wing (2006) impliziert „computational thinking“ aber auch die Formulierung eines Problems sowie die Repräsentation der Problemlösung, so dass diese sowohl von einem Menschen als auch einer Maschine ausgeführt werden kann. Dazu zählt unter anderem auch das Abstrahieren von strukturellen Entitäten (statische Abstraktionsfähigkeit) und das Identifizieren von sequenziellen und parallelen Prozessen (dynamische Abstraktionsfähigkeit). „Computational thinking“ wird somit als Grundvoraussetzung für das erfolgreiche Entwickeln von Programmen, für das Automatisieren und Delegieren von Prozessen, betrachtet, da es sich im Wesentlichen auf das konzeptuelle Verständnis von Programmierkonzepten bezieht.

Abstraktes Denken stellt die Kernkomponente von „computational thinking“ dar (Bucci, Long & Weide, 2001; Wing, 2008) und beinhaltet den Prozess, Gemeinsamkeiten zwischen verschiedenen Daten und Strukturen zu erkennen, von Instanzen ausgehend zu generalisieren und zu parametrisieren, sowie relevante von irrelevanten Details zu unterscheiden. Aus verschiedenen Perspektiven wird abstraktes Denken als zentrale Schlüsselqualifikation vieler technischer Disziplinen anerkannt und gewinnt auch in anderen Domänen zunehmend an Bedeutung.

1.2. Projektorientiertes Lernen als Ansatz zur Förderung von „computational thinking“ und abstrakten Denken

Nach Bell (2010) eignet sich besonders projektorientiertes Lernen dazu, „computational thinking“ zu entfachen. Projektorientiertes Lernen erfordert die Formulierung und Implementierung der Projektidee. Gleichzeitig werden dabei auch Kollaborationsfähigkeit, Kreativität sowie unternehmerisches Handeln aktiv gefördert.

2. Ziele der interdisziplinären Projektarbeit

Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von IT-affinen und IT-fernen Studierenden in Projekten mit digitaler Ausrichtung werden die IT-fernen Studierenden mit abstrakten Denkweisen vertraut. Dabei erarbeiten sie sich informatische Konzepte auf motivierende Art und Weise. Gleichzeitig vertiefen die IT-affinen Studierende ihre abstrakte Denkweise sowie ihre Expertise in der Softwareentwicklung und stärken ihre überfachlichen Kompetenzen, wie Kollaborationsfähigkeit und unternehmerisches Handeln.

Es gibt viele Themenfelder, die sich für interdisziplinäre Projektarbeit eignen. Unser Ziel ist die Förderung von „computational thinking“ im Zusammenhang mit Digitalisierung und digitaler Transformation, da wir hier einen großen Bedarf sehen. Wir haben deshalb das Erstellen von sprachgestützten, virtuellen Assistenten (Voice-Apps) als Thema gewählt, da es innovative Technologien, neue Produkte sowie eine Vielzahl an neuen digitalen Werkzeugen in diesem Bereich gibt. Entsprechend bietet dieser Bereich eine geeignete Möglichkeit, IT-ferne Studierende einer Anwendungsdomäne (z.B. Tourismus-Studierende) und IT-affine Studierende der Informatik zusammenarbeiten zu lassen. Dabei definieren die Studierenden der Anwendungsdomäne eine Produktvision und erschließen die individuellen Anforderungen an die Voice-App, während die Informatik-Studierenden stärker die softwaretechnische Umsetzung fokussieren.

Aufgrund ihres ausgereiften Designs können die z.B. von Google oder Amazon zur Verfügung gestellten web-basierten Werkzeuge auch von Studierenden ohne Programmierkenntnisse genutzt werden, um Voice-User-Interfaces (Voice UIs) zu erstellen und mit diesen zu experimentieren. So können auch die Studierenden der Anwendungsdomäne selbst aktiv den Entwurf von Dialogen zwischen Mensch und Maschine (d.h. Voice-App) gestalten und Dialoge unmittelbar testen. Digitale Produkte werden digital gestaltet und verfeinert. Der Einsatz von z.B. der Speech Synthesis Markup Language (Amazon, 2019) ist ein erster Schritt in Richtung Programmieren von Sound- und Prosodie-Effekten. Solche Effekte sowie die Dialoge als Ganzes können durch die web-basierten Werkzeuge unmittelbar ausprobiert und gehört werden. Dieses sofortige Feedback hilft beim Erstellen des digitalen Produkts, belohnt die Arbeit und zeigt sofort, ob die Strukturierung eines Dialogs erfolgversprechend ist. Für die Kollaboration und Dokumentation werden ebenfalls digitale Werkzeuge eingesetzt (in unserem Fall Github mit Github Issues und dem agilen Github Project Boards).

Inwieweit das Ziel der Förderung des „computational thinking“ erfolgreich umgesetzt werden konnte, wird anhand eines Prä- und Posttests überprüft. Zudem setzt sich das Lehr- und Lernkonzept zum Ziel, Studierende aus unterschiedlichen Fachdisziplinen dazu zu ermutigen, eigenständig aber dennoch als Team sowie aus eigenem Antrieb im Sinne des Projekts zu arbeiten.

3. Umsetzung und Verankerung der interdisziplinären Projektarbeit

Das Lehr- und Lernkonzept zur Förderung von „computational thinking“ beinhaltet Phasen (siehe Tabelle 1), die den Lernprozess der Studierenden unterstützen. Zu Beginn der Veranstaltung gibt es für jede der beiden Studierendengruppen eine thematische Einführung. Die Studierenden der Informatik lernen zunächst die technischen Grundlagen von Sprachassistenten (in diesem Fall eine Alexa Voice-App) sowie den Umgang mit den Werkzeugen, die bei deren Konzeption und Umsetzung zum Einsatz kommen. Die Aufgabe der Studierenden der Anwendungsdomäne besteht darin, eine Produktvision für den Sprachassistenten zu definieren und anschließend den für ein Minimum Viable Product (MVP) erforderlichen Dialog zwischen dem Sprachassistenten und der nutzenden Person so zu strukturieren, dass dieser funktionsfähig umgesetzt werden kann. Die Studierenden der Anwendungsdomäne erstellen mithilfe des Werkzeugs Voiceflow (2019) einen ersten statischen, d.h. hard-codierten Prototyp, und versuchen im Rahmen eines ersten Pitches ein Entwicklerteam – bestehend aus den Studierenden der Informatik – zu gewinnen. Damit startet die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Studierenden der Informatik und des Tourismusmanagements. Innerhalb der interdisziplinären Teams geben die Studierenden der Informatik

Kompetenzen in der Lehre fördern

Abstraktes Denken fördern durch interdisziplinäre Projektarbeit

den Tourismus-Studierenden Feedback zum Entwurf ihres Dialogs, der dem jeweiligen Prototyp zugrunde liegt. Basierend darauf wird anschließend das Voice UI kollaborativ adaptiert. Auch wenn die Studierenden größtenteils ihre natürlichen Rollen einnehmen, d.h. die Informatik-Studierenden die Geschäftslogik implementieren und die Studierenden der Anwendungsdomäne bei der Gestaltung der Dialoge die Wünsche und Anforderungen der zukünftigen Nutzer berücksichtigen, trainieren alle Studierenden ihr Abstraktionsvermögen. Sowohl

das Identifizieren der Wünsche und Anforderungen sowie der dahinter liegenden Intentionen (im Fachjargon der Voice UIs bezeichnet als Intents) als auch das Strukturieren der Dialoge in Intents erfordern statische bzw. dynamische Abstraktionsfähigkeit. Die Studierenden der Anwendungsdomäne bekommen durch den Werkzeugeinsatz sofortiges Feedback und spielen dadurch in der digitalen Projektarbeit einen aktiveren Part als in traditionellen Studierendenprojekten, da sie nicht nur Anforderungen identifizieren, sondern zusätzlich das Voice UI liefern.

Teilaufgabe	Studierende der Informatik	Studierende der Anwendungsdomäne
Einführung in Voice-Assistenten	Beispiele und Tutorial zum Aufsetzen einer ersten Voice-App	Beispiele und Simulation von Dialogen mit zwei Dialogpartnern
Voice-App Idee und Aufbau	Invocation, Intents, Slots	Ideenfindung und MVP
Konzeption der Voice-App	Requirements Engineering	Spezifikation von ersten Dialogen
Werkzeugeinsatz	Alexa Developer Konsole, Github	Voiceflow, Github
1. Pitch: Studierende der Anwendungsdomäne pitchen ihre Ideen und gewinnen Entwicklerteams für sich		
1. Sprint	1. Release	Verfeinerung der Dialoge
2. Sprint	2. Release	Testen des 1. Release und Change Requests
2. Pitch: Voice-App-Demos durch Informatik-Studierende		
3. Sprint	3. Release	Testen des 2. Release und finale Änderungswünsche
3. Pitch: Abschlusspräsentation mit Gästen		

Tab. 1: Struktur des Lehr-Lernprozesses für das interdisziplinäre Projekt zur Entwicklung von Voice-Apps über den Semesterverlauf hinweg

4. Evaluation der interdisziplinären Projektarbeit

Die Evaluation des innovativen Lehr- und Lernprojekts soll die Frage beantworten, inwieweit mit werkzeuggestützter, interdisziplinärer Projektarbeit tatsächlich abstraktes Denken gefördert werden kann. Die methodische Basis stellt ein neu entwickelter Test zur Messung von statischer und dynamischer Abstraktionsfähigkeit dar. Zusätzlich fand eine informelle Befragung einzelner Studierender statt.

4.1. Test zur Erfassung statischer und dynamischer Abstraktionsfähigkeit

Der Test umfasst zwei Aufgaben, die den Studierenden zwei Wochen nach Semesterbeginn sowie gegen Ende des Semesters (11. Woche) vorgelegt wurden. Die erste Aufgabe adressiert statische Abstraktionsfähigkeit, indem die getestete Person 22 verschiedene Kaffeespezialitäten einer gegebenen Kaffeekarte so strukturieren soll, dass ein/e neue/r Barista diese zügig überblicken und zubereiten könnte. Anhand der zweiten Aufgabe soll die dynamische Abstraktionsfähigkeit der Studierenden getestet werden. Diese erfordert die Dokumentation der in Aufgabe 1 vollzogenen (Gedanken-) Prozesse. Zentral ist dabei die Berücksichtigung der zeitlichen Abfolge der Prozesse, so dass mithilfe der gelieferten Dokumentation eine ähnliche Aufgabe erfolgreich ausgeführt werden könnte. Es sollen also die Prozesse, die nötig sind, um eine Fülle an Daten zu strukturieren, so repräsentiert werden, dass die Konsequenzen dieser Prozesse zu einem erfolgreichen Resultat führen. Die Bearbeitungszeit für die erste Aufgabe beträgt 20 Minuten, für die zweite Aufgabe 15 Minuten. Zur systematischen Auswertung des Tests wurde ein Codiermanual erstellt, das fünf Variablen (S1-S5) zur Operationalisierung von statischer und drei Variablen (D1-D3) zur Operationalisierung von dynamischer

Abstraktionsfähigkeit beinhaltet. Zudem wurde auch das Reflexionsvermögen im Kontext der zweiten Aufgabe erfasst (R1 & R2). Zentral ist dabei, inwiefern die Studierenden in ihren Dokumentationen die spätere Umsetzung der Prozesse im Hinblick auf deren Benutzbarkeit (Usability), Performanz und Qualität explizit berücksichtigen. In Tabelle 2 sind die konzeptuellen Beschreibungen aller Variablen aufgelistet.

Variable	Beschreibung
S1	Kategorien bilden und strukturieren
S2	Attribute identifizieren und parametrisieren
S3	Kategorien strukturiert darstellen
S4	Formale Notationen einführen und konsistent verwenden
S5	Kombinationsmöglichkeiten korrekt und vollständig erkennen
D1	Kohärente Abfolge von Teilschritten identifizieren
D2	Kohärente Abfolge von Teilschritten strukturiert dokumentieren
D3	Bezugnahme zur eigenen Lösung, entsprechende Schritte generalisieren
R1	Fehler erkennen, Performanz beurteilen und Strategien reflektieren
R2	Anforderungen durch den Adressaten berücksichtigen

Tab. 2: Codierungsvariablen zur Beurteilung statischer und dynamischer Abstraktionsfähigkeit sowie zur Erfassung metakognitiver Aspekte

4.2. Ergebnisse des Prä- und Posttests

Von insgesamt 58 Studierenden (18 Tourismus-Studierende, 12 Informatik-Studierende, die an der interdisziplinären Projektarbeit teilgenommen haben, und 28 Informatik-Studierende, die an der Umsetzung sprachgesteuerter virtueller Assistenten in reinen Informatik-Teams gearbeitet haben) liegen Prä- und Posttestergebnisse zur statischen und dynamischen Abstraktionsfähigkeit vor. Für die Studierenden der Anwendungsdomäne (Tourismus-Studierenden) zeigt sich, dass durch die werkzeuggesteuerte, interdisziplinäre Projektarbeit die Fähigkeiten, Kombinationsmöglichkeiten korrekt zu erkennen und Kategorien sinnvoll auszuwählen (Variable S5, $z=-2.530$, $p=0.016$) sowie diese strukturiert darzustellen (Variable S3, $z=-2.585$, $p=0.008$, d. h. statisches abstraktes Denken) nachhaltig gefördert werden konnten. Im Hinblick auf die Variablen zur dynamischen Abstraktionsfähigkeit lassen sich keine signifikanten Unterschiede für die Tourismus-Studierenden feststellen. Die Informatik-Studierenden, die interdisziplinär mit den Tourismus-Studierenden zusammengearbeitet haben, legten nach der Umsetzung der Voice-Apps ebenfalls eine strukturiertere Darstellung der Kategorien (Variable S3, $z=-2.333$, $p=0.031$) sowie der Abfolge der Teilschritte (Variable D2, $z=-2.309$, $p=0.035$) dar. Allerdings können derartige Unterschiede für die anderen Variablen nicht berichtet werden. Die Testergebnisse der Informatik-Studierenden, die nicht Teil eines interdisziplinären Teams waren, weisen darauf hin, dass sich durch die werkzeuggesteuerte Projektarbeit deren statisches abstraktes Denkvermögen entlang der Fähigkeiten, Kategorien zu bilden (Variable S1, $z=-2.399$, $p=.023$) und strukturiert darzustellen (Variable S3, $z=-3.398$, $p<0.001$), Attribute zu identifizieren und zu parametrisieren (Variable S2, $z=-2.179$, $p=0.045$) sowie formale Notationen konsistent zu verwenden (Variable S4, $z=-2.324$, $p=0.033$) deutlich erhöht hat. Darüber hinaus scheint die werkzeuggesteuerte Projektarbeit dazu beigetragen zu haben, dass die Abfolge der Teilprozesse

strukturierter dargestellt werden konnte (Variable D2, $z=-2.443$, $p=0.018$). Allerdings ist anzumerken, dass die Benutzbarkeit ihrer Dokumentation für einen potentiellen Barista im Posttest weniger reflektiert wurde (Variable R2, $z=2.310$, $p=0.023$).

5. Diskussion

Die Ergebnisse der Evaluation geben einen ersten Hinweis darauf, dass mit interdisziplinärer, werkzeuggesteuerter Projektarbeit abstraktes Denken als eine Teilkomponente von „computational thinking“ effizient gefördert werden kann. Die Verwendung von digitalen Werkzeugen im Lehr- und Lernkonzept eröffnet den Studierenden ein unmittelbares Feedback über die Funktionsfähigkeit ihrer Voice-App. Mithilfe der benutzerfreundlichen Werkzeuge für die Erstellung von Voice-User-Interfaces können auch Studierende ohne Programmierkenntnisse eigenständig kleine Anwendungen entwickeln und so einen spielerischen Zugang zu informatischen Konzepten finden. Allerdings hat die informelle Umfrage ergeben, dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit von den Studierenden auch als große Herausforderung empfunden wird. Zu empfehlen ist zukünftig, dass vor Beginn der interdisziplinären Zusammenarbeit den Studierenden genügend Zeit eingeräumt wird, sich über ihre jeweiligen Rollen innerhalb des Projekts zu informieren (z. B. Informatik-Studierende als Software Engineers, Studierende der Anwendungsdomäne als Product-Owner) sowie dass sie mit den Werkzeugen eingearbeitet werden, die die virtuelle Zusammenarbeit effektiv unterstützen. Darüber hinaus könnten instruktionale Anleitungen (sog. Kollaborationsskripts) zum Einsatz kommen, die Lernaktivitäten und Lernprozesse auf Seiten der Studierenden anregen (Kierner, Wekerle & Kollar, 2018).

Insgesamt lässt sich sagen, dass die interdisziplinäre, werkzeuggestützte Projektarbeit ein großer Erfolg war. Im Rahmen der Abschlussveranstaltung wurden verschiedene, funktionsfähige Anwendungen (vom Städte-Quiz bis zum virtuellen Gesangsunterricht oder Kochassistenten) professionell präsentiert. Das zeigt, dass durch das innovative Lehr- und Lernkonzept sowohl fachliche als auch nicht-fachliche Kompetenzen gestärkt werden konnten. Die Studierenden hatten die Möglichkeit, multiple Perspektiven aufzubauen und auszutauschen. Eine weiterführende Evaluation muss zu den weiteren Kompetenzen, die gefördert werden sollen (z. B. Kooperationsfähigkeit sowie unternehmerisches Handeln) die entsprechenden Messinstrumente entwickeln. Im Hinblick auf den Test zur Messung statischer und dynamischer Abstraktionsfähigkeit würde es sich anbieten, zusätzliche Aufgaben zu ergänzen, die die Studierenden dazu auffordern, kleine technische Anwendungen eigenständig zu konstruieren und/oder zu validieren.

Literatur

- Amazon (2019): Speech Synthesis Markup Language (SSML) Reference. Aufgerufen am 07. April 2019 von <https://developer.amazon.com/docs/custom-skills/speech-synthesis-markup-language-ssml-reference.html>
- Bell, S. (2010): Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), pp. 39-43. doi: 10.1080/00098650903505415
- Bucci, P., Long, T. J., Weide, B. W. (2001): Do we really teach abstraction? *Proceedings of the 31th SIGCSE Technical Symposium on CS Education*, pp. 26-30. doi: 10.1145/366413.364531
- Davies, A., Fidler, D., Gorbis, M. (2011): Future work skills 2020. Institute for the Future for University of Phoenix Research Institute. Aufgerufen am 07. April 2019 von http://www.iff.org/uploads/media/SR-1382A_UPRI_future_work_skills_sm.pdf
- Kierner, K., Wekerle, C., Kollar, I. (2018): Kooperationskripts beim technologieunterstützten Lernen. *Lernen mit Bildungstechnologien: Praxisorientiertes Handbuch zum intelligenten Umgang mit digitalen Medien*, S. 1-15
- Kirchherr, J. W., Klier, J., Lehmann-Brauns, C., Winde, M. (2018): Future Skills: Welche Kompetenzen in Deutschland fehlen. *Future Skills-Diskussionspapier*, Hrsg. Stifterverband der deutschen Wissenschaft in Kooperation m. McKinsey & Company. Aufgerufen am 07. April 2019 von <https://www.stifterverband.org/download/file/fid/6360>
- Voiceflow (2019): Design, prototype, and publish voice apps. Aufgerufen am 08. Juni 2019 von <https://www.voiceflow.com/>
- Schabel, D. (06. September 2017): Kompetenzen für die Arbeitswelt von heute und morgen: 21st Century Skills and beyond. Aufgerufen von <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/blog/kompetenzen-fuer-die-arbeitswelt-von-heute-und-morgen-21st-century-skills-and-beyond>
- Wing, J. M. (2006): Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), pp. 33-35
- Wing, J. M. (2008): Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), pp. 3717-3725

Angaben zu den Autorinnen

Dr. rer. nat. Sarah Ottinger

Studium Physik (B.Sc.) und Mathematik (B.Ed., M.Ed.) an der TU München, Promotion im Bereich Didaktik der Mathematik an der LMU München und seit Oktober 2018 wissenschaftliche Referentin für Lehre an der Fakultät für Informatik und Mathematik der Hochschule München.

Prof. Dr. Gudrun Socher

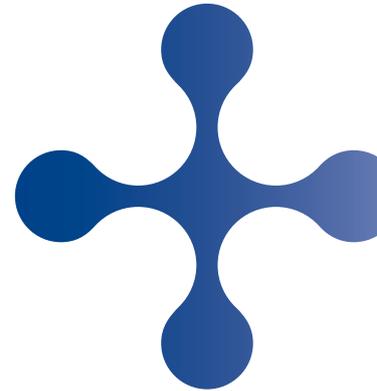
Studium der Informatik in Karlsruhe und Grenoble, Promotion in Bielefeld mit Aufenthalt am California Institute of Technology, dann im Silicon Valley Softwareentwicklerin u. a. bei Yahoo! und seit 2006 Professorin an der Hochschule München mit Schwerpunkten in Software Engineering und Mensch-Maschine-Interaktion.

Prof. Dr. Veronika Thurner

Studium der Informatik und Promotion an der Technischen Universität München. Seit 2007 bekleidet sie eine Professur für Software Engineering an der Fakultät für Informatik und Mathematik der Hochschule München.

Lernen über Modulgrenzen hinweg – Fachliche Schreibkompetenz in MINT- Fächern systematisch weiterentwickeln

Anne Nadolny, Monika Stöhr, Jan Weisberg,
Hochschule Hannover, University of Applied Sciences and Arts



Zusammenfassung

„Lernen über Modulgrenzen hinweg“ stellt sich der Herausforderung, eine Lehr-/Lernumgebung mit Bezug zum beruflichen Handeln zu schaffen, um dadurch die Handlungskompetenz – die Fähigkeit zu situationsangemessenem Handeln in beruflichen Kontexten – zu fördern. Dieses Handeln ist komplex und erfordert ein routiniertes Anwenden von Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten.

Das Studium berücksichtigt diese Anforderung jedoch nur bedingt. Lernen bezieht sich häufig auf ein Modul, wodurch der Transfer von Wissen aus einem Modul in die nachfolgenden erschwert wird. Für das konkrete Handeln ist dieser Transfer aber nötig, denn Handeln orientiert sich nicht an Modulgrenzen, sondern an zu lösenden Aufgaben – und das erfordert modulübergreifendes Denken.

Dieser Grundgedanke wird exemplarisch an der Entwicklung von Schreibkompetenz in einem ingenieurwissenschaftlichen Studiengang aufgezeigt. Durch stetiges feedbackgestütztes Üben, Wiederholen und Reflektieren in unterschiedlichen Fachkontexten bzw. Modulen werden die Schreibroutine und die Fähigkeit zu fachbezogenem Schreiben gefördert.

Das Konzept verknüpft drei Perspektiven: die fachwissenschaftliche, die sprachwissenschaftliche und die hochschuldidaktische Sicht auf (Schreiben-) Lernen.

1. Lernen für berufliches Handeln

Das Konzept „Lernen über Modulgrenzen hinweg“ ist an der Hochschule Hannover in der Fakultät II – Maschinenbau und Bioverfahrenstechnik – in der Abteilung Maschinenbau verortet. Es wurde im Studiengang Verfahrens-, Energie- und Umwelttechnik (VEU) entwickelt und wird zurzeit in weiteren Studiengängen implementiert.

Das Vorhaben an der Hochschule Hannover begann 2013 mit ersten Ansätzen zur zielgerichteten Förderung fachlicher Schreibkompetenz. 2016 wurde ausgehend von diesen Erfahrungen (Nadolny, Stiller & Weisberg, 2018) und mit Anschluss an Erfahrungen aus der Fachhochschule Bielefeld (Weisberg, 2016) ein Konzept entwickelt, das seither auf alle Bachelorstudiengänge der Abteilung Maschinenbau übertragen, regelmäßig evaluiert und auf dieser Grundlage weiterentwickelt wird.

In diesem Beitrag werden zwei wesentliche Elemente des Konzepts dargestellt: zum einen das modulübergreifende Lernen im Kontext von Employability und zum anderen die gestufte Förderung von Schreibkompetenz durch eine reflexive Übungspraxis. Dabei kommen sowohl Aspekte der praktischen Umsetzung als auch deren theoretische Einordnung zum Tragen. Abschließend werden die bisherigen Erfahrungen reflektiert.

Kompetenzen in der Lehre fördern

Lernen über Modulgrenzen hinweg – Fachliche Schreibkompetenz in MINT-Fächern systematisch weiterentwickeln

Ausgangspunkt für die Konzeptentwicklung war die mehrjährige Auseinandersetzung mit der Frage „Wie werden Studierende bestmöglich auf die Anforderungen in der Berufspraxis vorbereitet?“. Diese Frage steht im Kontext von zwei Bezugspunkten: Zum einen korrespondiert sie mit den bildungspolitischen Bestrebungen im Rahmen der Bologna-Reform, wonach die Förderung von Beschäftigungsfähigkeit als eine Aufgabe der Hochschulbildung definiert wird. Zum anderen zeigen sich Bezüge zu lehr-/lerntheoretischen Ansätzen, die das Lernen mit Anwendungsbezug betonen.

Das im Studiengang angestrebte Ziel, die Berufsfähigkeit der Studierenden zu fördern, knüpft an die Leitgedanken von *Employability* an, wonach die Anforderungen von Beruf und Arbeitsmarkt im Studium zu berücksichtigen sind (EU, 1999). Insbesondere der Bachelorabschluss gilt nicht nur als erster wissenschaftlicher Abschluss, sondern gleichermaßen als erster berufsbefähigender Abschluss (KMK, 2017). Wissenschaftliche und berufliche Befähigung sind also Teil des Studiums, verbunden mit dem Ziel, die „wissenschaftlich basierte Beschäftigungsfähigkeit“ zu fördern (WR, 2000, S. 21). An Hochschulen für angewandte Wissenschaften wird dieser Aspekt von Hochschulbildung betont, denn wissenschaftliches Wissen steht hier in Bezug zu einem Anwendungskontext und zum konkreten Handeln in der beruflichen Praxis.

Lernen mit Bezug zu realen Anwendungskontexten spielt aus lehr-/lerntheoretischer Sicht – z.B. im gemäßigten Konstruktivismus – eine wichtige Rolle, um den Wissenserwerb und die Anwendung des Wissens in schulischen und nicht-schulischen Situationen zu fördern (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998). Weil konkrete Anwendungssituationen in der Regel komplex sind, erfordern sie die Verknüpfung des Wissens über Fächergrenzen hinaus. Aber nicht nur die Fächergrenzen werden dabei überschritten, auch die Trennung von ‚theoretischem‘

Wissen und ‚praktischem‘ Können in Studium und Beruf wird reduziert. Insofern ist das Lernen mit Anwendungsbezug ein wichtiger Ansatzpunkt, um Studierende auf die Anforderungen der Berufspraxis vorzubereiten.

‚Lernen über Modulgrenzen hinweg‘ nimmt diese Anforderung insofern auf, als es ingenieurwissenschaftliches Wissen und „berufsfeldbezogene Schlüsselkompetenzen“ (Schaper, 2012, S. 10) – hier das fachliche Schreiben – miteinander verbindet und dabei das berufliche Handeln in den Vordergrund stellt. Weil berufliches Handeln komplex ist, sollte Hochschulbildung nicht nur die fachwissenschaftliche Perspektive berücksichtigen, sondern ebenso inter-/bzw. transdisziplinäre Fähigkeiten sowie Schlüsselkompetenzen fördern, zumal diese aufgrund beruflicher und gesellschaftlicher Veränderungsprozesse zunehmend bedeutsamer werden (WR, 2000).

Dem Konzept zugrunde liegt ein *integratives* Modell zur Kompetenzförderung (Weisberg, 2016). Schreiben wird mit Berufs- und Anwendungsbezug gefördert, und zwar auf zwei Ebenen. Bei der zugrundeliegenden Textsorte handelt es sich um Laborberichte, die Teil der Modulprüfung sind. Auf inhaltlicher Ebene geht es darin um die Auseinandersetzung mit einem Thema aus dem ingenieurwissenschaftlichen Kontext; der Fokus liegt also auf Fachkompetenz („writing to learn“; Sedita, 2015). Diese ist jedoch eng verbunden mit der Methodenkompetenz, nämlich dem Verfassen eines Textes nach den Kriterien des wissenschaftlichen Schreibens. Das Schreiben ist demnach nicht nur in den Fachkontext eingebettet, sondern es wird gleichzeitig anhand eines konkreten ‚Handlungsprodukts‘, dem Laborbericht, eingeübt („learning to write“; ebd.). Dies dürfte nicht nur das Schreiben-Lernen erleichtern; es wird sich vermutlich auch positiv auf die Motivation der Studierenden auswirken, weil es sich bei dem Laborbericht um eine Prüfungsleistung handelt.

2. Fachliches Schreiben lernen

Das fachliche Schreiben wird bereits seit mehreren Jahren in der Fakultät adressiert und ist mittlerweile als Teilmodul ‚Wissenschaftliches Schreiben und Präsentieren‘ curricular verankert.

Der Anlass dafür war eine zunehmende Diskrepanz zwischen den von Lehrenden vorausgesetzten und den tatsächlichen Schreibfähigkeiten der Studierenden: Lehrende erwarten, dass Studierende das ‚Handwerkszeug‘ für das Schreiben von (Labor-)Berichten aus der Schule mitbringen. Studierende hingegen benötigen anscheinend klarere Informationen, welchen Anforderungen ein (Labor-)Bericht genügen muss. Noch entscheidender ist aber wahrscheinlich das Umsetzungsproblem,

nämlich die *theoretischen* Informationen in *praktisches* Handeln umzusetzen. Diese Fähigkeit spielt eine wichtige Rolle, um einen (Labor-)Bericht schreiben zu können, der den Anforderungskriterien entspricht (vgl. Nadolny et al., 2018; Weisberg, 2017).

Begonnen hat die systematische Förderung der fachlichen Schreibkompetenz in der Abteilung Maschinenbau 2013 im Studiengang Verfahrens-, Energie- und Umwelttechnik. In einer neukonzipierten Einführungsveranstaltung erhielten die Studierenden alle erforderlichen Informationen über das Schreiben eines (Labor-)Berichts. Die Veranstaltung wurden von einer Fachlehrenden und einer Sprachwissenschaftlerin gemeinsam durchgeführt, wodurch zwei unterschiedliche Perspektiven auf das Thema zum Tragen kamen.

Ausgangssituation	<p>Viele Studierende schreiben (Labor-) Berichte mit teilweise schwerwiegenden formalen und inhaltlichen Fehlern.</p> <p>Für die Studierenden entstehen dabei erhebliche Unsicherheiten und Lerndruck, Studienerfolg und Karrierechancen werden gefährdet.</p> <p>Für die Lehrenden bestehen ein erheblicher Differenzierungsdruck und hohe Korrekturlast.</p>
Ziele	<p>Die Studierenden lernen, (Labor-)Berichte zu schreiben, die den formalen und inhaltlichen Anforderungskriterien im Wesentlichen entsprechen.</p> <p>Dadurch werden Unsicherheiten und Lerndruck reduziert, sowie Studienerfolg und Karrierechancen verbessert. Für Lehrende reduziert sich der Differenzierungsdruck und die Korrekturlast.</p>
Maßnahmen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Durch eine Staffelung von Lernthemen und Anforderungen werden Überforderungen vermieden und schrittweise aufbauende Lernprozesse ermöglicht. 2. Durch Handlungsanlässe werden individuelles Problemlösen, Reflektieren, Wiederholen, und Übertragen ermöglicht und dadurch die Bildung von flexibel einsetzbaren Routinen für grundlegende Teilaktivitäten angeregt. 3. Durch Feedback und Korrekturen werden die Lernprozesse unterstützt, das Erreichte bewusst gemacht und Hinweise auf mögliche Weiterentwicklungen gegeben.

Tab. 1: Ausgangssituation, Ziele und Maßnahmen (Weisberg, 2017)

Kompetenzen in der Lehre fördern

Lernen über Modulgrenzen hinweg – Fachliche Schreibkompetenz in MINT-Fächern systematisch weiterentwickeln

Die anschließende Korrektur der Berichte erfolgte durch die Sprachwissenschaftlerin. Sie gab den Studierenden wichtige Hinweise für die Überarbeitung im Hinblick auf generelle sprachliche und strukturelle Verbesserungsmöglichkeiten. Dadurch konnte die Korrekturlast für die Fachlehrenden deutlich gesenkt werden. Allerdings zeigte sich, dass eine stärkere ingenieurfachliche Verankerung dieses Prozesses erforderlich ist, weil eine Sprachwissenschaftlerin keine inhaltliche Unterstützung geben kann.

Diese Erfahrungen waren grundlegend für die Zusammenarbeit mit der 2016 neu aufgebauten ‚Schreibwerkstatt‘ im Zentrum für Lehre und Beratung, Ressort Language Center. Mit dessen Hilfe wurde 2016 das Teilmodul ‚Wissenschaftliches Schreiben und Präsentieren‘ entwickelt, das seither in allen Bachelorstudiengängen der Abteilung Maschinenbau im zweiten bzw. dritten Fachsemester umgesetzt wird. Es ist eingebettet in die mittlere Studienphase (Abb. 1), in der die Studierenden u. a. Laborveranstaltungen absolvieren und dazu Laborberichte verfassen.

Aufgrund von Rückmeldungen der Studierenden wird inzwischen daran gearbeitet, das Thema fachliches Schreiben bereits ab dem ersten Semester zu adressieren. Es hat sich gezeigt, dass die Bereitschaft, sich mit dem Schreiben auseinander zu setzen, deutlich höher ist, wenn dabei der zu schreibende Laborbericht in die Lehrsituation einbezogen wird. Vor diesem Hintergrund scheint es sinnvoll, einen „studiengangintegrierten, spiralförmigen Lernweg“ (Weisberg, 2017, S. 98) zum fachlichen Schreiben zu entwickeln (siehe Abb. 1), der die Schreibkompetenz über den gesamten Studienverlauf hinweg systematisch aufbaut: Angefangen mit allgemeinen Schreib Anforderungen in der Studieneingangsphase über das akademische und berufliche Schreiben in der mittleren Studienphase bis hin zur Bachelorarbeit in der Studienabschlussphase.

Das Bild des Lernwegs verdeutlicht, warum es bei der Kompetenzförderung geht: Es handelt sich hierbei um einen Lernprozess, in dem Studierende ihr Wissen, ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten im Studienverlauf allmählich weiterentwickeln können. Mit der ‚modulübergreifenden reflexiven Übungspraxis‘ ist ein Angebot geschaffen worden, das das individuelle Voranschreiten auf dem Lernweg unterstützt.

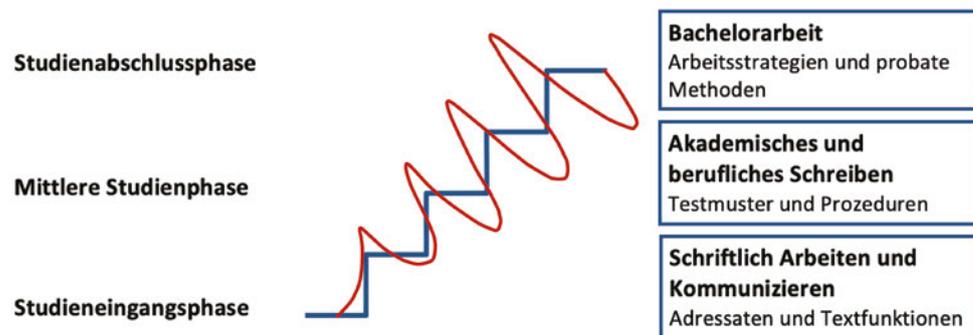


Abb. 1: Studiengangintegrierter, spiralförmiger Lernweg

Semester	Anforderung	Übungspraxis
1. Semester	Protokollieren von Versuchsergebnissen (Fachkontext Chemie)	Übung, Feedback, Reflexion (durch Fachlehrende, Sprachwissenschaftler*innen und/oder Peertutor*innen) Bewertung durch Fachlehrende mittels einheitlicher Bewertungskriterien
...		
3. Semester	Wiederholung: Protokollieren von Versuchsergebnissen (Fachkontext Physik) Erweiterung: Berücksichtigen von Textfunktionen, formalen Gestaltungskriterien und Wissenschaftssprache	
4. Semester	Wiederholung: Protokollieren von Versuchsergebnissen, Berücksichtigen von Textfunktionen, formalen Gestaltungskriterien und Wissenschaftssprache (Fachkontext Grundlagen Verfahrenstechnik) Erweiterung: Beschreiben und Diskutieren von Ergebnissen	
...		
7. Semester	Erstellen von komplexen fachwissenschaftlichen Texten (Bachelorarbeit)	

Tab. 2: Reflexive Übungspraxis am Beispiel Fachliches Schreiben

3. Schreibkompetenz durch modulübergreifende reflexive Übungspraxis weiterentwickeln

Der Ansatz der modulübergreifenden reflexiven Übungspraxis (Weisberg, 2017) hat nicht nur die *systematische*, sondern auch die *individuelle* Kompetenzförderung zum Ziel. Der Ansatz ist systematisch, weil mit dem Teilmodul ‚Wissenschaftliches Schreiben und Präsentieren‘ ein formaler Rahmen geschaffen wurde, in dem das fachliche Schreiben in seiner Komplexität abgebildet wird. Gleichzeitig ist das komplexe Schreiben-Können in seine Teilkompetenzen gegliedert. Diese Teilkompetenzen sind der Ausgangspunkt für einen Lernprozess, in dessen Verlauf die Teilkompetenzen aufeinander aufbauend gefördert werden (siehe Abb. 1). Dem Prozess zugrunde liegt eine *spiralförmige Struktur*, die sich durch das Wiederholen, Erweitern und Vertiefen von Lerninhalten auszeichnet (Gillen, 2013). Darüber soll das

Erreichen des Studienziels (Bachelorabschluss) und der modulbezogenen Lernergebnisse unterstützt werden – sowohl auf der *fachinhaltlichen* als auch auf der *fachmethodischen* Ebene.

Das spiralförmig angelegte Lernen ist ein Ansatzpunkt, um dem bereits dargestellten Verknüpfungs- und Transferproblem zu begegnen: die Schwierigkeit, verschiedene Inhalte zu einem Gesamtbild zusammenzufügen und das erworbene Wissen auf praktische Aufgabenstellungen flexibel anzuwenden. Damit es leichter gelingt, *Fachinhalte* miteinander zu verknüpfen, wird in ausgewählten Fächern eine modulübergreifende Perspektive berücksichtigt. So werden z. B. Inhalte aus Modul 1 in Modul 3 wieder aufgenommen, weil sie nicht nur für das Erreichen der Lernergebnisse in Modul 1 wichtig sind, sondern ebenso für Modul 3. Es bleibt aber nicht bei dieser Wiederholung von Inhalten; sie ist quasi der Ausgangspunkt für die spiralförmige Weiterentwicklung des Wissens und Könnens mit steigendem Anforderungsniveau.

Kompetenzen in der Lehre fördern

Lernen über Modulgrenzen hinweg – Fachliche Schreibkompetenz in MINT-Fächern systematisch weiterentwickeln

Das gleiche Prinzip gilt für die *Fachmethodik*. Pro Semester werden ausgewählte Teilaktivitäten des fachlichen Schreibens (in aufsteigender Schwierigkeit) adressiert (siehe Tab. 2). Diese werden explizit verbalisiert und damit bewusstgemacht, sie werden praktisch geübt, reflektiert und bewertet. Die Bewertungskriterien werden transparent gemacht und dem Kollegium zur Verfügung gestellt. Dadurch wird eine vergleichbare Bewertung von Textsorten durch verschiedene Lehrende ermöglicht. Der Lernweg fachliches Schreiben kann dementsprechend über Modul- und Semester Grenzen hinweg weitergeführt werden. Im Laufe des Studiums können die Studierenden so flexibel einsetzbare Anwendungsroutrinen als Voraussetzung für kompetentes, flüssiges und sicheres fachliches Schreiben in unterschiedlichen ingenieurwissenschaftlichen Kontexten entwickeln.

Um die Lücke zwischen (theoretischem) Fachwissen und (praktischen) Verfassen von Fachtexten zu verringern, spielen das feedbackgestützte Üben und Reflektieren eine entscheidende Rolle. Sie ermöglichen insbesondere eine *individuelle*

Kompetenzförderung, die in dem Konzept einen hohen Stellenwert hat. Feedback erfolgt sowohl durch Lehrende als auch durch entsprechend geschulte Tutor*innen (Peer-Feedback).

Dass Feedback einen wesentlichen Beitrag zum Lernfortschritt und Lernerfolg leisten kann, zeigt John Hattie (2009) in seiner Metastudie „Visible Learning“. Es wirkt quasi als „Lernmotor“ (Granzer, 2013), indem es Lernen sichtbar macht und den Lernprozess dadurch gezielt voranbringt. Damit dies gelingen kann, steht das Lernen im Zentrum des Feedback-Modells von Hattie. Dem zugrunde liegen drei Feedbackschritte (siehe Abb. 2): In einem kooperativen Prozess werden zunächst die Lernziele vereinbart (Feed up). Im zweiten Schritt wird der bisherige Lernprozess bzw. die (Teil-)Zielerreichung eingeschätzt (Feed back). Auf dieser Grundlage werden in einem dritten Schritt wiederum neue Lernziele verabredet (Feed forward) (Hattie, 2013). Das Feedback-Modell von John Hattie bildet das ab, was ein wesentlicher Bestandteil der reflexiven Übungspraxis ist: die spiralförmige Bewegung mit einer gestuften, ansteigenden Kompetenzentwicklung bis zum angestrebten Lernergebnis.

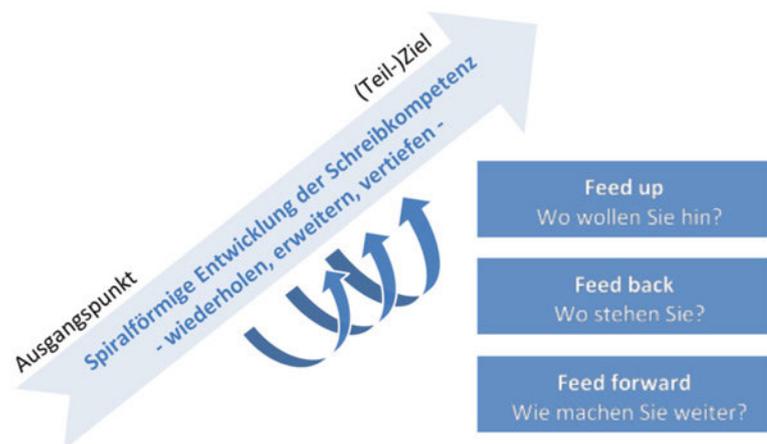


Abb. 2: Feedback-Prozess (in Anlehnung an Hattie 2013)

4. Evaluation des Konzepts

Das Konzept wird im Hinblick auf die Berufsfähigkeit von Studierenden regelmäßig evaluiert. *Lehrende* betonten bereits 2016 in einer fakultätsinternen Umfrage die Wichtigkeit fachlicher Schreibkompetenz. Sie benannten insbesondere Fähigkeiten wie ‚Informationen zusammenfassen‘, ‚Informationen darstellen und bewerten‘ sowie ‚Ergebnisse interpretieren und diskutieren‘. Aus Sicht der Lehrenden sollen Studierende sachlich formulierte und strukturierte Berichte schreiben, in denen das Wesentliche verständlich beschrieben und korrekt zitiert wird.

Die *Studierenden* wiederum bewerten fachliche Schreibkompetenz als wichtig für ihre spätere Berufstätigkeit. Feedback zum individuellen Schreibstil und zu formalen Kriterien wird überwiegend als wertvoll eingestuft, genauso wichtig ist ihnen aber auch das Feedback zu fachlichen Inhalten. Seit 2014 weisen die Studierenden kontinuierlich daraufhin, dass die Kopplung von Fachwissen und Schreibkompetenz wichtig ist. Sie fordern, dass schon ab dem ersten Semester das Thema fachliches Schreiben explizit gelehrt wird und wollen Feedback zu ihren eigenen Texten bekommen.

Aus Sicht der *Peertutor*innen* haben die Studierenden häufig Probleme, eine komplexe fachliche Fragestellung im Laborbericht darzustellen und dabei die Kriterien des wissenschaftlichen Schreibens zu berücksichtigen. Die Peer-to-Peer-Unterstützung wird von Studierenden als überaus wertvoll eingeschätzt: Es können fachliche Fragen auf Augenhöhe gestellt werden ohne die Angst, dass sich dies negativ auf die Noten auswirken könnte. Ebenso oft werden fächerübergreifende Verständnis- oder organisatorische Fragen geklärt. Dementsprechend geht die Peer-to-Peer-Beratung weit über die Unterstützung der Entwicklung fachlicher Schreibkompetenz hinaus.

5. Fazit

Die Rückmeldungen der Lehrenden, Studierenden und Peertutor*innen haben in den zurückliegenden Jahren dazu geführt, dass es mittlerweile eine sehr enge Abstimmung zwischen Sprachwissenschaftler*innen und Fachlehrenden gibt.

Das fachliche Schreiben wird immer stärker in Laborveranstaltungen berücksichtigt und bewertet. Es ist sehr deutlich geworden, dass die Entwicklung von fachlicher Schreibkompetenz ein individueller Prozess ist, der Zeit benötigt. Die Einführung der Peer-to-Peer Unterstützung in ausgewählten Laborveranstaltungen scheint den zeitlichen Druck für die Studierenden zu minimieren und schon dadurch eine Verbesserung der fachlichen Schreibkompetenz zu bewirken. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass die Peertutor*innen fachlich unterstützen können und gleichzeitig im fachlichen Schreiben und Feedbackgeben geschult sind. Es zeigt sich an einigen Stellen, dass das kontinuierliche, feedbackgestützte Üben im Studienverlauf zu besserer Textqualität führen kann und damit die Korrekturlast für Lehrende abnimmt. Diese positive Entwicklung soll in Zukunft durch einheitliche Bewertungskriterien für (Labor-) Berichte verstärkt werden, die im Verlauf des Studiums in unterschiedlichen Fachkontexten weitergenutzt werden können.

Literatur

EU (=Europäische Union) (1999): Der Europäische Hochschulraum: Gemeinsame Erklärung der Europäischen Bildungsminister, 19. Juni 1999, Bologna. Abgerufen von https://www.bmbf.de/files/bologna_deu.pdf (12.03.2019)

Kompetenzen in der Lehre fördern

Lernen über Modulgrenzen hinweg – Fachliche Schreibkompetenz in MINT-Fächern systematisch weiterentwickeln

Gillen, J. (2013): Kompetenzorientierung als didaktische Leitkategorie in der beruflichen Bildung – Ansatzpunkte für eine Systematik zur Verknüpfung curricularer und methodischer Aspekte. *bwp@* (Berufs- und Wirtschaftspädagogik online), 24. Abgerufen von www.bwpat.de/ausgabe24/gillen_bwpat24.pdf (20.02.2019)

Granzer, D. (2013): Schüler-Feedback als Lernmotor – von Hattie lernen. In: Berger, R., Granzer, D., Loos, W., Waack, S. (Hrsg.), *Warum fragt ihr nicht einfach uns? Mit Schüler-Feedback lernwirksam unterrichten* (S. 21-31). Weinheim/Basel: Beltz

Hattie, J. (2009): *Visible learning – a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge

Hattie, J. (2013): *Lernen sichtbar machen*. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von „Visible Learning“. Baltmannsweiler: Schneider

KMK (= Kultusministerkonferenz) (2017): *Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse*. Im Zusammenwirken von Hochschulrektorenkonferenz und Kultusministerkonferenz und in Abstimmung mit Bundesministerium für Bildung und Forschung erarbeitet, von der Kultusministerkonferenz am 16.02.2017 beschlossen. Abgerufen von www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2017/2017_02_16-Qualifikationsrahmen.pdf (12.03.2019)

Nadolny, A., Stiller, W. P., Weisberg, J. (2018): *Versuchsberichte schreiben üben*. Ein Praxisbeispiel für die modulintegrierte Förderung von literalen Fachkompetenzen in einem ingenieurwissenschaftlichen Studiengang. In: Graßmann, R. (Hrsg.), *Die Schreibübung in Natur- und Ingenieurwissenschaften* (S. 115-124). Göttingen: Cuvillier

Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H. (1998): *Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs*. In: Klix, F., Spada, H. (Hrsg.), *Wissen*. Enzyklopädie der Psychologie, Serie II, Bd. 6 (S. 457-500). Göttingen u. a.: Hogrefe

Schaper, N. (2012): *Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre*. HRK-Fachgutachten ausgearbeitet für die HRK von N. Schaper unter Mitwirkung von O. Reis und J. Wildt sowie E. Horvath und E. Bender. Hochschulrektorenkonferenz Projekt nexus. Abgerufen von www.hrk-nexus.de/fachgutachten_kompetenzorientierung, (15.12.2018)

Sedita, J. (2015): *Learning to Write and Writing to Learn*. In: Hougen, M. C. (Hrsg.), *Fundamentals of Literacy Instruction & Assessment*, 6-12 (S. 97-115). Baltimore: Paul H. Brookes

WR (= Wissenschaftsrat) (2000): *Empfehlungen zur Einführung neuer Studienstrukturen und -abschlüsse (Bakkalaureus/Bachelor – Magister/Master) in Deutschland*. Abgerufen von www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4418-00.pdf, (03.03.2019)

Weisberg, J. (2017): *Skizze zur akademischen Fachschreibdidaktik*. *Journal der Schreibberatung*, 2, S. 95-101

Weisberg, J. (2016): *Modulintegrierte Schreibdidaktik am Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik der FH Bielefeld – Konzepte, Strategien, Erfahrungen*. In: Graßmann, R., Lichtlein, M. (Hrsg.), *Interdisziplinäre Konzepte - Wissenschaftliches Schreiben in Natur und Technikwissenschaften* (S. 72-95). Coburg: Edition Aumann

Angaben zu den Autorinnen und zum Autor

Anne Nadolny

Professorin im Studiengang Verfahrens-, Energie- und Umwelttechnik, Fakultät II Maschinenbau und Bioverfahrenstechnik, Hochschule Hannover, Mitglied im Institut für Verfahrenstechnik, Energietechnik und Klimaschutz. Interessensschwerpunkte in der Lehre sind modulintegrierte Vermittlung von fachlichen Schreibkompetenzen sowie der Etablierung modulübergreifender, studiengangintegrierter Kompetenzentwicklung.

Monika Stöhr

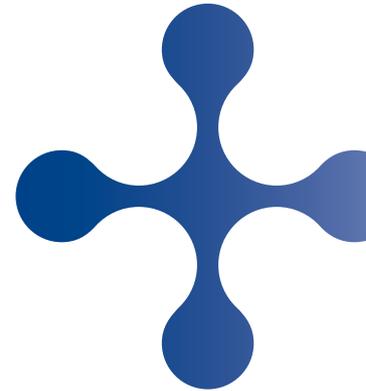
Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule Hannover im Zentrum für Lehre und Beratung, Ressort Studium und Lehre mit den Arbeitsschwerpunkten hochschuldidaktische Weiterqualifizierung und hochschuldidaktische Beratung von Lehrenden.

Jan Weisberg

Sprachwissenschafts-Studium an der Universität Hannover, Schreibforschung an der Universität Gießen (Arbeitsgruppe Feilke/Lehnen), Schreibdidaktik in den MINT-Fächern der Fachhochschule Bielefeld (Arbeitsgruppe Loviscach), Schreibdidaktik an der Hochschule Hannover (als Projektleiter, seit 2019 als Leitung der Schreibwerkstatt im ZLB-Language Center).

Integrales Service Learning, ein interdisziplinäres Lehrkonzept

Laura Keders, Aleksandra Konopek, Prof. Dr. Michael Schäfer, Hochschule Ruhr West



Zusammenfassung

MINT-Lehre für die und mit der Generation Y bedeutet die Integration neuer Wertvorstellungen. Diese Generation hinterfragt Leitprinzipien und bevorzugt sinnstiftende, verantwortungsvolle und anforderungsvielfältige Aufgaben (Parament, 2013). Gleichzeitig zeichnet sich in der Unternehmensperspektive eine Entwicklung ab, die unter anderem Nutzerzentrierung, Kollaboration, Digital Ethics, Problemlösefähigkeit, Kreativität, Eigeninitiative und Durchhaltevermögen als zentrale Future Skills identifiziert (Stifterverband, 2018).

In dem im WS 2018/19 erstmalig umgesetzten Pilotmodul Integrales Service Learning in dem Bachelor-Modul „Eingebettete Systeme“ wurde diesen Anforderungen Rechnung getragen. Interdisziplinäre Studierendenteams erarbeiten sich eigenständig Fachwissen, gekoppelt mit einer responsiv-adaptiven Vorlesung/Kleingruppen-Coaching. Ziel ist die Entwicklung von Prototypen elektronischer Assistenzsysteme für und mit physisch und/oder psychisch eingeschränkten Beschäftigten einer diakonischen Werkstatt.

Der Beitrag skizziert den theoretisch-didaktischen Hintergrund sowie die Umsetzung des Konzepts. Er geht der Frage nach, inwieweit der intendierte, integrierte Kompetenzerwerb (Fachwissen, Anwendungswissen und Persönlichkeitsentwicklung) von den Studierenden und Lehrenden festgestellt wurde.

1. Integrierter Kompetenzerwerb: Produktentwicklung, Lern-/Arbeitsverhalten und Persönlichkeitsentwicklung

Im Vorfeld der Lehrkonzeption stand eine zentrale Frage im Raum: Wie kann es gelingen den Studierenden ein sinnstiftendes Lernsetting zu bieten, das Lernprozesse auf fachlicher, methodischer und persönlicher Ebene integriert und Synergie-/Spill-Over Effekte zwischen diesen Ebenen in Bezug auf die individuelle Kompetenzentwicklung initiiert.

Zielführend erschien ein Format, in dem Service Learning als projektbasierte Lehre umgesetzt wird und Lernressourcen wie Expertenvorträge, Exkursionen, Peer-/Microteaching, tutorielle Betreuung mit Logbuch und bedarfsorientierte Übungen integriert sind.

1.1 Service Learning, der theoretische Rahmen

Mit Service Learning werden Formate beschrieben, die den fachlichen Wissenserwerb mit seiner praktischen Anwendung zur Lösung realer, gesellschaftlicher Problemstellungen verbinden und die hierbei entstehenden Erfahrungen einer Reflektion zuführen (Furco, 1996). Neben dem Erlernen von Fachinhalten werden somit erstens die praktisch-methodische Anwendung und zweitens die Umsetzung unter den Restriktionen

der Realität (wie beispielsweise spezifische Anforderungen der „Auftraggeber*innen“) erprobt. Drittens wird der Kontext des individuellen Wissenserwerbs und Handelns um einen sozialen/gesellschaftlichen Kontext erweitert, die Arbeit schafft einen Mehrwert (Oakes, 2004). Service-Learning-Lernen bzw. -Kompetenzerwerb unterscheidet sich durch den erfahrungsbasierten Ansatz von anderen Lernaktivitäten. Es ist ein iterativer Prozess, der in Anlehnung an die *Experiential Learning Spiral* nach Kolb (2018) durch ein ständiges Durchschreiten der Phasen: (praktische) Erfahrung/Beobachtung, Reflexion, theoretische Lösungsfindung, praktische Anwendung, ... beschrieben werden kann.

Durch die holistische Ausrichtung befördert das Lernarrangement den integrierten Kompetenzerwerb in den Dimensionen Persönlichkeitsentwicklung, Kollaboration und Leadership (Bedeutung der eigenen und sozialen Verantwortung, Verbindlichkeit, Respekt, Empathie), den Erwerb des Fachwissens und des kritischen Umgangs mit bestehendem Wissen (Jacoby, 2015), wobei die Qualität der Reflektionen einen maßgeblichen Einfluss hat (Eyler, 2000).

Übertragen auf die Ebene der konkreten Lehrplanung ergibt sich folglich durch Service Learning die Möglichkeit, die Learning Outcomes neben dem Erwerb von Fachwissen um die Fähigkeit der praktischen Anwendung und Kategorien der Persönlichkeitsentwicklung/Soft Skills zu erweitern (Motoike, 2017).

1.2 Projektorientierte Lehre als Umsetzungskonzept

Service Learning kann in unterschiedlichen Formen Eingang in die Lehre finden. Um die eingangs formulierte Zielsetzung des integrierten Kompetenzerwerbs durch die Entwicklung eines individuellen elektronischen Assistenzsystems für einen Menschen mit Beeinträchtigung zu adressieren, ist eine Konzeption als projektorientiertes Modul naheliegend.

Projektbasierte Lehre beschreibt Lehrveranstaltungen, in denen Lerninhalte von den Studierenden durch die Bearbeitung von abgrenzbaren Projektvorhaben erworben werden. *„Durch das Lernen in Projekten erhalten Lernende die Möglichkeit, sich als experimentierende und wirksame Gestalter in Transformationsprozessen zu erleben.*

[...] Beim sogenannten Projektlernen werden Aufgaben im Rahmen eines Projekts übernommen. Die Aufgaben führen dazu, die Erfahrungs- und Wissensstände zu erweitern. Darüber hinaus entsteht die Konfrontation mit unterschiedlichen Werten und Normen, Meinungen, Perspektiven und Vorschlägen, was neue mentale Modelle und Wissensstrukturen hervorrufen kann.“ (Holzbaur et al., 2017, S. 29).

Die Produkt-/ bzw. Ergebnisorientierung, die Bedeutung und Reflexion der Lern- und Arbeitsfortschritte, der partizipative Wissenserwerb und holistische Anspruch von fachlichem und sozialem Lernen durch Anwendung sind in beiden Ansätzen enthalten und ermöglichen daher eine ertragreiche Kombination.

Grundlegende Voraussetzung ist nach Holzbaur et al. (2017) die Definition der zu erreichenden Projektziele: *Vision* – zukünftiger Zustand, *Mission* – zu erledigende Aufgabe und *Deliverables* – abzuliefernde Produkte).

Bedeutsame Stellschrauben für die Lehrkonzeption sind:

- Praxisbezug: authentische Problemstellung, die mit Lehrzielen korrespondiert
- Methoden des Projektmanagements: Projektmanagement als Lehrinhalt
- Studentische Autonomie: ca. 10% Lehrinstruktion (welche Form ist adäquat?)¹
- Studentische Partizipation: Gemeinsame, aktive Projektarbeit
- Kooperation im Team: Projektarbeit kann strukturell nur im Team erfolgreich sein
- Studierendengesteuerter Prozess: Den Studierenden ist die Wahl adäquater Problemlösestrategien/Schwerpunktsetzungen möglich
- Monitoring: der Projekterfolg wird beobachtet
- Geeignete Prüfungsform: Kombination produkt- und prozessorientierter Elemente (Schreiner, Issler, Faßbender & Tiltmann, 2015).

1.3 Lernressourcen – Konkrete Elemente

Lernressourcen umfassen ganz allgemein sämtliche zum Wissenserwerb zugänglichen Angebote. In der projektorientierten Lehre kommt ihnen eine besondere Bedeutung zu, da es sich um einen selbstgesteuerten und problemorientierten Lernprozess handelt und, wie bereits dargestellt, der Anteil der reinen Lehrinstruktion sehr gering ausfällt. Schreiner et al. (2015) verweisen auf ein breites Spektrum von Fach-Expertenvorträgen

oder Impulsreferaten zur Generierung von Orientierungswissen, Fachgesprächen, Experteninterviews, Sprechstunden, Reader als Informationssammlungen mit Ansprechpartnern*innen und Projektanforderungen, oder Skripte und Broschüren mit inhaltlichen Zusammenstellungen. Darüber hinaus sind Bezüge zum Peer-Learning naheliegend. Neben der in den Projektteams stattfindenden kollaborativen Wissensproduktion und implizitem Peer-Teaching und Learning ist auch eine gezielte Beförderung denkbar (Topping, 2005).

2. Von der Theorie zum Anwendungsfall: strukturelle, methodische und organisatorische Umsetzung

Auf der Grundlage der theoretischen Vorüberlegungen erfolgte die Umsetzung in dem Modul „Eingebettete Systeme“ in einer vorhandenen, vollständig eingerichteten Lehrwerkstatt für digitale Fertigung (FabLab). Beschäftigte der Diakonie Bottrop traten als Auftraggeber*innen und Feedbackgeber*innen für individuelle elektronische Assistenzsysteme auf. Das Modul ist Teil des Curriculums in den Studiengängen Angewandte Informatik B.Sc., Mensch-Technik-Interaktion B.Sc., Wirtschaftsinformatik B.Sc. und Energieinformatik B.Sc. und hat einen Workload von 6 SWS, der für die Projektarbeit in einen Block gefasst wurde.

¹ Dies ist eine Folge des Paradigmenwechsels von der Lehrenden- zur Studierenden-zentrierung (Holzbaur et al., 2017).

Die Umsetzung der theoretischen Vorüberlegungen ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt:



Abb. 1: Ablaufschema Integriertes Service Learning – „Eingebettete Systeme“ (eigene Darstellung)

Die Veranstaltung lässt sich in 4 Phasen unterteilen. In der Startphase lagen ein Fachmessebesuch (Reha Care) als Impuls und die Auftaktveranstaltung. In der Auftaktveranstaltung wurde das Lehr-Lernkonzept erläutert (->Warum wird dieses Mal alles anders sein?) und eine Vertreterin der Diakonie stellte interessierte Nutzer*innen und ihre Bedarfe bzw. Anliegen vor. Ausgestattet mit diesem Orientierungswissen wurden die Studierenden vor die Aufgabe gestellt, interdisziplinäre

Dreier-Projektteams zu bilden, einen Teamcoach (Tutor*in oder Wissenschaftliche*r Mitarbeiter*in) zu wählen und gemeinsam mit einer/einem Nutzer*in² die Projektziele im Learning Agreement festzulegen.

² I. d. R. waren dies Beschäftigte der Werkstätten der Diakonie Bottrop. Die Gruppen, die im ersten Treffen keine/n Nutzer*in beim Kooperationspartner gefunden hatten, fanden auf eigene Initiative eine/n Nutzer*in oder hatten zeitnah die Möglichkeit durch Exkursionen zu den Werkstätten des Partners weitere interessierte Nutzer*innen kennenzulernen.

Das *Learning Agreement* stellte die allgemeine Handlungsgrundlage dar und beinhaltete:

1. Zielformulierung der Projektarbeit	Entwicklung eines elektronischen Assistenzsystems unter Verwendung einer mobilen App/Steuerung, mit einem eingebetteten System und Nutzung von Aktorik / Sensorik
2. Rahmenbedingungen und Benotung	
Budget 50 €	
Bonuspunkte:	Max. 15, Voraussetzung Modul bestanden
Teilnahme an RehaCare	1 Bonuspunkt
Konzeption und Umsetzung von Fachinput für Kommiliton*innen	1 Bonuspunkt
Teilnahme an Teamsitzungen und Logbucheinträge	1 Bonuspunkt
Teilnahme an Evaluationsformaten	1 Bonuspunkt
Benotung:	
Produktentwicklung / Praktische Ergebnisse	60% der Gesamtnote
Wikimedia / Dokumentation des Projektes	20% der Gesamtnote
Öffentliche Poster-Präsentation	20% der Gesamtnote
3. Beteiligte und Verantwortlichkeiten	
Teams	<ul style="list-style-type: none"> ✓ tragen Verantwortung für Koordination, Kommunikation und fachliche Entwicklung, ✓ arbeiten auf der Grundlage der Auftragsklärung mit dem/der Nutzer*in, ✓ skizzieren die Projektentwicklungen im Logbuch und besprechen diese mit dem Teamcoach, ✓ bringen individuelles Spezialwissen ein und nehmen an Modulevaluation teil
Teamcoaches	<ul style="list-style-type: none"> ✓ begleiten das eigene Team über das gesamte Projekt mit Reflexionssitzungen und Logbuch ✓ stehen bei fachlichen Fragen zur Seite ✓ geben Hinweise und Einschätzungen auf der Grundlage fachlicher Expertise oder verweisen auf Kolleg*innen

Nutzer*innen, Vertreter*innen der Diakonie	<ul style="list-style-type: none"> ✓ erläutern die bestehenden Bedarfe, ✓ geben Rückmeldungen zu den Projektentwicklungen ✓ sind kontaktfähig bei Nachfragen
4. Auftragsklärung	
Was soll erreicht werden?	Titel, Teilziele und zeitlicher Rahmen
5. Kontaktaufnahme	
Kontaktdaten, Unterschrift	<ul style="list-style-type: none"> ✓ aller Teammitglieder ✓ des Teamcoaches ✓ der Nutzerin / des Nutzers

Tab. 1: Das Learning Agreement (eigene Darstellung)

Die Reflexionstagebücher (Logbücher) wurden auf der E-Learning-Plattform Moodle angelegt. Gemeinsam mit der/dem jeweiligen Coach fanden zweiwöchig die Reflexionssitzungen entlang zwölf strukturierender Fragen zu den Bereichen fachlicher Fortschritt, methodische Umsetzung, Zusammenarbeit im Team, Zusammenarbeit mit dem/der Nutzer*in statt. Aufgrund der „Immobilität“ der meisten Nutzer*innen holten sich die Studierenden ihre Feedbacks und Ideen im direkten Austausch mit dem/r Nutzer*in (kurze Kommunikationswege).

Ein regelmäßiger Austausch mit dem Lehrpersonal führte zu einer iterativen Projektentwicklung, der mit einer bedarfsorientierten Vorlesungsgestaltung Rechnung getragen wurde. Die Möglichkeit zu Peer Assisted Learning wurde genutzt. Eigenrecherche bei der Technik und selbständige Entwicklungsarbeit waren projektbedingt. Eine Aufgabenteilung der Gruppenmitglieder entsprechend ihrer Neigung war gewünscht, aber nicht

zwingend. Die Halbzeit der Projekte im Modul kennzeichnete eine „Smiley-Pfad-Reflexion“ mit Ausblick auf die Weiterentwicklung bis zur Prüfung. Die Studierenden stellten in Form eines Gallery Walks ihre Projekte, Ziele sowie den Entwicklungsstand vor und diskutierten ihre Lösungswege. Ziel war, neben dem Wissensaustausch zu technischen Anregungen zu motivieren und eine Präsentationssituation zu erzeugen, die eine Zwischenbilanz ermöglicht. Iterative Anpassungen der Projektaufgabe gab es sowohl nach der Präsentation als auch nach Treffen mit Nutzer*innen.

Den Abschluss bildete eine öffentliche Präsentation der entwickelten Prototypen inkl. Präsentationsposter, die neben der WikiMedia-Dokumentation als Prüfungsleistung zählen. Sowohl die Teilnahme an den Reflexionssitzungen als auch das Halten kurzer fachlicher Inputs wurden mit Bonuspunkten honoriert.

3. Evaluation: Wie wird der integrierte Kompetenzerwerb von den Beteiligten subjektiv wahrgenommen? Trifft das Konzept die Bedarfe der Lernenden?

Da es sich bei der vorgestellten Veranstaltung um eine erste Pilotierung handelt, erschien eine Evaluation unverzichtbar, auch wenn es sich bei der Komplexität des Gegenstandes nur um eine explorative Annäherung handeln kann. Die Grundlage für die im folgenden vorgestellten Ergebnisse bilden eine Auswertung des Smiley-Pfades (Halbzeit-Schlaglicht), der Lehrevaluation, der Logbücher sowie Befragungen der Teamcoaches.

3.1 Smiley-Pfad

Zur Halbzeit der Projektarbeit wurde eine schriftliche Selbsteinschätzung der Studierenden abgefragt. Sie brachte folgendes Ergebnis:

3.2 Lehrevaluation

In die Lehrveranstaltungsevaluation wurden Fragen zum Service-Learning-Ansatz eingebunden. Mit dem Fokus auf Lernere Erfahrungen wird eine hohe Ausprägung des eigenständigen Lernens und der Erwerb neuen Wissens (100% stimmten „voll“ oder „eher zu“, N=14) deutlich. Die Mehrheit hat gelernt, sich im Team zu organisieren. Ein Teil konnte interdisziplinär an den Projekten arbeiten und hat neue Berufsfelder entdeckt. Eine Verschiebung ist zu erkennen zwischen der Selbstwahrnehmung, dass zu Beginn der konkreten Auftragsbearbeitung die nötigen Fachkenntnisse noch nicht ausreichten (79% gaben an höchstens „teilweise“ Kenntnisse zu besitzen, N=14), und der Erkenntnis, dass sie die theoretischen Studieninhalte zur Problemlösung mehrheitlich einsetzen konnten (85%, N=14). Die meisten Studierenden erlebten ihre Lehrenden in der Rolle als Coach neu (85%, N=14).

Fragen:				Gesamt
Wie entwickle ich mich persönlich in dem Projekt?	0	11	20	32
Wie entwickelt sich unser Produkt?	2	16	13	31
Wie entwickeln wir uns als Team?	1	13	15	32
Abstimmung im Team: Wohin führen die Entwicklungen im Januar, wenn alles so bleibt?	1	13	15	32
Offene Frage: Müssen wir etwas verändern? Wenn ja, was und wie? Keine Veränderung nötig (15) Mehr Kommunikation (6) Größerer Einsatz für Projekt (5) „Tempo anziehen“, „höhere Leistungsbereitschaft“ Anpassung des Projektes (3)				

Tab. 2: Auswertung Halbzeitresumee mit Smiley-Pfad (eigene Darstellung)

Im offenen Feedbackbereich mit den Fragen: *Aus welchen Gründen würden Sie gerne wieder ein Projekt bearbeiten? (...) Ihren Kommilitonen empfehlen eine derartige Lehrveranstaltung zu besuchen? Welche positiven Erfahrungen nehmen Sie mit?* fallen mehrfach ähnliche Schlagworte³: Positive Erfahrungen durch die praktische Anwendung theoretischer Inhalte einhergehend mit der tatsächlichen Konstruktion und Herstellung von Produkten und der lehrreichen Kommunikation mit realen Nutzer*innen. So ist eine Rückmeldung: *„Wegen der Möglichkeit bisher größtenteils theoretisches Wissen in einem praktischen Zusammenhang anzubringen, der im besten Fall noch einen Mehrwert für andere hat.“* und *„[...] erst durch die Anwendung wird einem wirklich bewusst, wie es funktioniert [...]“* Die interdisziplinäre, eigenständige und kreative Projektarbeit im Team wird betont, und selbst bei aufgetretenen Schwierigkeiten werden diese als *„im Rahmen einer Projektentwicklung vollkommen normal“* klassifiziert. Hieran schließt die ebenfalls erkennbare Frustrationstoleranz an *„Learning by Doing, Trial and Error“* oder *„Ich habe mit meinem Team etwas eigenständig geschaffen, trotz Rückschlägen.“*

3.3 Logbücher

Die entstandene Transparenz des fachlichen Fortschritts wurde zum Beispiel von den Coaches genutzt, um Hilfestellung zu leisten. Durch den Aspekt der Rollenaufteilung wurden mehrheitlich Arbeitspakete geschnürt und verteilt.

Größtenteils wurde eine sinnvolle Bedeutung des eigenen konkreten Projektes für den/die Nutzer*in erkannt. Es gab aber auch Eintragungen, die zu Vorlesungsbeginn das Studienwissen als ungeeignet zur Produktion gesellschaftlichen Nutzens bewerteten und dies im Verlauf revidierten.

3.4 Coaches

Die meisten Coaches nutzten die Logbücher, um sich über den aktuellen Stand (Gruppe, Projektarbeit) vor den Reflexionssitzungen zu informieren. Über die Wichtigkeit der Logbücher für die Studierenden waren sich die Coaches uneinig, einerseits wurden die gemeinsam zu tätigen Eintragungen als Werkzeug zur Aufrechterhaltung der Kommunikation und des Gruppenzusammenhalts erkannt, Rollenverteilungen wurden bewusst gesetzt oder angepasst und Fehlplanungen konnten rechtzeitig erkannt und korrigiert werden. Andererseits wurden sie als Mehrarbeit, oder ein notwendiges Übel für die Studierenden, um Bonuspunkte zu erhalten, bewertet.

Fast alle Coaches erkannten die/den reelle/n Nutzer*in als bedeutsam für die Projektgruppen, da regelmäßig Kontakt aufgenommen wurde und gegebenes Feedback Einfluss auf die Projektentwicklung nahm.

Einigen Coaches fiel es schwer, während der Sitzungen weitergehende Informationen von den Studierenden zu erhalten; sie äußerten den Wunsch nach klareren Spielregeln und einer Supervision.

³ Im Folgenden werden exemplarisch Antworten der Studierenden aus der Lehr-evaluation zitiert. Bei Rückfragen und weitergehendem Interesse stehen die Autoren gerne zur Verfügung.

3.5 Zusammenfassung

Alle Erhebungen zeigen, dass die Studierenden zum einen das Konzept wahrgenommen haben und selbst tendenziell einen Kompetenzerwerb in allen drei Bereichen sehen. Insbesondere dem projektbasierten Wissenserwerb und dessen Anwendung im Team wird große Bedeutung zugeschrieben. Die Arbeit mit einem/einer Nutzer*in scheint große motivationale Effekte zu haben. Werden die Coachfragen und die Logbücher im Zusammenhang gesehen, kann eine Korrelation erkannt werden. Die Coaches mit einem starken Interesse an den Eintragungen und mit einem guten Zugang zur Gruppe hatten eher Gruppen, die ausführlich und durchgehend sämtliche Fragen im Logbuch bearbeitet haben.

4. Fazit und nächste Entwicklungsansätze

Die der Veranstaltungskonzeption zugrunde liegende Motivation, ein sinnstiftendes Lernsetting zu bieten, das Lernprozesse auf fachlicher, methodischer und persönlicher Ebene integriert und Synergie-/Spill-Over im Kompetenzerwerb initiiert, scheint mehrheitlich auf die Bedarfe der Studierenden zu treffen. Grundsätzlich kann das Pilotmodul trotz aller Anfangsschwierigkeiten mit der Nutzerfindung und dem erstmaligen Einsetzen von Coaches als Erfolg angesehen werden.

Die meisten Projekte sind ideenreich und teils innovativ umgesetzt worden. Eine allgemeine Zufriedenheit und Selbstwirksamkeit bei den Studierenden ist zu erkennen und laut den Reflexionstagebüchern ebenso Freude und Aktivierung der Nutzer*innen.

Da die Veranstaltung noch läuft, sind noch nicht alle Untersuchungen abgeschlossen. Verbesserungen im Bereich der Coach-Vorbereitungen durch Fortbildungsangebote und eine deutlichere Rollenvermittlung werden angestrebt. Hier sollen gezielt Workshops entwickelt werden. Durch die Festigung der Kontakte mit der Diakonie werden die interessierten Nutzer*innen früher in die Projekte eingebunden werden können, idealerweise bereits alle bei der Auftaktveranstaltung.

Literatur

Furco, A. (1996): Service-learning: a balanced approach to experiential education. In: Taylor, B. and Corporation for National Service (Hrsg.): Expanding Boundaries: Serving and Learning (pp. 2-6). Washington, DC: Corporation for National Service

Holzbaur U., Bühr M., Dorrer D., Kropp A., Walter-Barthle E., Wenzel T. (2017): Die Projekt-Methode. Wiesbaden: Springer Gabler

Eyler, J. S. (2000): What Do we most need to know about the impact of Service-Learning on Student Learning? Michigan Journal of Community Service Learning (pp. 11-17). Abgerufen von <https://quod.lib.umich.edu/m/mjcs/3239521.spec.102/1>

Jacoby, B. (2015): Service Learning Essentials – Questions, Answers and Lessons Learned. San Francisco (Jossey-Bass Higher and Adult Education Series)

Kolb, A., Kolb, D. (2018): Eight important things to know about The Experiential Learning Cycle. Australian Educational Leader, Vol. 40, Issue 3. Abgerufen von <https://learningfromexperience.com/downloads/research-library/eight-important-things-to-know-about-the-experiential-learning-cycle.pdf>

Motoike, P. T. (2017): Service Learning Course Construction and Learning Outcomes. Searching for the Soulfulness in Service Learning. In: Dolgon, Corey; Mitchell, Tania D.; Eatman, Timothy K. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Service Learning and Community Engagement (pp. 132-146). Cambridge: Cambridge University Press.

Oakes, William (2004): Service Learning in Engineering. A Resource Guidebook. Campus Compact, Brown University.

Schreiner, A.; Issler, T.; Faßbender, A.; Tiltmann, T. (2015): Projektbasierung erfolgreich umsetzen. Ziele, Prinzipien, Merkmale und Umsetzung in den Ingenieurwissenschaften. In: Berendt, B.; Voss, H.-P.; Wildt, J. (Hrsg.): Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten (E410, S. 69-94). Berlin: Raabe.

Stifterverband (Hrsg.) (2018): Future Skills – Diskussionspapier 1, Essen. Abgerufen von <https://www.stifterverband.org/medien/future-skills-welche-kompetenzen-in-deutschland-ehlen>

Parment, Anders (2013): Die Generation Y: Mitarbeiter der Zukunft motivieren, integrieren, führen. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Topping, Keith J. (2005): Trends in Peer Learning. In: Educational Psychology. Vol. 25, No. 6. (pp. 631-645). Abgerufen von <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=EE0B-0FD75DD6D45187142FBE8C243F61?doi=10.1.1.335.324&rep=rep1&type=pdf>

Angaben zu den Autorinnen und zum Autor

Dipl. Soz.-Wiss. Laura Keders

Bildungsinnovationen und Service Learning, Hochschule Ruhr West. Ihre Arbeitsschwerpunkte: CSR, Nachhaltigkeit sowie Diversity-, Talent-, und Innovation-Management. Sie beschäftigt sich mit der Entwicklung und Implementierung zielgruppenorientierter, curriculärer Angebote sowie dem strategischen Aufbau regionaler Transfer-Kooperationen und Netzwerke.

Dipl.-Des. Industrial Design Aleksandra Konopek

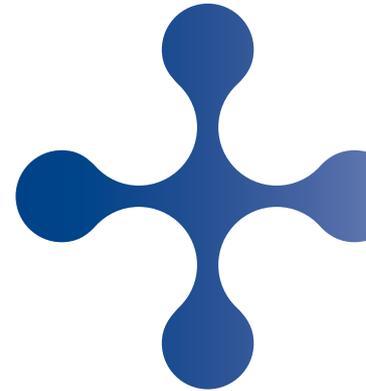
ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule Ruhr West. Sie ist im Fabrikationslabor des Instituts Informatik für die Entwicklung von produktorientierten Lernstrategien und Vermittlung von Produktintegrationsprozessen tätig. Seit ihrer Ausbildung zur FabLab Instruktorin 2017 untersucht sie die Möglichkeiten einer curricularen Einbettung des FabLabs unter dem Aspekt des Service-Learnings in Kooperation mit Menschen mit Beeinträchtigungen.

Prof. Dr. Michael Schäfer

unterrichtet technische Informatik an der Hochschule Ruhr West. Er hat ursprünglich Physik studiert und im Bereich e-Learning und Lernpsychologie promoviert. Als Gründer und Leiter des HRW FabLab nutzt er die vorhandenen Möglichkeiten, um produktorientiertes Lernen zu ermöglichen und entwickelt diese Unterrichtsmethoden im Sinne des Service Learning weiter.

Inklusionstechnikcheck

Kirsten Rusert, Universität Vechta
Martin Stummbaum, Hochschule Augsburg



Zusammenfassung

Der Inklusionstechnikcheck ist ein didaktisches Format, um Notwendigkeiten und Perspektiven von Inklusion in fachbereichsübergreifenden und damit interdisziplinären Settings bearbeiten zu können. Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts NEO-MINT erforschten Studierende und Beschäftigte der beiden Fachbereiche „Soziale Arbeit und Gesundheit“ und „Technik“ der Hochschule Emden/Leer mit Schüler*innen kooperierender Schulen im Rahmen sogenannter Inklusionstechnikchecks die konkreten Notwendigkeiten und Perspektiven von Bildungsinklusion an (Hoch)Schulen in einem ganzheitlichen bzw. umfassenden Verständnis unter besonderer Hervorhebung der Interdependenzen sozialer und technischer Ansätze. Intention der Inklusionstechnikchecks ist es, dass sich soziale Zugänge zur bzw. Sichtweisen von Inklusion nicht im Sozialen erschöpfen und sich technische Zugänge zur bzw. Sichtweisen von Inklusion nicht auf das Technische beschränken.

1. MINT-(Hoch-)Schulbildung

Der Inklusionstechnikcheck offeriert für die MINT-(Hoch-)Schulbildung ein didaktisches Setting, das von Funke & Stummbaum (2012) im Rahmen des InterFlex Lehrforschungsprojekts „Care Design – Neue Designhorizonte für (zu) pflegende Menschen“ entwickelt und erprobt wurde. Das InterFlex Lehrforschungsprojekt wurde vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft und dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg gefördert. InterFlex Lehrforschungsprojekte sind seit 2010 in der Fachhochschule Potsdam curricular verortet (FL² 2016). Als interdisziplinäre Lehrveranstaltung ermöglichte das Projekt „Care Design – Neue Designhorizonte für (zu) pflegende Menschen“ Studierenden des Bachelorstudiengangs „Design“ und des Bachelorstudiengangs „Soziale Arbeit“ ein Forschendes Lernen. In 13 studiengangsgemischten Teams erforschten Studierende in (teil-)stationären Altenpflegeeinrichtungen des Landesausschusses für Innere Mission designbasierte Perspektiven der Förderung und Unterstützung konzeptioneller Zielsetzungen.

Stummbaum (2014) entwickelte den Inklusionstechnikcheck weiter und erprobte dieses didaktische Format im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts NEO-MINT im ersten Förderzeitraum von 2015 bis 2018. NEO-MINT ist ein vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur gefördertes Forschungs- und Entwicklungsprojekt und steht als

Akronym für die Zielsetzung einer Nachhaltigen Entwicklung Ostfrieslands mit Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.

NEO-MINT ist in den beiden Fachbereichen „Technik“ und „Soziale Arbeit und Gesundheit“ der Hochschule Emden/Leer verortet und subsumiert vier Teilprojekte. Im Fokus der beiden im Fachbereich „Technik“ angesiedelten Teilprojekte stehen insbesondere begeisterungsorientierte Aktivitäten und Maßnahmen zur Gewinnung von Kindern und Jugendlichen für die MINT-Schulfächer bzw. ein MINT-Studium (an der Hochschule Emden/Leer).

*„Wie sind mehr Schulabgänger[_innen] für ein Studium in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik zu gewinnen? Der Hochschule Emden/Leer gelingt das mit spannenden Experimenten. Rumms – der Miniroboter aus Lego kippt zur Seite, die Räder drehen sich in der Luft. Dieser Versuch ist schiefgegangen, andere Fahrzeuge meistern dagegen ihre Aufgabe: Bunte Klötzchen sortieren und Hindernissen ausweichen. Die Schüler[*innen], die in Aurich ihre gerade erst zusammengesetzten Gefährte in den Parcours schicken, wollen sich fürs deutsche Finale der World Robot Olympiad (WRO) qualifizieren. Dabei werden die jungen Tüftler[_innen] fachkundig von Studierenden der Hochschule Emden/Leer unterstützt. Auch in der Ferienbetreuung an der Hochschule können Kinder und Jugendliche Lego-Roboter selbst programmieren. Mit diesen und vielen weiteren Angeboten sollen sie für die MINT-Fächer Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik begeistert werden. Über Lehreinheiten für Schulen und Kitas sowie Schnupperpraktika in der Hochschule will das Projekt „Neo-MINT – Nachhaltige Entwicklung Ostfrieslands mit MINT“ zu besseren Bildungschancen verhelfen. Wenn mehr Schulabgänger[*innen] für ein MINT-Studium gewonnen werden, soll letztendlich auch die Region profitieren. Während sich der*

Roboter-Wettbewerb an Jugendliche ab 13 Jahren richtet, setzen andere Angebote schon bei Kindern ab vier Jahren an.“ (Hochschule Emden/Leer Fachbereich Technik 2016)

Die beiden im Fachbereich „Soziale Arbeit und Gesundheit“ verorteten Teilprojekte beschreiten über dieses tradierte Strategiefeld für MINT hinausgehende Perspektiven. MINT-Bildung zielt in diesen beiden vom zweiten Autor dieses Beitrags geleiteten Teilprojekten auf eine Grundbildung, die in modernen Gesellschaften auch entsprechende MINT-Kompetenzen beinhaltet. In diesem Verständnis werden MINT-Inhalte nicht isoliert und innerhalb disziplinärer Grenzen begeisterungsaffin portioniert dargeboten, sondern in ganzheitlich(er)en und lebensweltlich(er)en Settings kontextuiert. Damit orientieren sich diese beiden Teilprojekte an der ersten zentralen Empfehlung zur MINT-Bildung in Deutschland der interdisziplinären Arbeitsgruppe zur Zukunft der technischen und naturwissenschaftlichen Bildung in Europa (Stock 2012). Kinder, Jugendliche und Erwachsene sollen danach befähigt werden, in modernen Gesellschaften komplexe Zusammenhänge beurteilen und (mit) gestalten zu können.

Das erste Teilprojekt adressiert Kinder im Vorschul- und Grundschulalter und offeriert im Sinne von Weiterbildung und Weltaneignung kindgerechte Zugänge in die Welt von (Hochschul-) Bildung (zum ersten Teilprojekt siehe den Beitrag „MINT meets SAGE ... wenn Kinder Genderungerechtigkeiten mit dem Hyperloop lösen“ in dieser Publikation).

Im zweiten Teilprojekt kann der Inklusionstechnikcheck in einer „Light-Version“ für die tradierte Strategie der Begeisterung und Gewinnung von Schüler*innen für MINT-(Hoch-)Schulfächer eine Ergänzung bzw. Erweiterung hinsichtlich deren Angebot und Didaktik sowie eine Erschließung neuer Zielgruppen bereitstellen.

In dieser verkürzten „Light-Version“ bleiben allerdings die didaktischen Innovationspotenziale des Inklusionstechnikchecks (noch) weitgehend brachliegend. Erst in der Gesamtkonzeption des Inklusionstechnikchecks lassen sich dessen innovative Perspektiven einer zukunftsadäquaten MINT-(Hoch-)Schulbildung beschreiben.

2. Inklusionstechnikcheck als Service Learning

In der Gesamtkonzeption lässt sich der Inklusionstechnikcheck als Service Learning realisieren. Service Learning intendiert einen projektbezogenen Dialog von Hochschule und Gesellschaft, im Rahmen dessen Studierende konkrete gesellschaftliche Aufgaben- und Problemstellungen als curriculare Lerninhalte bearbeiten und reflektieren (vgl. Schnebel/Gerholz 2019). Die konzeptionelle Idee des Service Learning stammt aus den USA. „Seit den 1990er Jahren verbreitet sich Service Learning in Deutschland als Lehr- und Lernkonzept zuerst sukzessive im schulischen Bildungssystem [...] und seit [den 2000er Jahren] [...] auch im deutschen Wissenschaftssystem.“ (Backhaus-Maul/Roth 2013: 7). Die Etablierung von Service Learning an deutschen Hochschulen erfolgt unter verschiedenen Schwerpunktsetzungen etwa im Zuge von Hochschulentwicklung, als zivilgesellschaftlicher Mehrwert von Hochschule, zur Förderung des Praxisbezugs von Hochschulbildung, als zeitgemäßes hochschuldidaktisches Lehr- und Lernformat sowie zur Förderung von disziplinären und überdisziplinären Handlungskompetenzen (vgl. Backhaus-Maul/Roth 2013). Der Inklusionstechnikcheck fokussiert als Service Learning auf die Implementierung interdisziplinärer Lehr- und Lernsettings in der Hochschulbildung zur Förderung der Bildungsinklusion. In Anlehnung an Mainzer (2013) lässt sich visionieren, dass sich in der Interdisziplinarität

die Hochschule von morgen abzeichnet, da komplexdynamische Herausforderungen wie Bildungsinklusion, Digitalisierung, Flucht und Migration, Gesundheit, Klimawandel und Nachhaltigkeit wissenschaftliche Lehr- und Forschungsleistungen (er-)fordern, die sich zunehmend disziplinäre Grenzen überschreitend generieren (müssen) (vgl. Jungert et al 2013).

Der Inklusionstechnikcheck kooperiert im Service Learning mit Schulen und findet seinen Ausgangspunkt in der Lebenswelt der Schüler*innen der kooperierenden Schulen sowie der teilnehmenden Studierenden aus Bachelorstudiengängen der Sozialen Arbeit und dem MINT-Studienspektrum. Lebensweltliche Erfahrungen und individuelle Vorstellungen von Inklusion werden thematisiert und in unterschiedlichen Definitionskontexten reflektiert und besprochen. Gemeinsame Vorstellungen von Inklusion werden entwickelt und lassen Einsichten in Notwendigkeiten und Aussichten in Perspektiven von Bildungsinklusion entstehen.



Abb. 1: Barrieren der Bedienbarkeit werden mit einem Alterssimulationsanzug veranschaulicht

Anhand von konkreten Beispielen werden anschließend Barrieren erläutert und besprochen, die einer Bildungsinclusion entgegenstehen können.

Auf der Basis dieser Einführung in die Notwendigkeiten, Perspektiven und Barrieren von Bildungsinclusion erforschen dann Schüler*innen mit Studierenden aus sozialpädagogischen sowie MINT-Studiengängen ihre jeweiligen Schulen. Die Teams der Forscher*innen werden mit ausgewählten Hilfsmitteln ausgestattet, um Inklusionsbarrieren gemäß spezifischer Bedarfe identifizieren und differenziert darstellen zu können, etwa als Einstellungs-, Gelegenheits-, Praxis-, Zugangs- und Wissensbarrieren (vgl. Bosse 2019).

Für die identifizierten Inklusionsbarrieren erarbeiten die Schüler*innen mit den Studierenden in kooperativen und kollaborativen Prozessen Lösungsmöglichkeiten, wägen etwa



Abb. 2: Identifizieren von Barrieren einer Bildungseinrichtung mittels Rollstuhl

organisatorische, pädagogische und technische Lösungsalternativen ab, fundieren die ausgewählten Lösungswege und präsentieren diese etwa gegenüber den Mitschüler*innen, dem Kolleg der Lehrer*innen, der Schulleitung oder dem Schulträger. Nach Albers (2017) können mit den beiden den Inklusionstechnikcheck wesentlich prägenden Aufgaben der Identifizierung und Überwindung von Barrieren zentrale Schritte zur Bildungsinclusion beschriftet werden.

Das didaktische Setting des Inklusionstechnikchecks überschreitet disziplinäre Grenzziehungen und kontextuiert MINT-Bildung lebensweltlich. Lebensweltbezüge werden dabei nicht didaktisch abstrakt (als Praxisbeispiele) konstruiert, sondern partizipativ mit Schüler*innen und Studierenden generiert. In Anlehnung an Tajmel (2017: 232) ist eine lebensweltlich-partizipative Kontextuierung von MINT-Bildung angezeigt, um Bildungsinclusion nicht zu konterkarieren, denn es besteht die Gefahr, dass „mit der Konstruktion eines hypothetischen Alltags bestimmte Normalitätsannahmen verbunden sind, die als Selektionsmechanismen wirksam werden können.“ Muckenfuß (1995) verweist des Weiteren auf die Bedeutung einer lebensweltlichen Kontextuierung von MINT-Bildung als Voraussetzung für deren (sinnhafte) Verstehbarkeit.

3. Inklusionstechnikcheck als inklusives Bildungssetting

Das didaktische Setting des Inklusionstechnikchecks versteht und erschließt MINT-Bildung als einen (wesentlichen) Aspekt zeitgemäßer Bildung und verortet Bildungsinclusion in einem weit(er) gefassten Verständnis einer (Hoch-)Schule bzw. Bildung in Vielfalt. Im von Boban & Hinz (2009) beschriebenen fünf Phasen umfassenden Inklusion-Index-Prozess lassen sich

mit dem Inklusionstechnikcheck die ersten drei Phasen durchführen. Der Inklusionstechnikcheck lässt sich somit im Rahmen einer Schulinklusionsentwicklung als Service-Learning-Projekt systematisch integrieren.

Für die teilnehmenden Studierenden stellte der Inklusionstechnikcheck aufgrund der interdisziplinären Zusammenarbeit und der Kooperation mit Schüler*innen eine Herausforderung ihres jeweiligen disziplinären Selbstverständnisses dar. Disziplinäre Selbstverständlichkeiten wurden in Frage gestellt und mussten begründet werden. In den erarbeiteten lebensweltbezogenen Lösungswegen offenbarten sich Grenzen disziplinärer Machbarkeit sowie Erfordernisse der Partizipation und der über disziplinäre Grenzen hinausreichenden Zusammenarbeit. Die Notwendigkeiten und Perspektiven von Interdisziplinarität erschlossen sich für die Studierenden aus beiden Studiengangsbereichen. Die lebensweltbezogene Kontextuierung von MINT-Hochschulbildung im Inklusionstechnikcheck führte des Weiteren im Verlauf des Service-Learning-Projekts zu Einstellungsänderungen. Bei den Studierenden der Sozialen Arbeit wich eine vorherrschende problemzentrierte einer differenzierteren kritischen Sichtweise auf MINT. Bei den Studierenden aus den MINT-Studiengängen entwickelten sich Bereitschaften, MINT-Inhalte zu begründen sowie lösungsorientierter und partizipativer zu entwickeln. Nach Augustin-Dittmann & Gotzmann (2015) ist die Bewusstmachung dieser oftmals vernachlässigten Anteile des Begründens, der Lösungsorientierung und Partizipation in der MINT (Hoch-)Schulbildung für ein entsprechendes Studieninteresse von Frauen von hoher Relevanz.

Für die teilnehmenden Schüler*innen erschloss der Inklusionstechnikcheck ein ganzheitliches Bildungssetting, in dem nicht nur MINT-affine und zu begeisternde Schüler*innen angesprochen sind, sondern alle Schüler*innen einer Klasse, eines Jahrgangs bzw. einer Schule. Und in dem Schüler*innen mit ihren

unterschiedlichen Erfahrungen, Vorstellungen, Wissensbeständen, Kompetenzen mit und voneinander lernend Bildungsinklusion sowohl im Prozess als auch im Ergebnis des Inklusionstechnikchecks realisierten.

Literatur

Albers, T. (2017): Inklusion heißt Barrieren zu identifizieren und zu überwinden. Internetressource: www.nifbe.de/component/themensammlung?view=item&id=728:inklusion-heisst-barrieren-zu-identifizieren-und-zu-ueberwinden&catid=45. (25.10.2017)

Augustin-Dittmann, S., Gotzmann, H. (Hrsg.) (2015): MINT gewinnt Schülerinnen. Erfolgsfaktoren von Schülerinnen-Projekten mit MINT. Wiesbaden. Springer Verlag

Backhaus-Maul, H., Roth, C. (2013): Service Learning an Hochschulen in Deutschland. Ein erster empirischer Beitrag zur Vermessung eines jungen Phänomens. Wiesbaden. Springer Verlag

Boban, I., Hinz, A. (2009): Der Index für Inklusion. Lernen und Teilhabe in der Schule der Vielfalt entwickeln. Sozial Extra. Praxis aktuell: Inklusionspädagogik. Ausgabe 9/10, S. 12-16

Bosse, I. (2019): Schulische Teilhabe durch Median und assistive Technologien. In: Quenzel, Gudrun; Hurrelmann, Klaus (Hrsg.): Handbuch Bildungsarmut. Wiesbaden. Springer Verlag, S. 827-852

FL² Forschendes Lernen – Lehrende Forschung (2016): Formen forschendes Lernen. Interdisziplinäre Lehre gestalten. Potsdam

Funke, R.; Stummbaum, M. (Hrsg., (2012): Care Design – Neue Designhorizonte für (zu) pflegende Menschen. Potsdam

Hochschule Emden/Leer (2016): Kinder für Mathe und Technik begeistern. Bildung als wichtigste Ressource Ostfrieslands. In: Campus & Markt. Ausgabe Dezember, S. 6

Jungert, M., Romfeldt, E., Sukopp, T., Voigt, U. (Hrsg., 2013): Interdisziplinarität. Theorie, Praxis, Probleme. Darmstadt. Wissenschaftliche Buchgesellschaft

Mainzer, K. (2013): Interdisziplinarität und Schlüsselqualifikationen in der globalen Wissensgesellschaft. In: Jungert, M., Romfeldt, E., Sukopp, T., Voigt, U. (Hrsg.): Interdisziplinarität. Theorie, Praxis, Probleme. Darmstadt. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, S. 6-8

Muckenfuß, H. (1995): Lernen im sinnstiftenden Kontext: Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Berlin. Cornelsen Verlag

Schnebel, K. B., Gerholz, K.-H. (2019): Demokratieverständnis fördern – Integration gestalten: Zur Verbindung von politischer Bildung und Service Learning. In: Deichmann, C., May, M. (Hrsg.): Orientierungen politischer Bildung im „postfaktischen Zeitalter“. Wiesbaden. Springer Verlag, S. 115-136

Stock, G. (2012): Stellungnahmen und Empfehlungen zur MINT-Bildung in Deutschland auf der Basis einer europäischen Vergleichsstudie. Berlin. Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften

Stummbaum, M. (2014): Der Inklusionstechnikcheck (unveröffentlichtes Lehr-Lern-Konzept)

Tajmel, T. (2017): Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft. Grundzüge einer Reflexiven Physikdidaktik und kritisch-sprachbewussten Praxis.

Angaben zur Autorin und zum Autor

Kirsten Rusert

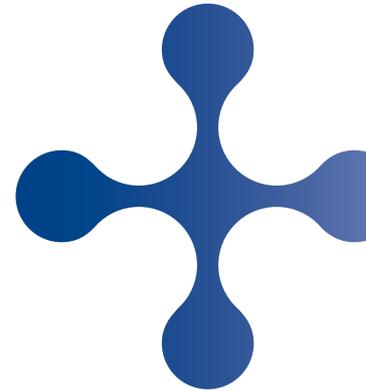
Master of Mediation/B.A. Politik- und Verwaltungswissenschaften, Promovendin und wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Vechta im Projekt Soziale Kompetenzen für Auszubildende und Mediationstraining für Ausbilder*innen.

Martin Stummbaum, Prof. Dr.

Professor für Soziale Arbeit, Fakultät für Angewandte Geistes- und Naturwissenschaften der Hochschule Augsburg, Forschungs- und Lehrschwerpunkte: Beratung, Gesundheitsförderung, Methoden, Praxis- und Wirkungsforschung, Soziale Innovation.

Wie kann interkulturelles Lernen gemessen werden? Einblick in ein Forschungsdesign

Nicole Brandstetter, Hochschule für angewandte Wissenschaften München



Zusammenfassung

Digitalisierung und Globalisierung führen zu veränderten Erfahrungshorizonten und kulturellen Prozessen, die Auswirkungen auf fremdsprachliche, interpersonelle, soziale und interkulturelle Kompetenzen der jungen Erwachsenen haben. Gleichzeitig verändern sich Theoriemodelle zur interkulturellen Kompetenz im 21. Jahrhundert. Vernetzung auf allen Ebenen führt zu einem erweiterten Verständnis von Interkultureller Kommunikation: Transkulturalität betont die Grenzüberschreitung auf Makro- sowie Mikroebene, feste kulturelle Identitäten werden in Frage gestellt und Enkulturationsprozesse im Spiegel der Digitalisierung hinterfragt. Diese Entwicklungen stellen nicht nur eine Herausforderung für die Gestaltung von Curricula bezüglich fremdsprachlichem und interkulturellem Lernen dar, sondern auch bezüglich der Messbarkeit von interkultureller Kompetenz. Basierend auf der Annahme, dass zunächst eine Grundlage für die Einschätzung des sich verändernden Erfahrungs- und Wissenshorizonts der Studierenden vonnöten ist, wird ein Forschungsansatz vorgestellt, der reflexiv auf Selbstevaluation, Einschätzung von Wichtigkeit von verschiedenen Kompetenzen, Evaluation von didaktischen Methoden sowie deren Einfluss auf die Progression im Kompetenzerwerb durch Studierende aufgebaut ist.

1. Generationenwandel

Millenials, Generation „always-on“, Generation Z, Generation YouTube, *digital natives*, iGeneration – die Termini sind vielfältig, um Jugendliche von heute zu beschreiben. Aufgewachsen und sozialisiert mit digitalen Medien, verändern sich auch Wertvorstellungen, Erfahrungswelten und Interaktionsmuster dieser jungen Erwachsenen, die um die Jahrtausendwende geboren wurden¹. Ebenfalls entsprechend divers ist die fremdsprachliche und interpersonelle Kompetenz der Studierenden, die an die Hochschulen kommen, so dass interkulturelles und fremdsprachliches Lernen auf diese neuen Herausforderungen reagieren muss – nicht nur durch Adaption von Curricula, sondern auch durch die Überprüfung der Wirksamkeit implementierter didaktisch-methodischer Modelle.

¹ Vgl. (22.05.2015). Flexibel und fit, digital und öko - Jugend im Wandel. Süddeutsche Zeitung. Abgerufen von <https://www.sueddeutsche.de/news/leben/familie-flexibel-und-fit-digital-und-oeko---jugend-im-wandel-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-150522-99-04696>

2. Interkulturalitätskonzepte im Wandel

2.1 Interkulturelle Kommunikation und Interkulturelle Kompetenz

Der Begriff der „Interkulturellen Kommunikation“ selbst ist nicht eindeutig zu fassen. Wie Lüsebrink (2016, S. 7ff.) betont, gibt es verschiedene Verständnisansätze, die als gemeinsame Grundlage die kommunikative, interpersonale Interaktion zwischen Menschen unterschiedlicher Kulturen beinhaltet. Die daraus hervorgehende interkulturelle Kompetenz umfasst nicht nur, die jeweilige Fremdsprache inklusive der nonverbalen Kommunikationsebene zu beherrschen, sondern auch sich kompetent in verschiedenen interkulturellen Begegnungen zu verhalten sowie Symbole und Rituale anderer Kulturen zu verstehen (Lüsebrink, 2016, S. 8f.).

Ausgehend von diesen theoretischen Überlegungen wird, wie Aydt (2015) ausführlich darstellt, interkulturelle Kompetenz ganz allgemein als Fähigkeit angesehen, interkulturelle Begegnungen zu gestalten (S. 18), wobei die Beteiligten immer „die eigene Kontextualität berücksichtigen müssen.“ (S. 31) Dies bedeutet, so Aydt (2015) weiter, dass der eigene kulturelle Referenzrahmen zunächst als solcher verstanden werden muss, um dann Zug um Zug seine Universalität zu verlieren (S. 35). Selbstreflexion stellt also eine unabdingbare Grundvoraussetzung für interkulturelle Kompetenz dar (S. 39).

Betrachtet man die Kompetenzen näher, die zu interkultureller Kompetenz gezählt werden, so gliedern sie sich in einem Strukturmodell in kognitive, wissensbasierte Kompetenzen, affektive Kompetenzen sowie Kompetenzen bezüglich des Verhaltens und der Kommunikation (Aydt, 2015, S. 54f.). Da diese Kompetenzbereiche sich jedoch gegenseitig beeinflussen und nicht getrennt voneinander betrachtet werden können

und sollen, plädiert Bolten (2015) für ein Verständnis von interkultureller Kompetenz als Transferkompetenz auf Grundlage des prozessorientierten Handlungskompetenzmodells (S. 192f.).² Bolten (2015) betont die Schwierigkeit, Kultur als abgegrenzten, klar definierten Bereich und damit Interkulturalität als Vermittlung zwischen diesen Bereichen zu sehen. Vielmehr sind diese Konzepte in stetem Wandel, graduell und „fuzzy“ zu interpretieren (S. 192).

2.2 Transkulturalität

Der Begriff der Transkulturalität wurde von Wolfgang Welsch (2017) geprägt. Als Gegenentwurf zum Herderschen Kugelmodell von Kultur, das innere Homogenität und scharfe Abgrenzung nach außen suggeriert (S. 10), zeigt der Begriff der Transkulturalität eben, dass Kultur im Sinne von Geflechten als quer durch die Gesellschaften hindurchgehendes Phänomen erfasst werden muss (S. 12). Transkulturalität auf der Makroebene ist als interne Differenzierung, als Vernetzung, Hybridisierung von Kulturen sowie als Vieldimensionalität des Wandels zu verstehen, so dass eine Unterscheidbarkeit zwischen Eigenem und Fremden kontinuierlich zurückgeht (Welsch, 2017, S. 13ff.). Dieser Trend wird durch Digitalisierung noch verstärkt³. Auf der Mikroebene stellt Welsch (2017) fest, dass Individuen selbst transkulturell geprägt sind, da Identitätsbildung heute Aufgreifen, Verbindung und Aneignung verschiedener kultureller Elemente impliziert (S. 17ff.), so dass nationale Stereotypen obsolet geworden sind (S. 20ff.).

² Das prozessorientierte Modell der Handlungskompetenz beinhaltet Selbstkompetenz, Soziale Kompetenz, Methodenkompetenz sowie Sach- bzw. Fachkompetenz (Bolten, 2015, S. 190). Dieses Modell integriert Bolten (2015) in das Strukturmodell von interkultureller Kompetenz mit den Komponenten affektiv, kognitiv und konativ und formt so eine Matrix (S. 191), die jedoch ebenfalls, so Bolten weiter, keine spezifische Unterscheidung zwischen Handlungskompetenz und interkultureller Handlungskompetenz bietet (S. 191f.).

³ Siehe dazu auch Kapitel 3.1.

2.3 Das Ende der kulturellen Identität?

Jullien (2017) postuliert, dass man sich der Kultur nicht mit differenzierenden Termini nähern, sondern den Abstand zwischen Kulturen als fruchtbares Konzept von Ressourcen nutzen sollte (S. 35 ff.). Während Differenzierung zwischen Kulturen zu Identifikation mit Hilfe von Unterscheidungsmerkmalen und Klassifikationen führt, deren Fokus die jeweilige Entfernung zueinander bildet, negiert der Abstand jegliche Typologie und setzt an die Stelle der Identifikation die Exploration (S. 36f.). Jullien (2017) schlussfolgert, dass es demnach keine kulturelle Identität geben kann (S. 45ff.). Dennoch sieht er eine Gefahr in unserer Zeit: Zum einen führen Uniformisierungstendenzen durch Digitalisierung sowie Denken in standardisierten Begriffen zu stereotypen Denkmustern (S. 54f.); zum anderen entstehen Abschottungsbewegungen (S. 56). Statt einer Zunahme an Toleranz durch Erfahrungsgewinn führt der digitale Raum zu reaktionären Tendenzen.

3. Interkulturelles Lernen in Zeiten der Digitalisierung

Die skizzierten Chancen durch die Weiterentwicklung der Interkulturalitätskonzepte, aber auch die Gefahren derselben durch Digitalisierung generieren methodisch-didaktische Herausforderungen in der Vermittlung von interkultureller Kompetenz.

3.1 Neue Herausforderungen

Wie Scheffer (2018) zeigt, hat Digitalisierung komplexe Auswirkung auf Enkulturationsprozesse. Digitalisierung eröffnet neue Handlungsoptionen und sollte daher mit kulturellem Wandel einhergehen: „Handlungskontexte durchdringen sich,

fremdkulturelle Bestandteile werden ubiquitär. Kulturrelevante Einflüsse speisen sich nicht länger aus regional oder national begrenzten Erfahrungskontexten. Sie entspringen vernetzten Realräumen oder gar neuen digitalen Räumen.“ (S. 15) Folgt man dieser Annahme, könnte argumentiert werden, dass interkulturelles Lernen gar obsolet sei, denn der Wandel wäre die Norm, Fremdes nicht mehr fremd, sondern verfügbar und adaptierbar. Doch Scheffer (2018) zeigt weiter, dass die Erhöhung der Handlungsoptionen nicht unbeeinflusst bleibt. Durch den permanenten Datenstrom, den Nutzer*innen hinterlassen, selektieren Algorithmen Informationen dergestalt, dass sie den jeweils individuellen Vorlieben oder den wahrscheinlich künftigen Präferenzen entsprechen (S. 27ff.). Damit wird die durch das Internet entstehende Tendenz zur Selbstinszenierung und -darstellung noch intensiviert (S. 28). Die Generation der *digital natives* wäre somit Teil eines komplexen Systems, das durch Digitalisierung eigentlich Zugang zu einer Vielzahl von interkulturellen Erfahrungen hätte und daher mit einem hohen Bewusstsein für das Fremde und Andere ausgestattet sein könnte. Jedoch führt eben diese Digitalisierung auch zum gegenteiligen Effekt des stilisierten Selbst, das sich v.a. in dem Eigenen ähnlichen Echokammern und verschlossenen Räumen bewegt und somit beständige Bestätigung des Bekannten erfährt.

Um zu analysieren, wie wirksam didaktisch-methodische Modelle in diesen neuen, durch Digitalisierung geprägten kulturellen Prozessen sind, soll zunächst ein Blick auf Lehrkonzepte zu interkultureller Kompetenz geworfen werden.

3.2 Lehrkonzepte

Interkulturelle Kompetenz zu lehren erfordert laut Byram (1997) fünf Faktoren (*savoirs*), die in ein Lehr-/Lernmodell integriert sein müssen: Neben kognitivem Wissen und einer offenen, neugierigen Einstellung der Lernenden sind Fertigkeiten,

Wahrgenommenes zu interpretieren und in Relation zu setzen, Neues zu entdecken und mit Neuem zu interagieren sowie politische und kritische kulturelle Bildung vonnöten (S. 34ff.).⁴

Ein oft verwendetes Referenzsystem für die Analyse kultureller Unterschiede stellt die Studie Geert Hofstedes dar, in der er zunächst fünf, später sechs Kulturdimensionen definiert, die Menschen im Sinne einer mentalen Programmierung in ihrem privaten und beruflichen Dasein prägen (Hofstede, Hofstede & Minkov, 2010, S. 51ff.).⁵ Darauf basierend werden sogenannte *critical incidents*, also problematische Begegnungen zwischen Menschen verschiedener Kulturen im Geschäftsleben, analysiert, um so Handlungsstrategien für ähnliche, künftige Situationen zu erarbeiten (Camerer & Mader, 2012, S. 158ff. sowie Heringer, 2017, S. 219ff.). Wie Aydt (2015) kritisch hervorhebt, führt diese Technisierung der Begriffe sowie deren Formalisierung des Phänomens Kultur dazu, komplexe interkulturelle Situationen zielgerichtet und bewusst zu steuern und zu ordnen (S. 33 und 56f.). Vor allem im MINT-Bereich ist daher dieser Ansatz ein vielversprechender, der kombiniert mit reflexiven, kommunikationstheoretischen, sozialen und interpersonellen Kompetenzen ein ganzheitliches didaktisch-methodisches Konzept im Bereich des interkulturellen und fachsprachlichen Lernens darstellt (Brandstetter, 2017). In diesem normativen Sinne soll interkulturelles Lernen zu effektiverem Handeln führen.

⁴ Eine detaillierte Darstellung, wie Lernziele gemäß Byrams Faktoren in einem handlungsorientierten Ansatz methodisch-didaktisch und konzeptionell eingebettet sind, wurde von der Autorin auf der 30. AKS-Tagung vom 1. bis 3. März 2018 an der Bauhaus-Universität Weimar vorgestellt. Die Publikation der Ergebnisse ist in Vorbereitung (Titel: Teaching Intercultural Business English).

⁵ Für eine detaillierte Darstellung, wie das Konzept der Kulturdimensionen kritisch-reflexiv in ein Curriculum im Sinne des interkulturellen und sozialen Kompetenzerwerbs eingebunden werden kann, siehe Brandstetter, 2017.

3.3 Messbarkeit

Interkulturelle Kompetenz zu messen ist jedoch ein komplexes Vorhaben, da die Kompetenz als solche, wie bereits gezeigt, vielschichtig, multidimensional und fluid ist. Wie Camerer & Mader (2012) betonen, darf sich die Prüfung interkultureller Kompetenz nicht auf rein kognitive Aspekte reduzieren, da Wissen nicht gleich Kompetenz bedeutet (S. 15).

In dieser Hinsicht analysiert und evaluiert Byram (1997) ausführlich, wie die von ihm beschriebenen *savoirs* getestet werden können (S. 87-111). Schwierig bleibt hier die hohe Kleinschrittigkeit und Unterscheidungstiefe, die bei den einzelnen Ausprägungen der *savoirs* ausdefiniert werden, wobei als Testformate zum Großteil Portfolioarbeiten oder schriftliche Prüfungen herangezogen werden. Hier eine valide Aussage über Lernfortschritt zu treffen und dabei die von Byram in ihrer Gesamtheit definierte interkulturelle Kompetenz zu evaluieren, erscheint in der alltäglichen Praxis zu komplex. Wichtig zu bemerken wäre jedoch der Fokus, den Byram auf die Selbstreflexion im Bewertungsprozess legt, auf den später nochmals eingegangen wird.

Corbett (2003) unterscheidet verschiedene Testformate, die sich, wie er selbst betont, nicht wesentlich von Prüfungen zum Fremdsprachenlernen unterscheiden (S. 194ff.). Diese Formate können, so Corbett, jeweils mit interkulturellem Kontext zusätzlich zur Sprachkompetenz ausgestattet werden, ohne jedoch genauer darauf einzugehen, wie die spezifische interkulturelle Kompetenz tatsächlich dadurch messbar wird.

Camerer & Mader (2012) schließlich formulieren Kriterien, die auf den relevanten Aspekten des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen zur Erlangung von praktischer interkultureller Kommunikationsfähigkeit basieren: Neben Wissen über Institutionen und Sozialisationsprozesse der Zielkultur und Wissen über Gründe für mögliche interkulturelle Missverständnisse

werden die Fähigkeiten zur kulturellen Reflexion, zur höflichen Interaktion, zur Anwendung von adäquater Sprache, zum Wechsel auf die kommunikative Metaebenen sowie zur Mediation zwischen divergierenden Interpretationsansätzen genannt (S. 181ff.). Interessanterweise heben Camerer & Mader zum einen hervor, dass Progression bei interkulturellem Kompetenzerwerb aus ihrer Erfahrung heraus existiert, ohne jedoch die Möglichkeit der Messbarkeit derselben zu diskutieren (S. 185). Des Weiteren betonen die Autoren, dass interkulturelle Kompetenz ab einem gewissen Sprachniveau (B2) nicht mehr direkt abhängig von fremdsprachlicher Kompetenz ist (S. 185). Dies wirft die Frage auf, inwiefern Testformate, die größtenteils in Fremdsprachenprüfungen eingebettet sind und sich auf die Progression im Fremdspracherwerb fokussieren, valide Aussagen zur Messbarkeit von interkultureller Kompetenz liefern. Hier soll das Forschungsdesign ansetzen und versuchen, diese Frage näher zu beleuchten.

4. Forschungsdesign

Um die Messbarkeit des Zuwachses von interkultureller Kompetenz innerhalb eines ganzheitlichen didaktisch-methodischen Konzeptes möglichst vom Lernfortschritt in der Fremdsprache abzukoppeln, muss ein Forschungsansatz jenseits der Evaluation von klassischen Prüfungsformaten angesiedelt sein, auch wenn diese in einem interkulturellen Kontext eingebettet wären. Werden die veränderten kulturellen Aneignungsprozesse sowie kulturellen Praktiken durch Digitalisierung zugrunde gelegt, muss sich die Forschungsfrage mit Messbarkeit jenseits kognitiver und verhaltensorientierter Prüfungsmodelle beschäftigen. Grundlegend scheint hier, eine neue Basis für das Verständnis und die Erfahrungshintergründe der betroffenen Studierenden in ihrem Kontext als *digital natives* zu gewinnen. Diese Basis soll durch eine mehrstufige Online-Befragung geschaffen werden: Studierende, die im Rahmen ihres Masterstudiums zwei

Pflichtmodule im Bereich Wirtschaftsenglisch (C1), Kommunikation, soziale und interpersonelle Kompetenz sowie ein Wahlpflichtmodul zu interkultureller Kompetenz absolvieren, werden anonymisiert zunächst zu Beginn des Semesters zu ihrem Verständnis von interkultureller Kompetenz sowie zu ihrer Einschätzung der Wichtigkeit verschiedener Kompetenzen im beruflichen Leben (Fremdsprachenkenntnisse, Kommunikationsfähigkeit, nonverbale Kommunikation, emotionale Intelligenz, Teamfähigkeit, Flexibilität, Verhandlungskompetenz, Problemlösungskompetenz, Zeitmanagement, Führungskompetenz, interkulturelle Kompetenz) befragt. Zusätzlich zur abstrahierten Einschätzung sollen die Studierenden vorgegebenen Aussagen, die die genannten Kompetenzen als kompetente Handlungsbeschreibungen exemplifizieren, graduell zustimmen bzw. widersprechen. Schließlich werden die Studierenden noch gebeten, ihre Einschätzung zur Wirksamkeit verschiedener didaktischer Ansätze abzugeben. Um die Aussagekraft dieser Einschätzungen in Bezug auf Erfahrenes validieren zu können, wird im Fragebogen ebenfalls erhoben, welche der genannten Module bereits absolviert wurden bzw. im Befragungssemester belegt werden. Am Ende des Semesters werden die Studierenden gebeten, den gleichen Fragebogen erneut zu beantworten⁶ inklusive einer Zusatzfrage zu dem von den Studierenden eingeschätzten eigenen Lernerfolg in Bezug auf Fremdsprachenkompetenz, soziale sowie interkulturelle Kompetenz (kognitiv und verhaltensorientiert). Diese Selbstevaluation soll zusätzlich zur metrischen Messung von fremdsprachlicher und kognitiver Kompetenz bezüglich Interkulturalität zeigen, welches Verständnis *digital natives* in der veränderten, digitalisierten Welt davon haben, ob und in welchem Maße dieses Verständnis durch verschiedene didaktisch-methodische beeinflussbar ist und welche Reflexionsprozesse bei den Studierenden angestoßen werden können.

⁶ Da die Studierenden in der Online-Befragung auf Basis von EvaSys einen Code generieren müssen, ist eine anonymisierte Zuordnung der Befragten gewährleistet.

5. Ausblick

Die Befragung ist als Studie über mehrere Semester angelegt, so dass Aussagen über einen Langzeiteffekt möglich sind und eine möglichst hohe Anzahl von Befragten gewährleistet ist. Sie wurde im Sommersemester 2019 im Masterstudiengang Systems Engineering an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Hochschule München gestartet. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen helfen, die didaktisch-methodische Konzeption der betreffenden Module stetig an die sich verändernden Voraussetzungen und Bedürfnisse der Studierenden zu adaptieren.

Literatur

N. N.: (22.05.2015). Flexibel und fit, digital und öko - Jugend im Wandel. Süddeutsche Zeitung. Abgerufen von <https://www.sueddeutsche.de/news/leben/familie-flexibel-und-fit-digital-und-oeko---jugend-im-wandel-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-150522-99-04696>

Aydt, S. (2015): An den Grenzen der interkulturellen Bildung. Eine Auseinandersetzung mit Scheitern im Kontext von Fremdheit. Bielefeld: transcript Verlag

Bolten, J. (2015): Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation (2. Aufl.). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht

Brandstetter, N. (2017): Interkulturelle und soziale Kompetenzen als Schlüsselqualifikationen. In: B. Meissner, C. Walter & B. Zinger (Hrsg.): Tagungsband zum 3. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern. DiNa-Sonderausgabe (S. 286-290). Nürnberg

Byram, M. (1997): Teaching and Assessing Intercultural Communicative Competence. Clevedon: Multilingual Matters LTD

Camerer, R., Mader, J. (2012): Intercultural Competence in Business English. Berlin: Cornelsen

Corbett, J. (2003): An Intercultural Approach to English Language Teaching. Clevedon: Multilingual Matters LTD

Heringer, H. J. (2017): Interkulturelle Kommunikation (5. Aufl.). Tübingen: Francke

Hofstede, G., Hofstede, G. J., Minkov, M. (2010): Cultures and Organizations – Software of the Mind: Intercultural Cooperation and Its Importance for Survival (3. Aufl.). New York: McGraw-Hill

Jullien, F. (2017): Es gibt keine kulturelle Identität. Berlin: Suhrkamp

Lüsebrink, H.-J. (2016): Interkulturelle Kommunikation. Interaktion, Fremdwahrnehmung, Kulturtransfer (4. Aufl.). Stuttgart: Metzler

Scheffer, J. (2018): Reflexive Enkulturation: Kultureller Wandel im digitalen Zeitalter. In: K. v. Helmolt, D. J. Ittstein (Hrsg.), Digitalisierung und (Inter-)Kulturalität. Formen, Wirkung und Wandel von Kultur in der digitalisierten Welt (S. 15-36). Stuttgart: ibidem-Verlag

Welsch, W. (2017): Transkulturalität. Realität – Geschichte – Aufgabe. Wien: new academic press

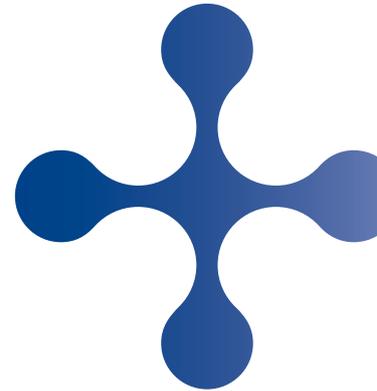
Angaben zur Autorin

Nicole Brandstetter

Studium der Romanistik und Anglistik; Forschungstätigkeit in interdisziplinärem Graduiertenkolleg; Arbeit in PR-Agentur; Lehrtätigkeit und Leitungsposition in privater Bildungsinstitution (Organisationsentwicklung, Personalfragen, Öffentlichkeitsarbeit, Unterrichtsentwicklung); seit 2015 Professorin an der Hochschule München (Business English, Interkulturelle Kommunikation); Forschungsschwerpunkte: Lehr-Lern-Forschung, Narrative, gesellschaftliche Zukunftsfragen durch Digitalisierung

Mathematik selbstorganisiert lernen

Kay-Rüdiger Harms, Sebastian Wirthgen, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften



Zusammenfassung

Wichtige Voraussetzungen für einen erfolgreichen Abschluss des Studiums sind die Fähigkeiten, sich eigenverantwortlich zu organisieren und selbständig zu lernen. Diese Fähigkeiten sind jedoch – so die Erfahrung – bei den meisten Studierenden nur ungenügend entwickelt. Daher ist es naheliegend, gleich im ersten Studiensemester die Selbstorganisationskompetenz zu fordern und zu fördern. Mit diesem Ziel wurde die Lehrveranstaltung Mathematik I vollkommen neugestaltet. Lernlandkarten geben eine Übersicht über die Lerninhalte. Mittels einer sogenannten Kann-Liste werden die Lerninhalte im Detail bekannt gegeben. Durch einen gezielten Wechsel zwischen Orientierungsphasen, strukturierten Phasen und freien Arbeitsphasen mit unterschiedlichen Sozialformen wird eine Lernumgebung geschaffen, in der die Studierenden entsprechend ihrer individuellen Fähigkeiten selbstverantwortlich lernen.

1. Motivation

Ein Hochschulstudium ist für viele Studentinnen und Studenten die erste eigenständig zu organisierende Lebensphase. Die Erfahrung zeigt, dass die dazu notwendige Selbstorganisationskompetenz in der schulischen Bildung nur ungenügend entwickelt wurde. Zwar zeigen Studentinnen und Studenten mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung und entsprechender Berufspraxis in dieser Hinsicht durchaus günstigere

Fähigkeiten, jedoch stehen diese dann häufig vor dem Problem, das Lernen (wieder) lernen zu müssen (Heublein et al., 2017). Daher ist die Frage berechtigt, wie beide Gruppen, die in einer Lehrveranstaltung zusammentreffen, unterstützt werden können. Wird zusätzlich bedacht, dass Lernen ein in hohem Maße individueller Prozess ist, müssen Lehrende akzeptieren, dass die Lerngruppen durchaus extrem heterogen sein können (Hasselhorn & Gold, 2006). Eine moderne Hochschule muss dieser Anforderung gerecht werden und allen Lernenden in den Lehrveranstaltungen Lernen ermöglichen.

Vor diesem Hintergrund ist die Heterogenität für das Ziel, die Selbstorganisationskompetenz zu fördern und damit ein erfolgreiches Studium zu ermöglichen, durchaus als Chance zu sehen.

Den Studierenden ist das Fach Mathematik aus der schulischen Ausbildung bekannt. Viele von ihnen – auch Studierende im Ingenieurstudiengang Fahrzeugtechnik an der Ostfalia Hochschule – verbinden mit diesem Fach aufgrund ihrer Vorerfahrungen häufig negative Emotionen. Daher bietet sich gerade dieses Fach an, die Lehrmethode so zu gestalten, dass mehr Freiraum für einen individuellen Lernprozess zur Verfügung steht.

Aus diesen Gründen orientiert sich die Lehrveranstaltung Mathematik I im Studiengang Fahrzeugtechnik an dem Konzept des „selbstorganisierten Lernens“ (Herold & Herold, 2017).

2. Hintergrund

Das hier vorgestellte Lehrveranstaltungskonzept beruht auf der Kernthese, dass jeder Mensch sein rationales Wissen selbst konstruiert (Waldherr & Walter, 2014). Demnach ist Wissen eine subjektive Konstruktion von Ideen und Konzepten. Im Lernprozess wird von den Lernenden eine ganz eigene Sichtweise der Informationen generiert. Damit können Lernende auch nur vom individuellen Entwicklungsstand und der bisherigen Erfahrung ausgehen, um neues Wissen zu konstruieren. In Folge dessen ist Lernen ein im hohen Maße individuell gesteuerter Prozess, der aktiv durchgeführt werden muss. Aktiv meint, dass das Gelernte soweit wie möglich praktisch ausprobiert, möglichst präsentiert und auf jeden Fall mit anderen geteilt und diskutiert werden muss (Winteler, 2008).

Dabei ist die zunehmende Heterogenität der Lerngruppe zu berücksichtigen und die Frage, wie in einer solchen Gruppe aktives und individuelles Lernen zu ermöglichen ist, berechtigt. Die Aufgabe des Lehrenden besteht darin, eine geeignete Lernumgebung zu schaffen.

3. Umsetzung

Die Präsenzveranstaltung Mathematik I im Studiengang Fahrzeugtechnik an der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften am Campus Wolfsburg besteht aus sechs Semesterwochenstunden. Zwei Semesterwochenstunden werden von einer Kollegin übernommen. Für den hier diskutierten Teil von vier Semesterwochenstunden, die stets am Montagmorgen in zwei Blöcken zu je 90 Minuten stattfinden, wurde ein vollständiger Wechsel der Lehrmethode vollzogen. Der Lehrende übernimmt dabei fast durchgängig für alle Lehrveranstaltungen die Rolle eines Moderators mit dem Ziel, eine Lernumgebung zu

schaffen, die das aktive und individuelle Lernen ermöglicht. Die Präsenzveranstaltungen finden in einer SCALE-UP Lernumgebung statt. Die Bezeichnung SCALE-UP steht für Student-Centered Active Learning Environment for Undergraduate Programs und liefert eine Lernumgebung, die aktives und kollaboratives Lernen unterstützt (Beichner, et al. 2007).

Die zur Verfügung stehende Zeit wird in unterschiedliche Phasen eingeteilt. Dabei orientieren sich die Dozenten an der von Herold und Herold vorgeschlagenen Struktur. Ein gezielter Wechsel zwischen Orientierungsphasen, strukturierten Phasen und freien Arbeitsphasen mit unterschiedlichen Sozialformen stellt eine Lernumgebung dar, in der Studierende entsprechend den individuellen Fähigkeiten selbstverantwortlich lernen können (Herold & Herold 2017).

In Orientierungsphasen werden Informationen zum bevorstehenden Lernprozess gegeben. Die Orientierung wird durch „Lernlandkarten“ unterstützt, welche eine Übersicht über den Inhalt des anstehenden Lernprozesses geben. Was die Studierenden am Ende des Lernprozesses alles können könnten, wird bereits in der ersten Lehrveranstaltung des Semesters mittels einer sogenannten „Kann-Liste“, die die operationalisierten Lernziele konkret benennt, im Detail bekannt gegeben und den Studierenden als Instrument der Selbstkontrolle ausgehändigt. Diese Liste besteht aus mehreren Spalten. Zur Verdeutlichung zeigt Tabelle 1 einen Ausschnitt aus der Kann-Liste.

Die erste Spalte dient der thematischen Orientierung. Hier werden lediglich die Themen (z.B. Bruchrechnung, Potenzen, Differentialrechnung, Numerische Reihen usw.) genannt, zu denen die Lernziele der folgenden Zeilen gehören. Die zweite Spalte nummeriert die Lernziele durch. Die dritte Spalte enthält die konkrete Formulierung der Lernziele in der Form „Ich kann ...“. Die Formulierung orientiert sich an der Bloom'schen Taxonomie.

Thema	Lfd. Nr.	Ich kann ...	Quellen/Übungen/ Lösungen	Videos	Tätigkeitsnachweis	Tax	Tätigkeitsnachweis erbracht
Potenzen	13	... die Rechenregeln der Potenzrechnung richtig anwenden.	Cramer, Neslehová, 2018: S. 84-87 Proß, Imkamp, 2018: S. 9-12	Viamint Modul: Potenzen und Wurzeln	Aufgaben zur Potenzrechnung in Craats, Bosch 2010 gelöst.	x	
	14	... einfache Potenzen routiniert berechnen.				x	
Wurzeln	15	... erklären, was mit der n-ten Wurzel aus einer Zahl gemeint ist.	Cramer, Neslehová, 2018: S. 87-91 Proß, Imkamp, 2018: S. 12-14	Viamint Modul: Potenzen und Wurzeln	Aufgabe 1.10 zur Bruchrechnung in Höfner 2017, S. 7 gelöst.	x	
	16	... die Rechenregeln der Wurzelrechnung richtig anwenden.				x	
	17	... zu einfachen Quadratzahlen die Wurzeln im Kopf ausrechnen.				x	
Logarithmen	18	... die Definition des Logarithmus nennen und seine Bedeutung im konkreten Fall erläutern.	Cramer, Neslehová, 2018: S. 91-95	Viamint Modul: Logarithmen	Aufgabe 1.11 und 1.13 in Höfner 2017, S. 7 gelöst.	x	
	19	... den Logarithmus von Zahlen angeben, bei denen dies durch einfache Berechnung ‚im Kopf‘ möglich ist.				x	
	20	... die Rechenregeln für das Rechnen mit Logarithmen richtig anwenden.				x	

Tab. 1: Ausschnitt aus der Kann-Liste. Quelle: Harms

Vorschläge für Fachliteratur, Übungen und zugehörige Lösungen enthält die vierte Spalte der Kann-Liste. Hier werden im Wesentlichen e-books aus der Bibliothek der Hochschule mit konkreten Seitenangaben aufgeführt. Studentinnen und Studenten können in der Lehrveranstaltung auf diese Informationen zugreifen. Hinweise auf Videos, die das in der entsprechenden Zeile der Liste aufgeführte Lernziel thematisieren, werden in der fünften Spalte gegeben. Viele Studierende verwenden Videomaterialien aus dem Internet, um sich Lerninhalte anzueignen.

Herold und Herold haben bereits darauf hingewiesen, dass für Lernende erkennbar sein muss, ob sie das Lernziel erreicht haben. Dazu nennt die sechste Spalte Vorschläge für Aufgaben, die im Grunde nur gelöst werden können, wenn die Lerninhalte erfolgreich erarbeitet wurden und das Lernziel somit erreicht ist. Dieser Spalte liegt der Gedanke zugrunde, für die Lernenden den Fortschritt und somit den Erfolg des Lernprozesses sichtbar und kontrollierbar zu machen.

Die dann folgende Spalte „Tax“ kennzeichnet mittels ein, zwei oder drei Sternen die Komplexität des Lernziels. Die letzte Spalte dient allein dem Abhaken. Die Studierenden können hier für sich kenntlich machen, ob sie das Lernziel schon erreicht haben. So wird auf einem Blick deutlich, welche Themen erledigt sind und welche noch bearbeitet werden müssen.

In sogenannten „Strukturierten Phasen“ (Herold & Herold, 2017) werden Lernprozesse durch Lernimpulse angestoßen. Dazu werden zu Beginn einer solchen Phase Arbeitsaufgaben mit einer Zeitplanung und der Arbeitsmethode sowie einer geeigneten Sozialform durch den Lehrenden vorgegeben.

Neben den Strukturierten Phasen dienen „Freie Arbeitsphasen“ dem selbstorganisierten Lernen. In diesen Phasen können die Studierenden frei entscheiden, wie sie die Zeit nutzen. Dabei orientieren sie sich an ihren Bedürfnissen, Fähigkeiten und am

bisher erreichten Lernfortschritt. Es ist Ziel der Lehrveranstaltung, dass im Verlauf des Semesters häufiger freie Arbeitsphasen eingeplant werden können. In diesen freien Arbeitsphasen wird das individuelle Lernen besonders sichtbar. Insbesondere in dieser Phase ist der Lehrende individueller Lernbegleiter.

Eine im Lernprozess wichtige Phase ist die „Reflexionsphase“. Solche Phasen, die nach einem Lernprozess stets folgen sollten, dienen der individuellen Selbstreflexion. Hier beantworten die Studierenden sich verschiedene Fragen, beispielsweise: „Habe ich das Lernziel erreicht?“ oder „Muss ich meinen Arbeitsplan korrigieren?“.

Ein weiteres Instrument zur Dokumentation des eigenen Lernfortschritts stellt das sogenannte „Punkte-Konto“ dar, welches jede/jeder Studierende im Verlauf der Lehrveranstaltungen eigenverantwortlich mit Punkten füllen kann. Die Tabelle 2 zeigt einen Ausschnitt aus der den Studierenden zur Verfügung stehenden Vorlage. Das Punkte-Konto stellt einen Leistungskatalog dar, welcher zahlreiche Vorschläge zur Förderung des eigenen Lernprozesses enthält. Diese Vorschläge beinhalten sowohl Leistungen in Präsenzveranstaltungen (z. B. Teamleiter einer Arbeitsgruppe) als auch Leistungen, die in den Selbstlernphasen erbracht werden können (z. B. Organisation einer Lerngruppe, Erarbeitung einer Musterlösung).

Studierende können sich zudem Punkte auf das Punkte-Konto anrechnen, wenn sie die vom Lerncoach der Fakultät angebotene Veranstaltung „Selbstorganisiertes Lernen – Wie organisiere ich mich im Studium?“ besucht haben (vgl. Zeile 1 in Tab. 2). In enger Absprache mit dem Lerncoach wird diese Veranstaltung zum Beginn des Studiums mit dem Ziel angeboten, über Selbstorganisation im Studium zu informieren. „Ist ein Arbeits- und Zeitplan sinnvoll?“ und „Wie sollte mein Arbeitsplatz aussehen?“ sind zwei Beispiele für Fragen, mit denen sich die Studierenden in der Veranstaltung mit dem Lerncoach befassen.

Nr.	Tätigkeitsbeschreibung	Tätigkeitsnachweis	Punkte	
	Ich habe ...		maximal	erreicht
1	... die vom Lerncoach durchgeführte Veranstaltung besucht.	Unterschrift auf Teilnehmerliste	2	
2	... mir einen Arbeits- und Lernplan erstellt.	Arbeits- und Lernplan vorgelegt	3	
3	... am _____.____.19 am Tutorium teilgenommen.	Unterschrift auf Teilnehmerliste	1	
4	... in einer Lerngruppe mitgearbeitet.	Protokoll Lerngruppe	2	
5	... die Rolle als Experte/Expertin für ein Thema in einer Lerngruppe übernommen.	Protokoll Lerngruppe	4	
6	... eine Lernpartnerschaft gegründet / daran teilgenommen.	Protokoll Lernpartnerschaft	2	
7	... die Kann-Liste selbständig bearbeitet: Thema Binomialkoeffizienten.	Kann-Liste mit Tätigkeitsnachweis	4	
8	... die Kann-Liste selbständig bearbeitet: Thema Logarithmen.	Kann-Liste mit Tätigkeitsnachweis	4	
9	... die Kann-Liste selbständig bearbeitet: Thema Mengenlehre.	Kann-Liste mit Tätigkeitsnachweis	4	

Tab. 2: Ausschnitt aus dem Punkte-Konto (Harms)

4. Reflexion

Traditionell sind die Tischordnungen in den Lehrveranstaltungs-räumen der Hochschule am Campus Wolfsburg für Lehrveranstaltungen in Frontalform ausgelegt. Zwar gibt es bereits einen Raum, der eine umfassend technisch unterstützte SCALE-UP Lernumgebung bietet, jedoch ist dieser nur für Gruppen bis

ca. 30 Personen nutzbar. Die Lehrveranstaltung Mathematik I wird jedoch von 60 bis 90 Studierenden besucht. Daher wurde für die hier vorgestellte Lehrveranstaltung in der ersten und zweiten Semesterwoche die Tischordnung zunächst mit Hilfe der Hausmeister zu Gruppentischen umgestellt, um kollaboratives Lernen zu ermöglichen. Es wurde Wert auf 6er-Gruppen gelegt. Dadurch konnten 3er-Gruppen gebildet werden

und Partnerarbeit war ebenfalls ohne weiteres möglich. Ab der dritten Semesterwoche übernahmen die Studierenden die Umstellung der Tische selbständig. In den folgenden Wochen des Semesters war dazu schließlich auch keine weitere Aufforderung notwendig.

Zu Beginn des Semesters beginnt eine Lehrveranstaltung im Allgemeinen mit einer Orientierungsphase, in der der Plan für den folgenden Lernprozess deutlich wird. Mit zunehmender Erfahrung der Studierenden mit der Lehrmethode kann die Präsenzveranstaltung auch mit einer Reflexionsphase begonnen werden (s. u.). Die Möglichkeit zur Erarbeitung von Lerninhalten ist dann in einer sich anschließenden strukturierten Phase gegeben. Der Lehrende gibt für diese Phase in der Regel eine Aufgabenstellung, eine Sozialform und auch einen Zeitplan vor. Nach der Erarbeitung von neuen Lehrinhalten wird den Studierenden die Gelegenheit zur Verarbeitung des Gelernten geben. Dieser, im Lernprozess wichtige Schritt, dient der Festigung des Gelernten. Dabei werden durch den Lehrenden Methode (z. B. Sortieren nach „Kann ich erklären“ oder „Kann ich nicht erklären“) und Sozialform vorgegeben.

Der Rahmen zur Selbstreflexion wird in der Reflexionsphase gegeben. Eine solche Phase wird regelmäßig in die Lehrveranstaltung eingegliedert und die Studierenden haben damit Gelegenheit, ihren eigenen Plan und ihre Zielerreichung zu prüfen. Hier erfolgt ein Abgleich des Plans mit der Kann-Liste (Welche Ziele sind abgehakt, welche sind noch zu bearbeiten?) oder es kann geprüft werden, inwieweit bislang erreichte Ziele noch präsent sind.

Mit zunehmendem Fortschritt im Semester können allmählich mehr freie Arbeitsphasen eingeplant werden. In diesen Phasen können die Studierenden ihren individuellen Plan verfolgen.

Letztendlich ist es ein Ziel des gewählten Lehrveranstaltungs-konzepts, die Selbstorganisationskompetenz soweit zu entwickeln, dass sinnvolles selbständiges Arbeiten möglich wird.

Die Lehrveranstaltung Mathematik I wird in diesem Sommersemester zum zweiten Mal in dieser Form durchgeführt. Eine Betrachtung der Prüfungsergebnisse aus dem vorherigen Wintersemester – in dem das erste Mal nach der beschriebenen Art und Weise die Lehre erfolgte – zeigt, dass die Ergebnisse nicht schlechter im Vergleich mit den Ergebnissen nach einer eher klassischen Lehrmethode (Frontalform) ausfallen. Vielmehr gibt es Hinweise darauf, dass mehr gute Noten in der abschließenden Klausur vorliegen. Eine statistische Auswertung wird in Zukunft erfolgen.

5. Fazit

Das Veranstaltungskonzept verdeutlicht den Studierenden von der ersten Präsenzveranstaltung an, dass die Verantwortung für das eigene Lernen bei ihnen selbst liegt und es unterstützt sie dabei, die Verantwortung auch bestmöglich anzunehmen. Die umfangreiche Kann-Liste macht unmittelbar zu Beginn und semesterbegleitend transparent, dass mit dem Studienbeginn allein mit dem Fach Mathematik I ein hoher Arbeitsaufwand verbunden ist.

Das Lehr-Lernsetting bietet dem Lehrenden in der Lehrveranstaltung Gelegenheit, beim ‚eigentlichen‘ studentischen Lernen präsent zu sein und zu unterstützen. So ist zu beobachten, wie Studierende es im Gespräch untereinander tatsächlich schaffen, mathematische Probleme zu lösen und ein Verständnis für mathematische Zusammenhänge zu entwickeln. Selbst Studierende, die bisher meinten, Mathematik „sei nichts“ für sie, entwickeln im intensiven Gespräch untereinander Spaß für dieses Fach.

Nach einigen Jahren Erfahrung mit einer eher „traditionellen“ Lehrmethode und den damit verbundenen Enttäuschungen in der Wirksamkeit des Vorgehens (gemessen an den Prüfungsergebnissen), sollte allein diese Erkenntnis für Lehrende Anreiz sein, diese Lehrmethode zu wählen.

Literatur

Beichner, R. J., Saul, J. M., Abbott, D. S., Morse, J. J., Dear-dorff, D., Allain, R. J., Risley, J. S. (2007): The student-centered activities for large enrollment undergraduate programs (SCALE-UP) project. Research-based reform of university physics, 1(1), pp. 2-39. College Park, Maryland: AAPT

Hasselhorn, M., Gold, A. (2006): Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren. Stuttgart: Kohlhammer

Herold, C., Herold, M., (2017): Selbstorganisiertes Lernen in Schule und Beruf. Weinheim: Beltz Verlag

Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J., Woisch, A. (2017): Zwischen Studierenerwartungen und Studienwirklichkeit. Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen. (HIS: Forum Hochschule 1/2017). Hannover: HIS

Waldherr, F., Walter, C., (2014): Didaktisch und Praktisch – Ideen und Methoden für die Hochschullehre. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft

Winteler, A. (2008): Professionell lehren und lernen. Darmstadt: WBG

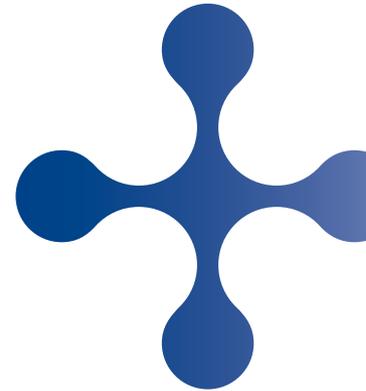
Angaben zu den Autoren

Dr. rer. nat. Kay-Rüdiger Harms
Studium der Physik an der TU Braunschweig, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Physik der TU Braunschweig,
Lehrer für Augenoptik an der BBS II, Landkreis Gifhorn
Prodekan der Fakultät Fahrzeugtechnik der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften

Sebastian Wirthgen
2006 – 2009 Bachelor of Science (Lehramt Physik/Mathematik) an der Universität Leipzig,
2009 – 2012 Master of Education (höheres Lehramt an Gymnasien Physik/Mathematik) an der Universität Leipzig,
2012 – 2015 Hochschul(fach)didaktiker für MINT am ZeLL der Ostfalia Hochschule,
Seit 2015 Leitung des Bereichs Hochschul(fach)didaktik am ZeLL der Ostfalia Hochschule

Integrativ statt additiv – Akzeptanz des „Studieren Lernens“ und fachliche Integration

Britta Foltz, Miriam Barnat, Fachhochschule Aachen



Zusammenfassung

Während sich eine zunehmende Heterogenität unter den Studienanfängern und Studienanfängerinnen in den Bereichen Selbstorganisation und Arbeitsmethodik im täglichen Vorlesungsbetrieb und gerade in Schwellenfächern wie der Mathematik bemerkbar macht, finden freiwillige Zusatzangebote wie Mentoring und Studieren Lernen häufig wenig Akzeptanz. Ein Kritikpunkt der Studierenden ist die unzureichende Anbindung an ihre Studieninhalte. Die Integration von Arbeits- und Selbstmanagementmethoden in einen Online-Kurs, der inhaltlich und curricular auf das Modul Mathematik 1 abgestimmt wurde, soll hier Abhilfe schaffen. Die Teilnahme ist freiwillig und wird über ein Bonuspunktesystem honoriert, das eine zusätzliche extrinsische Motivation bietet, ohne die intrinsische Motivation zu gefährden. Studierende höherer Semester unterstützen als studentische Mentoren beziehungsweise Mentorinnen und können als Modell erfolgreichen Studierens wahrgenommen werden. Der Beitrag präsentiert das didaktische Konzept des Online-Kurses und diskutiert die Wirksamkeit der Maßnahme.

1. Studentische Heterogenität und hochschulische Unterstützungsprogramme

Die Relevanz der Studieneingangsphase für den Studienerfolg ist in den Fokus politischer Maßnahmen zur Verbesserung der Qualität von Studium und Lehre gerückt (BMBF, 2010). Die im Qualitätspakt Lehre finanzierten Maßnahmen werden meist mit einer gestiegenen Heterogenität der Studienanfänger in Verbindung gebracht. Die empirische Forschung zeigt, dass die *soziale* Heterogenität der Studierenden nicht wesentlich zugenommen, sich also die Zusammensetzung der Studierendenschaft z. B. nach Bildungshintergrund in dem neuen Jahrtausend nicht signifikant verändert hat. (Wolter, 2014). Der allgemeinen Wahrnehmung der Lehrenden nach unterscheiden sich Studierende aber sehr stark bezüglich ihrer Einstellungen, ihrem Vorwissen und ihren Fähigkeiten (Schmidt, 2018). Insbesondere werden bei einem Teil der Studierenden zu geringes Fachwissen, unangemessene Lernstrategien, fehlendes Zeitmanagement oder zu wenig Selbstdisziplin diagnostiziert. Umgekehrt zeigt die Empirie, dass die Studierenden im Verhältnis die Lern- und Lebensorganisation als besonders herausfordernd wahrnehmen (Bosse, 2017; Seemann, 2015).

Die Hochschulen haben in den letzten Jahren darauf reagiert, indem sie Unterstützungsangebote für den Studieneingang entwickelt haben. Es zeigt sich allerdings, dass viele dieser Angebote unabhängig von dem bestehenden Curriculum in den ersten Semestern eingeführt wurden und sehr häufig kompensatorischen Charakter haben. Dieser additive Charakter ist auch deshalb problematisch, weil leistungsschwächere Studierende diese Angebote oft nicht wahrnehmen (Schmidt, 2018).

Auch der Fachbereich Bauingenieurwesen der Fachhochschule Aachen hat Erfahrungen mit der Akzeptanz additiver Angebote erworben, vor allem im Zusammenhang mit verschiedenen Mentoringmodellen im ersten Studienjahr. So partizipiert er seit 2015 am Kooperationsprojekt „Guter Studienstart“¹ mit der RWTH Aachen. Das zugehörige studentische Mentoringprogramm dieses hochschulübergreifenden Orientierungssemesters ist verpflichtend und konzentriert sich einerseits auf die soziale Integration der Teilnehmenden, andererseits auf die Vermittlung von Lern-, Arbeits- und Selbstmanagementmethoden. Obwohl die Studierenden die Erfahrung insgesamt positiv bewerten, erschließt sich vielen die Notwendigkeit dieser Inhalte während ihres ersten Semesters nicht, wie man durch Evaluation und Beobachtungsprotokolle lernen kann.

Darüber hinaus wird seit 2016 mit Mitteln des Qualitätspaktes Lehre² ein freiwilliges studentisches Mentoring für die ersten beiden Fachsemester angeboten. Dieses wurde von den

Studierenden jedoch nicht angenommen. Die Teilnehmendenzahlen sind bis heute gering. Eine probeweise Kopplung des Mentoringprogramms mit einem Wahlpflichtfach „Studieren mit Erfolg“ im Sommersemester 2017 führte zu höheren Teilnehmendenzahlen, allerdings bei Studierenden höherer Semester. Auch explizite Handlungsempfehlungen durch die Dozierenden sowie die Mentoren und Mentorinnen selbst zeigten keine bedeutsame Wirkung. Aus diesem Grund wurde nach einem neuen Konzept gesucht, welches die Studierenden des ersten Semesters mit den wichtigsten Inhalten des Studieren Lernens in Kontakt bringt, dabei den Aspekt der Ressourceneffizienz berücksichtigt und möglichst die Relevanz der Inhalte transportiert.

2. Das didaktische Konzept des Online Kurses Mathematik – Studieren lernen

Um die Studienanfänger in die Lage zu versetzen, die Anforderungen des Studiums an der Fachhochschule Aachen zu bewältigen, wurde ein Online-Kurs im Umfang von 30 Arbeitsstunden entworfen, der auf Lern- und Studienplanung sowie mathematikspezifische Lernstrategien ausgerichtet ist.

2.1 Integration eines Online-Moduls

Der Online-Kurs *Mathematik-Studieren lernen* wurde konzipiert, um eine Integration von Lerngelegenheiten für die Entwicklung personaler Kompetenzen in eine bestehende Lehrveranstaltung zu ermöglichen. Bei der Modulauswahl wurde berücksichtigt, dass die Mathematik als Schwellenmodul innerhalb weniger Wochen eine Hürde für viele Studierende darstellt, so dass Hilfestellungen erfahrungsgemäß willkommen geheißen und auf ihren unmittelbaren Nutzen untersucht werden. Um

¹ www.guterstudienstart.de; Das Projekt „Guter Studienstart im Ingenieurbereich“ wurde vom Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein- Westfalen im Förderwettbewerb 2014 ausgezeichnet und bis 2018 unterstützt.

² www.fh-aachen.de/hochschule/projekt-sqsl/; Das Projekt „Vielfalt integrieren – nachhaltig fördern. Systematische und nachhaltige Qualitätsentwicklung in Studium und Lehre“ (SQSL) wird im Rahmen des „Qualitätspakt Lehre“ vom BMBF bereits in zweiter Laufzeit gefördert.

diese initiale Motivation zu stärken, wurde keine Pflicht für die Bearbeitung der Aufgaben implementiert. Großzügig bemessene Bearbeitungszeiten zielen darauf ab, die Autonomie der Studierenden bezüglich des Entschlusses, sich mit den Themen auseinanderzusetzen, zu verstärken (Prenzel, 1993). Die Möglichkeit, mit insgesamt fünf Abgaben drei Bonuspunkte für eine 40-Punkte-Klausur zu erarbeiten, kann als minimaler Anreiz unterstützend für die Motivation wirken (Garaus, Futtmüller & Güttel, 2015). Ziel war es, die Inhalte so mit dem Stoff der Vorlesung Mathematik 1 zu verknüpfen, dass sowohl der Zeitpunkt der Bearbeitung als auch die Nutzung sinnvoll erscheint. Das Konzept des Online-Angebots unterstützt eine Flexibilisierung der Bearbeitung, verzichtet jedoch auf die unterstützende Wirkung persönlichen Kontaktes. Daher wurden weiterhin studentische Mentoren und Mentorinnen eingesetzt, in deren Stunden die Themen auch über die Mathematik hinaus vertieft werden konnten. Sie übernahmen zudem die Korrektur bestimmter Aufgaben und die zugehörige Beratung. Der Kontakt zwischen der Lehrkraft für diesen Teilbereich des Moduls und den Studierenden fand insbesondere per E-Mail statt.

2.2 Inhaltliche Ausrichtung und adressierte Herausforderungen

Während sie das Modul Mathematik 1 erfolgreich zu absolvieren versuchen, stellen sich den Studienanfängern einige Herausforderungen: Sie müssen...

- Zeit und Bereitschaft aufbringen, um Vorlesungen nachzubereiten,
- sorgfältige Vorlesungsmitschriften anfertigen, die das Lernen für die Klausur erleichtern.
- das Gehörte in eigene Vorstellungen und Strategien zur Lösung von Aufgaben umsetzen.
- sich in der Prüfungsordnung orientieren und die Lernzeit vor und während der Prüfungsphase managen.

Der Online-Kurs „Mathematik-Studieren lernen“ adressiert diese Herausforderungen.

Die freiwilligen Aufgaben des Kurses sind an bestimmte mathematische Vorlesungsinhalte geknüpft. Zu jeder Aufgabe werden entsprechende Materialien zur Verfügung gestellt, mit denen sich die Studierenden die Inhalte erarbeiten und im Anschluss ihre Abgabe erstellen können. Die Aufgabenstellung beinhaltet die eigentliche Arbeitsanweisung, aber auch die Erklärung, weshalb die zu diesem Zeitpunkt angebotenen Inhalte relevant sind, wenn möglich in Form von Storytelling, also durch Zeitungsausschnitte, Filme, o. ä.. Der Kurs wurde mit zwei Dokumenten abgeschlossen, die Tipps zum Tag der Klausur und zum Umgang mit Stress und Motivationsproblemen geben und zu Beginn der Klausurphase im Kurs heruntergeladen werden konnten. Diese Dokumente wurden jeweils per E-Mail angekündigt.

Präzisierte Herausforderung	Aufgabe und Bezug zur Mathematik	Teilnehmende in Prozent Grundgesamtheit (220 TN)			Bonuspunkte
		Bestanden	Bearbeitet gesamt	Nicht bearbeitet	
Orientierung im Fachbereich und erste Organisation des selbständigen Lernens	Im Vorlesungsverzeichnis den automatischen Stundenplan generieren und um persönliche Zeitbedarfe zum Wochenplan ergänzen. Ein einstündiges Zeitfenster für die Nachbereitung des Moduls Mathematik finden.	75%	89%	11%	0,5
Bedeutung und Bezüge der Module sowie Prüfungsmodalitäten verstehen. Wissen, „wo was steht“.	Quiz zur Prüfungsordnung: Bedeutung des Moduls Mathematik, Prüfungsregelungen, Bezug zu anderen Modulen	53%	61%	39%	0,5
Bedeutung der Vorlesungsinhalte für den eigenen Lernfortschritt erkennen. Bezug zwischen Theorie und Anwendung herstellen. Eigene Vorstellung für die präsentierten wissenschaftlichen Inhalte entwickeln.	Sinnvolle Vorlesungsmitschrift; Ausfüllen eines Reflexionsbogens: Übersetzung von Sätzen und Definitionen in „normale Sprache“; Zuordnung von Übungsaufgaben zu Inhalten der Vorlesung	38%	71%	29%	0,5
Lösungsstrategien für (Übungs-) Aufgaben entwickeln	Aufgabe aus der Vortragsübung detailliert auf Schritte, Absicht, Bedeutung und Entscheidungspunkte analysieren. Auf Selbstrechenaufgabe übertragen.	27%	54%	46%	1
Zeitmanagement in der Klausurphase	Erstellen eines Lernplans für die Monate Januar bis März; insbesondere Zeitbedarfsabschätzung und Planung für die Inhalte des Moduls Mathematik 1	20%	42%	68%	0,5
Der Tag der Klausur	Selbständig herunterladen, falls Interesse besteht	24%	24%	76%	0
Umgang mit Stress und Selbstmotivation	Selbständig herunterladen, falls Interesse besteht	31%	31%	69%	0

Tab. 1: Aufbau des Online Kurses und adressierte Herausforderungen

3. Reflexion

Das erste Ziel des Online-Kurses ist seine Nutzung durch die Studierenden, um eine Auseinandersetzung mit den angebotenen Themen zu initiieren. Mit dem Onlinekurs konnte eine ähnliche Anzahl von Teilnehmenden gewonnen werden, wie mit den üblicher Weise gut angenommenen Formaten des fachlichen Vorkurses und der Orientierungstage.

Die Teilnahme an den Aufgaben zu den Themen Vorlesungsnachbearbeitung und Erarbeitung von Lösungsstrategien war mit 54% und 61% erfreulich hoch, und in der Evaluation wurde auch der Wunsch nach mehr Mathematik im Online-Kurs geäußert. Die zugehörigen Aufgaben wurden jedoch oft nicht zu Ende geführt. Viele Vorlesungsmitschriften wiesen erhebliche Mängel auf und die Sinnhaftigkeit des Transfers der Inhalte in „eigene Worte“ erschien vielen Teilnehmenden primär als aufwändig. Das freiwillige studentische Mentoring wurde auch in diesem Kontext nicht von den Studierenden angenommen. Die Studierenden kommunizierten allerdings regelmäßig per E-Mail mit der Dozentin, was die Vermutung nahelegt, dass diese elektronisch gestützte Dialogform als niederschwellig wahrgenommen wurde.

Zur Einschätzung des Lernerfolges wurden zudem zwei Befragungen durchgeführt: Eine wurde zu Semesterende per E-Mail verschickt, eine zweite zu Beginn des nächsten Semesters durchgeführt.

Die Befragten der ersten Erhebung (n=13) bewerten den Onlinekurs auf einer Likert-Skala von 1 *stimme voll und ganz zu* bis 5 *stimme überhaupt nicht zu* insgesamt mittelmäßig. Im Verhältnis am besten bewerten die Studierenden die Kenntnis von Prüfungsordnung und Modulhandbuch (MW 2,2) sowie das Erstellen von Lösungsstrategien für Übungsaufgaben (MW 2). Tendenziell weniger hilfreich fanden die Befragten die Erstellung

eines Wochenplanes (MW 3,36). Insgesamt weisen die Bewertungen eine breite Streuung auf, so dass es scheint, als würden sich die Ansichten der Studierenden in zwei Gruppen teilen. Die Aufgabe, eine Mathematikvorlesung vor- und nachzubereiten, wird zwar als nicht besonders hilfreich bewertet (MW 3,1), gleichzeitig geben aber fast die Hälfte der Studierenden an, dass sie bereits mindestens eine andere Vorlesung auf die gelernte Art vor- oder nachbereitet haben.

Betrachtet man die Fragen zur Selbstwirksamkeitserwartung, zeigt sich, dass die Studierenden sich besser für das Fach Mathematik und die Prüfung dort vorbereitet fühlen, tendenziell aber etwas weniger auf das Studium insgesamt.

Auch die Bewertung der Studierenden zu Semesterbeginn nach der Klausur (n=44, davon haben 28 am Onlinekurs teilgenommen) fällt recht mittelmäßig aus. Die Studierenden würden den Onlinekurs allerdings tendenziell weiterempfehlen. Da diese Evaluation durchgeführt wurde, bevor die Studierenden die Noten erhalten hatten, konnten sie den Effekt der erarbeiteten Bonuspunkte auf ihre Note noch nicht abschätzen. In diesem Zusammenhang ist auch die Tatsache interessant, dass nach Ende des Semesters 24% der Teilnehmer in den Kurs zurückkehrten, um das angekündigte Informationsblatt „Tipps zum Tag der Klausur“ herunterzuladen und ein weiteres Mal 31% wegen der Informationen rund um das Thema Selbstmotivation und Stressmanagement.

4. Fazit

Eine der schwierigsten Herausforderungen in der Studieneingangsphase ist die Umstellung auf das hochschulische Lernen. Empirische Studien und Erfahrungen im Fachbereich zeigen, dass die Studierenden Angebote, die angemessene Lernstrategien vermitteln sollen, selten annehmen. Der Onlinekurs

Mathematik-Studieren lernen ist vor diesem Hintergrund als Erfolg zu bewerten, da ein hoher Anteil der Studierenden die Aufgaben durchgeführt hat. Interessant ist dabei, dass sie die Strategien im Anschluss nutzen, aber als eher mittelmäßig hilfreich bewerten. Um hier Klärung herbeizuführen, soll eine qualitative Fokusgruppendifkussion durchgeführt werden.

Als Fazit aus der Analyse der Abgaben und des Feedbacks der Studierenden wird eine Überarbeitung des Kurses mit dem Ziel angestrebt, die unterstützende Funktion der Angebote besser herauszuarbeiten und insbesondere das Feedback der lernstrategischen Aufgaben so auszurichten, dass die Teilnehmer daraus direkte Handlungsoptionen ableiten können. Offen ist noch das Zusammenspiel des Kurses mit dem Mentoring des Fachbereichs.

Insgesamt hat es sich bewährt, ein Online-Lernmodul anzubieten und die Bearbeitung mit einem geringen Anteil von Bonuspunkten für die Prüfung zu honorieren. Als weiteren positiven Aspekt bahnt die Konfrontation mit einem Online-Kurs bereits in den ersten Wochen des Studiums den Weg für spätere Flipped Classroom oder Blended Learning Angebote, die somit nicht mehr als Abweichung von der „normalen Vorlesung“, sondern als Regelfall wahrgenommen werden. Abschließend ist festzustellen, dass die enge Anbindung an die Mathematik vorteilhaft ist. Die erforderliche Selbstdisziplin für die Durchführung wird durch die Bonuspunkte gefördert. Akzeptanz zeigt sich dann vor allem bei den eng fachbezogenen Lernstrategien. Der Aspekt der Integration bezieht sich damit weniger auf die strukturelle Einpassung in eine Veranstaltung, sondern mehr auf den inhaltlichen Zusammenhang der Lernstrategien mit dem Studienfach. Es scheint, dass Akzeptanz und Integration in dieser Hinsicht miteinander zusammenhängen.

Literatur

BMBF. (2010): Richtlinien zur Umsetzung des gemeinsamen Programms des Bundes und der Länder für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre. Abgerufen von http://www.qualitaetspakt-lehre.de/_media/Programm-Lehrqualitaet-BMBF-Richtlinien.pdf

Bosse, E. (2017): Die (Wieder-)Entdeckung der Studieneingangsphase. In: Webler, W.-D. & Jung-Paarmann, H. (Hrsg.): Zwischen Wissenschaftsforschung, Wissenschaftspropädeutik und Hochschulpolitik - Hochschuldidaktik als lebendige Werkstatt (S. 147–160). Bielefeld: Universitäts Verlag Webler

Garaus, C., Futmüller, G., Güttel, W. H. (2015): The Hidden Power of Small Rewards: The Effects of Insufficient External Rewards on Autonomous Motivation to Learn. *Academy of Management Learning & Education*, 15(1), pp. 45-59

Prenzel, M. (1993): Autonomie und Motivation im Lernen Erwachsener. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(3), S. 239-253

Schmidt, U. (2018): Aller Anfang ist schwer?! Modelle und ausgewählte empirische Befunde zum Übergang in die Studieneingangsphase. *Zeitschrift für Beratung und Studium*, 13(1), S. 2-8

Seemann, W. (2015): Studienabbruch und Studienfachwechsel: Eine Studie zu den mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen der Humboldt-Universität zu Berlin. *Qualität in der Wissenschaft*, (3+4/2015), S. 87-93

Wolter, A. (2014): Mehr Vielfalt unter den Studierenden? Empirische Befunde und hochschulpolitische Herausforderungen. Berlin: Hans-Böckler-Stiftung. Abgerufen von http://www.boeckler.de/pdf/v_2014_02_20_wolter.pdf am 29.3.2019

Angaben zu den Autorinnen

Dr. Miriam Barnat

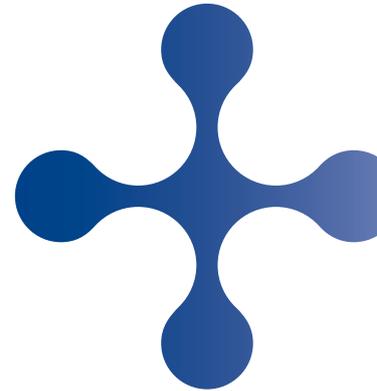
MHEd, ist Professorin für hochschuldidaktische Qualitätsentwicklung und innovative Lern- und Lehrmethoden sowie Geschäftsführerin des Zentrums für Hochschuldidaktik und Qualitätsentwicklung in Studium und Lehre (ZHQ) an der FH Aachen. Sie forscht zu Studienerfolg mit besonderem Bezug zur Studieneingangsphase.

Dr. rer. nat. Britta Foltz

Diplom-Mathematikerin, 1. Staatsexamen Mathematik und Physik Sek I/II, Mediatorin und Coach, ist Lehrkraft für besondere Aufgaben und Prodekanin des Fachbereichs Bauingenieurwesen sowie Mitarbeiterin im ZHQ der FH Aachen. Ihr Interesse gilt dem Lehr-/Lerncoaching.

Selbstkompetente Studieneingangsphase – Wirkungsanalyse prototypischer Unterstützungsinstrumente

Jan Rabold, Marion Heublein, Michael Mayer, Jan Cermak, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)



Zusammenfassung

Zur Ergänzung fachkompetenzbezogener Unterstützungsangebote auf Studiengangsebene (z.B. MINT-Kolleg) und mit dem Ziel, hohen Abbruchquoten aktiv entgegenzuwirken, wurde am KIT in der Studieneingangsphase des kleinen BSc-Ingenieurstudiengangs „Geodäsie und Geoinformatik“ (GuG, ca. 35 Studierende pro Semester) das 3cr-Modul „Fit für Studium und Beruf“ erfolgreich und nachhaltig etabliert.

Das Modul fokussiert auf die individuelle Weiterentwicklung berufsqualifizierender Selbst- bzw. Methodenkompetenzen sowie auf eine Steigerung der Motivation von Studienanfänger*innen; dazu ist es z.B. hinsichtlich schriftlicher und mündlicher Wissenschaftskommunikation eng mit Praxistraining in Pflichtveranstaltungen verzahnt. Ergänzt durch niederschwellige Unterstützungsformate, verfolgt das Modul das Ziel, den individuellen Bedürfnissen heterogener Studierendengruppen zieldienlich zu begegnen und so die persönliche Kompetenzentwicklung bestmöglich zu fördern. In diesem Beitrag werden ausgewählte Instrumente vorgestellt, die Studienanfänger*innen zur Unterstützung ihrer individuellen Kompetenzentwicklung (z.B. Reflexionskompetenz) und frühen Berufsfeld- bzw. Forschungsorientierung dienen.

1. Motivation

Hochschulen – wie z. B. das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – qualifizieren Studierende und sind dadurch für die wissenschaftliche, wirtschaftliche, soziale und kulturelle Entwicklung Deutschlands von entscheidender Bedeutung (HRK, 2018). Hierbei gestalten Hochschulen für Studierende den Übergang von schulischer Bildung zu individueller Arbeitsmarktfähigkeit. Dieser dynamische Prozess wird aktuell von Megatrends (z. B. Digitaler Wandel, Globalisierung; Horx, 2011) sowie rasanten gesellschaftlichen Veränderungs- und Transformationsprozessen (z. B. veränderte Studierendenschaft) geprägt, die es anzunehmen und – im Hinblick auf Zukunftsfähigkeit – integrativ aufzunehmen gilt.

Das KIT verfolgt dazu die Strategie der Forschungsorientierten Lehre (Trempp & Eugster, 2013) ausgerichtet an disziplinspezifischen Standards (KIT, 2015). Dadurch können KIT-Absolvent*innen nach ihrem Studium mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden eigenständig nachhaltige Lösungen für zukünftige Herausforderungen entwickeln.

Bei der Gewährleistung dieser hochschulischen Selbstverpflichtung kommt der Studieneingangsphase eine zentrale Bedeutung zu (NEXUS, 2018). Im Rahmen des Beitrags wird deshalb die aktuelle Umsetzung des Moduls „Fit für Studium und Beruf“ (FFS&B) der Studieneingangsphase (1.-2. Semester) des

kleinen (ca. 35 Studienanfänger*innen pro Semester) BSc-Ingenieurstudiengangs „Geodäsie und Geoinformatik“ (GuG) des KIT betrachtet. Insbesondere werden in Kapitel 2 die Zielsetzung und die curriculare Einbettung beschrieben. Kapitel 3 fokussiert auf ausgewählte Instrumente, die Studierenden eine individuelle Aneignung von Kompetenzen ermöglicht. Bevor Kapitel 5 die wichtigsten Aspekte des Beitrags zusammenfasst und in die Zukunft blickt, greift Kapitel 4 die studiengangspezifischen umsetzungsrelevanten Gelingensbedingungen auf.

2. Zielsetzung und Einbettung

Das Modul FfS&B fokussiert auf die individuelle und motivierende Weiterentwicklung der fachlichen und überfachlichen studentischen Selbstkompetenzen (z. B. Datenanalyse, mündliche und schriftliche Wissenschaftskommunikation, Selbstreflexion) und legt so studierendenspezifisch die Basis für selbstkompetentes Studieren, forschungsorientiertes Lernen und verantwortungsvolles Handeln. Dabei gestaltet das Modul studentische Übergänge explizit und aktiv aus, motiviert die Studienanfänger*innen und trägt zur Berufsbildschärfung bei.

In FfS&B sind GuG-interne Komponenten (1 ECTS) und zwei Mikromodule (mündliche bzw. schriftliche Wissenschaftskommunikation, je 1 ECTS) des House of Competence (HoC), der zentralen, forschungsbasierten Einrichtung im Bereich fachübergreifender Kompetenzentwicklung am KIT, synergetisch und integrativ mit Pflichtveranstaltungen im Studienplan vernetzt. Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung des Moduls – insbesondere durch Studierende – besteht zudem eine systemische Kopplung (siehe Kapitel 4.8) zwischen der Weiterentwicklung der Studierenden und der Lehre im Studiengang (Rabold et al., 2019). Beteteiligt an der Planung und Durchführung der Lehrveranstaltung sind Dozierende bzw. Mitarbeitende der

beiden für GuG verantwortlichen Institute (Geodätisches Institut, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung), der KIT-Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften, des HoC, der Abteilung Hochschuldidaktik der Personalentwicklung und Beruflichen Ausbildung (PeBa) des KIT sowie GuG-Studierende.

3. Ausgewählte Instrumente zur individuellen Kompetenzentwicklung in FfS&B

In diesem Kapitel werden einzelne bedeutsame Elemente des Moduls FfS&B aufgegriffen. Dadurch wird einerseits ein Detailblick möglich, andererseits wird das Zusammenspiel der Modulelemente und die Haltung der Lernbegleiter (Wildt, 2004) transparent.

3.1 Reflexionsfähigkeit

Da eine ausgeprägte Reflexionsfähigkeit das selbstständige und verantwortungsvolle Lösen von neuen Problemen unterstützt, stellt sie eine bedeutende Selbstkompetenz angehender Ingenieur*innen dar und kann ebenso wie die mit einer kontinuierlichen Reflexion verbundenen Feedback-Spiralen (siehe Kapitel 3.4) als Grundpfeiler von FfS&B verstanden werden. Im Rahmen des Moduls wird die Reflexionsfähigkeit der Studierenden u. a. gefördert durch

- das gemeinsame Erstellen einer Lehr-Lernvereinbarung durch Studierende und Dozierende,
- das Leitfragen-gestützte, regelmäßige, fachliche und überfachliche Diskutieren,
- einen Expert*innenkreis, durch den jede*r Studierende zum* Expert*in für ein bestimmtes Thema (z. B. Höhere Mathematik, Zeitmanagement, Selbstmanagement) wird,

- die Generierung individueller Lernpläne für die erste Prüfungsphase und
- die Sammlung von „Tipps & Tricks von Studierenden für Studierende“ im Anschluss an die erste Prüfungsphase.

Leitfragen sind ein zentrales Element des hier beschriebenen Moduls und werden zudem auch verstärkt in Lehrveranstaltungen höherer Semester genutzt (Mayer et al., 2019). Sie koppeln an die Lebenswelt der Studierenden an, regen zum Nachdenken an und werden von Modulverantwortlichen wertschätzend aufgegriffen (z. B. Feedback, Ausgestaltung von Lehre). Abbildung 1 zeigt beispielhaft Leitfragen einer Reflexionseinheit.

ZU BEARBEITEN im eigenen ILIAS Blog, bis 16.05.2018, 08:00Uhr (Richtwert Zeichenzahl 2000):

Bearbeitungsmöglichkeit 1:

- Wähle mindestens eine der untenstehenden Leitfragen und beantworte sie in deinem Blog.
- Entwickle eine eigene, zu den Berufsbildvorträgen passende, Leitfrage und beantworte diese ebenfalls in deinem Blog (Du formulierst also zunächst die Frage in deinem Blog und beantwortest sie anschließend, sodass sowohl Frage als auch Antwort verschriftlicht sind).

Bearbeitungsmöglichkeit 2:

- Wähle mindestens zwei der untenstehenden Leitfragen und beantworte sie in deinem Blog.

Leitfragen:

- Die beiden Vortragenden haben in ihren Vorträgen "subjektive" Tipps für ein erfolgreiches Geodäsiestudium sowie für den Einstieg in das Berufsleben gegeben. Wie ist deine Einschätzung: inwiefern helfen dir genau diese Tipps und warum?
- Beide Vortragende sind auf ausgewählte Fächer / Module / Kompetenzen eingegangen, die in ihrem speziellen bzw. generell im späteren Berufsleben besonders wichtig sind. Geh die Vorträge nochmal für dich durch und gleiche die erwähnten Kompetenzen mit dem Studienplan / Semesterplan für GuG ab. Welche der genannten Kompetenzen hast du bisher erworben und wo? Was sind in deinen Augen besonders wichtige Kompetenzen für das spätere Berufsleben?
- In Thomas' Vortrag ist der folgende Satz gefallen: "In der Wissenschaft, da versucht man die ganze Zeit, Fragen zu beantworten, und während man versucht, Fragen zu beantworten, wirft man ständig neue auf." Diese Arbeitsweise entspricht dem [wissenschaftlichen Forschungskreislauf](#). Wo deckt sich deine bisherige Arbeitsweise mit dem Forschungskreislauf und wie denkst du wird sich dies in Zukunft entwickeln?

Abb. 1: Arbeitsauftrag sowie zu bearbeitende Leitfragen zur Reflexion über zwei Berufsbildvorträge aus dem Sommersemester 2018; Screenshot aus dem Lernmanagementsystem ILIAS

3.2 Berufsbildvorträge

Zur Motivation, zur Ebnung der Übergänge Schule-Studium und Studium-Beruf sowie zur frühen Schärfung des individuellen Berufsbilds finden im Rahmen von FfS&B im ersten und zweiten BSc-Semester je mindestens zwei Berufsbildvorträge bzw. -exkursionen statt, in denen ehemalige GuG-Absolvent*innen ihren Berufsweg, ihre individuellen Arbeitsfelder und die dafür nötigen Kompetenzen vorstellen. Die Absolvent*innen werden entweder von den Verantwortlichen des Moduls FfS&B oder selbstverantwortlich durch Studierende angefragt. Um nachhaltig von den Berufsbildvorträgen zu profitieren, fertigen die Vortragenden Kompetenzsteckbriefe an, die die aktuelle Tätigkeit, den benötigten Abschluss, den Ablauf eines typischen Arbeitstags, die Kernkompetenzen für das Arbeitsfeld sowie subjektive Tipps für die Studierenden zusammenfassen. Anhand von reflektiven Leitfragen bereiten die Studierenden jeden Berufsbildvortrag digital nach (Forum des Learning Management Systems ILIAS).

3.3 Standards für mündliche und schriftliche Wissenschaftskommunikation

Die in FfS&B enthaltenen Mikromodule zur Wissenschaftskommunikation unterstützen die Studienanfänger*innen dabei, fachliche Inhalte wissenschaftlich zu präsentieren bzw. zu verschriftlichen. Darüber hinaus wird das Geben und Nehmen von Feedback geübt und damit schon zu Beginn des Studiums die Grundlage für eine gelebte Feedbackkultur gelegt. Das Mikromodul zur mündlichen Wissenschaftskommunikation setzt sich zusammen aus (i) einer kurzen theoretischen Einführung zu Aufbau und Argumentationslinie von Vorträgen sowie dem Umgang mit formalen Vorgaben und (ii) aus wiederholtem interaktiven Präsentationstraining, welches einen sicheren Medieneinsatz gewährleistet und auf individuelle para- und nonverbale Aspekte in Präsentationen fokussiert. Eng verzahnt mit

dem Mikromodul zur schriftlichen Wissenschaftskommunikation verfassen die Studierenden in „Vermessungskunde“ Hausarbeiten zu geodätischen Aufgabenstellungen, in denen der im Mikromodul erlernte wissenschaftliche Schreibstil, die korrekte Zitation und das Einbinden von Tabellen, Graphiken und Formeln in wissenschaftliche Texte geübt werden. Basierend auf den Mikromodulen zur Wissenschaftskommunikation wurden, gemeinsam mit den Lehrenden des BSc-Studiengangs GuG, dem HoC und der Hochschuldidaktik, Checklisten entwickelt, anhand derer durch das komplette Studium hindurch regelmäßig überfachliche Rückmeldungen zu studentischen Präsentationen oder Hausarbeiten gegeben werden und hierdurch ein einheitlicher Standard in der Wissenschaftskommunikation entsteht. Gleichzeitig wird ein wichtiger Beitrag zur KIT-Lehrstrategie des Forschungsorientierten Lehrens geleistet.

3.4 Feedback-Spiralen

Durch die in FfS&B etablierten mehrdimensionalen Feedback-Spiralen (Dainton, 2018) überwachen und fördern die Studierenden kontinuierlich ihren individuellen Kompetenzentwicklungsprozess. Im Kontext der mündlichen Wissenschaftskommunikation trainieren die Studierenden beispielsweise ihre Präsentationskompetenz, durchlaufen Peer-Feedbackschleifen und setzen sich anhand von Videomitschnitten und überfachlichen Rückmeldungen individuelle Ziele für folgende Präsentationen. Anhand Leitfragen-gestützter Reflexionsangebote im Nachgang einer Präsentation überprüfen die Studierenden die gesetzten Ziele und identifizieren neue Ziele für den weiteren Prozess. Im Rahmen der schriftlichen Wissenschaftskommunikation verfassen die Studierenden im Peer-Review-Verfahren wissenschaftliche Hausarbeiten (ca. 10 Seiten). Die Feedbackgebende überfachliche Begleitung entlang des in Abbildung 2 gezeigten Überarbeitungsprozesses übernimmt eine vom HoC zur Schreibberaterin weiterqualifizierte Studierende höherer Semesters.

Die in den Mikromodulen trainierten und in den angekoppelten Pflichtveranstaltungen angewandten Kompetenzen legen den Fokus auf einzelne Etappen des Forschungskreislaufs, wodurch die Prinzipien des Forschenden Lernens von Anfang an im Studiengang berücksichtigt werden und Performanz von Kompetenzen möglich wird (Walzik, 2012).



Abb. 2: Etappen der Feedback-Spirale in der schriftlichen Wissenschaftskommunikation

4. Gelingensbedingungen

Dieses Kapitel beleuchtet ausgewählte Faktoren, deren Zusammenwirken zur derzeitigen erfolgreichen fachspezifischen Ausgestaltung des Moduls „Fit für Studium und Beruf“ beiträgt.

4.1 Curriculare Verankerung im Studiengang

Die strategisch günstige Platzierung von FfS&B im ersten und zweiten Semester, die gute zeitliche und inhaltliche Abstimmung mit Pflichtveranstaltungen und insbesondere die Studierenden-zentriertheit sorgen dafür, dass eine überwiegende Mehrheit der Studierenden FfS&B als attraktives Angebot wahrnimmt. Evidente Wirkungsbelege sind durch regelmäßige Gruppeninterviews gegeben (Bortz & Döring, 2006; Flick, 2009).

4.2 Zusammenspiel verschiedener Akteure

Grundlegend für den Erfolg der Lehrveranstaltung ist darüber hinaus das optimale, vertrauensvolle und gewachsene Zusammenspiel verschiedener Akteur*innen (Berufspraktiker*innen, Lehrende in GuG, KIT-Einheiten) und Komponenten (Berufsbildvorträge, methodische Kompetenz, Praxisrelevanz für andere Lehrveranstaltungen); bspw. sorgen mehrere Lehrende des Studiengangs im stetigen Austausch mit dem Kernteam dafür, dass sich die Inhalte aus FfS&B mit praktischen Anforderungen innerhalb parallellaufender Pflichtveranstaltungen synergetisch ergänzen. Darüber hinaus sind die Studierenden in unterschiedlichen Settings intensiv eingebunden in die kontinuierliche Weiterentwicklung der GuG-Lehre (z. B. formatives

Feedback) und lernen gleichzeitig, Verantwortung zu übernehmen, indem sie bspw. aktiv in die Planung des jeweils folgenden Lehrveranstaltungszyklus involviert werden. Beides fokussiert auf psychologische Grundbedürfnisse und unterstützt die studentische Motivation (Deci & Ryan, 1983).

4.3 Haltung

Weiterhin gelingt FfS&B insbesondere dank einer Einbettung des Moduls in die, durch eine wertschätzende und flexible Haltung geprägte, Lehr-Lernphilosophie des Studiengangs GuG, in der die involvierten systemisch weiterqualifizierten Lehrenden die Rolle von Ermöglicher*innen, Begleiter*innen und Moderator*innen annehmen und sich nicht vorrangig als Wissensvermittler*innen ansehen.

4.4 Kommunikation

Ein Großteil der GuG-Studierenden ist in der Fachschaft aktiv, jährlich stattfindende, zweiwöchige praktische Feldübungen begünstigen einen regen Austausch zwischen den Dozierenden und den Studierenden. Somit besteht zwischen Studierenden, Fachschaft, unterstützenden Studienlotsen (niederschwellige Beratung; Details siehe <https://gug.bgu.kit.edu/studienlotsen.php>) und Dozierenden ein hohes Maß an Transparenz und an Kommunikation bzgl. Lehre und Lernen.

4.5 Weiterentwicklungsfokus und Feedback-Regelspiralen

Ein weiterer Gelingensfaktor ist der Fokus auf die dynamische und flexible Weiterentwicklung von FfS&B. Über kontinuierliche Feedback-Regelspiralen werden die Studierenden am Verlauf und an der Ausgestaltung einzelner Lehrveranstaltungseinheiten beteiligt. Dieses progressive Veranstaltungskonzept simuliert die steigenden Anforderungen einer schnell voranschreitenden

gesellschaftlichen Entwicklung. Die Studierenden werden in die Verantwortung genommen, sich stetig verändernden Rahmenbedingungen und Lehr-Lernsettings als Individuum anzupassen sowie als Gruppe zu interagieren und dabei ein differenziertes Verständnis für adaptierende Prozesse auszubilden.

4.6 Forschungsorientierung

Zur Qualifikation junger Menschen verfolgt das KIT den Ansatz „Forschungsorientierte Lehre“ (KIT, 2015). In FfS&B trainieren die Studierenden von Beginn an Forschungskompetenzen (z. B. wissenschaftliches Arbeiten). Darüber hinaus wird die Reflexionsfähigkeit der Studierenden gefördert (siehe Kapitel 3.1), wobei die Studierenden sowohl explizit als auch implizit Etappen des Forschungskreislaufs kennenlernen.

4.7 Vernetzung

Eine weitere Gelingensbedingung besteht in der guten Vernetzung. (Inter-)Nationale GuG-Studierenden-Treffen geben den Studierenden die Möglichkeit ihre individuellen Netzwerke zu erweitern, und die Dozierenden vernetzen sich im Rahmen der Zusammenarbeit mit PeBa und HoC, auf hochschuldidaktischen Tagungen oder während Fortbildungen (z. B. Systemisches Coaching). Zudem finden Trainings der überfachlichen Kompetenzen (Datenverarbeitung, schriftliche und mündliche Wissenschaftskommunikation) aus FfS&B eng verzahnt mit fachlichen Pflichtveranstaltungen statt. Die Mikromodule zur schriftlichen und mündlichen Wissenschaftskommunikation sind individuell auf den Studiengang zugeschnitten und unterstützen die Fachlehrenden durch überfachliche Rückmeldungen zu studentischen Präsentationen oder Hausarbeiten in ihren Pflichtlehrveranstaltungen.

4.8 Kompetenzerleben

FfS&B gibt den GuG-Studierenden vom ersten Semester an die motivierende Möglichkeit, Kompetenz, Selbstwirksamkeit und die Sinnhaftigkeit von Engagement zu erfahren. Die Studierenden agieren gemeinsam und mit den Lehrenden und sind somit motivierend sozial eingebunden. Gleichzeitig erleben die Studierenden Autonomie, indem sie FfS&B von Anfang an aktiv mitgestalten und den Einfluss ihres eigenverantwortlichen Handelns auf FfS&B und auf den Studiengang erkennen. Es werden somit umfassend psychologische Grundbedürfnisse erfüllt (Deci & Ryan, 1985).

4.9 Systemische Kopplung

Grundlegend für das Gelingen von FfS&B sind die systemische Betrachtung (Königswieser & Hillebrand, 2011) des Lehr-Lernsystems und die Haltung, dass die Weiterentwicklung der Lehre in den GuG-Studiengängen nur direkt gekoppelt mit der individuellen Weiterentwicklung von Studierenden verstanden wird. Entwicklungen einzelner Systemkomponenten bedingen dabei Veränderungen des Gesamtsystems, was wiederum in die einzelnen Elemente rückkoppelt.

4.10 Verstetigung

FfS&B sowie die damit verknüpften Mikromodule zur mündlichen und schriftlichen Wissenschaftskommunikation etablieren Standards, die bspw. in Form von Präsentations- sowie Schreibkompetenzchecklisten in den gesamten Bachelorstudiengang ausstrahlen. Dozierende höherer Semester nutzen die Checklisten zur Performanz-Beurteilung überfachlicher Kompetenzen, während Studierende die Checklisten zur standardkonformen Durchführung ihrer Hausarbeiten und Präsentationen nutzen. Gleichzeitig koppeln diese Standards ins

Lehrsystem rück (z. B. Lehrveranstaltungsevaluation), da Studierende ein valides Verständnis bspw. für zieldienliches Design von Lehrmaterialien besitzen.

4.11 Finanzielle Ressourcen

Auf Grundlage der studienganginternen sowie durch eingeworbene Drittmittel bereitgestellten finanziellen Mittel können sowohl Dozierende als auch Studierende weiterqualifiziert werden. Studentische Hilfskräfte und Tutor*innen unterstützen Dozierende bei den Lehraufgaben und trainieren dabei gleichzeitig ihre eigenen Teamführungs-, Gestaltungs- sowie Managementkompetenzen. Qualitativ gute Lehre und Weiterentwicklung des Lehr-Lernsystems erhalten in GuG die notwendigen Ressourcen.

5. Diskussion und Ausblick

FfS&B ist nachhaltig in GuG etabliert und fast uneingeschränkt auf andere kleine bis mittelgroße Ingenieurstudiengänge übertragbar. Generierte Produkte wie z. B. Kompetenzsteckbriefe sind leicht adaptierbar. Online zur Verfügung gestellt, dienen sie Dozierenden bspw. als praxisnahe Begründung der Lernziele; Studierenden ermöglichen sie eine authentische Identifikation berufsfeldrelevanter Kompetenzen. Darüber hinaus können sich die Studierenden Interessensfelder erschließen, um bspw. ein Praktikum oder eine Abschlussarbeit zu absolvieren. Weiterhin generieren insbesondere die Feedback-Regelspiralen eine weit über das Modul hinausreichende Verwendung und Dynamik, in der Studierende motiviert, kompetent und gestaltend agieren. Bspw. garantieren die einfach auf andere Studiengänge übertragbaren Checklisten zur mündlichen und schriftlichen Wissenschaftskommunikation einheitliche Standards bzgl. studentischer Leistungen im Studiengang.

Zur verstärkten Motivation und zur Verdeutlichung der Vernetzung von Lehrinhalten werden Advance Organizer (Ausubel, 1960) genutzt, um zukünftig die Bedeutung von Grundlagen-Lehrveranstaltungen transparenter zu machen. Zur Sicherung der etablierten BSc-Standards zur Wissenschaftskommunikation wird im MSc-Studiengang eine vergleichbare Lehrveranstaltung geschaffen werden.

Literatur

Ausubel, D.P. (1960): The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology* 51, pp. 267-272

Bortz, J., Döring, N. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag

Dainton, N. (2018): *Feedback in der Hochschullehre*. Bern: Haupt Verlag, utb 4891

Deci, E.L., Ryan, R.M. (1985): *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum

Flick, U. (2009): *Qualitative Sozialforschung: eine Einführung*. Reinbek bei Hamburg, Rowohlt Verlag GmbH

Horx, M. (2011): *Das Megatrend-Prinzip – Wie die Welt von morgen entsteht*. Deutsche Verlagsanstalt, München

HRK (2018): *Die Hochschulen als zentrale Akteure in Wissenschaft und Gesellschaft*. Hochschulrektorenkonferenz, Eckpunkte zur Rolle und zu den Herausforderungen des Hochschulsystems, Beschluss des HRK-Senats vom Oktober 2016 (Version 2018). Verfügbar unter https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-01-Beschluesse/HRK_-_Eckpunkte_HS-System_2018.pdf [15.03.2019]

KIT (2015): *KIT-Leitfaden: Forschungsorientierte Lehre*. Verfügbar unter https://www.peba.kit.edu/downloads/Leitfaden-Forschungsorientierte_Lehre_am_KIT.pdf [15.03.2019]

Königswieser, R.; Hillebrand, M. (2011): *Einführung in die systemische Organisationsberatung*. 6. Aufl., Heidelberg, Carl-Auer Verlag GmbH

Mayer, M., Kutterer, H., Cermak, J. (2019): *Forschungsorientiert und kompetent – Ausgestaltung von hochschulischen Veränderungsprozessen am Beispiel der Lehreinheit Geodäsie und Geoinformatik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*. zfv 144, 4/2019 (im Druck)

NEXUS (2018): *Die Studiengangphase im Umbruch, Anregungen aus den Hochschulen. Impulse für die Praxis 14*. Verfügbar unter https://www.hrk-nexus.de/fileadmin/redaktion/hrk-nexus/07-Downloads/07-02-Publikationen/impuls_Nr._14_Studiengangphase.pdf [15.03.2019]

Rabold, J., Heublein, M., Mayer, M. (2019): *Weiterentwicklung von Lehre als implizite Kompetenz Studierender*. dghd-Jahrestagung 2019 „(Re-)Generation Hochschullehre. Kontinuität von Bildung, Qualitätsentwicklung und hochschuldidaktischer Praxis“, 5.-8. März 2019, Leipzig. Verfügbar unter https://www.gik.kit.edu/downloads/DGHD19_Poster_final.pdf [15.03.2019]

Tremp, P., Eugster, B. (2013): Forschungsorientiertes Studium – Forschendes Lernen: Ausgewählte Literaturhinweise. In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 31 (3), S. 389-395

Walzik, S. (2012): Kompetenzorientiert prüfen: Leistungsbeurteilung an der Hochschule in Theorie und Praxis. Kompetent lehren (Band IV), Berlin: Verlag Barbara Budrich/UTB

Wildt, J. (2004): The Shift from Teaching to Learning –Thesen zum Wandel der Lernkultur in modularisierten Studienstrukturen. In: Ehlert, H., Welbers, U. (Hrsg.): Qualitätssicherung und Studienreform. Strategie- und Programmentwicklung für Fachbereiche und Hochschulen im Rahmen von Zielvereinbarungen am Beispiel der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Düsseldorf, S. 168-178

Angaben zur Autorin und zu den Autoren

Jan Rabold

Bachelorstudium der Geophysik und anschließendes GuG-Masterstudium am KIT. Im Anschluss daran Projektmitarbeit im lehrefokussierten Projekt „MoWi-KIT – Motiviert für die Wissenschaft am KIT“. Weiterbildungen im Bereich der Hochschuldidaktik und des systemischen Coachings. Mit Marion Heublein hauptverantwortlich für FfS&B.

Marion Heublein

Deutsch-französisches GuG Doppeldiplom-Studium in Karlsruhe und Straßburg, danach Promotion am KIT im Bereich Fernerkundung und Mitarbeit im Projekt „Lehre hoch Forschung / Lernen hoch Coaching“. Weiterbildungen im Bereich der Hochschuldidaktik und des systemischen Coachings. Mit Jan Rabold hauptverantwortlich für FfS&B.

Michael Mayer

Nach Geodäsie-Diplomstudium und Promotion an der Universität Karlsruhe (TH) Arbeitsgruppenleiter „Satellitennavigation“. In den Studiengängen GuG betraut mit der nachhaltigen Weiterentwicklung des Lehr-Lernsystems. Aktuell im Hochschuldidaktischen Fachteam von KIT-Fakultät BGU und PeBa verantwortlich für Weiterentwicklung von Lehre.

Jan Cermak

Studiendekan des Lehrbereichs Geodäsie und Geoinformatik am KIT. Seit 2016 Professur für Geophysikalische Fernerkundung am KIT, Forschungsschwerpunkt Umweltfernerkundung mit Fokus auf das Klimasystem. In der Lehre besonders für die Verknüpfung von Studium und Großforschung engagiert.

Danksagung

Ermöglicht wurden die Konzeption und die Umsetzung von FfS&B durch die synergetische Kollaboration verschiedener Lehre-Projekte:

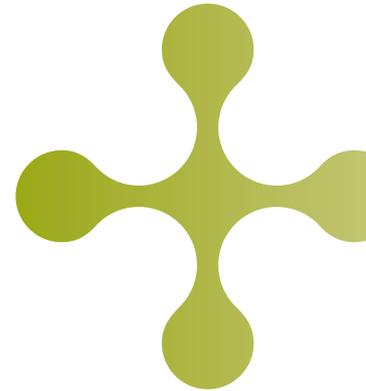
- Qualitätspakt Lehre, KIT-Lehre^{Forschung}-PLUS BMBF. FKZ: 01PL12004: Integratives Konzept zur Studiengangentwicklung mit Unterstützung von Fachteams,
- Qualitätspakt Lehre, KIT-Lehre^{Forschung}-PLUS BMBF. FKZ: 01PL12004: Lernen^{Coaching},
- Fonds „Erfolgreich Studieren in Baden-Württemberg“ (FEST-BW), Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK), Programm „Wissenschaft lernen und lehren“: Projekt MoWi-KIT,
- Programm „Strukturmodelle in der Studieneingangsphase“ und „Studienstart - Studienlotsen, Mentoring und entschleunigte Studienpläne“, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK): Projekt GuG-Studienlotsen.



Digitale Lehre

Einsatz von „Virtual Reality“ in der Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren

Reto Knaack, Walter Eich, Peter Hug, Thomas Hocker,
ZHAW Zürcher Hochschule der Angewandten Wissenschaften
Jo Wickert, Dominik Volz, Niklas Münchbach, Hochschule Konstanz



Zusammenfassung

Immersive VR-Systeme (Virtual-Reality) stellen am Computer generierte virtuelle dreidimensionale Umgebungen und Objekte zur Verfügung. Die mit einer VR-Brille ausgerüsteten Anwenderinnen und Anwender können sich in diesen Umgebungen bewegen und mit den darin dargestellten Objekten oder mit anderen Teilnehmern in Echtzeit interagieren. Für den Unterricht in der Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren eröffnen sich durch den Einsatz von immersiver VR neue Möglichkeiten.

Im Rahmen eines Lehrprojektes an der ZHAW School of Engineering sowie eines Projektes der internationalen Bodensee-Hochschule (IBH) mit der HTWG Konstanz wurden mehrere Unterrichtssequenzen unter Einsatz von immersiven VR-Systemen konzipiert und umgesetzt. Die Szenarien bestehen aus (i) einem virtuellen Vorlesungssaal, (ii) einem Flugsimulator, (iii) einem Physik-Labor, (iv) einem Präsentationstrainer, (v) einem Molekülbaukasten und (vi) einem Schweiß-Simulator. Es werden Kriterien erarbeitet, mit denen die Einsatzmöglichkeiten dieser Systeme in der Lehre beurteilt werden können. Die Szenarien und vorläufigen Resultate der Lehrprojekte werden vorgestellt und kritisch hinterfragt.

1. Hintergrund

Durch die rasch fortschreitende technische Entwicklung sind seit 2016 erstmals qualitativ hochwertige immersive VR-Systeme (wie die Oculus Rift oder HTC Vive) für den Massenmarkt verfügbar und für den Einsatz in der Lehre erschwinglich geworden. In der Literatur wird zwischen immersiver und nicht-immersiver VR unterschieden (z.B. Winn 1993). Mit Immersion wird dabei das Eintauchen bzw. die Einbettung der Benutzerin oder des Benutzers in die virtuelle Realität beschrieben. Einfachheitshalber wird der Begriff VR im folgenden Text ausschließlich für immersive VR verwendet.

Für die Ausbildung im MINT-Bereich eröffnen sich durch den Einsatz von VR-Systemen neue Möglichkeiten. Beispiele sind:

- Ein virtuelles Labor kann für geeignete Anwendungen einen realen Arbeitsplatz ergänzen oder allenfalls ersetzen. Experimente, die in der Realität zu teuer, zu aufwändig oder zu riskant sind, können virtualisiert und unabhängig von Ort und Zeit durch die Studierenden selbst und ohne Aufsicht durchgeführt werden, und dies beliebig oft.
- Numerische Simulationen (z.B. Strömungsfelder, Temperaturverteilungen, etc.) oder nicht direkt wahrnehmbare Größen wie elektromagnetische Felder können visualisiert und erfahrbar gemacht werden.
- VR-Trainingssimulatoren ermöglichen die Durchführung von Ausbildungsaufgaben, die bisher nicht möglich waren.

- Ein einmal programmiertes Szenario lässt sich ohne weitere Kosten auf beliebig viele VR-Systeme verteilen, was Einsparungen zur Folge haben kann, insbesondere, wenn Studierende allenfalls zukünftig mit eigenen, privaten Systemen ausgerüstet sein werden, wie das heute schon mit Laptops der Fall ist.

Winn (1993) sieht die Vorteile von VR darin, dass Studierende authentische, nicht-symbolische Lerninhalte aus der Ich-Perspektive erleben können, wie es dem Normalfall ihrer sonstigen Interaktion mit der Welt entspricht. Im Gegensatz dazu vermittelt traditioneller Unterricht meist symbolische Inhalte aus der Perspektive einer dritten Person. Weitere Vorteile eines Einsatzes von VR im Unterricht werden z. B. von Hu-Au & Lee (2017) diskutiert, sie sehen den Mehrwert im erhöhten Engagement der Studierenden während des Unterrichts, den Möglichkeiten für konstruktivistisches Lernen und authentische Lernszenarien sowie der Vermittlung von für das 21. Jahrhundert wichtigen Kompetenzen wie Kreativität, Empathie, kritisches Denken und spezifischen Technologiekompetenzen. Eine Netzwerk- und Cluster-Analyse über den aktuellen Stand der Forschung in VR findet sich in Cipresso, Chicchi, Alcaniz, & Riva (2018).

2. Vorgehen

Die Möglichkeiten und die technische Machbarkeit eines Einsatzes von VR in der Ausbildung wurden resp. werden an der ZHAW School of Engineering im Rahmen eines Lehrprojektes (Laufzeit 2017-18) und in einem IBH-Projekt mit der HTWG Konstanz untersucht (Laufzeit 2018-19). Für die Identifizierung geeigneter Lehr-Lernszenarien wurden in den beiden Projekten unterschiedliche Ansätze gewählt. Während im ersten Projekt die Dozierenden die entsprechenden Lerninhalte definierten, waren es im zweiten die Studierenden.

2.1 Lehrprojekt ZHAW School of Engineering

Eine Gruppe von sieben Dozierenden aus den Bereichen Numerik, Maschinenbau, Informatik und Physik definierten die aus ihrer Sicht geeigneten Szenarien, für die sie einen Mehrwert in der Umsetzung als VR-Szenario vermuteten. Als Kriterien für den sinnvollen Einsatz von VR wurden die in Pantelidis (2008) genannten verwendet, ebenso das darin beschriebene Modell zur Entwicklung von Szenarien.

Die identifizierten Szenarien sind in Kap. 3.1-3.3 beschrieben. Die Programmierung dieser Szenarien erfolgte durch Projekt- und Bachelorarbeiten von Studierenden im BSc. Informatik.

2.2 IBH-Projekt zwischen ZHAW und HTWG Konstanz

In diesem Projekt¹ wurden die Studierenden gleich zu Beginn eingebunden. Dafür wurde an der HTWG Konstanz im Februar 2018 ein Hackathon veranstaltet. Studierende aus verschiedenen BSc.-Studiengängen (Informatik, Maschinenbau, Kommunikationsdesign und Architektur) entwickelten in Teams während dreier Tage und Nächte verschiedenste Ideen und Prototypen. Eine Jury aus Dozierenden und Industrievertretern wählte schließlich zwei Konzepte aus, die als Szenarien im IBH-Projekt und in studentischen Arbeiten weiterentwickelt werden. Die so entwickelten Szenarien sind in Kap. 3.4-3.6 beschrieben.

3. Beschreibung der Szenarien

In den folgenden Kap. 3.1-3.3 werden die im Zusammenhang mit dem Lehrprojekt der ZHAW School of Engineering entwickelten Szenarien vorgestellt, in Kap. 3.4-3.6 die im IBH-Projekt gemeinsam mit der HTWG Konstanz entwickelten Szenarien.

¹ Das Projekt ist beschrieben unter <https://www.bodenseehochschule.org/projects/einsatz-von-virtual-und-augmented-reality-in-der-lehre/>

3.1 Virtueller Vorlesungssaal

Dieses Szenario basiert auf der Bachelorarbeit von Loth, Petschel & Ravasio (2017)². Das Ziel ist, eine Vorlesung (oder auch eine Sitzung, eine Gruppenarbeit, o.ä.) im virtuellen Raum durchzuführen, wobei die Teilnehmer sich von einem beliebigen Ort dazu schalten können. Dozierende benötigen eine VR-Ausrüstung und werden als Avatare dargestellt, sie können sich im Vorlesungsraum bewegen, dreidimensionale Modelle aus MATLAB oder andern Tools einbinden, ein Whiteboard bearbeiten und eine Präsentation durchführen. Studierende können sich über eine VR-Ausrüstung (oder Mobiltelefon/Computer) zur Vorlesung zuschalten und mit den Dozierenden sowie den dargestellten Objekten interagieren. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Vorlesung sehen sich als Avatare (oder „Smileys“) und hören sich gegenseitig (vgl. Abb. 1).

Der virtuelle Vorlesungssaal erlaubt so die Interaktion von mehreren Teilnehmerinnen und Teilnehmern und bietet damit „multiplayer“-Funktionalitäten, welche die meisten anderen hier vorgestellten VR-Szenarien nicht bieten. Als solches kann er in dieser oder abgeänderter Form als Kollaborations-Plattform dienen, was über das reine Vorlesungs-Szenario hinausgeht (z. B. bei Gruppenarbeiten, Laboren etc.).

Das Szenario wurde im Unterricht des englischsprachigen Wahlmoduls „Scientific Computing“ mit 14 Studierenden im BSc.-Studiengang Informatik Ende 2018 eingesetzt. Vermittelt wurde der übliche Unterrichtsstoff (eine Einleitung in partielle Differentialgleichungen).



Abb. 1: Test einer virtuellen Vorlesung. Links oben: Studierende, die an der virtuellen Vorlesung teilnehmen. Rechts oben: Der Dozent sieht die zugeschalteten Studierenden als „Smileys“. Links unten: Dozent und Student mit VR-Ausrüstung (zwei HTC Vive) in einem separaten Raum. Rechts unten: Darstellung des Dozenten aus der Sicht der Studierenden als Avatar vor dem Whiteboard mit Notizen und der Präsentation.

Nach einer Lektion wurde der Versuch beendet. Die audiovisuelle Qualität der virtuellen Vorlesung war zwar ausreichend, gemessen am technischen Aufwand aber nicht gut genug, um mehr als eine Lektion zu rechtfertigen. Das hauptsächliche Ziel, die technische Durchführbarkeit zu testen und zu beweisen, war erreicht worden. Die Studierenden nahmen den Versuch positiv auf.

² Die Arbeit wird in einer Videosequenz erläutert: <https://youtu.be/W-BDJvm2wu4>.

3.2 Berechnung von Flugbahnen („Flugsimulator“)

Dieses Szenario wurde in der Projektarbeit von Kempf, Péclard & Morgenthaler (2017) für den Physik-Unterricht im zweiten Semester des Studiengangs Aviatik entwickelt. Ziel ist, dass die bisher im Unterricht durchgeführte abstrakte Berechnung der Flugbahn von verschiedenen Flugzeugtypen anhand der Lilienthal-Polaren (und weiterer Parameter wie Windgeschwindigkeit, Temperatur, Höhe über Meer etc.) ersetzt wird durch eine intuitivere und motivierendere Simulation im vierdimensionalen Raum (drei räumliche und eine zeitliche Dimension, vgl. Abb. 2).

Der Flugsimulator wurde im Frühjahr 2019 im Unterricht eingesetzt. Die Studierenden konnten in Dreiergruppen den Prototyp an einer HTC-Vive Brille ausprobieren, mit jeweils ca. 10 Minuten pro Student. Die Umfrage des Dozenten im Anschluss an die Durchführung ergab ein mehrheitlich positives Bild der Erfahrung der Studierenden in Bezug auf den Einsatz von VR im Unterricht generell und auf den konkreten Unterrichtsstoff im Speziellen.



Abb. 2: Idee zur Flugbahnberechnung innerhalb der Simulation (links) und Umsetzung in VR (rechts)

3.3 Labor mit Physik-Experimenten

Dieses Szenario basiert auf der Bachelorarbeit von Grond & Nussbaumer (2018). Dabei wurde ein Physik-Labor als Plattform erstellt, welches fortlaufend durch weitere studentische Arbeiten mit Physik-Experimenten erweitert werden kann. Momentan implementiert ist ein einfacher Versuch aus der Impulserhaltung, bei dem Studierende mehrere Kugeln mit Masse und einer Geschwindigkeit definieren und unter Erhaltung des Impulses aufeinanderprallen lassen können. Optisch ist das Szenario aufwändig gestaltet, das Labor befindet sich in einer Raumstation auf dem Mond (vgl. Abb. 3). Das Szenario wird mit dem virtuellen Vorlesungssaal (Kap. 3.1) verknüpft werden, so dass zwischen Vorlesungssaal und Labor gewechselt werden kann. Der Einsatztermin für den Unterricht ist noch nicht definiert.



Abb. 3: Ansicht der Labor-Umgebung (links) und zweier Kugeln (rechts) kurz vor dem Zusammenstoß

3.4 Präsentationstrainer

Der Präsentationstrainer basiert auf der Bachelorarbeit von Hipp (2018). Mit ihm können Studierende z. B. eine Powerpoint-Präsentation vor einem virtuellen Publikum durchführen. Das Publikum aus Avataren reagiert auf die Studierenden und wird unruhig, wenn diese ins Stocken geraten. Andere Studierende oder Dozierende können sich während der Präsentation von ihrem Computer dazu schalten und die Präsentation aus dem Publikum mitverfolgen bzw. bewerten. Die Präsentationen können natürlich auch in einer Fremdsprache geübt werden. Der Präsentationstrainer wird im Frühling 2019 im Unterricht eingesetzt werden. Ziel ist eine Förderung der Kommunikations-Kompetenzen.

3.5 Molekül-Baukasten

Der Molekül-Baukasten³ enthält zum jetzigen Zeitpunkt die Möglichkeit, einfache Moleküle (z. B. Ethanol C_2H_6O) aus ihren elementaren Bestandteilen aufzubauen, indem die Studierenden die Bestandteile im virtuellen Raum greifen und zusammensetzen. Dies soll erlauben, die heute teilweise im Chemieunterricht eingesetzten Baukästen, mit denen Moleküle zusammengesteckt werden, zu ersetzen. Der Molekülbaukasten wird momentan weiterentwickelt und soll im Herbst 2019 im Unterricht eingesetzt werden. Ziel ist eine Förderung der fachlichen Kompetenzen im Bereich der korrekten Zusammensetzung und der räumlichen Struktur von Molekülen.

3.6 Schweiss-Simulator

Mit dem Schweiss-Simulator⁴ können Studierende in VR üben, eine korrekte Schweissnaht an einem metallenen T-Stück anzubringen. Sie halten dabei ein reales T-Stück und einen realen Schweissbrenner in der Hand, welche im virtuellen Raum exakt nachgebildet werden, die Schweissnaht wird virtuell erzeugt. In der Realität ist das Erlernen des korrekten Schweissens mit Fehlschlägen und Ausschuss verbunden (und damit teuer), da korrekte Schweissnähte viel Übung benötigen. Ziel ist, dass Studierende vor dem realen Schweissen zuerst am Simulator üben können und eine automatisierte Rückmeldung über die Güte der virtuellen Schweissnaht erhalten, bevor sie mit realen Stücken beginnen. Der Einsatz im Unterricht soll im Herbst 2019 erfolgen.

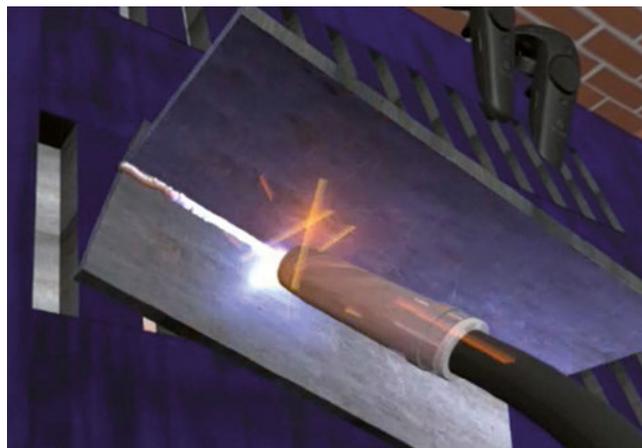


Abb. 4: Der Schweiss-Simulator mit T-Stück und Schweissnaht

³ Siehe https://www.bodenseehochschule.org/wp-content/uploads/2018/06/mo-LAB-Chemiebaukasten_Prototyp.mp4

⁴ Siehe https://www.bodenseehochschule.org/wp-content/uploads/2018/06/WELDER-Schweissimulator_Prototyp.mp4

4. Erfahrungen aus dem Einsatz der Szenarien

Die Studierenden, die die bereits fertiggestellten Prototypen (Kap. 3.1-3.2) ausprobiert hatten, äusserten sich in der Regel positiv überrascht über ihre Erfahrungen mit dem neuen, für viele noch unbekanntem Medium VR. Aus Sicht der Dozierenden wurden die ursprünglichen Erwartungen, dass sich VR als ideales Medium für den Einsatz im Unterricht erweisen würde, vorläufig nicht bestätigt. Die Gründe hierfür sind:

- Der Aufwand bei der Definition und Programmierung eines Lehr-Szenarios in VR ist gross (mehrere hundert Stunden). Trotzdem sind die Szenarien auch dann immer noch Prototypen, die weiterer Verbesserungen bedürfen.
- Häufig kann ein Szenario nur wenige Lerninhalte abdecken und dauert in der Regel zw. 10-20 Minuten, d.h. VR kann trotz des grossen Aufwandes immer nur einen kleinen Teil einer Vorlesung abdecken.
- Einsatz und Integration eines prototypischen VR-Szenarios in den laufenden Unterricht haben sich durch den nötigen Auf- und Abbau der Systeme ebenfalls als zeitaufwändig herausgestellt.
- Aus technischer Sicht sind die heutigen Systeme nicht immer stabil, es kann sein, dass ein System nicht auf Anhieb funktioniert.
- Es waren pro Szenario jeweils nur zwei VR-Systeme im Einsatz, d.h. es fehlte eine genügende Anzahl von VR-Systemen, um die Szenarien parallel mit mehreren Studierenden durchzuspielen, was den effizienten Einsatz der Szenarien behinderte.
- Basierend auf den wenigen verfügbaren Systemen und den noch prototypischen Szenarien konnten noch keine Aussagen gemacht werden, ob der Lerneffekt (neben einer erhöhten Motivation) besser ausfällt als im traditionellen Unterricht.

Festgestellt wurde, dass das neue Medium VR seine Stärken insbesondere dann ausspielen kann, wenn die folgenden Punkte gegeben sind:

- *Gute Storyline*
Die Einbettung des Szenarios in eine gute Geschichte erhöht die Motivation der Studierenden, das Szenario zu „spielen“ und die gezeigten Zusammenhänge aus einer Ich-Perspektive zu erleben, nachzuvollziehen und zu verstehen.
- *Hohe Immersion*
Das Lernerlebnis wird gefördert durch ein möglichst tiefes Eintauchen in die künstliche Welt (je tiefer, umso besser). Voraussetzung ist eine „glaubhaft“ detailgetreue Darstellung der Inhalte.
- *Interaktion*
Je mehr sich innerhalb eines Szenarios mit den dargestellten virtuellen Objekten interagieren lässt, umso interessanter wird es für die Studierenden, was zugleich die Immersion und das Erlebnis erhöht.

5. Erstellung von Bewertungskriterien

Die über die technische Machbarkeit hinausgehende Evaluation der entwickelten Szenarien hat sich als schwierig erwiesen und konnte noch nicht zufriedenstellend durchgeführt werden. Als Teil des IBH-Projekts wird deshalb mittels einer Literaturrecherche analysiert, nach welchen Kriterien sich der Einsatz der VR-Szenarien bewerten lässt (Volz & Münchbach, 2019). Die Analyse und die Evaluation der VR-Szenarien werden per Ende 2019 abgeschlossen.

6. Zusammenfassung

Innerhalb dieses Lehrprojekts wurden sechs Virtual-Reality-Szenarien für den Einsatz in der Lehre auf Bachelor-Ebene entwickelt und teilweise bereits eingesetzt. Die Identifizierung geeigneter Lehrszenarien hat sich als schwierig, die Entwicklung als aufwändig herausgestellt, ebenso wie der Einsatz in konkreten Unterrichtssituationen. Ein signifikanter Mehrwert gegenüber klassischen Unterrichtsformen konnte bisher nicht nachgewiesen werden, dafür waren die getesteten Prototypen zu rudimentär und zu wenige VR-Systeme verfügbar.

Der Einsatz von VR in der Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren ist anspruchsvoll und kein Selbstläufer, das Potenzial von VR wird aber weiterhin als hoch eingestuft. Die Rückmeldungen der Studierenden sind denn auch überwiegend positiv bis sehr positiv. Angesichts der hohen Kosten, des zeitlichen Aufwandes und des bisher unklaren Nutzens ist der Einsatz von VR im laufenden Unterricht aber noch nicht effizient genug. Die noch dieses Jahr erwarteten Neuerungen bei den VR-Systemen (z. B. Einführung der Oculus Quest) könnten einige der festgestellten Probleme entschärfen und die Kosten deutlich senken. Mittelfristig wird angestrebt, die Anzahl sinnvoll einsetzbarer Szenarien laufend zu erhöhen (z. B. durch studentische Arbeiten) und eine Plattform bereitzustellen, auf der beteiligte Hochschulen ihre Szenarien teilen und weiterentwickeln können.

Danksagung

Diese Projekte werden unterstützt durch die ZHAW School of Engineering, die HTWG Konstanz und die Internationale Bodensee-Hochschule IBH.

Literatur

Cipresso, P., Chicchi Giglioli, I.A., Alcañiz Raya, M., Riva G. (2018): The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. *Front. Psychol*

Grond, N., Nussbaumer, T. (2018): Programmierung von wissenschaftlichen Virtual Reality Szenarien mit Unity oder WebVR für die HTC Vive und Hololens (nicht veröffentlichte Bachelorarbeit). ZHAW School of Engineering, Schweiz

Hipp, D. (2018): VR-Applikation zur Leistungsbewertung und -verbesserung von Präsentationen (nicht veröffentlichte Bachelorarbeit). HTWG Konstanz, Deutschland

Hu-Au, E., Lee, J. J. (2017): Virtual reality in education: a tool for learning in the experience age. *Int. J. Innovation in Education*, Vol. 4, No. 4, pp. 215-226

Kempf, D., Péclard, J. P., Morgenthaler, S. (2017): VR Flugsimulator (nicht veröffentlichte Projektarbeit). ZHAW School of Engineering, Schweiz

Loth, M., Petschel, M., Ravasio, M. (2017): Entwicklung eines virtuellen Kollaborationsraumes basierend auf immersiven Technologien (nicht veröffentlichte Bachelorarbeit). ZHAW School of Engineering, Schweiz

Pantelidis, V.S. (2008): Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality. Themes in Science and Technology Education, Special Issue, pp. 59-70

Volz, D., Münchbach, N. (2019): Virtuelle Realitäten evaluieren (nicht veröffentlichte „Independent Study“). HTWG Konstanz, Deutschland

Winn, W. (1993): A conceptual basis for educational applications of virtual reality. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington. Zugriff am 6.4.2019: http://www.hitl.washington.edu/research/learning_center/winn/winn-paper.html

Angaben zu den Autoren

Reto Knaack
Studium der Physik und Doktorat der Astrophysik, Dozent für Numerik und Wissenschaftliches Rechnen an der ZHAW, Studiengangleiter des Master of Science in Engineering der Zürcher Fachhochschule.

Jo Wickert
Diplom-Designer, Studiendekan des Studiengangs Kommunikationsdesign der HTWG Konstanz, Professor für Interface Design.

Dominik Volz
Studium in Kommunikationsdesign, akademischer Mitarbeiter an der HTWG Konstanz.

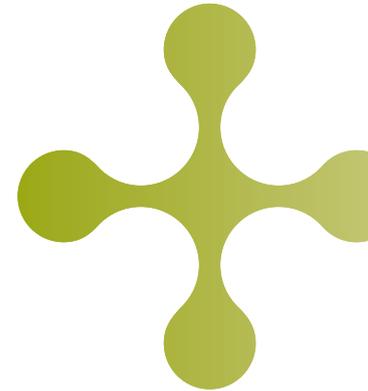
Niklas Münchbach
Studium in Kommunikationsdesign, akademischer Mitarbeiter an der HTWG Konstanz.

Walter Eich
Diplom-Ingenieur in Informatik, Dozent für Informatik und Studienleiter MAS Informatik an der ZHAW.

Peter Hug
Studium als Maschineningenieur, Dozent für Produktentwicklung & Industriedesign, Schwerpunktleiter 3D-Experience am Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung der ZHAW.

Thomas Hocker
Studium der Verfahrenstechnik und Ph.D. in Chemical Engineering, Dozent in Modellbildung und Simulation am Institute of Computational Physics der ZHAW.

Virtuelle Labore – Feedback, Evaluation & Weiterentwicklung oder: Wie schmeckt der Köder dem Fisch?



Manuel Stach, Barbara Decker, Dr. Anja Wiesmeier, Hochschule Kaiserslautern

Zusammenfassung

„Virtuelle Labore – Feedback, Evaluation und Weiterentwicklung oder: Wie schmeckt der Köder dem Fisch?“ legt die Konzeption, Evaluation und Weiterentwicklung der im Verbundprojekt Open MINT Labs (OML) entstehenden virtuellen Labore dar. Diese werden modular als Blended-Learning-Lab-Szenarien für Studierende und SchülerInnen erstellt und sollen die Selbstlernkompetenzen fördern sowie den Lernerfolg steigern. Um eine zielgruppengerechte Umsetzung zu erreichen, werden Feedbackschleifen und Evaluationstools zur Analyse subjektiver und objektiver Parameter eingesetzt. Der Fokus der Evaluation liegt somit auf der Usability und User-Experience sowie der Gestaltung eines motivierenden Lernumfeldes. Die gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungswerte werden stetig in die Entwicklungs- und Umsetzungsprozesse integriert. Durch veränderte Ansprüche sowie technische Innovationen werden dynamische Anpassungen erforderlich. Hauptansatzpunkte des OML-Projekts für die Erstellung passgenauer „Köder“ stellen dabei die Kategorien Motivation, Didaktik und Technik dar.

1. Die Frage ist nicht, OB die Digitalisierung kommt – sondern WIE!

Die Digitalisierung ist fester Bestandteil unserer Gesellschaft und unseres Alltags geworden. Hierzu tragen maßgeblich Erreichbarkeit, Verfügbarkeit und Mobilität, die durch entsprechende Endgeräte gewährleistet werden, bei. Lernende greifen auf digitale Lerninhalte zurück, unabhängig davon, ob ihnen diese von ihren Lehrenden zur Verfügung gestellt werden oder nicht. Bei Fragen und Unklarheiten ist der Griff zum Smartphone oder Tablet inzwischen eine Selbstverständlichkeit. Dabei können Studierende sowie SchülerInnen die Qualität der dort zur Verfügung gestellten Materialien nur bedingt beurteilen. Alleine die Vielzahl von Angeboten, Plattformen, Lernmedien und -materialien sowie deren Nutzungszahlen lassen auf einen vermehrten Bedarf an digitalisierten Lerninhalten schließen. Darüber hinaus gibt es kaum Berufszweige, in denen digitale Medien nicht eingesetzt werden. Folglich müssen die Arbeitsprozesse einer praxisorientierten Hochschule den Umgang mit digitalen Tools und Endgeräten einschließen, sowie die Kompetenzbildung und Förderung in diesen Bereichen als eine Selbstverständlichkeit darstellen. Eine zeit- und ortsunabhängige Bereitstellung von Lernmedien, die mithilfe von digitalisierten Lerntools realisiert werden kann, ist zum einen didaktisch zur Verringerung der extrinsischen Belastung und somit einer kognitiven Entlastung (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011) aller Lernenden sinnvoll. Zum anderen ergibt sich aus dem zunehmenden Fachkräftemangel



Abb. 1: Studiengänge mit MINT-Bezug an der Hochschule Kaiserslautern

eine erhöhte Nachfrage an Studierenden, womit die Heterogenität der Lerngruppen in Zukunft weiter ansteigen wird. Daher sollte die Frage der Einbindung digitaler Lehr- und Lernmedien in die curriculare Planung der Hochschullehre nach dem „WIE“ und nicht nach dem „OB“ gestellt werden.

Das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Verbundprojekt der Hochschulen Kaiserslautern, Koblenz und Trier, *Open MINT Labs* (OML), möchte der Frage nach dem WIE mit der Konzeption von Blended-Learning-Lab-Szenarien nachgehen.

Durch die Nutzung virtueller Labore wird Studierenden im Learning-Management-System *OpenOLAT* die Möglichkeit gegeben, sich eigenständig anhand von interaktiven E-Learning-Kursen optimal auf ihre realen Laborversuche vorzubereiten.

Um die Frage: „Wie schmeckt der Köder dem Fisch?“ in den Fokus zu rücken, werden die virtuellen Labore des Projekts OML über die gesamte Laufzeit mit verschiedenen Methoden evaluiert sowie anhand der neuesten Forschungsergebnisse weiterentwickelt.

2. Open MINT Labs – Köder- und Fisch-Strategie

Hauptziel von OML ist die Konzeption und Erstellung von Blended-Learning-Lab-Szenarien, sogenannten virtuellen Laboren, zur Förderung der Selbstlernkompetenzen und Steigerung des Lernerfolgs in den laborintensiven Studiengängen des MINT-Bereiches. Dabei sollen die Studierenden durch die virtuellen Labore individuell in ihrem Lernprozess unterstützt werden. Eine Reduzierung der Fehlerquote und der damit einhergehenden zusätzlichen Wartezeiten in den Laboren, mit der Intention, einen effektiven und ressourcenschonenden Umgang mit Labormaterialien zu generieren, wird dabei angestrebt.

Die virtuellen Labore von Open MINT Labs werden für MINT-Studiengänge in Physik, Biologie/Chemie und Ingenieurwissenschaften erstellt. Darüber hinaus fördert das Projekt die curriculare Vernetzung des Lernens mit virtuellen Laboren in der Klasse 10 sowie der Sekundarstufe II.



Abb. 2: Modularer Aufbau der OML

Im Rahmen zweier externer Kooperationen wird OML wissenschaftlich begleitet; vom Zentrum für Qualitätssicherung und -entwicklung (ZQ) Mainz in Fragen der Lehrveranstaltungsevaluation, sowie vom Institut für naturwissenschaftliche Bildung der Universität Koblenz-Landau (AG Physikdidaktik und AG Chemie-didaktik) mit dem Schwerpunkt der Transferforschung für den Einsatz von speziell angepassten virtuellen Laboren für Schulen.

2.1 Der Fisch – die Zielgruppe

Bei der Entwicklung der virtuellen Labore muss neben der Vielfalt der Studiengänge (Abbildung 1) und der damit verbundenen individuellen Fachkultur, auch die heterogene Zielgruppe, berücksichtigt werden.

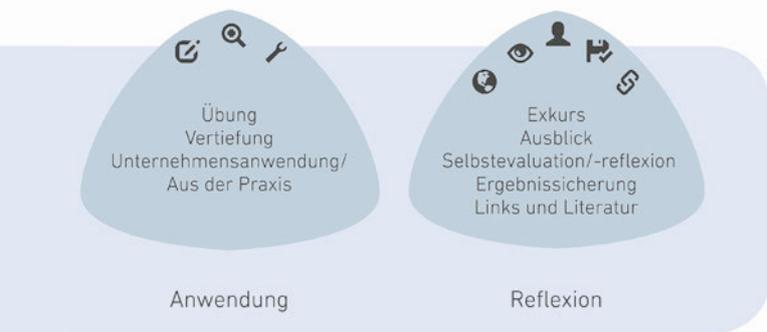
Die meisten Studierenden an der Hochschule Kaiserslautern sowie die SchülerInnen gehören den *Generations Y und Z* an. Zwei Generationen, die oftmals auch als „Digital Natives“ bezeichnet werden, welche mit modernen Medien, mobilen Endgeräten sowie dem Internet sozialisiert wurden und wie selbstverständlich mit diesen umgehen. Daher erhalten unterschiedlichste digitale Lernmaterialien, von Lehrenden in Austauschforen oder Onlinekursen zusammengestellt sowie frei

verfügbare Ressourcen, vermehrt Einzug in den Lernprozess. Zunehmend wünschen sich Studierende multimediale und interaktive digitale Lernformate, mit denen der Lernprozess individuell gestaltet werden kann (Elsner, Rewin & Adam, 2018).

2.2 Der Köder – virtuelle Labore des Open MINT Labs Projekts

Um das Erreichen der Studienziele für diese heterogene Studierendengruppe sicherstellen zu können, werden die virtuellen Labore von Projektmitarbeitenden in Zusammenarbeit mit Lehrenden auf der Grundlage bewährter didaktischer Grundlagen als Blended-Learning-Arrangement konzipiert, sowie nach Kriterien der Usability und User-Experience mit entsprechenden Vorgaben zur kognitiv-visuellen und technischen Umsetzung der E-Learning-Inhalte optimiert. Diese sind in einem Styleguide hinterlegt, welcher zur Realisierung und Entwicklung der virtuellen Labore dient.

Die modulare Strukturierung der Kurse in fünf Bausteine (Abbildung 2) und verschiedene Subbausteine basiert auf dem Instructional System Design der neun Lehr-Lern-Schritte nach Gagné (1985):



1. *Orientierung*: Eine Themeneinführung soll die Aufmerksamkeit des Lernenden mithilfe eines problemorientierten, motivierenden, an Vorwissen anknüpfenden Einstieges mobilisieren. Die Angaben von Lernvoraussetzungen und die Verdeutlichung von Lernzielen helfen, realistische Erwartungen an den Inhalt zu erzeugen.
2. *Grundlagen*: Die den Laborversuchen zugrunde liegende Theorie wird systemorientiert aufbereitet und eingeübt.
3. *Experiment*: Die Umsetzung der Experimente erfolgt entdeckungsorientiert. Das zuvor angeeignete Wissen kann angewendet und verifiziert/falsifiziert werden.
4. *Anwendung*: Anwendungsbeispiele aus der Unternehmenspraxis sowie Übungs- und Transferaufgaben bieten die Möglichkeit zur Vertiefung.
5. *Reflexion*: Die Ergebnisse werden gesichert und Reflexionsfragen sowie die Option zur Selbstevaluation geboten.

Die Bereitstellung lernförderlicher Rahmenbedingungen erfolgt mithilfe von unterschiedlichen Lernzugängen und Differenzierungsangeboten. Divergente Darstellungen des gleichen Sachverhaltes führen einerseits durch Aktivierung verschiedener Hirnareale zu einer Lernentlastung und können andererseits die Effektivität des Lernprozesses erhöhen sowie die Lerninhalte dauerhaft festigen (Herrmann, 2006). Komplexe,

fächerübergreifende sowie -verbindende Fragestellungen dienen zur Förderung der Methoden- und Sozialkompetenzen und unterstützen das inter- und transdisziplinäre Denken. Das multimediale Lernen wird beispielsweise durch Simulationen, Abbildungen, Texte, Animationen, Videos sowie Lernspiele realisiert. Das didaktische Konzept der virtuellen Labore ist eine Synthese aus problembasiertem, systemorientiertem, aber auch explorativem Lernen (Schnotz, 2011).

3. Stetige Weiterentwicklung durch Evaluation und Feedback

Die virtuellen Labore werden einerseits auf die Bedürfnisse der Lehrveranstaltung gemäß den intendierten Lernzielen angepasst. Andererseits sollen die Onlinekurse nach Kriterien der User-Experience und Usability optimiert sein und somit ein motivierendes Lernumfeld darstellen. Um Bedarf und Notwendigkeit für die Weiterentwicklung der OML zu identifizieren, werden unterschiedliche subjektive sowie objektive Evaluations- und Feedbacktools verwendet, die eine möglichst vielschichtige Rückmeldung ermöglichen.

3.1 Feedback- und Evaluationstools der virtuellen Studierendenlabore

Qualitative Interviews während des Reallabors:

Vor Konzeption der virtuellen Labore und während der Einführungsphase identifizieren die das Reallabor betreuenden Projektmitarbeitenden die fachlichen Herausforderungen der Versuchsvorbereitung. Sie entwickeln mit diesen Erkenntnissen ein bedarfsorientiertes virtuelles Labor. Außerdem dienen die Interviews in der Pilotphase der Validierung der getroffenen Maßnahmen bzw. stellen eine Rückkopplung für weiteren Optimierungsbedarf dar.

Offline-Evaluation:

Begleitend zum Einsatz des virtuellen Labors wird eine formative Evaluation der Laborveranstaltung durch das Zentrum für Qualitätssicherung und -entwicklung (ZQ) Mainz durchgeführt. Die formative Vorgehensweise ermöglicht notwendige Interventionen sowie Korrekturen innerhalb des Entwicklungsprozesses noch während der Projektphase. Dabei sollen die Validität der Forschungsergebnisse durch Triangulation sichergestellt und somit systemische Fehler minimiert werden.

Onlinetool Logfiles:

Parallel zu den subjektiven Erhebungen wird eine pseudoanonymisierte Logfile-Analyse durchgeführt, die objektiv die Daten der Evaluation stützen soll. Hierbei werden die Verweildauern auf einzelnen Seiten/Abschnitten des virtuellen Labors sowie entsprechende Antworten bei Onlinetests aufgezeichnet. Aufgrund der Aufrufhäufigkeit bzw. Verweildauer sowie der Pfade, an denen entlang die User die virtuellen Labore bearbeitet haben, können Rückschlüsse auf die User-Experience getroffen werden. Gleichzeitig ermöglicht die Logfile-Analyse eine Erhöhung der Reliabilität durch Vergleichsmöglichkeiten von subjektiven Aussagen mit der tatsächlichen Nutzung der virtuellen Labore und möglichen Varianzen, die sich daraus ergeben.

Onlinetool Feedback/Sternsystem:

Zur gezielten Evaluierung der einzelnen Bausteine wurde ein Bewertungstool auf Basis von zu vergebenen Sternen entwickelt, wie es die Studierenden beispielsweise von modernen E-Commerce-Anwendungen kennen. Für jedes Modul wurde ein einheitlicher Fragenkatalog definiert, dessen Partizipationsanspruch auf der freiwilligen Teilnahme der Studierenden beruht. Die kumulierten Ergebnisse über alle Bausteine hinweg werden als Gesamtbewertung angezeigt. Die pseudoanonymisierten Ergebnisse dieser Evaluationen sollen die Fachgebiete bei der Identifizierung von Optimierungspotenzialen unterstützen.

Online-Tool/Kontaktformular:

In jedem virtuellen Labor besteht die Möglichkeit, durch ein Formular Kontakt zu den Verantwortlichen des Kurses aufzunehmen. Somit kann bei technischen Problemen, inhaltlichen sowie organisatorischen Fragen schnelle Hilfe erfolgen.

Umsetzung:

Das Evaluationskonzept (Abbildung 3) für die Studierendenlabore teilt sich in drei Phasen.

Phase 1:

Zunächst erfolgte eine Reflexion des OML-Konzepts mithilfe qualitativer Interviews, in denen Bezug auf die Kategorien Infrastruktur und Rahmenbedingungen, Nutzung und Akzeptanz, Zufriedenheit, Wirkung sowie Bedarf ermittelt wurden.

Phase 2:

Daran anschließend werden die virtuellen Labore mittels Studierendenbefragung in Form von Evaluationsbögen, in denen subjektive Bewertungskategorien wie Nutzung und Gründe der Nutzung, Zufriedenheit sowie Potenziale abgefragt werden, untersucht. Des Weiteren stehen objektive Nutzungsparameter, die mithilfe von Logfiles eruiert werden, im Fokus der Analyse. Anhand des Auslesens von Daten sollen Kategorien wie die Nutzungshäufigkeit, der Nutzungsumfang sowie technischer Bedarf ermittelt werden. Dank des in den Laboren integrierten Sternsystems können die Studierenden ein direktes, subjektives Feedback zu jedem Baustein geben. In Kombination mit der Logfile-Analyse können so Zusammenhänge von Nutzungsparametern und persönlicher Einschätzung im Hinblick auf Motivation, User-Experience sowie Usability abgeleitet werden. Gleichzeitig dient diese Befragung der Qualitätssicherung zur Identifizierung des Entwicklungsbedarfs und notwendiger Anpassungen.

Phase 3:

Gegen Ende der Projektlaufzeit sollen erneut qualitative Interviews analog zur ersten Befragung durchgeführt werden, um die Wirksamkeit der Maßnahmen zu kontrollieren und so eine erneute Reflexion zu ermöglichen.

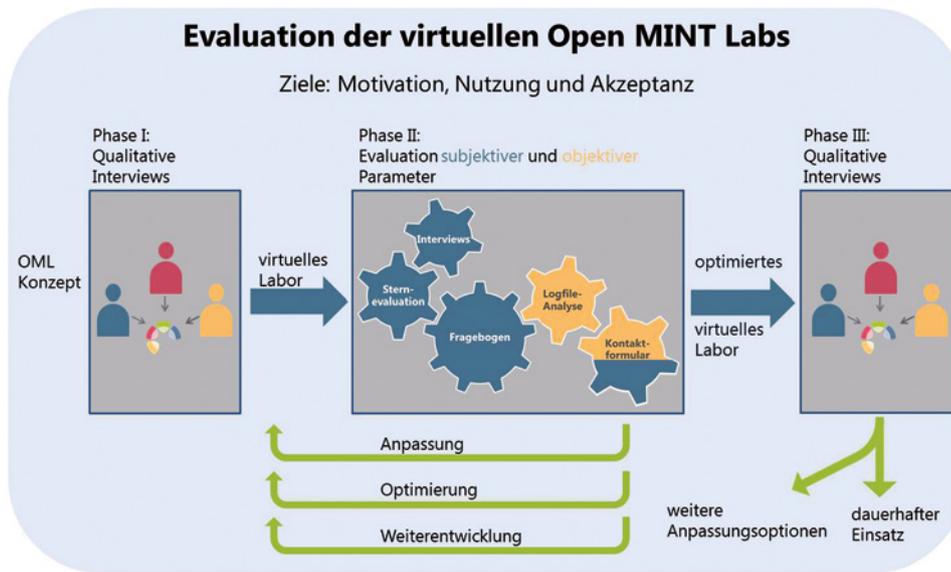


Abb. 3: Evaluationskonzept

3.2 Weiterentwicklung und Optimierung der virtuellen Labore

Durch die Kombination differenter Rückmeldungen sowie Feedbackschleifen während der Entwicklung der virtuellen Labore wurden und werden die Onlinekurse stetig überarbeitet. Hierbei sind die Anpassung der Benutzeroberfläche in Form eines neuen, userfreundlicheren Kurstemplates sowie ein Update des Styleguides exemplarisch zu nennen. Selbstverständlich fließen neue Erkenntnisse aus den Bereichen Medieninformatik und Didaktik genauso ein, wie Rückmeldungen nutzender Personen zur Usability. Das Design der virtuellen Lerneinheiten wird technisch, inhaltlich sowie visuell auf die Bedürfnisse der User, in Hinblick auf Motivation, Zufriedenheit und Qualität der Materialien, progressiv angepasst. Technische Innovationen wie beispielsweise die vermehrte Verwendung von Tablets und Smartphones, statt Laptop und Desktop, werden berücksichtigt, indem die OML – responsiv gestaltet – auf mobilen Endgeräten funktionsfähig sind. Somit können sie dem „bring your

own device“ Ansatz gerecht werden. Um eine gute User-Experience bieten zu können, sollen die Barrieren zur Nutzung der virtuellen Labore herabgesetzt werden. Neben der klassischen rot-grün Assoziation mit richtig oder falsch wurden Symbole für die Rückmeldungen von Ergebnissen implementiert, um beispielsweise für Menschen mit Farbfehlsichtigkeiten¹ keine unnötigen Hürden zu erzeugen. Des Weiteren soll eine Vorlesefunktion bereitgestellt werden, welche im Sinne des cognitive load eine intrinsische Entlastung bei den Lernenden erzeugen kann (Sweller et al., 2011) und insbesondere für Legasthiker eine Erleichterung darstellt.

3.3 Evaluation der virtuellen Schullabore

Die Studierendenlabore sollen im wissenschaftspropädeutischen Sinne Schulen zugänglich gemacht werden. Nach der Identifikation der thematischen Übereinstimmungen von

¹ Exemplarisch kann die Rot-Grün-Sehschwäche, von der genetisch bedingt hauptsächlich Männer (8%) betroffen sind, genannt werden (Paul, 1999).

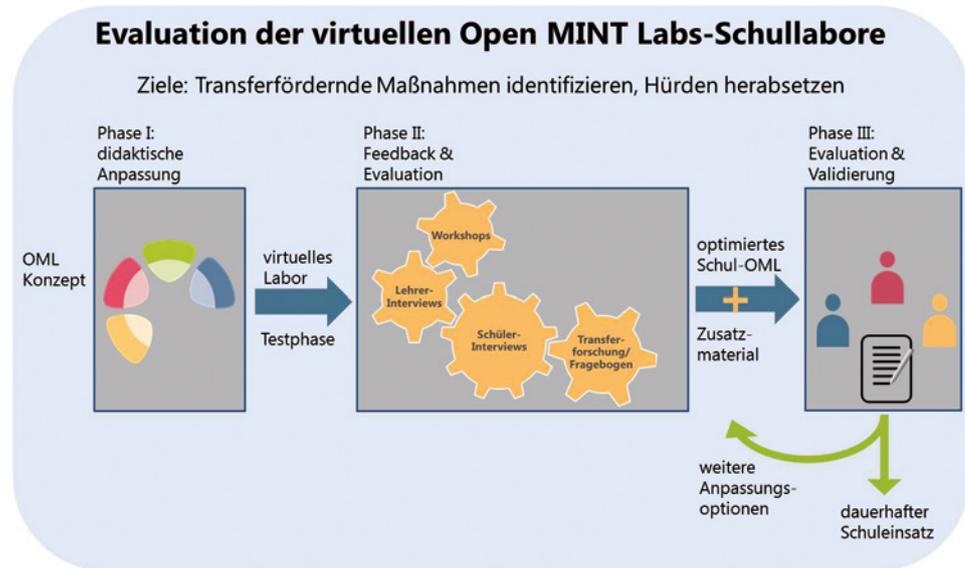


Abb. 4: Evaluationskonzept Schullabore

Lehrplan und virtuellen Laboren erfolgt eine Prüfung der Übertragungsoptionen. Anschließend werden diese didaktisch angepasst, elementarisiert sowie nach dem projektinternen Konzept für virtuelle Schullabore gestaltet. Intention der Evaluierung ist die Entwicklung eines für die Schulen ideal zugeschnittenen Konzepts für den Einsatz der OML (Abbildung 4).

Feedback- und Evaluationstools:

Parallel zum direkten Einsatz von OML im Unterricht erfolgen Befragungen von LehrerInnen und SchülerInnen. Neben Workshops, in denen u. a. die Usability und User-Experience überprüft werden, wird eine Begleitstudie durch den externen Kooperationspartner (Universität Koblenz-Landau) zur Validierung von Transfer fördernden Faktoren für die Implementierung der Labore in den Schulalltag durchgeführt.

Weiterentwicklung:

Mithilfe der Rückmeldungen kooperierender LehrerInnen sowie den Ergebnissen der Begleitevaluation werden die OML für SchülerInnen optimiert und die didaktische Konzeption für den erfolgreichen Einsatz im Schulkontext stetig weiterentwickelt. Auf diese Weise soll eine effektive und effiziente Nutzung der virtuellen Labore gewährleistet, sowie die Hürden für die Einbindung in die Lehre herabgesetzt werden.

Spezielle Lehrerfortbildungen zur Nutzung und Applikation der virtuellen Labore im Unterricht, Trainings vor Ort und weitere Supportangebote konnten in das Projektangebot integriert werden. Hinzu kommen ergänzende Materialordner, in denen, neben Materialien zum jeweiligen Labor, alternative Workflows für Blended-Learning-Konzepte eingebettet werden sollen. Zusätzlich können Lehrende diese als Austauschplattform für Materialien und Unterrichtskonzepte zu den Laboren nutzen.

4. Fazit und Ausblick

Der kontinuierliche Feedback- und Evaluationsprozess des OML-Projekts führte und führt zur stetigen Optimierung der Usability der virtuellen Labore. Die positive User-Experience steigert gleichermaßen Lernmotivation, Nutzungshäufigkeit und Akzeptanz bei Lernenden und Lehrenden. Dies resultiert in einer hohen und weiter zunehmenden Nachfrage nach virtuellen Laboren. Zusätzlich führen die Rückmeldungen der User zur Entwicklung verschiedener Lernzugänge und differenzierter Materialien, die zukünftig für eine Individualisierung der digitalen Angebote genutzt werden könnten. Um den Lernenden („Fisch“) auch weiterhin passgenaue virtuellen Labore („Köder“) zur Verfügung stellen zu können, ist ein ständiger Dialog mit allen Beteiligten unerlässlich.

Literatur

Elsner, A., Rewin, L., & Adam, S. (2018): Erprobung des berufs begleitenden Bachelorstudiengangs Mechatronik an der Hochschule Kaiserslautern. Begleitung der Studierenden im ersten Studienjahr, Arbeits- und Forschungsberichte aus dem Projekt EB– Bildung als Exponent individueller und regionaler Entwicklung (23). Kaiserslautern

Gagné, R. M. (1985): The conditions of learning and theory of instruction. New York: Holt, Rinehart & Winston

Herrmann, U. (Hrsg.), 2006: Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen. Weinheim und Basel: Beltz Verlag

Paul, H. (Hrsg., 1999): Lexikon der Optik. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag

Schnotz, W. (2011): Pädagogische Psychologie. Kompakt. 2. Auflage. Weinheim: Beltz Verlag

Sweller, J., Ayres, P., Kalyuga, S. (2011): Cognitive load theory. New York: Springer

Angaben zu den Autorinnen und zum Autor

Manuel Stach

Studium der Biologie, danach wissenschaftliche Tätigkeit am Biochemie-Zentrum Heidelberg, seit 2012 an der Hochschule Kaiserslautern tätig, Projektkoordination Open MINT Labs mit den Schwerpunkten „Kommunikation und Weiterentwicklung“, Fachgebietskoordination Biologie und Chemie, Entwicklung von Blended-Learning-Lab-Konzepten in Natur- und Ingenieurwissenschaften.

Barbara Decker

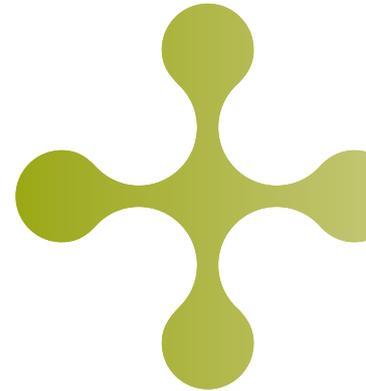
Studium der Fächer Chemie und Sozialkunde für das Lehramt an Gymnasien, 2013-2017 im Schuldienst, seit 2018 an der Hochschule Kaiserslautern tätig, MINT-Fachdidaktikerin für den Transfer virtueller Labore des Open MINT Labs Projekts in Schulen, didaktische Anpassung und Differenzierung.

Dr. Anja Wiesmeier

Studium der Betriebswirtschaft, Masterstudium „Nachhaltiges Wirtschaften“, Promotion im Bereich „Wirtschafts- und Unternehmensethik“, seit 2011 an der Hochschule Kaiserslautern tätig, Projektkoordination Open MINT Labs mit den Schwerpunkten „Nachhaltigkeit und Kooperation“, nachhaltige und anwendungsorientierte Blended-Learning-Lab-Konzepte.

GeoMat digital – Feedbackgestützte App-Entwicklung im Fach Geowissenschaften

Bertram Bühner, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main



Zusammenfassung

Die Lernanwendung GeoMat digital unterstützt das Erlernen der makroskopischen Mineralbestimmung im Fach Geowissenschaften auf Basis einer digitalen Mineralsammlung mit hochauflösenden Fotos und ergänzenden Inhalten.

Grundlage der Software-Entwicklung ist ein Konzept, welches die verschiedenen Komponenten und Funktionen unter didaktischen Aspekten beschreibt und das Feedback der Studierenden aus Umfragen und Einzelgesprächen einbezieht. Zusammen mit den Erfahrungen der Lehrenden gehen die aktuellen Rückmeldungen aus jedem Semester in den jeweils nächsten Entwicklungsschritt ein. Die Inhalte der fertigen Anwendung werden nahezu vollständig von Fachstudierenden zusammengetragen und erstellt. Diesem Peer-Learning-Ansatz folgt auch der technische Teil der Entwicklung, die weitgehend von einem studentischen Team durchgeführt wird.

Ein besonderer Fokus liegt auf den didaktischen Ansätzen, die virtuelle Bildersammlung sinnvoll in die Selbstlernphase einzubinden und mit weiterführenden Informationen anzureichern.

1. Hintergrund

Die Entwicklung eigener Lernsoftware im Hochschulkontext bedeutet einen großen zeitlichen und finanziellen Aufwand und stellt besondere Anforderungen an das Projektmanagement: Das Ergebnis muss die Fachlehrenden in Bezug auf Niveau und Umfang des Inhalts zufriedenstellen, in Bezug auf Benutzbarkeit und Gestaltung aber auch für die Studierenden attraktiv und zeitgemäß sein.

Die bisherigen Erfahrungen der Lehrenden sowie die Rückmeldung der Studierenden sind hierfür ein wichtiger Input, jedoch muss das technisch Machbare gegen das didaktisch Sinnvolle ausbalanciert werden, da nicht alle Funktionen, die sich Studierende oder Lehrende wünschen, auch einen didaktischen Mehrwert bieten.

Der Schwerpunkt unseres Konzepts liegt auf der Analyse der Ausgangssituation mit Blick auf die besonderen Schwierigkeiten der Lernenden. Daraus ergeben sich die Beschreibungen der didaktischen Szenarien sowie die daraus folgenden Aspekte einzelner Anwendungskomponenten. Die App GeoMat *digital* wurde über einen Zeitraum von mehreren Jahren sukzessive weiterentwickelt und ausgebaut, wobei die jeweilige Entwicklungsstufe in jedem Wintersemester erneut evaluiert wurde und wird.

2. Ausgangssituation

In der Pflichtveranstaltung *Geomaterialien* („GeoMat“) im 1. Semester des Studiengangs B.Sc. Geowissenschaften an der Goethe-Universität erlernen die Studierende die Grundlagen makroskopischer Mineralbestimmung: die Identifikation und Einordnung von Mineralen anhand typischer Charakteristika. Diese Grundkenntnisse sind Voraussetzung für die Teilnahme an weiterführenden Pflichtveranstaltungen wie z.B. Geländeübungen und erfordern sowohl theoretisches Wissen als auch Erfahrung und Übung.

Diese Fertigkeiten werden an so genannten *Handstücken* trainiert, die zu den Präsenzübungen und zu bestimmten Zeiten in der Lehrsammlung zur Verfügung stehen. Um die Handstücke sicher identifizieren zu können, müssen die Eigenschaften von ca. 120 Mineralen gelernt sowie die theoretischen Grundlagen des Kristallaufbaus verstanden werden. Die Bestimmung fünf zufällig ausgewählter Handstücke ist auch Bestandteil der Klausur. Weitere Inhalte umfassen die Fachsprache sowie das Wissen um Vorkommen der verschiedenen Minerale und deren Verwendung in Industrie und Technik.

Aus dem eingeschränkten Zugriff auf das Lehrmaterial außerhalb der Präsenz ergibt sich der Bedarf, auch in den Selbstlernphasen eine Möglichkeit zur Arbeit mit den Mineralstücken zu haben. Ein naheliegender Ansatz ist die Virtualisierung der Handstücksammlung in Form fotografischer Aufnahmen. Dieser wurde bereits vor Beginn des eigentlichen Projekts unterzogen und bildet die Basis der Lernanwendung.

Unsere „virtuelle Sammlung“ basiert auf hochauflösenden Fotos ausgewählter Mineralhandstücke und einer Datenbank mit Mineraleigenschaften.

Eine eigene Lernanwendung zur Betrachtung der virtuellen Sammlung eröffnet die Möglichkeit, weitere Inhalte in einer einheitlichen Umgebung zur Verfügung zu stellen. Neben der *Mineralgalerie* und den aus der Datenbank generierten *Steckbriefen* wurden daher weitere Module entworfen, insbesondere der *Bestimmungshelfer*, ein *Glossar* zur Erläuterung der Fachsprache sowie ein *Selbsttest* mit ca. 200 Fragen. *3D-Visualisierungen* der sieben Kristallsysteme runden den Inhalt ab.

3. Umsetzung: Prototyping und Feedback

Die einzelnen Funktionen der geplanten Anwendung wurden zu Projektbeginn in Zusammenarbeit mit erfahrenen studentischen Tutorinnen und Tutoren skizziert, womit eine erste studentische Perspektive einbezogen wurde.

Der nächste Schritt bestand in der Konstruktion einzelner Prototypen, mit denen die Lerninhalte von den Studierenden online genutzt werden konnten. Da zu Beginn der Konzeptionsphase noch nichts programmiert werden sollte, wurden die Prototypen mit verschiedenen Tools (z.B. mit dem Autorentool LernBar oder dem LMS OLAT) aufgebaut und den Studierenden zur Verfügung gestellt.

Die Evaluation der Prototypen erfolgte mit einer Online-Umfrage am Ende des Wintersemesters 2016/17 sowie in Einzelgesprächen zwischen Tutor*innen und Studierenden. Inhalte dieser Erhebung waren sowohl die Bewertung des aktuellen Stands als auch Einschätzungen zu zukünftigen Features, um daraus weitere Schwerpunktsetzungen für Planung und Entwicklung ableiten zu können. Aus den Freitextantworten ergaben sich außerdem Vorschläge für neue Features sowie Hinweise auf Erwartungen in Bezug auf Usability und Umfang.

Die Umfragen wurden in den kommenden Semestern in aktualisierter Form wiederholt und immer wieder mit Konzept und Entwicklungsfortschritt abgeglichen. Dabei wurde unter anderem sehr deutlich, dass die Studierenden hohe Standards bezüglich der Nutzung und Bedienbarkeit von Apps haben: Die Funktionen wurden gar nicht oder nur einmal benutzt, wenn die Bedienung umständlich oder unpraktisch war.

4. Didaktische Herausforderungen

4.1. Der „Memory“-Effekt

Eine virtuelle Sammlung auf der Basis von Bildern kann die Interaktion mit realen Objekten nicht ersetzen. Ein wesentlicher Aspekt des Konzepts bezieht sich daher auf die Frage, wie die virtuelle Sammlung einen sinnvollen Mehrwert schaffen kann.

Die Erfahrung zeigt, dass Studierende dazu tendieren, die Handstücke dem äußeren Gesamteindruck nach auswendig zu lernen und die Bestimmung nur anhand von Ähnlichkeiten durchführen. Konsistent dazu geben Studierende in den Umfragen an, dass fotografisches Bildmaterial „sehr wichtig“ zum Lernen sei. Einige Studierende haben auch angegeben, die Handstücke mit dem Smartphone zu fotografieren und sich so eine eigene digitale Sammlung anzulegen.

Diese Herangehensweise ist jedoch nicht zielführend, da sich einzelne Stücke desselben Minerals stark voneinander unterscheiden können. Insbesondere Mineralfunde im Gelände können mit diesem Ansatz nicht zuverlässig bestimmt werden.

Eine systematische Mineralbestimmung muss vielmehr die charakteristischen Merkmale einer Materialprobe erkennen und auf dieser Basis schrittweise zu einem Ergebnis gelangen.

Der Einsatz einer Bildersammlung geht jedoch naturgemäß das Risiko ein, diesen intuitiven Ansatz zu fördern und muss daher Methoden zur Verfügung stellen, welche die Studierenden vom „Memory“-Spielen – also vom Bilderlernen – wegführen und das Erkennen der Eigenschaften betonen. Mit dem *Bestimmungshelfer* und den *Begleittexten* werden den Studierenden zwei Werkzeuge zur Verfügung gestellt, um dieser Herausforderung zu begegnen.

4.2 Bestimmungshelfer

Der *Bestimmungshelfer* schlüsselt den Bestimmungsvorgang anhand von konkreten Bildbeispielen und erklärenden Texten systematisch auf. Damit wird der „Expertenblick“ gefördert und die Aufmerksamkeit auf die spezifischen Merkmale eines unbekanntes Stücks gelenkt. Der Bestimmungshelfer kann als Checkliste verwendet werden, um die einzelnen Schritte an einem unbekanntes Handstück einzuüben.

Der Bestimmungshelfer ist nicht interaktiv, sondern nur eine Abfolge von Texten und Bildern. Eine interaktive Variante, mit der einzelne Minerale anhand ihrer Eigenschaften schrittweise ausgefiltert werden können, wurde von Studierenden in den Umfragen mehrfach vorgeschlagen und wird derzeit aufgebaut.

4.3 Audiovisuelles Lernen

Der zweite Ansatz, dem „Memory-Effekt“ entgegen zu wirken, sind beschreibende *Begleittexte*, welche die Bilder in der digitalen Sammlung ergänzen. Die Texte gehen gezielt auf Aspekte des konkreten Fotos ein, heben sichtbare Merkmale hervor und helfen den Studierenden, sich das abgebildete Stück zu erschließen und charakteristische Eigenschaften voneinander abzugrenzen. Die Begleittexte stehen nicht nur zum Lesen, sondern auch zum Hören zur Verfügung. Über diesen



< Kristallsystem >

Bei einem **idiomorphen** Kristall ist an der Ausbildung der Flächen zueinander schnell das **Kristallsystem** erkennbar. Durch Suchen und Finden verschiedener **Symmetrieoperationen** in den definierten kristallographischen Richtungen und durch die Betrachtung des Habitus können die 7 verschiedenen Kristallsysteme unterschieden werden.

Das **kubische** Kristallsystem hat drei gleich lange Achsen $a = b = c$ und drei gleich große Winkel ($\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$).

Die Blickrichtungen sind: $\langle 100 \rangle \langle 110 \rangle \langle 111 \rangle$

Entlang der 3. Blickrichtung ist im kubischen Kristallsystem immer eine **dreizählige** Rotationsachse zu finden.



Abb. 1: Bestimmungshelfer in der GeoMat digital App

audiovisuellen Ansatz werden die Studierenden über zwei Kanäle gleichzeitig angesprochen und müssen nicht zwischen Bild und Beschreibungstexten wechseln, was insbesondere auf kleinen Geräten disruptiv wirkt.

Neben den Begleittexten können auch Grafiken eingeblen-det werden, die besondere Bereiche hervorheben oder mit denen Achsen und Strukturen sichtbar gemacht werden können. Ein Messwerkzeug verknüpft die virtuelle Darstellung mit realen Maßen.



[...] **Chialolith** ist eine Varietät des Aluminiumsilikates **Andalusit** und zeichnet sich durch das Auftreten eines schwarz pigmentierten Kreuzes im Querschnitt aus. Dieses Kreuz bildet sich aus Einschlüssen von Kohlenstoff und ist meist sehr deutlich zu erkennen. [...]



[...] Einzigartig für **Labradorit** ist das **irisierende Farbenspiel**, das im rechten Bereich des Handstücks deutlich zu erkennen ist. Dieser Effekt wird als **Labradoreszenz** bezeichnet und kann verschiedene Farben von weiß, blau, grün bis gelb annehmen. [...]



[...] Ein wichtiges Merkmal, das den **Tourmalin** von anderen Mineralen unterscheidet, ist die **gleichmäßige Dreiteilung** der Kopffläche, die sich im **trigonalen Kristallsystem** begründet. Auf dem linken vorderen Teil der Kopffläche ist ein schwacher **Glasglanz** zu sehen. [...]

Abb. 2: Beispiel für Bilder und Begleittexte zum audiovisuellen Lernen

5. Selbsttests

Sowohl Lehrende als auch studentische Tutorinnen und Tutoren werden in persönlichen Gesprächen immer wieder mit der Frage nach Klausurinhalten konfrontiert. Selbsttests bieten eine gute Möglichkeit, darauf implizite Antworten zu geben und die Studierenden angemessen auf mögliche Prüfungsfragen und auch deren Stil und Umfang vorzubereiten.

Die Quizfragen der ersten Generation (Prototyp mit ONYX/OLAT) waren schlichte und repetitive Abfragen der Mineraleigenschaften und wurden von den Studierenden nicht besonders gerne verwendet. Der Umfang wurde in Umfragen nur als mittelmäßig eingestuft und eine bessere Anpassung an Vorlesung und Übung angemahnt.

Infolgedessen wurden die Selbsttestfragen stark erweitert und überarbeitet, wofür die verantwortlichen studentischen Mitarbeiter*innen besonders weiterqualifiziert wurden. Die neuen Fragen sind nun vielfältiger und legen einen Schwerpunkt auf Unterscheidungskriterien, womit das „Memory“-Problem auch auf diesem Wege adressiert wird.

Ein weiterer Fokus liegt auf dem Fragenfeedback, das zu vielen Antworten angezeigt wird: Dabei wird gezielt der Ansatz verfolgt, den Gegenstand der Frage in einen erweiterten Kontext zu stellen, um vertiefendes Nachdenken über die gegebene Antwort zu aktivieren. Bei falschen Antworten ergibt sich damit die Möglichkeit, z. B. auf bekannte Fehlkonzepte einzugehen oder weitere Hinweise auf die richtige Lösung zu geben. Bei korrekten Antworten werden (neben einem kleinen Lob) zusätzliche Informationen gegeben, weitere Details oder auch Beispiele genannt.

Die Umfragen zeigen, dass das weiterentwickelte Quiz besser akzeptiert wird. Zu den Selbsttests gab es auch spezifische Empfehlungen, wie z. B. die Einteilung der Quizfragen in

Fragenblöcke, die themenspezifisch auswählbar oder zufällig zusammengestellt werden können. Diese Wünsche können mit der neuen, in Entwicklung befindlichen Quiz-Engine maßgeblich verbessert werden. Diese ermöglicht auch eine anonymisierte, statistische Auswertung der bereits bearbeiteten Quizfragen.

6. Ausblick

Im Wintersemester 19/20 wird GeoMat *digital* zum vierten Mal in der Lehrveranstaltung eingesetzt und in einer von Grund auf neu programmierten Version zur Verfügung stehen. Die anschließende Evaluation soll sich dabei auf eine Verbesserung der Bestimmungsfähigkeiten konzentrieren, wobei die neuen audiovisuellen Elemente ebenso unter besonderer Beobachtung stehen wie auch das erweiterte Selbsttest-Feedback.

Mit der virtuellen Sammlung stehen gewissermaßen „Idealbilder“ der einzelnen Minerale zur Verfügung, was von einzelnen Studierenden bereits kritisch bewertet wurde. Diese Rückmeldungen deuten auch wieder auf den „Memory“-Ansatz hin. Eine Möglichkeit, die Vielfalt und Variation der Minerale besser abzubilden, könnte darin bestehen, die Bilderdatenbank durch *User-Generated-Content* zu erweitern und den Studierenden zu ermöglichen, selbst Bilder hinzuzufügen. Dieses Konzept wird bereits für weitere Kooperationen diskutiert.

Bei der Neuprogrammierung der aktuellen App wurde darauf geachtet, die Datenbankstrukturen so weit wie möglich zu abstrahieren, um sie von den GeoMat-Inhalten unabhängig zu machen und den Ausbau auf weitere Themengebiete außerhalb der Geowissenschaften zu erleichtern: Das Erkennen von Merkmalen, Strukturen und Spezifika auf Bildern und der Transfer auf reale Objekte ist schließlich eine in vielen Fachgebieten benötigte Kompetenz und oft Inhalt der grundständigen Lehre.

☰ Selbsttest ☰

Sulfide

Wie lautet die chemische Formel von Pyrit?

1. FeS_2 ✓
Richtig! Pyrit ist ein Eisendisulfid.

2. CuFeS_2 ✓
Knapp daneben. Diese Formel beschreibt Chalkopyrit und enthält neben Eisen noch Kupfer.

3. PbS ✓
Leider falsch. Dies ist die Formel des Minerals Galenit, das aus Blei(II)-Sulfid gebildet wird.

4. NaCl ✓
Leider falsch. NaCl steht für Natriumchlorid, welches das Mineral Halit (Steinsalz) bildet.

NÄCHSTE FRAGE

< 5/10 >

☰ Selbsttest ☰

Karbonate

Worin unterscheiden sich Aragonit und Calcit?

1. Im Chemismus. ✓
Nein, der Chemismus ist gleich: $\text{Ca}[\text{CO}_3]$

2. Im Kristallsystem. ✓
Sehr gut! Aragonit ist orthorombisch, während Calcit trigonal ist.

3. In der Spaltbarkeit. ✓
Richtig! Calcit hat eine vollkommene, während Aragonit nur eine undeutliche Spaltbarkeit aufweist.

4. In der Härte. ✓
Korrekt! Aragonit (3,5 - 4) ist härter als Calcit (3).

NÄCHSTE FRAGE

< 3/10 >

Abb. 3: Beispiel für Quizfragen mit erweitertem Feedback

Mit dem Kern der GeoMat-App steht eine kompakte Softwareinfrastruktur zur Verfügung, die verschiedenste Inhalte aufnehmen kann, die sich in entsprechender Weise systematisieren lassen und mit Bildern verknüpft sind. Ein vom didaktischen Ansatz her eng verwandtes Szenario ist z. B. das Erlernen der Pflanzenbestimmung im Fach Biowissenschaften – auch hier müssen Studierende einzelne Arten innerhalb einer Systematik anhand spezifischer Merkmale erkennen und zuordnen. Es gibt bereits konkrete Pläne, diese Anpassungen für eine Lehrveranstaltung in Kooperation mit den Biowissenschaften vorzunehmen und das GeoMat-Konzept auf die Pflanzenbestimmung zu übertragen.

Fazit

Die GeoMat-App ist eine spezialisierte Lernumgebung, die das Lernen der makroskopischen Mineralbestimmung mit Hilfe hochauflöster Mineralfotos unterstützt und durch weitergehende Inhalte anreichert. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Aufschlüsselung des Bestimmungsvorgangs, um den Studierenden den „Expertenblick“ näher zu bringen und dem Automatismus des Auswendiglernens etwas entgegen zu setzen, z. B. durch audiovisuelle Inhalte und detailliertes Fragenfeedback zur besseren Aktivierung des Fachwissens. Konzeption und Weiterentwicklung halten sich eng an die Rückmeldung der Studierenden aus regelmäßigen Umfragen und ergänzen die Expertise der Lehrenden und der studentischen Tutorinnen und Tutoren. Die gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse erlauben außerdem einen Anschluss an lerntheoretische Überlegungen, die weitere Impulse für die Weiterentwicklung der Anwendung geben können.

Technische Aspekte

Die Lernanwendung GeoMat *digital* ist als *responsive Web-App* ausgeführt und läuft unabhängig vom Betriebssystem im Browser beliebiger Endgeräte. Das Frontend ist als SPA (Single-Page-Anwendung) vollständig in Angular programmiert. Das Backend stellt die in einer PostgreSQL-Datenbank enthaltenen Daten über eine Django-Schnittstelle (API) zur Verfügung. Zur 3D-Visualisierung der Kristallsysteme kommt die WebGL-Bibliothek Three.js zum Einsatz. Der Quellcode ist öffentlich auf GitHub einsehbar; die Dokumentation bzw. das Konzept wird auf GitBook veröffentlicht.

Die Fotos der virtuellen Sammlung haben eine Auflösung bis zu 35 MP und wurden mit Focus-Stacking bearbeitet, um eine hohe Schärfentiefe zu erreichen.

Die entwickelten Lerninhalte (Quizfragen, Bilder und Texte) werden als OER unter einer CC-Lizenz veröffentlicht und stehen damit auch anderen Fachveranstaltungen zur Verfügung.

Danksagung

Die Entwicklung wurde vom eLearning-Förderfonds (eLF) der Goethe-Universität Frankfurt und vom Zentrum Naturwissenschaften unterstützt.

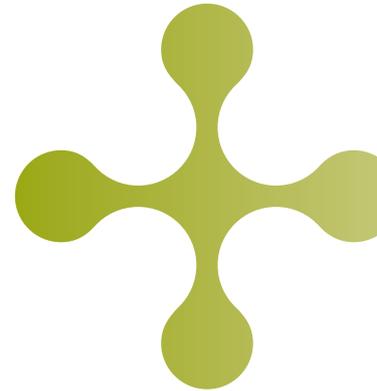
Angaben zum Autor

Bertram Bühner

Diplom-Meteorologe, entwickelt und koordiniert seit 2011 im Rahmen des QPL-Projekts „Starker Start ins Studium“ an der Goethe-Universität Frankfurt verschiedene E-Learning-Projekte im Zentrum Naturwissenschaften.

Der Lehre eine Homepage – oder wie man ein LMS hochschulweit neu startet

Nicolas Romero, Markus Wangler, Michael Kipp, Hochschule Augsburg



Abstract

Um die Digitalisierung in der Lehre an Präsenzhochschulen voranzutreiben, sind Lernmanagementsysteme (LMS) wie Moodle von grundlegender Bedeutung. Lehrende können dort nicht nur Inhalte anbieten, sondern auch moderne Lehr-/Lernszenarien mit innovativen Methoden umsetzen. Wer einmal auf der Plattform arbeitet, kann sukzessive neue Tools ausprobieren und sein digitales Methoden-Repertoire erweitern.

2016 war das LMS der Hochschule Augsburg (Moodle) in einem problematischen Zustand hinsichtlich Design, Struktur der Kursbereiche und Support. Viele Lehrende standen der Plattform ablehnend gegenüber und nahmen die Defizite als willkommenen Grund, das hochschuleigene LMS nicht zu nutzen.

Daher wurde ein Neustart geplant mit dem Leitbild: Moodle als „Homepage der Lehre“. Moodle sollte attraktiv und benutzerfreundlich sein. In unserem Beitrag möchten wir Randbedingungen, Hindernisse und Handlungsempfehlungen darstellen. In einer Evaluation konnten wir zeigen, dass seit dem Neustart zum WS 2017/2018 die Zufriedenheit mit allen Aspekten des Systems stark gestiegen ist. Moodle ist vom Hindernis zu einem Motor der Digitalisierung in der Lehre geworden.

1. Einleitung

Aktuell ist das Thema der Digitalisierung auch im Bereich der Lehre in sämtlichen Hochschulleitungen auf der Tagesordnung. Durch Digitalisierung soll Lehre qualitativ verbessert, es sollen neue Lehrformate ermöglicht, eine höhere Flexibilität und eine höhere Reichweite gewährleistet und neue Zielgruppen erreicht werden (Getto und Kerres, 2018, S.17)

Lernmanagementsysteme (LMS) sind eine tragende Säule der Digitalisierung in der Lehre. Einerseits bieten sie grundlegende Funktionalitäten an (z.B. Bereitstellung von digitalen Materialien), andererseits eröffnen sie Lehrenden niederschwellige Wege zu neuen Lehr- und Lernformen mit einem potentiell hohen Maß an Interaktivität, Kollaboration und selbstreguliertem Arbeiten/Lernen. Um als Säule der Digitalisierung in der Lehre zu dienen, ist es essentiell, dass ein LMS hochschulweit in konsistenter Weise und ganz selbstverständlich genutzt wird, so dass Lehrende ohne großen Initialaufwand fortgeschrittene Methoden der digitalen Lehre einsetzen können.

Moodle ist mit 84.600 registrierten Installationen und 117 Millionen Nutzern in 230 Ländern das weltweit am meisten genutzte Learning Management System (LMS) und gerade auch an deutschen Hochschulen stark verbreitet (über 200 Hochschulen nutzen Moodle laut Seitz, 2010). Moodle ist frei verfügbar, wird aktiv weiterentwickelt und hat eine sehr lebhafte

Community mit eigenen Tagungen (MoodleMoot, MoodleDach, Moodle Hochschultreffen) und vielen elektronischen Austauschmöglichkeiten (Moodle an Hochschulen, moodle.org, Telegram-Gruppe).

Die Hochschule Augsburg nutzt seit neun Jahren Moodle, stand aber im Jahr 2016 vor dem Problem, dass Lehrende dem System mit großer Skepsis gegenüber standen und so eine größere Verbreitung nur langsam voranschritt. Insbesondere die Vision einer flächendeckenden Nutzung des Systems durch fast alle Lehrenden war unrealistisch. Die Hochschulleitung beschloss daher, ein Team unter der Leitung eines Professors mit der Verbesserung dieses Zustands zu beauftragen.

Organisatorisch war damit das Referat „Lehrformen“ mit dem Projekt „Moodle-Neustart“ beauftragt. Das Team definierte nach Analyse des Ist-Zustands drei Hauptaspekte für das neue Moodlesystem: Bedienbarkeit, Aktualität des Systems und Support. Im Laufe des Projekts stellte sich heraus, dass alle Maßnahmen drei Prinzipien folgten: Agilität in der Projektplanung, eine klare Servicementalität und das Primat des Ermöglichtens. In diesem Papier möchten wir den Verlauf des Projekts schildern, wichtige Gelingensfaktoren herausarbeiten und die Ergebnisse einer hochschulweiten Evaluation vorstellen.

2. Hintergrund

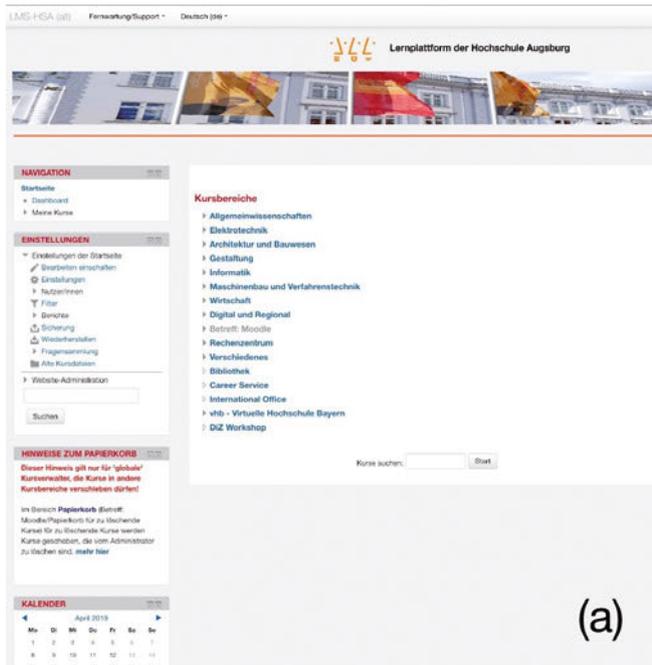
Das Moodle-System der Hochschule Augsburg wurde bis 2016 neun Jahre lang im eigenen Rechenzentrum gehostet. 2016 stand für Administration und Support lediglich eine halbe Stelle zur Verfügung. Dementsprechend war die Lernplattform ist keinem guten Zustand: die Kursstruktur war unübersichtlich, Versionsupdates wurden mit starker Verzögerung durchgeführt,

Usability und Design entsprachen nicht dem Stand aktueller Webapplikationen. Vielfach wurde bemängelt, dass das Layout nicht responsiv, Moodle also auf Tablets und Smartphones nur schwer bedienbar war, obwohl der gesellschaftliche Trend zur mobilen Nutzung offensichtlich ist (de Witt und Gloerfeld, 2018, S. 1-2). Es gab für Kursnamen und Verzeichnisse keine Namenskonventionen. Das spielte auch für die Wahrnehmung der Plattform eine Rolle, die mehr wie ein spontan geordnetes Dateiablagensystem wirkte als eine professionelle Arbeitsumgebung. Auch gab es viele ungenutzte alte Kurse oder Kurse mit Kompatibilitätsproblemen (die z. B. Aktivitäten einer alten Moodleversion verwendeten). Dies erhöhte die Komplexität des Systems und führte so zu Problemen, z. B. bei Updates und Aktualisierungen (Hechler und Pasternack 2017, S. 98).

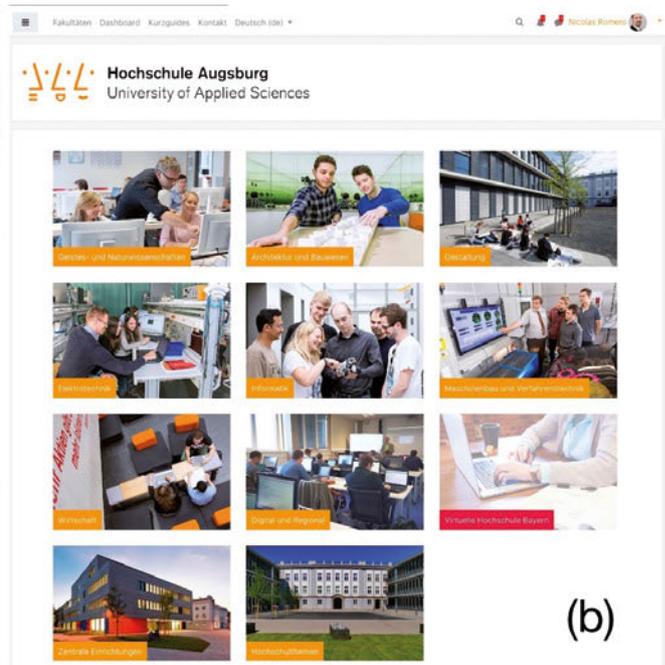
Da das damalige Moodle bei den Lehrenden unbeliebt war, kam es zu Ausweichbewegungen auf andere Dienste: Inhalte wurden auf eigene Webseiten gestellt oder es wurden fremde Dienste wie Google-Docs oder Doodle verwendet, mit allen Zugriffs-, Sicherheits- und Datenschutznachteilen. Support wurde in erster Linie bei technischen Problemen geleistet. Es gab keine Schulungen oder didaktischen Beratungen.

Dennoch gehörte Moodle 2016 zu den meist genutzten Diensten, wie eine Umfrage des Rechenzentrums ergab (nie unter 10%, ab und zu 32%, mehrmals pro Woche 38%, täglich 20%) und wurde von der Wichtigkeit her aus Sicht der Studierenden auf Platz 7 gesetzt und aus Sicht der Lehrenden auf Platz 4. Von Studierenden wurde der Wunsch geäußert, dass Moodle mehr genutzt und insgesamt auch verbessert werden sollte.

Vor diesem Hintergrund war das Projekt Moodle-Neustart klar im Sinne der Studierenden und Lehrenden.



(a)



(b)

Abb. 1: (a) alte Startseite und (b) überarbeitete Startseite des neuen Systems

3. Projekt Moodle-Neustart

3.1 Analyse des Ist-Zustands

Die Einstellung der Lehrenden zu Moodle an der Hochschule Augsburg war problematisch. In einer Vorstudie wurden Interviews mit Dozierenden und Studierenden geführt, um die Ursachen der Unzufriedenheit zu erheben. Dabei wurden auch Verbesserungsmöglichkeiten aus Sicht der Nutzer zusammengetragen. In einem zweiten Schritt erfolgte eine Internetrecherche anderer Moodle-Plattformen an deutschen Hochschulen.

3.2 Konzeption

Zunächst wurde entschieden, dass das vorhandene System komplett neu aufgesetzt wird anstatt das alte System sukzessive zu verbessern. Ein Neustart hatte den Vorzug, dass alte und inaktive Kurse und Materialien leichter beseitigt und Prozesse hinsichtlich Support und Kursbereichsorganisation von Grund

auf neu konzipiert werden konnten. Es wurden alle Stakeholder identifiziert (Hochschulleitung, Studiendekane, Lehrende und Studierende) und einbezogen, um von Beginn an eine hohe Akzeptanz zu gewährleisten.

„Homepage der Lehre“

Als Motto für das neue Moodle haben wir „Homepage der Lehre“ gewählt: Moodle sollte der zentrale Einstiegspunkt für virtuelle Lehre werden und, ähnlich wie die offizielle Website der Hochschule, visuell ansprechend, klar strukturiert und einfach zu bedienen sein. Daher haben wir, ganz im Gegensatz zur ursprünglichen Seite (Abb. 1a), nur die notwendigsten Elemente verwendet. Besonderer Wert wurde auf die Startseite gelegt, da dies der erste Kontaktpunkt mit neuen Nutzer*innen ist (Abb. 1b).

Für die Darstellung wurde das neue Moodle-Thema „Boost“ gewählt, das neben einem modernen Look auch für die Nutzung durch mobile Geräte optimiert (responsives Design) und somit flexibel im Sinne von Pennell (2018, S. 4) ist.

Der Lehre eine Homepage – oder wie man ein LMS hochschulweit neu startet

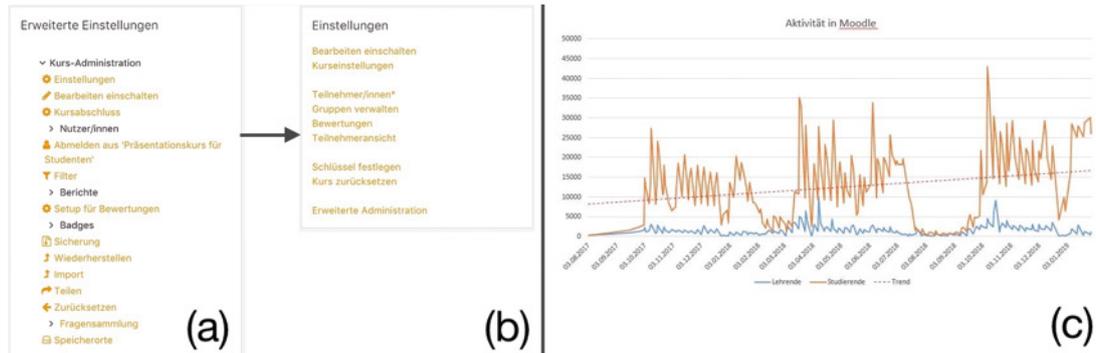


Abb. 2: (a) Standard-Einstellungsblock, (b) neuer Einstellungsblock (Eigenentwicklung) und (c) Diagramm zur Entwicklung der Aktivität

Bedienbarkeit

Ein häufiges Problem für Lehrende ist die Auffindbarkeit von wichtigen Funktionen, z. B. wie man einen Kurs mit einem Zugangsschlüssel versieht. Der Standard-Einstellungsblock (Abb. 2a) bietet sehr viele, teils nicht-intuitiv benannte, teils in Unter-ebenen „versteckte“ Funktionen an. Daher wurde ein neuer Block entwickelt (Abb. 2b), der die wichtigsten Funktionen – möglichst intuitiv benannt – zur Verfügung stellt.

Struktur und Konventionen

Die Struktur der Kursbereiche und die Namenskonventionen der Kurstitel wurden in Abstimmung mit den Studiendekanen standardisiert. In jeder Fakultät wurden Verantwortliche designiert, die beispielsweise auf die Einhaltung einer guten Verzeichnisstruktur achten und auch bei technischen Fragen beraten. Ziel war eine möglichst klare Struktur und Benennung, um den professionellen Ansprüchen einer „Homepage der Lehre“ zu genügen.

Dokumentation und Hilfe

Für die wichtigsten Themen wurden eigene „Kurzguides“ als Schritt-für-Schritt-Anleitungen entwickelt, z. B. für das Erstellen

eines neuen Kursraums oder für das Arbeiten mit Gruppen. Als zentraler Informationsverteiler wurde auf der Hochschul-Homepage der Bereich „Moodle-Service-Center“ geschaffen, wo diese Kurzguides verfügbar sind. Desweiteren werden dort Schulungstermine, Wartungszeiträume und Ansprechpartner angezeigt.

Support, Schulungen, Community

Mit dem neuen System sollte eine neue serviceorientierte Haltung des Moodle-Teams entstehen und kommuniziert werden (z. B. das schnellstmögliche Bearbeiten von Anfragen). Statt den Lehrenden Steine in den Weg zu legen, sollte sich das Team als „Ermöglicher“ verstehen und neue Initiativen unterstützen. Zur internen Kommunikation und erhöhten Präsenz wurde Moodle immer wieder in Hochschul-Veranstaltungen (z. B. Tag der Lehre) und Rundmails repräsentiert. Kostenlose Workshops für Moodle-Anfänger und -Fortgeschrittene werden mehrmals im Semester angeboten. Als zusätzlicher Anreiz wurde mit dem DiZ vereinbart, dass sich die Schulungen für das Zertifikat Hochschullehre Bayern anrechnen lassen. Alle erstberufenen Professor*innen werden bei einer Willkommensveranstaltung auf Moodle als zentrale Lehr-/Lernplattform und die Schulungen hingewiesen.

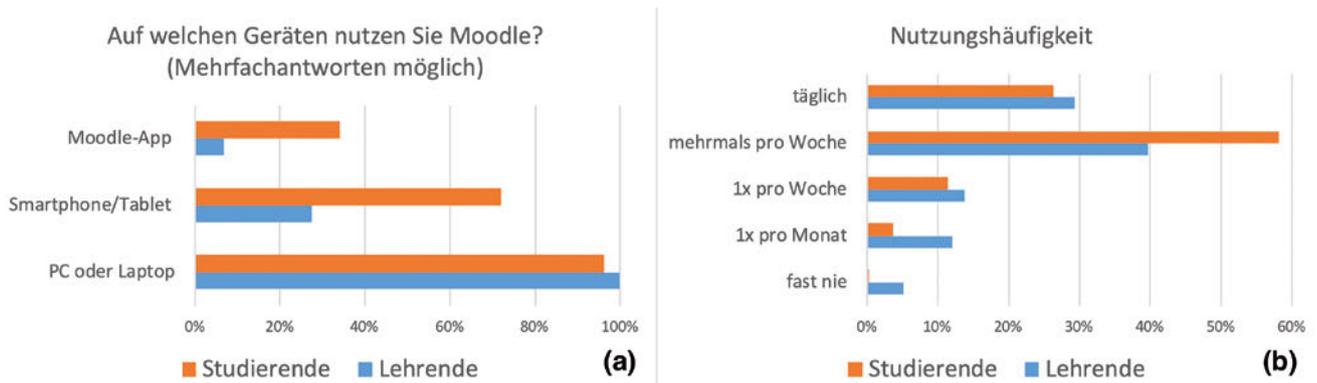


Abb. 3: (a) Gerätenutzung und (b) Nutzungshäufigkeit von Moodle

3.3 Technische Umsetzung

Zunächst wurde parallel zum alten System ein eigenes, separates Testsystem aufgebaut. Dieses wurde zwei Semester lang von 39 ausgewählten Dozierenden (hochschulweiter Aufruf per Rundmail) aktiv für ihre Lehre (50 Kurse) unter realen Bedingungen verwendet. In der Testphase wurde das Testsystem agil optimiert und auf dieser Basis wurde das neue Moodle-System als komplett neue Installation aufgebaut. Die alten Systeme blieben für eine Übergangsphase online.

2017 ging das neue Moodle-System in Betrieb. Derzeit sind 10.416 Nutzer im System registriert, es gibt 2.302 Kurse (Stand 14.06.2019). Zu Spitzenzeiten sind täglich bis zu 2.700 Nutzer eingeloggt. Die täglichen Login- und Aktivitäts-Zahlen zeigen einen klar positiven Trend (Abb. 2c).

3.4 Evaluation

In Gesprächen mit Hochschulleitung, Lehrenden und Studierenden ging hervor, dass die Zufriedenheit mit Moodle gestiegen ist. Die Lehrenden nehmen Moodle als selbstverständliches

und alltägliches Werkzeug in ihrer Lehre wahr und bescheinigen dem Moodle-Team eine hohe Service-Qualität. Dies konnte durch eine hochschulweite Evaluation (Mai 2019) bestätigt werden, an der 58 Lehrende/Mitarbeiter*innen und 296 Studierende teilnahmen (die Gesamtzahl an Studierenden lag im WS 2017/18 bei 6276).

Wir stellen hier ausgewählte Ergebnisse vor. Interessant ist, dass die mobile Nutzung (Smartphone/Tablet) von Moodle (Abb. 3a) bei Studierenden deutlich ausgeprägter ist als bei Lehrenden (Studierende: 72% / Lehrende: 28%). Die Frage zur Nutzungshäufigkeit zeigt, dass Studierende und Lehrende Moodle insgesamt intensiv nutzen (Abb. 3b).

Um die Zufriedenheit mit dem aktuellen System zu erfassen, wurden fünf Kategorien abgefragt: Design, Struktur, Bedienung, Support und allgemeine Zufriedenheit. Für die Antworten wurde eine fünfstufige Likert-Skala verwendet: trifft nicht zu (-2), trifft eher nicht zu (-1), teils-teils (0), trifft eher zu (1), trifft zu (2). Aus den korrespondierenden Zahlenwerten wurden in der Analyse Mittelwerte berechnet, die hier jeweils berichtet

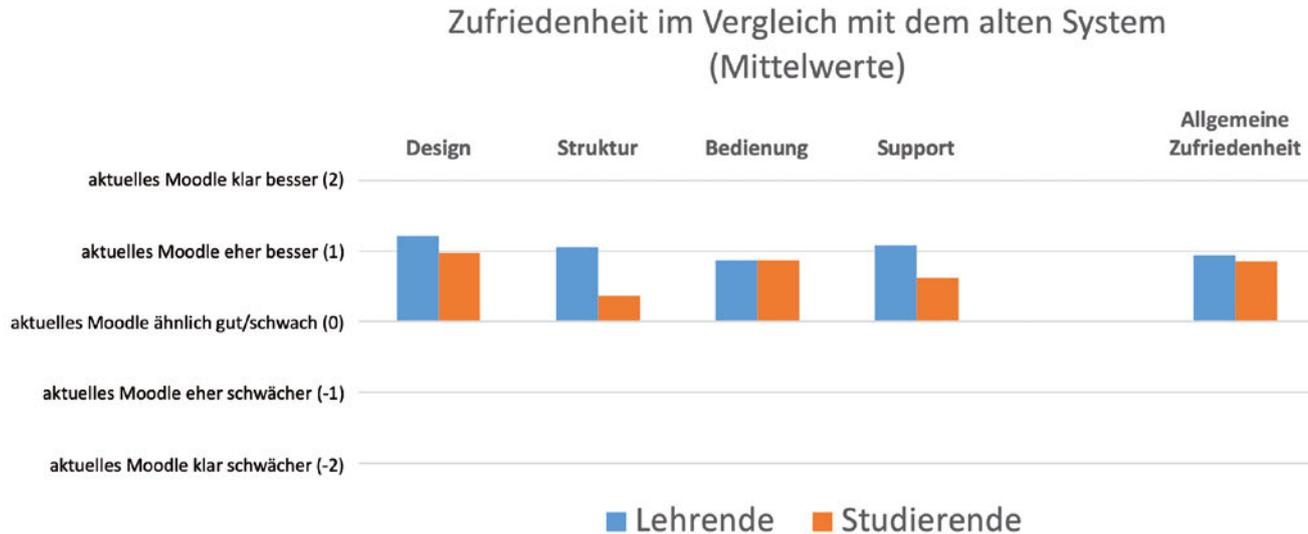


Abb. 4: Zufriedenheit mit Moodle im Vergleich zum alten Moodle-System

werden. Die allgemeine Zufriedenheit mit dem aktuellen System ist bei Studierenden und Lehrenden gleichermaßen hoch (Studierende: 1,05 / Lehrende: 1,05). Besonders erfreulich ist der hohe Wert von 1,75 für Support bei Lehrenden, da dies im Fokus unserer Bemühungen stand. Verbesserungsbedarf sehen wir bei der Struktur (Studierende: 0,37) und im Bereich Interface/Bedienung (Lehrende: 0,62).

Um den direkten Vergleich zwischen altem und aktuellem Moodle-System abzufragen, wurden die obigen Fragekategorien mit einer neuen Antwortskala versehen:

- aktuelles Moodle klar schwächer (-2)
- aktuelles Moodle eher schwächer (-1)
- aktuelles Moodle ähnlich gut/schwach (0)
- aktuelles Moodle eher besser (1)
- aktuelles Moodle klar besser (2)

Auch hier wurden Mittelwerte berechnet. Die Analyse zeigt, dass das aktuelle System als klare Verbesserung wahrgenommen wird (Lehrende: 0,94 / Studierende: 0,68). Die differenzierten Ergebnisse sind in Abb. 4 dargestellt.

4. Diskussion

Hier soll reflektiert werden, welche Faktoren zum Erfolg unseres Moodle-Neustarts beigetragen haben.

Wichtig ist die Ausgangsposition des Projekts: ein neues Team mit zwei Vollzeitmitarbeitern, geleitet von einem Professor, der selbst aus dem Lehralltag kommt. Ebenso wichtig war ein offizielles Mandat der Hochschulleitung durch Präsident und Vizepräsidenten für Lehre. Das führte zu einer direkten Verbindung

zur Abteilung für Öffentlichkeitsarbeit, so dass hochschulweit kommuniziert werden konnte. Die Tatsache, dass die beiden Team-Mitarbeiter als Mitarbeiter des Rechenzentrums eingestellt wurden, erleichterte die technische Umsetzung und Fragen nach Nutzung von Ressourcen. Es wurde auch früh die Vernetzung nach außen gesucht, z. B. mit dem Didaktikzentrum (DiZ) in Ingolstadt (das viel zur Verbreitung von Moodle an bayerischen Hochschulen beigetragen hat), mit Rechenzentren anderer Hochschulen und mit der Moodle-Community (u. a. MoodleMoot und Moodle-Hochschultreffen).

Bei der Durchführung des Projekts war es wichtig, alle Stakeholder (teils über Multiplikatoren wie die Studiendekane, teils direkt) möglichst gut und regelmäßig zu informieren. Auch nach der Einführung des neuen Systems ist eine regelmäßige hochschulweite Kommunikation, z. B. bei Versionsupdates oder Schulungsterminen, aus unserer Sicht wichtig, um das Image von Moodle als leistungsfähiges Werkzeug aufrecht zu erhalten. Schlussendlich muss durch eine systematische Evaluation auch empirische Evidenz für die Wirksamkeit der Maßnahmen eingeholt werden.

Die technische Entscheidung, mit drei verschiedenen Systemen zu arbeiten (altes Moodle, Test-System, neues Moodle-System), hatte Vor- und Nachteile. Zu den Nachteilen gehörten ein höherer Arbeits- und Kommunikationsaufwand. Alte Kurse mussten teilweise umgezogen werden, Lehrende und Studierende mussten informiert werden, welcher Kurs wo zu finden ist. Aus unserer Sicht überwiegen aber die Vorteile. Ein Systemumzug erleichtert eine neue Strukturierung. Ein neues System ist technisch weniger komplex, die Gefahr von unnötigen, möglicherweise schädlichen Restbeständen ist nicht gegeben. Aus Sicht der Kommunikation erleichtert es ein neues System, eine neue Grundhaltung zum hochschuleigenen LMS zu propagieren: vom LMS als „notwendiges Übel“ zum LMS als „spannendes Werkzeug mit vielen Möglichkeiten“.

5. Fazit

In unserem Artikel haben wir die erfolgreiche Neueinrichtung des hochschulweiten LMS Moodle an der Hochschule Augsburg skizziert. Erfolgsfaktoren waren auf technischer Ebene ein komplett neues System, auf Prozessebene ein agiles und transparentes Vorgehen und ständige Kommunikation mit allen Stakeholdern. Um die Lehrenden zu erreichen, sind hochschulweite e-Mails nicht genug. Daher ist es sinnvoll, in jeder Fakultät einen „Kümmerer“ zu haben.

Auch wenn die Rahmenbedingungen günstig waren, scheinen bestimmte Faktoren für den Erfolg eines solchen Projekts notwendig. Erfahrungsgemäß treffen bei solchen Vorhaben zwei Welten aufeinander, die der Technik und die der Didaktik. Unsere Philosophie zielte klar auf die Seite der Didaktik und dort auf die Maxime, Neues zu ermöglichen und nicht zu behindern. Das kollidiert manchmal mit dem Bedürfnis nach Stabilität auf der technischen Seite. Wichtig ist es, hier Lösungen zu finden, die die Didaktik unterstützen, und auch Fehler und technischen Mehraufwand in Kauf zu nehmen.

Auf technischer Ebene sind wir überzeugt, dass unsere Entscheidung, mit einem neuen System eine klare Zäsur zu setzen, richtig war. Nur so ließ sich unsere „neue Haltung“, die agil und serviceorientiert ist, glaubwürdig kommunizieren.

Eine hochschulweite Evaluation mit 58 Lehrenden und 296 Studierenden ergab, dass das neue System als klare Verbesserung wahrgenommen wird. Dies betrifft insbesondere auch die Bedienbarkeit, das Design, die Struktur und den Support, so dass wir für alle unsere Ziele hier eine positive Bestätigung finden konnten.

Digitale Lehre

Der Lehre eine Homepage – oder wie man ein LMS hochschulweit neu startet

Für die Zukunft ist geplant, die hier geschilderten Erfahrungen an andere Hochschulen über persönliche Kontakte, Vorträge und Schulungen weiterzugeben. An unserer Hochschule sind weitere Fortbildungsformate für Lehrende in Entwicklung, die stärker die didaktisch fundierte Nutzung digitaler Werkzeuge im Fokus haben. Ferner ist ein regelmäßiges Benchmarking unseres Moodle-Systems geplant, das transparent kommuniziert werden soll. Ein spannender zukünftiger Aspekt ist die Nutzung und Bereitstellung von Learning Analytics über die Moodle-Plattform, so dass Lehrende und Studierende mit Verlaufsanalysen das Lehren und Lernen optimieren können.

Literatur

Witt de, C., Gloerfeld, C. (2018): Handbuch Mobile Learning. Wiesbaden: Springer

Getto, B., Kerres, M. (2018): Digitalisierung von Studium und Lehre: Wer, warum und wie? In: Isabell van Ackeren, Michael Kerres und Sandrina Heinrich (Hrsg.): Flexibles Lernen mit digitalen Medien ermöglichen. Strategische Verankerung und Erprobungsfelder guter Praxis an der Universität Duisburg-Essen, S. 17-34

Hechler, D., Pasternack, P. (2017): Digitalisierungsstrategien und Digitalisierungspolicies an Hochschulen. In: Die Hochschule: Journal für Wissenschaft und Bildung 26 (2), S. 84-105

Pennell, C. (2018): Digitale Transformation in Deutschlands Hochschulbildung: Wie ein modernes Lernmanagementsystem Veränderungen bewirken kann. Online verfügbar unter https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=2ahUKEwjbhYHTitHfAhXOLIAKHRIUD-2MQFjACegQIBxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.canvaslms.com%2Fviewer%2Fpdf%2FDigital_Transformation_Whitepaper_German.pdf&usg=AOvVaw28CIMkWFJ8M-8sab8oBih, zuletzt aktualisiert am 04.01.2019

Seitz, K. (2010): Moodle-Instanzen an deutschsprachigen Hochschulen. Online verfügbar unter <https://blog.e-learning.tu-darmstadt.de/2010/04/09/moodle-instanzen-an-deutschsprachigen-hochschulen/>, zuletzt aktualisiert am 05.04.2019

Angaben zu den Autoren

Nicolas Romero (B.A.)

ist Moodle-Berater und -Administrator im Rechenzentrum der Hochschule Augsburg und Mitarbeiter des Projekts „Digital & Regional“. Er führt regelmäßig Schulungen zu Moodle durch und unterstützt das Referat „Lehrformen“ bei der Digitalisierung der Lehre.

Markus Wangler (Dipl. Inf. FH)

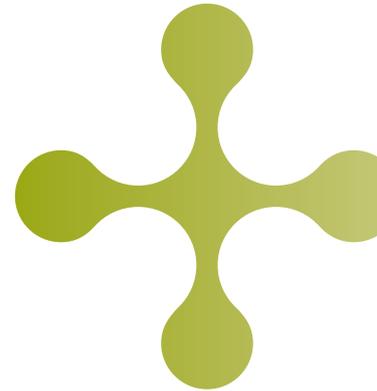
ist Experte für digitale Medien im Rechenzentrum der Hochschule Augsburg und Mitarbeiter des Projekts „Digital & Regional“. Er betreut das Medienstudio der Hochschule und unterstützt das Referat „Lehrformen“ bei der Digitalisierung der Lehre.

Prof. Dr. Michael Kipp

ist Professor für Informatik an der Hochschule Augsburg. Zudem fungiert er als Didaktikmentor der Hochschule und leitet das Referat „Lehrformen“.

Learning Analytics mit Hilfe von Tests in Moodle

Joachim Günther, Hochschule München
Michael Brunnhuber, Technische Universität München



Zusammenfassung

Learning Analytics bedeutet, Daten im Kontext von Lehren und Lernen zu sammeln, diese zu analysieren und zu interpretieren, um das Lehr- und Lernverhalten individueller und optimierter zu gestalten und die Entwicklung von Kompetenzen im jeweiligen Fach zu fördern [Leitner und Ebner, 2017]. Studierende, die Test-Aufgaben in Moodle bearbeiten, hinterlassen einen Datensatz bzw. einen digitalen „Fingerabdruck“. Diese Datensätze liefern eine Grundlage für vielfältige Untersuchungen. Analysen und Ergebnisse einer Untersuchung von Moodle-Tests vorzustellen und zu diskutieren, ist der Inhalt des vorliegenden Beitrags.

Price (2016) stellte in einer Studie fest, dass Studentinnen Online-Aufgabenstellungen bevorzugen. Arrenberg und Kowalski (2017) begründen dies damit, dass die Studentinnen dort nicht im direkten Wettbewerb mit anderen stehen. Keller und Köhler [2015] belegten, dass Frauen neue Lehrmethoden favorisieren, bei denen sie nicht direkt mit männlichen Kommilitonen konkurrieren. Unsere Leitfragen in diesem Beitrag sind:

- Wie hoch ist die Teilnahmequote der Studierenden an den Tests in Moodle?
- Zeigen sich Unterschiede zwischen Studentinnen und Studenten in der Nutzung der Tests in Moodle?
- Bestehen Zusammenhänge zwischen den Moodle-Testergebnissen und den Prüfungsergebnissen?

1. Einleitung und Beschreibung der Moodle-Plattform

In einer Erstsemestervorlesung „Mathematik 1“ im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule München werden seit einigen Jahren die Lehrmethoden Peer Instruction, Just-in-Time-Teaching und Tests in Moodle vorlesungsbegleitend eingesetzt. Auch eine klassische Übung zur Vorlesung wird angeboten. Für diese Studierenden bestand die Möglichkeit, sich in Moodle anzumelden und im Semesterverlauf vier vorlesungsbegleitende Tests in Moodle zu bearbeiten. Die Teilnahme war freiwillig und man konnte keine Bonuspunkte für die Prüfung durch die Tests erwerben. Diese umfassen jeweils mehrere Aufgaben zur Anwendung der Inhalte aus der Vorlesung.

Was finden Studierende, wenn sie sich in Moodle in unserem Mathematik-Kurs anmelden:

- das Vorlesungsskript als pdf-Dokument (zum Download),
- die Aufgaben für die Übungen (pdf), die im Laufe des Semesters bearbeitet werden,
- Empfehlungen für Aufgaben zum Selbststudium (pdf),
- ausgewählte Aufgaben mit dokumentierten Lösungswegen (pdf),
- Lernmaterial und Begleitaufgaben im Rahmen von Just-in-Time-Teaching,
- ein Fragen-Forum zu Übungs- und Klausuraufgaben und
- die Tests, die wir in diesem Beitrag untersuchen, Beispiele dazu in [Günther und Brunnhuber, 2016]

Sowohl für die Studierenden als auch für die Lehrperson bieten Moodle-Tests einen vielfachen Nutzen. Studierende gaben in einer über drei Semester laufenden Befragung der Autoren eine positive Beurteilung zu den vorlesungsbegleitenden Tests auf Moodle ab. Die Antworten beschreiben den Nutzen, den die Studierenden bezüglich ihres Lernfortschrittes wahrnehmen. Die schnelle Rückmeldung über den eigenen Wissensstand und die zusätzlichen Übungsmöglichkeiten sind Haupt-Argumente für die Tests in Moodle.

Der Dozent kann den Studierenden aufgrund der Test-Ergebnisgrafik ein anonymes, individuelles Feedback zum persönlichen Leistungsstand im Kurs geben und er kann anhand der Testergebnisse Aufgaben erkennen, welche den Studierenden schwer fallen, und diese in den Übungsveranstaltungen nochmals diskutieren [Günther, 2018].

2. Auswertung der vorliegenden Daten und Einschränkungen

Wenn wir Moodle-Daten, Test- und Prüfungsergebnisse von Studierenden untersuchen, ist Anonymität sehr wichtig. Ein Rückschluss auf Personen und auf bestimmte Semester darf nicht möglich sein. Dies wird gewährleistet, indem alle Personendaten unmittelbar nach der Erhebung codiert werden. Eine Einwilligung der Studierenden, dass sie ihre Daten für anonyme Analysen zur Verfügung stellen, wurde eingeholt.

Die hier vorgestellten Untersuchungen beziehen sich auf die gehaltene Vorlesung und die dort verwendeten Moodle-Tests. Sie dürfen nicht verallgemeinert werden. Das Bearbeiten der Tests durch die Studierenden bildet nur einen kleinen Bereich des Selbststudiums ab. Die Bedingungen, unter denen die Studierenden die Tests auf Moodle bearbeiten, sind uns nicht

bekannt. Wenn sich Studierende auf Moodle anmelden, wissen wir nicht, wie intensiv sie die dort bereit gestellten Unterlagen im pdf-Format nutzen. Im Rahmen dieses Beitrags werden beispielhafte Auswertungen vorgestellt. Es ist Ziel des Beitrags, eine Diskussion mit Forschern und Forscherinnen sowie Lehrenden aufzunehmen und Anregungen für Folgeuntersuchungen zu erhalten.

Einige Forscher untersuchen nicht nur die Ergebnisse von Moodle-Tests, sondern sie verwenden das komplette log-file in Moodle. Dort ist jede Aktivität der Studierenden in Moodle protokolliert [Rebucas und Callanta, 2017]. Auch Ciolacu et al. [2017] verwenden alle Informationen aus dem log-file, die sie mit neuronalen Netzen verarbeiten, um Studierenden mit hoher Durchfallwahrscheinlichkeit in der Mitte des Semesters eine automatisierte Warnung per E-mail zu senden.

2.1 Analyse der Teilnahmequoten

Grundgesamtheit für unsere Untersuchung sind 212 Studierende aus mehreren aufeinanderfolgenden Semestern, die alle die gleiche Vorlesung Mathematik 1 besucht haben, die gleichen Moodle-Tests bearbeiten konnten und sich zur Prüfung angemeldet haben. Dabei werden die Studierenden bei der Codierung unterschieden in:

- Studentinnen und Studenten
- Studierende im ersten bzw. zweiten Semester
- Prüfungsteilnehmende bzw. Nicht-Prüfungsteilnehmende
- auf Moodle angemeldete bzw. nicht angemeldete Studierende
- sowie Testteilnehmende bzw. Nicht-Testteilnehmende auf Moodle

Da in den einzelnen Semestern sehr ähnliche Histogramme zu den unten folgenden Auswertungen vorlagen, wurden die einzelnen TeilnehmerInnen aus mehreren Semestern zu einem Datenpool zusammengefasst. Diese 212 Studierenden teilen sich

auf in 48 Studentinnen (W), davon 22 im ersten und 26 im zweiten Semester, und 164 Studenten (M), davon 84 im ersten und 80 im zweiten Semester. Studenten im zweiten Semester haben entweder die Prüfung einmal nicht bestanden oder haben die Prüfung geschoben, d. h. im ersten Semester nicht mitgeschrieben. Es liegt ein Frauenanteil von 22,6% in der Grundgesamtheit vor.

2.2 Teilnahme auf der Moodle-Plattform und an den Tests

Bei der ersten Betrachtung untersuchen wir die Anmeldungen auf der Moodle-Plattform. Es melden sich 73,1% aller Studierenden auf Moodle an. Von den Erstsemestern melden sich 94,3% auf Moodle an, von den Zweitsemestern nur 51,9%. Die Anmeldequote der Studentinnen beträgt 79,2%, die der Studenten 71,3%.

Abbildung 1 zeigt die Anteile der TestteilnehmerInnen, d. h. der Studierenden, die mindestens an einem der vier Tests teilgenommen haben, in Prozent.

Von allen Studentinnen nehmen 62,5% an den Moodle-Tests teil, von den Studierenden im ersten Semester 67,0%. Einen besonders hohen Wert zeigen die Erstsemesterstudentinnen

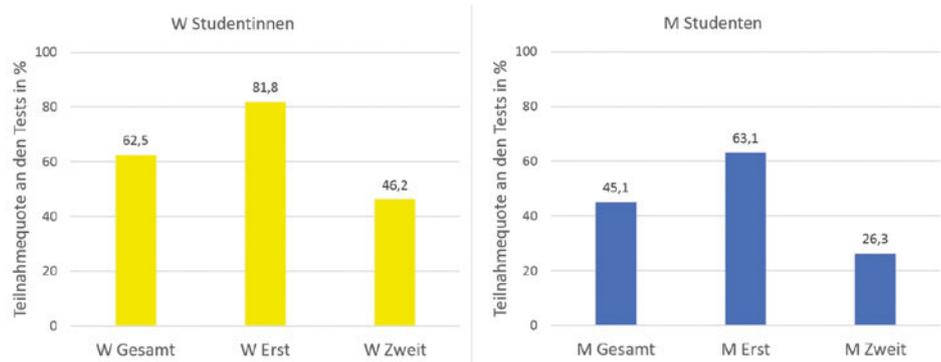


Abb. 1: Teilnahmequoten an den Tests in Prozent.

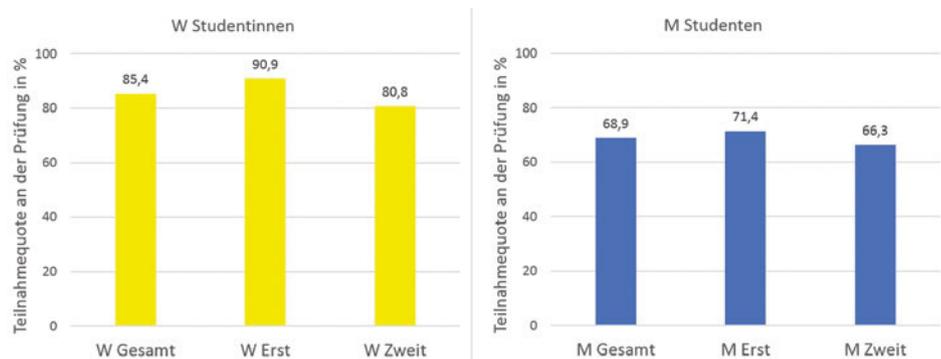


Abb. 2: Teilnahmequoten an der Prüfung in Prozent

mit 81,8%. In der Gruppe der Studenten beträgt die Teilnahmequote im Mittel 45,1%, besonders niedrig ist der Wert der Studenten im zweiten Semester mit 26,3%.

2.3 Teilnahme an der Prüfung

Abbildung 2 bildet die Teilnahmequoten der Studierenden an der Prüfung ab. Studentinnen (85,4%) nehmen häufiger an der Prüfung teil als Studenten (68,9%). Die Erstsemester-Studentinnen zeigen die höchste Prüfungsteilnahmequote (90,9%) bei den untersuchten Gruppen. Die Unterschiede zwischen Erst- und Zweitsemestern sind weniger ausgeprägt, aber zeigen die gleichen Tendenzen wie in Abbildung 1.

2.4 Vergleich von Test- und Prüfungsergebnissen

Als Kennzahl des Prüfungsergebnisses wird nicht die Note des Studierenden verwendet, sondern die Zahl der erreichten Punkte. Diese Punkte wurden für alle TeilnehmerInnen so normiert, dass 95 Punkte der Note 1,0 entsprechen. Es gibt daher maximal 100 Punkte in der Prüfung. Die Summe der Punkte aus den Tests wurde ebenfalls so normiert, dass die maximal erreichbare Punktezahl in den Moodle-Tests 100 entspricht. Damit weist die Skala für Prüfungsergebnisse und Testergebnisse jeweils Werte von 0 bis 100 Punkte auf.

	W Ges	W Erst	W Zweit	M Ges	M Erst	M Zweit
Mittelwert Punkte in der Prüfung	54,3	51,2	57,6	49,4	45,9	57,6
Mittelwert Punkte im Test	58,4	56,0	62,2	59,0	53,8	70,9

Tab. 1: Mittelwerte der Prüfungs- und Testergebnisse

Einige Ergebnisse werden im folgenden (Abschnitt 3) mit statistischen Methoden untersucht. Die Unterschiede zwischen Studentinnen und Studenten im Mittelwert der Prüfungsergebnisse sind: 4,9 Punkte zwischen Studentinnen und Studenten (W Ges – M Ges) und 5,3 Punkte zwischen den Studentinnen und Studenten im ersten Semester (W Erst – M Erst). Diese Unterschiede von rund 5 Punkten entsprechen etwa einer Notenverbesserung um eine Stufe, z. B. von 4,0 auf 3,7.

Die Unterschiede zwischen Studentinnen und Studenten in den Testergebnissen sind unauffällig. Nur die Studenten im zweiten Semester (M Zweit) schneiden im Mittelwert um 8,7 Punkte besser ab als die Studentinnen im zweiten Semester (W Zweit).

Zeigen Studierende mit guten Testergebnissen auch gute Prüfungsergebnisse?

Die Stichprobe wurde in drei Gruppen eingeteilt:

- aktive TestteilnehmerInnen, die drei oder vier Tests bearbeitet haben (G34)
- wenig aktive TestteilnehmerInnen, die ein oder zwei Tests bearbeitet haben (G12)
- Nicht-TestteilnehmerInnen, die keinen Test bearbeitet haben (G00)

Um die Studierenden, die an ein, zwei, drei oder vier Online-Tests teilgenommen haben, miteinander bezüglich ihrer Testleistungen vergleichen zu können, wurde folgender Ansatz gewählt: Testleistung = Summe der Punkte aus den bearbeiteten Tests, geteilt durch Anzahl der bearbeiteten Tests. Das bedeutet, ein Studierender A, der nur einen Test bearbeitet und mit voller Punktzahl abgeschlossen hat, erhält die gleichen Gesamtpunkte wie ein Studierender B, der alle vier Tests mit voller Punktzahl abgeschlossen hat. Dies stellt eine große Unschärfe in der Auswertung dar, weil mit diesem Ansatz vermutet wird, dass Student B auch in den drei nicht bearbeiteten Tests sehr gute Ergebnisse erzielen würde. Deshalb sind die Ergebnisse in den Tests (vor allem der Gruppe G12) mit Vorsicht zu betrachten. Bei Student A die drei fehlenden Tests mit Null Punkten zu bewerten und dann die Punktesumme durch vier zu teilen, würde zu einer vollkommen falschen Leistungsbewertung führen, da die Testteilnahme nicht verpflichtend war.

	G34	G12	G00
Teilnahmequote an der Prüfung in %	100,0%	75,0%	62,7%
Mittelwert Punkte im Test	54,1	55,1	k. E.
Mittelwert Punkte in der Prüfung	55,6	47,4	43,1

Tab. 2: Anteil der PrüfungsteilnehmerInnen in den einzelnen Gruppen in % und Mittelwerte der erzielten Punkte in Test und Prüfung

Interessant ist, dass von der Gruppe G34 alle (100%) an der Prüfung teilnehmen.

Die Testergebnisse zwischen Gruppe G34 und G12 unterscheiden sich kaum.

Die aktiven Studierenden der Gruppe G34 zeigen eine höhere Punktezahle in der Prüfung als die Gruppe G12 und auch eine höhere Punktezahle als die Nicht-TestteilnehmerInnen G00, die keinen Test bearbeitet haben.

3. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Die Statistik soll in unserer Untersuchung nicht im Vordergrund stehen. Dennoch wurden einige Ergebnisse, z.B. der Zusammenhang zwischen Geschlecht und Testteilnahme, mit dem Chi-Quadrat-Test auf stochastische Unabhängigkeit geprüft. Für die Vergleiche der Leistungen in den Tests wurde ein gepaarter bzw. ungepaarter t-Test eingesetzt. Wenn die berechneten p-Werte unter dem Fehlerniveau von 0,05, 0,01 oder 0,001 liegen, sprechen wir von signifikanten (*), sehr

signifikanten (**) oder hoch signifikanten (***) Ergebnissen. Die Statistik hilft uns, einige Ergebnisse in der folgenden Diskussion besser einzuordnen.

94,3% der Studierenden im ersten Semester melden sich auf Moodle an und 67,0% nehmen an den Tests teil. Dies sind hohe Teilnahmequoten, die ermutigen, die Moodle-Plattform und die Tests in Zukunft weiterhin im Lehrbetrieb zu nutzen. Folgende Ergebnisse können wir aus unserer Untersuchung ableiten:

- Die Studierenden im ersten Semester melden sich häufiger auf Moodle an als die Zweitsemester (***) und nehmen an den angebotenen Moodle-Tests häufiger teil als die Zweitsemester (***) .
- Die geringe Anmeldequote der Zweitsemester auf Moodle von 51,9% (und die geringe Testteilnahme 30,8%) überraschen. Eigentlich müssten diese Studierenden besonders an guten Lern-Materialien Interesse haben und auch am Bestehen der Prüfung, um im Studium voran zu kommen.
- Die Studentinnen melden sich häufiger auf Moodle an als ihre männlichen Kollegen (79,2% zu 71,3%, Ergebnis nicht statistisch signifikant) und sie nehmen häufiger an den Moodle-Tests teil als die Studenten (62,5% zu 45,1%, ***). Dieses Ergebnis unterstützt die Hypothese, dass *die Studentinnen sich aktiver an der Nutzung der Moodle-Plattform und an den Tests beteiligen.*

Die Studentinnen, die zur Prüfung angemeldet sind, nehmen häufiger an der Prüfung teil als die Studenten (85,4% vs. 68,9% siehe Abbildung 2, Ergebnis nicht statistisch signifikant). Die hohe Prüfungsteilnahmequote der Studentinnen kann als Hinweis auf eine klare Studienorganisation mit Fortschritt in den Prüfungen gewertet werden. Studentinnen nehmen nach der Studie von Arrenberg und Kowalski (2017) das Studium ernster als Studenten und sie gehen formaler vor.

Die Studentinnen sind im Durchschnitt etwa um 5 Punkte besser in den Prüfungsergebnissen als die Studenten (siehe Tab. 1). Dieser Unterschied ist in unserer Stichprobe nicht statistisch aussagekräftig. In den Testergebnissen zeigen beide Gruppen fast den gleichen Mittelwert. Für Folgeuntersuchungen bedeutet dies, größere Anzahlen von Studierenden zu erfassen und Test-Bearbeitung (ohne Notendruck) und Prüfungs-Bearbeitung (mit Notendruck) einschließlich der Arbeitssituation getrennt zu betrachten.

Es liegt in unserer Untersuchung kein Zusammenhang zwischen Moodletestergebnissen und Prüfungsergebnissen vor. Jedoch liefert die Anzahl der Tests, die die Studierenden bearbeitet haben, interessante Hinweise. Zwischen den drei oben definierten Gruppen G34 (aktiv), G12 (wenig aktiv) und G00 (kein Test) ergaben sich folgende Unterschiede:

*Die Gruppe der aktiven Studierenden nimmt häufiger an der Prüfung teil als die wenig aktiven bzw. die Nicht-Testteilnehmer (***) bzw. (**). Ebenso zeigt die Gruppe der aktiven Studierenden bessere Prüfungsleistungen als die wenig aktiven Studierenden (*) und bessere Prüfungsleistungen als die Nicht-TestteilnehmerInnen (**). Dieses Teilergebnis erlaubt die Hypothese, dass es unter unseren Studierenden eine Gruppe von aktiven Studierenden gibt, die intensiv an den Tests teilnehmen, intensives Selbststudium betreiben (unsere Vermutung), die überzeugt an der Prüfung teilnehmen und dort überdurchschnittliche Ergebnisse erzielen.*

In den Moodle-Testergebnissen zeigt sich kein auffällender Unterschied zwischen den aktiven und den wenig aktiven Studierenden. Eine mögliche Erklärung ist, dass wichtig ist, wie man mit dem Feedback aus den Tests weiterarbeitet bzw. -lernt, nicht ob man beim ersten Versuch gute Testergebnisse generiert.

4. Anregungen für die Forschung

Anhand der Ergebnisse der aktiven Studierenden (G34) wäre eine Folge-Befragung in Zusammenarbeit mit Forschern und Forscherinnen aus der Psychologie interessant, wie diese Studierenden lernen, wie sie mit Moodle-Testergebnissen umgehen und worauf ihre hohe Aktivität beruht. Ebenso sollte untersucht werden, warum Studierende Moodle-Angebote nicht nutzen (Verfügbarkeit des Internetzugangs, digitale Kompetenz, ...). Auch die Beweggründe der Studierenden, sich zur Prüfung anzumelden und dann nicht mitzuschreiben, sind Untersuchungen wert, denn dieses Verhalten führt direkt zu längeren Studiendauern.

Geplant ist für die Zukunft, unsere Moodle-Tests, die jetzt über mehrere Semester nicht verändert wurden, zu überarbeiten und im Umfang zu erweitern. Ein Idee wäre, einheitliche Tests auf Moodle in Vorlesungen verschiedener Dozenten einzusetzen.

Für ein umfassendes Forschungsprojekt wäre es hilfreich, zusätzlich Eingangs- und Ausgangstests für die Erfassung der Kompetenzen der Studierenden einzusetzen, und verschiedene Fächer (z. B. Mathematik, Physik, Informatik) mit einzubeziehen.

Literatur

Arrenberg J., Kowalski S. (2007): Lernen Frauen und Männer unterschiedlich? Eine Studie über das Lernverhalten Studierender. Forschungsbericht, Fachhochschule Köln, Fakultät 04. <http://fh-koeln.arrenberg.com/pdf/gender-artikel-formatiert.pdf>

Ciolacu M., Tehrani A., Rick B., Popp H. (2017): Education 4.0 – Fostering Student Performance with Machine Learning Methods. IEEE - 23rd International Symposium SIITME, 2017, Constanza Romania, S. 225-226

Günther J., Brunnhuber M. (2016): Aktivierende Lehr- und Lernmethoden in der Ingenieurmathematik – Ein Erfahrungsbericht. In: Wege zum Verständnis bauen – Das Projekt HD-Mint. Herausgeber: Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ). ISSN 1612-4537 / 2016 / S. 40-52

Günther J. (2018): Vorlesungsbegleitende Aufgaben auf Moodle – ein digitaler Fingerabdruck der Studierenden. In: Waldherr F.; Walter C. (Hrsg.): Forum der Lehre 2018 – Digitale Akzente setzen. ISSN 1612-4537 / DiNa Sonderausgabe 2018 / S. 79-84

Keller U., Köhler T. (2015): Aktivierende Lehrmethoden in den MINT-Fächern aus der Genderperspektive. In: Kammasch, G.; Dehning, A.; van Drop C. A.; (Hrsg.);, Anwendungsorientierung und Wissenschaftsorientierung in der Ingenieurbildung – Wege zur technischen Bildung. Universität Siegen 2016, S. 124 -131

Leitner P., Ebner M. (2017): Learning Analytics in Hochschulen. Handbuch Kompetenzentwicklung im Netz. Erpenbeck, J., Sauter, W. (Hrsg.). Schäffer-Poeschel Verlag. Stuttgart. S. 371-384

Price L. (2006): Gender differences and similarities in online courses: challenging stereotypical views of women. Journal of Computer Assisted Learning. Blackwell Publishing Ltd, pp. 349-359

Rebucas Estacio R., Callanta Raga R. (2017): Analyzing students online learning behavior in blended courses using Moodle. In: Asian Association of Open Universities Journal, Vol. 12 Issue: 1, pp. 52-68

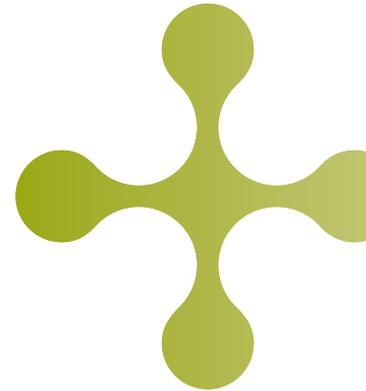
Angaben zu den Autoren

Prof. Dr.-Ing. Joachim Günther
Studium des Maschinenbaus, Promotion auf dem Gebiet der Konstruktionssystematik, 16 Jahre tätig in Forschung, Entwicklung und Konstruktion für die Hilti AG. Seit 2013 Professor für Maschinenbau und Ingenieurmathematik an der Hochschule München, Schwerpunkte in Lehre und Forschung: Produktentwicklung und aktivierende Lehrmethoden.

Dipl.-Phys. Michael Brunnhuber
Wissenschaftlicher Mitarbeiter im HD Mint Team der Hochschule München. Seit Dezember 2016 am TUM Medical Education Center in der medizinischen Lehrentwicklung und Bildungsforschung tätig. Arbeits- und Interessenschwerpunkte: Lehre, Lehrentwicklung und Bildungsforschung in Mathematik, Medizin, Natur- und Ingenieurwissenschaften.

Eignung von E-Learning im Vergleich zu einer traditionellen Lehreinheit

Jonas Staudinger, Heidi Schuhbauer, Technische Hochschule (TH) Nürnberg Georg Simon Ohm



Zusammenfassung

E-Learning ist eng verbunden mit der Digitalisierung der Bildung. In unserem Forschungsprojekt gingen wir der Frage nach, ob sich E-Learning zur Vermittlung eines komplexen Themas im Vergleich zu einer traditionellen Lehreinheit eignet. Ein komplexes Thema ist die Knowledge Modeling and Description Language (KMDL), die im Studiengang Wirtschaftsinformatik der TH Nürnberg im Fach Wissensmanagement unterrichtet wird. Für dieses Thema wurde ein E-Learning-Kurs und parallel dazu eine inhaltsgleiche Lehreinheit bestehend aus Unterricht und Übung entwickelt. Den Studierenden wurde eine Prüfung gestellt und der jeweilige Wissenszuwachs verglichen. Außerdem wurden die Studierenden zu ihren persönlichen Eindrücken befragt. Ziel war es, den Lernerfolg und die Akzeptanz der E-Learning-Einheit im Unterschied zu einer traditionellen Übungseinheit zu vergleichen. Aus den Ergebnissen wurden Empfehlungen abgeleitet für die weiteren Entwicklungen von E-Learning-Einheiten.

1. Motivation

Auch an Präsenzhochschulen mit klassischem Unterricht ist es inzwischen nicht unüblich, E-Learning als „Unterstützung von Lernprozessen durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien“ (Kollmann, 2019) begleitend zu verwenden, zum Beispiel durch die digitale Bereitstellung von Vorlesungsunterlagen. E-Learning als Ersatz zur traditionellen Lehre, beziehungsweise das Lernen auf einer (online) Plattform, findet mehr in virtuellen Hochschulen als an Präsenzhochschulen Anwendung. Bei der für Studierende typischen Altersgruppe von 20-29 Jahren bezeichnen sich 99% als regelmäßige Internetnutzende (vgl. Kantar TNS, 2019, S. 13). Häufig werden als Vorteile von E-Learning die Unabhängigkeit von Zeit und Ort, die unbegrenzte Anzahl der Teilnehmer, die Möglichkeit der Wiederholung des Unterrichts, standardisierte Inhalte und der Einsatz unterschiedlicher Medien genannt. Andererseits erfordert E-Learning Selbstdisziplin der Schüler, es bietet begrenzte Möglichkeiten, persönliche Fragen zu stellen, der Lehrer erhält kein Feedback von den Schülern. Die Arbeit an einem Computerbildschirm kann ermüden. Im Rahmen eines Projektes, gefördert von „Gute Ideen für die Lehre“, wurde erforscht, ob E-Learning für die Wissensvermittlung im Vergleich zum traditionellen Unterricht, speziell für komplexe Themenstellungen, geeignet ist.

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über wissenschaftliche Untersuchungen gegeben, die den Lernerfolg und die Akzeptanz in verwandten Szenarien vergleichen. Anschließend wird

der Untersuchungsrahmen des Forschungsprojektes vorgestellt. Dafür werden zwei vergleichbare Gruppen von Studierenden gebildet. Eine Gruppe besucht eine traditionelle Lehrereinheit, die andere Gruppe bearbeitet einen E-Learning-Kurs. Anschließend werden die erzielten Lernerfolge und die Akzeptanz der Studierenden gegenübergestellt.

2. Verwandte Arbeiten

Eine verwandte Untersuchung erfolgte im Rahmen eines Vorbereitungskurses in Mathematik für Studierende von Ingenieurstudiengängen (vgl. Dondorf, Nacken, & Breuer, 2016, S. 6507-6516). Während sich 27 teilnehmende Studierende mit einer E-Learning-Plattform vorbereiteten, lernten 24 Studierende im Klassenzimmer. Bereits vor der Teilnahme an den Kursen wurde der Wissensstand mithilfe eines schriftlichen Tests erhoben. Abschließend wurde der Wissenszuwachs mithilfe eines Abschlusstests ermittelt. Die E-Learning-Gruppe konnte sich nicht verbessern. Bei den im Klassenzimmer unterrichteten Studierenden konnte ein Leistungszuwachs von 9% festgestellt werden. Diese Studierendengruppe konnte somit signifikant bessere Ergebnisse erzielen als die E-Learning-Gruppe. Es erfolgte eine Befragung bezüglich der Zufriedenheit mit dem E-Learning-Kurs. Drei Viertel glaubten, dass sie in einem traditionellen Kurs mehr gelernt hätten, und etwa die Hälfte der Studierenden würde das verwendete E-Learning-System nicht weiterempfehlen. Als Grund für die schlechtere Performance der E-Learning-Gruppe wird die Motivation als wichtiger Faktor genannt. Mögliche Motivationsprobleme wurden dadurch erklärt, dass der E-Learning-Kurs in einem festen Zeitrahmen an einem festgelegten Ort stattgefunden hat. Somit sind die möglichen Vorteile der örtlichen Ungebundenheit und der Anpassung des Lernens an das eigene Lerntempo weitestgehend weggefallen.

Eine Studie, die neben dem Vergleich von E-Learning und Lernen im Klassenzimmer den Einfluss von interaktiven Videos einbezieht, stammt von Zhang, et al. (vgl. Zhang, Zhou, Briggs, & Nunamaker Jr., 2006, S. 15-24). 138 Studierende wurden für die Studie gewonnen und zum Thema Internetsuchmaschinen unterrichtet. Der Unterricht fand in vier nahezu gleich großen Gruppen statt. Drei Gruppen verwendeten ein E-Learning-System, das sich jeweils in der Konfiguration unterschied. In einer Variante wurden den Studierenden nur Folien und Notizen zur Verfügung gestellt. In der zweiten Konfiguration wurden die Folien durch ein lineares Video begleitet und in der letzten Konfiguration durch ein interaktives Video. Die Interaktivität wurde darin definiert, dass zu einem beliebigen Zeitpunkt ein beliebiges Video an einer beliebigen Stelle ausgewählt werden kann und gleichzeitig die dazugehörigen Folien passend synchronisiert werden. Die vierte Gruppe erhielt Präsenzunterricht. Vor dem Kurs wurden die Studierenden hinsichtlich des unterrichteten Stoffs geprüft. Nach dem Kurs fand ein weiterer Test statt, die durchschnittliche Verbesserung der Gruppen wurde gemessen. Die Verbesserung bei der E-Learning-Gruppe mit dem interaktiven Video fiel signifikant besser aus als bei den anderen drei Gruppen. Die weiteren E-Learning-Gruppen schnitten aus Performancesicht etwa gleich ab. Die traditionell unterrichtete Gruppe hatte mit einem kleinen Abstand das schlechteste Ergebnis. Eine ähnliche Konstellation ergab sich auch bei der abschließenden Befragung zur Zufriedenheit. Die Gruppe mit den interaktiven Videos meldete die höchste Zufriedenheit, die traditionell unterrichtete Gruppe die niedrigste. Die verbleibenden zwei Gruppen befanden sich bei der Zufriedenheit im Zwischenbereich.

Das Forschungsprojekt an der TH Nürnberg vergleicht ebenfalls den Einsatz von E-Learning im Vergleich zu einer traditionellen Lehrereinheit mit dem Unterschied, dass die beiden Formen speziell für eine komplexe Themenstellung verglichen werden.

3. Untersuchungsrahmen

Im 4. Semester des Bachelorstudiengangs Wirtschaftsinformatik der TH Nürnberg wird das Fach Wissensmanagement gelehrt. Ein komplexes Thema aus diesem Gebiet ist die Knowledge Modeling and Description Language (KMDL) (Gronau, 2012). Die KMDL ist eine Sprache, mit der wissensintensive Geschäftsprozesse modelliert und analysiert werden können. Es wird zwischen der Prozesssicht, Aktivitätssicht und Kommunikationssicht unterschieden. Die Studierenden sollen zu jeder Sicht die Beschreibungssymbole kennenlernen. Sie sollen Prozessbeschreibungen in allen Sichten lesen und interpretieren können. Hinsichtlich dieser Thematik wurden die Lernerfolge und die Akzeptanz der Studierenden im Fach Wissensmanagement bezüglich unterschiedlicher Lehrmethoden verglichen. Die zwei Formate waren dabei traditioneller Unterricht und E-Learning. Abb. 1 stellt den Ablauf der durchgeführten Übungen dar.

Per Zufall wurden zwei Gruppen von Wirtschaftsinformatikstudierenden aus den Besuchern der Vorlesung Wissensmanagement gebildet. Wissensmanagement ist für die Studierenden ein Pflichtfach im vierten Studiensemester des Bachelorstudienganges. Eine Anwesenheitspflicht oder Teilnahmepflicht an der Untersuchung gab es nicht.

Die traditionelle Unterrichtseinheit bestand aus einer Übung und Unterricht. Die Vermittlung des Stoffs erfolgte in den Kursräumen der Hochschule. Begleitend wurden Vorlesungsfolien und Übungsblätter verwendet. Auch für den E-Learning-Kurs nutzten die Studierenden die Kursräume der Hochschule. Die E-Learning-Einheit fand zu einer festen Zeit an einem festen Ort statt. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass beide Gruppen den gleichen Zeitumfang von 60 Minuten nutzen.

Nach Besuch der Wissensmanagement-Veranstaltung zur KMDL wurden die Lernerfolge der Studierenden ermittelt. Dies erfolgte durch eine Prüfung, die im Anschluss an die

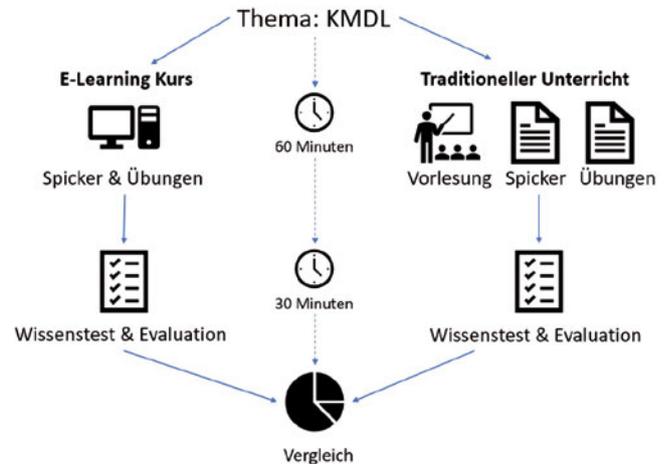


Abb. 1: Ablauf der KMDL-Übungen

E-Learning- bzw. Übungseinheit von den Studierenden abgelegt wurde. Sie wurde nicht benotet, anonym abgegeben und war für beide Gruppen gleich. Ergänzend zu der Prüfung wurden die Studierenden in einem Fragebogen über ihren persönlichen Eindruck befragt. Es ging um die Beurteilung, ob und wie ihnen die dargebotene Einheit gefallen hat, was sie gut oder schlecht fanden und welche Form sie präferieren.

4. Aufbau der Lehreinheiten

Die Studierenden sollten zunächst die theoretischen Grundlagen zur KMDL kennenlernen und anschließend Prozessbeschreibungen lesen und interpretieren können. Da diese Inhalte aufeinander aufbauen, bot sich eine Konzeption der Übungskurse in zwei Stufen an, die nacheinander abgeschlossen werden sollen. Dieses Prinzip konnte sowohl für Übungsblätter im traditionellen Kurs als auch für die Inhalte im E-Learning-Kurs

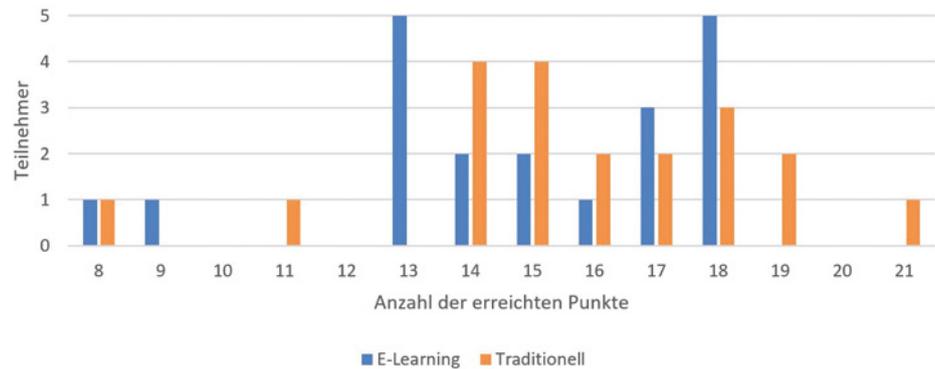


Abb. 2: Absolute Häufigkeitsverteilung der erreichten Punkte

angewendet werden. Trotz gleicher Inhalte ergaben sich Unterschiede dadurch, dass die traditionelle Übungseinheit bei der Visualisierung von Inhalten in Papierform bzw. auf Folien auf eine textuelle oder bildliche Darstellung begrenzt war. Der E-Learning-Kurs wurde mithilfe der Lernplattform Moodle entwickelt und bereitgestellt. In Moodle werden die Lerninhalte, wie Texte, Bilder oder Videos in einem „digitalen Kursraum“ zur Verfügung gestellt. Bei der Entwicklung des E-Learning-Kurses wurden explizit die digitalen Möglichkeiten von Moodle verwendet. Dazu gehörten:

- ein Levelsystem, bei dem das Absolvieren von bestimmten Aufgaben für das Fortschreiten erforderlich ist,
- interaktive Elemente in Form von Verlinkungen
- und Quizaufgaben mit verschiedenen E-Learning-Funktionalitäten: Drag and Drop, ergebnisabhängige und sofortige Rückmeldungen, optionale Hilfestellungen und Ergebniszusammenfassungen.

5. Ergebnisse

Insgesamt nahmen 41 Studierende an der Studie teil, bei gleichmäßiger Verteilung auf die beiden Lehrformen. 20 Studierende besuchten den traditionellen Unterricht und 21 Studierende führten den E-Learning-Kurs durch. Ein Teilnehmender des E-Learning-Kurses wurde aufgrund von KMDL-Vorkenntnissen im Wissenstest nicht berücksichtigt. In den folgenden Abschnitten werden Resultate aus den Wissenstests und den

Evaluationsbögen vorgestellt. Es sind verschiedene Limitierungen der Studie zu beachten. Es wurde nur eine Unterrichtseinheit verglichen, wodurch zusätzliche Effekte eines kompletten Kurses nicht berücksichtigt werden können. Obwohl die Gruppen zufällig ausgewählt wurden, kann aufgrund der Teilnehmeranzahl keine vollständige Homogenität der beiden Gruppen garantiert werden. Auch handelt es sich bei den Studierenden der Wirtschaftsinformatik um eine besonders IT-affine Gruppe, wodurch eine Generalisierung auf die Allgemeinheit nur eingeschränkt möglich ist. Dennoch gab es ausreichend Daten, um Schlussfolgerungen treffen zu können.

5.1 Abschneiden der Studierenden

Im Zusammenhang mit dem Wissenstest wurden die Hypothesen aufgestellt, dass sich die gemittelten Testergebnisse der E-Learning-Gruppe μ_E und der traditionell unterrichteten Gruppe μ_T unterscheiden, beziehungsweise nicht unterscheiden:

$$H_0: \mu_E = \mu_T$$

$$H_1: \mu_E \neq \mu_T$$

Im Test konnten insgesamt 22 Punkte erreicht werden. Die E-Learning-Gruppe erreichte einen Mittelwert von 14,85 Punkten (67,5% der maximal erreichbaren Punkte) und die traditionelle Einheit ein Ergebnis von durchschnittlich 15,7 Punkten (71,4% der maximal erreichbaren Punkte). Die punktbesten Ergebnisse gab es bei den Teilnehmenden des traditionellen Kurses (siehe Abb. 2).

Um die Hypothesen anhand der Resultate zu überprüfen, wurde ein Zweistichproben-t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt, nachdem die erforderliche Normalverteilung der Stichproben durch einen Kolmogorow-Smirnov-Test bestätigt wurde. Bei einem Signifikanzniveau von 5% liegt der t-Wert von 0,91 nicht im kritischen Bereich. Daher wird die Nullhypothese beibehalten. Es konnte schlussfolgernd nicht nachgewiesen werden, dass die beiden Untersuchungsgruppen signifikant unterschiedliche Testergebnisse vorweisen.

5.2 Akzeptanz und Zufriedenheit der Studierenden

Den Resultaten des Wissenstests entsprechend fallen auch die Bewertungen der Studierenden hinsichtlich Akzeptanz und Zufriedenheit ähnlich aus. Die Studierenden gaben an, in welchem Maße sie Aussagen zu den Lehrereinheiten zustimmen. Tab. 1 zeigt in Bezug auf diese Themen einen Ausschnitt von Fragen aus den Evaluationsbögen. Der Rahmen für die Bewertung der Zustimmung lag zwischen 0% (gar nicht) und 100% (vollkommen).

Sowohl die Zufriedenheit mit der Unterrichtseinheit als auch die Frage, ob die eingesetzte Unterrichtsform und die Darstellung der Inhalte passend war, wurde von beiden Gruppen kaum unterschiedlich beantwortet. Größere Differenzen gab es zugunsten von E-Learning bei der Frage, ob die Art der Informationsvermittlung motivierend und anregend war. Allerdings würden durchschnittlich mehr Studierende gerne wieder bei der traditionellen Lehrveranstaltung teilnehmen. Auffällig ist die Standardabweichung, die beim E-Learning-Kurs eine breitere Streuung der Meinungen ausweist.

5.3 Weitere Ergebnisse der Evaluationsbögen

In den Evaluationsbögen wurden 21 Aussagen formuliert, welche die Studierenden hinsichtlich ihrer Zustimmung bewerten sollten. Die größten Unterschiede gab es bei der Aussage, ob die bereitgestellten Materialien vollständig und verständlich sind. Für den E-Learning-Kurs wurde diese Aussage um absolut 10,7% zutreffender bewertet, obwohl die Materialien in

Frage	Format	Mittelwert	Standardabweichung
Die Art der Informationsvermittlung war motivierend und anregend.	E-Learning	72,6%	19,2
	Traditionell	67,5%	21,6
Die eingesetzte Unterrichtsform und die Darstellung der Inhalte finde ich passend.	E-Learning	78,8%	23,3
	Traditionell	78,8%	14,7
Ich bin mit der Unterrichtseinheit insgesamt zufrieden.	E-Learning	82,5%	20
	Traditionell	81,3%	13,8
Ich würde gerne wieder an einer Lernveranstaltung dieser Art teilnehmen.	E-Learning	76,2%	27,9
	Traditionell	82,5%	14,2

Tab. 1: Akzeptanz und Zufriedenheit der Studierenden

beiden Kursen grundsätzlich gleich waren. Im E-Learning-Kurs wurden einige textintensive Beschreibungen als interaktive Elemente ausgelagert, die sich die Studierenden zusätzlich anzeigen lassen konnten. Die bessere Bewertung von den E-Learning-Teilnehmenden könnte sich damit teilweise durch eine einfachere Filterbarkeit von wichtigen Informationen durch Verlinkungen erklären lassen.

Auch bei der Frage, ob die verwendeten spielerischen Aufgabentypen (Lückentexte, Multiple Choice, etc.) für sinnvoll gehalten werden, gab es beim E-Learning-Kurs eine 8,5% höhere Zustimmung. Dies kann darauf hindeuten, dass die zusätzlichen elektronischen Möglichkeiten, wie sofortiges Feedback oder eine Fortschrittsanzeige, einen positiven Einfluss auf die Wahrnehmung der gamifizierten Aufgaben haben.

Weiterhin gab es die Möglichkeit zu Freitextrückmeldungen. Einzelne Studierende des E-Learning-Kurses haben sich darin gewünscht, vor Durchführung des E-Learning-Kurses eine Zusammenfassung der Kursthematik und der Aufgabenstellungen durch den Dozenten zu erhalten. Bei einer orts- und zeitgebundenen Durchführung könnte demnach die Akzeptanz erhöht werden, wenn ein gemischter Ansatz durchgeführt wird, bei dem der Dozent zunächst die Kernpunkte des Themas vorstellt und die Studierenden anschließend einen E-Learning-Kurs bearbeiten können.

6. Fazit

Die betrachteten verwandten Studien zeigen, dass eine einfache Unterscheidung zwischen E-Learning und traditionellem Unterricht im Klassenzimmer nicht reicht, um eine allgemeingültige Aussage zum Lerneffekt zu treffen. In dieser Untersuchung mit dem komplexen Thema KMDL konnte kein signifikanter Unterschied bei den Testergebnissen der beiden Lerngruppen

festgestellt werden. Aus dieser Sicht kann die Aussage unterstützt werden, dass E-Learning bei komplexen Themen eine Alternative zu traditionellem Unterricht sein kann. Studien wie von Dondorf, et. al. (vgl. Dondorf, Nacken, & Breuer, 2016, S. 6507-6516) konnten Motivationsprobleme und eine niedrige Zufriedenheit bei E-Learning-Kursen feststellen. Als Erklärungsansätze wurde die örtlich und zeitlich gebundene Durchführung der Kurse genannt. Obwohl in unserer Studie die gleichen Bindungen herrschten, gab es keine wesentlichen Unterschiede bei der Akzeptanz oder Zufriedenheit im Vergleich mit der traditionellen Einheit. Allerdings gab es Rahmenbedingungen, die sich gemäß Untersuchungen positiv auf die Zufriedenheit mit webbasierten Kursen auswirken. Dazu gehören bessere Computerskills (vgl. Hong, 2002, S. 276) ein schneller Zugriff und die einfache Nutzbarkeit der Kurse (vgl. Selim, 2007, S. 409). Diese Faktoren waren gegeben, da es sich bei den Teilnehmenden um Studierende aus dem IT-Bereich handelt und diese auch bereits vertraut waren mit der E-Learning-Software.

Literatur

Dondorf, T., Nacken, H., Breuer, R. (2016): Classroom vs. e-learning: A case study on the performance of students in different learning scenarios. In: Chova, L. G., Martínez, A. L., Torres, I. C., Proceedings of the 8th International Conference on Education and New Learning Technologies (pp. 6507-6516). Barcelona: IATED Academy

Gronau, N. (Hrsg., 2012): Modeling and analyzing knowledge intensive business processes with KMDL. Berlin

Hong, K.-S. (2002): Relationships between students' and instructional variables with satisfaction and learning from a web-based course. In: Internet and Higher Education Volume 5 (pp. 267-281), Elsevier Science Inc

Digitale Lehre

Eignung von E-Learning im Vergleich zu einer traditionellen Lehrereinheit

Kantar TNS. (2019): D21 Digital Index. Abgerufen am 20. März 2019 von https://initiated21.de/app/uploads/2019/01/d21_index2018_2019.pdf

Kollmann, T. (6. März 2019): Definition: E-Learning. Abgerufen am 20. März 2019 von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/e-learning-34033/version-257548>

Selim, H. M. (2007): Critical success factors for e-learning acceptance: Confirmatory factor models. In: Heller, R. S., Underwood, J. D., Computers & Education 49 (pp. 396-413). Elsevier Ltd.

Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R. O., Nunamaker Jr., J. F. (2006): Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. In Information & Management 43 (pp. 15-27). Elsevier B. V.

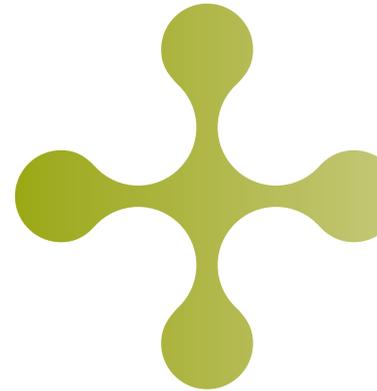
Angaben zur Autorin und zum Autor

Jonas Staudinger
Masterstudierender der Wirtschaftsinformatik

Heidi Schuhbauer
Professorin an der Fakultät Informatik mit Lehr- und Forschungsschwerpunkten in den Gebieten Wissensmanagement und Wirtschaftsinformatik

Akzeptanz digitaler Lehre & Prüfung im interdisziplinären Blended Learning von Studierenden in Medizin & Technik

Prof. Dr. med. habil. Stefan Sesselmann, MHBA, Prof. Dr. med. Clemens Bulitta,
Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden
Katja Sesselmann, M.A., Univ.-Prof. Dr. med. Raimund Forst,
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Zusammenfassung

Fachspezifische Ausbildung getrennt von Studierenden anderer Professionen führt im späteren Arbeitsalltag regelmäßig zu Schwierigkeiten in Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Berufsdisziplinen. Gravierend sind solche Probleme in Medizin und Medizintechnik, wenn das Wohlergehen von Menschen gefährdet ist. Die Schaffung einer gemeinsamen Kommunikationsbasis für Ärzt*innen und Medizintechnik-Ingenieur*innen war Motivation zur Entwicklung eines interdisziplinären Blended-Learning-Moduls am Beispiel der techniklastigen Orthopädie.

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Workshops und einem Online-Kurs, der curricular an einer Universität und einer HAW verankert ist. Die online vermittelte Theorie wird während der Präsenzphase vertieft und praktisch umgesetzt. Studierende der Medizin und technischer Fächer stehen in direktem Austausch und lernen Gepflogenheiten anderer Disziplinen schon im Studium kennen. Abschließende Lernerfolgskontrolle ist ein E-Assessment.

Die Studierenden-Akzeptanz wurde mittels online-Umfrage anhand des Technologie-Akzeptanz-Modells nach Davis (1989) validiert. Das Gesamtkonzept wurde im Rahmen eines Scholarship of Teaching and Learning mit Peer-Feedback kontinuierlich angepasst. In studentischen Evaluationen gewann die Veranstaltung wiederholt Lehrpreise.

1. Ausgangssituation und Motivation

Die meist sehr fachspezifische Ausbildung in unterschiedlichsten Studiengängen an Hochschulen und Universitäten stellt Studienabsolvent*innen im späteren interprofessionellen Arbeitsalltag häufig vor Schwierigkeiten in der Kommunikation und Zusammenarbeit mit Vertretern jeweils anderer Berufsdisziplinen. Besonders schwerwiegend können solche Probleme sein, wenn Leben und Gesundheit von Menschen aufgrund von Missverständnissen zwischen Mediziner*innen und (Medizin)-Techniker*innen gefährdet sind. Die Schaffung einer gemeinsamen Kommunikationsbasis für Ärzt*innen und Ingenieur*innen in der Medizintechnik war eine Motivation zur Entwicklung eines interdisziplinären Blended-Learning-Moduls am Beispiel des sehr techniklastigen medizinischen Fachgebiets der Orthopädie und Unfallchirurgie.

Eine weitere Motivation zur Erstellung des Moduls war der Wunsch einer großen Anzahl von Studierenden, frühzeitiger im Studium den praktischen Einsatz von Medizintechnik üben zu können. Außerdem bestand das Bedürfnis nach direktem Kontakt zu Patienten, denen mittels entsprechender Medizintechnik geholfen werden konnte, um die Wirksamkeit der Technik anhand echter Versorgungsfälle erfahren zu können.

2. Umsetzung / Methoden: Was wurde wie gemacht

Das Modul (5 ECTS / 4 SWS) setzt sich zusammen aus einem von der Virtuellen Hochschule Bayern unterstützten Online-Kurs (2,5 ECTS / 2 SWS) und einer Präsenzveranstaltung im Sinne einer mit Patienten-Interviews und Workshops angeereicherten Vorlesung (2,5 ECTS / 2 SWS).

Das Online-Angebot ist nach kooperativer Gestaltung an einer Universität und an einer Hochschule für angewandte Wissenschaften (HAW) als Wahlpflichtfach beziehungsweise Pflichtfach curricular verankert. Es setzt sich inhaltlich aus einem Einführungskapitel und sechs teilweise aufeinander aufbauenden Lerneinheiten zusammen (Propädeutikum 1, Propädeutikum 2, Arthroskopie, Knieendoprothetik, Hüftendoprothetik, Schulterchirurgie). In den einzelnen Lerneinheiten werden jeweils typische orthopädische Krankheitsbilder und deren Versorgung thematisiert. Beginnend mit der für das Verständnis des jeweiligen Kapitels notwendigen Anatomie und Physiologie, werden typische Pathologien abgeleitet und deren Diagnostik und Therapie beschrieben. Dabei werden insbesondere auch biomechanische und technische Aspekte in der Versorgung beschrieben. Diese Lerneinheiten sind angereichert mit interaktiven Quizzes, 3D-Animationen und Lehrvideos. Diese erlauben es den Studierenden, sich in virtuellen Umgebungen zu bewegen, die den meisten von ihnen im wahren Leben verschlossen bleiben (beispielsweise Operationssäle oder Technik-Räume). In Mitschnitten von Operationen wird den Studierenden Schritt für Schritt erklärt, wie diese ablaufen und zu welchem Zeitpunkt welche Art von Medizintechnik intraoperativ eingesetzt wird. Die Videos sind dabei jeweils aus mehreren Perspektiven gedreht worden: a) fest montierte Kamera an einer OP-Lampe, b) Helmkamera für die Sicht des Operateurs, c) von einem

Kameramann geführte mobile Kamera für Totalaufnahmen und besondere Einstellungen der Kamera. Spezielle diagnostische und therapeutische Methoden werden detailliert beschrieben und die dazugehörige Technik erklärt. Kleine Übungstests dienen den Studierenden als Lernerfolgskontrolle und bereiten sie auf das spätere E-Assessment vor. In einem Glossar mit Direktverlinkung auf Fachbegriffe in den Lehrtexten wird der heterogenen Studierendengruppe die jeweils spezifische Fachsprache der anderen Professionen nähergebracht. In einem Forum besteht die Möglichkeit zum sozialen Austausch unter den Studierenden, aber auch zur Kommunikation mit den Dozierenden.

Die online vermittelte Theorie wird während der Präsenzphase in Vorlesungen weiter vertieft. Zu Beginn jeder Vorlesung wird ein Patient eingeladen, der passend zur jeweiligen Thematik von einem Krankheitsbild berichtet und erzählt, wie speziell bei ihm der Einsatz von Technik zu einem Therapieerfolg geführt hat. In Workshops am Ende jeder Vorlesung werden zu Inhalten aus dem Online-Kurs zunächst praktische Demonstrationen durchgeführt. Anschließend können die Studierenden Gerätschaften und Instrumente auch selbst anwenden und deren Gebrauch üben. Die Studierenden der Medizin und verschiedener technischer Fächer stehen insbesondere bei den Workshops in direktem Austausch miteinander und lernen so die Bedürfnisse und Gepflogenheiten der jeweils anderen Disziplin in typischen Situationen des späteren Arbeitslebens schon im Studium kennen. Als Lernerfolgskontrolle erfolgt am Ende des Semesters ein E-Assessment.

STUDION Schreibstisch - Angebote - Hilfen -

Inhalt: Inhaltsverzeichnis Druckansicht Info Seite bearbeiten

2.5 Video: Patientenarm desinifizieren 3.2 Schleusen

3.1 Orientierung im OP

Treten Sie ein in unseren virtuellen OP. Sie können sich hier in 3 Dimensionen orientieren und die während einer OP anwesenden Personen kennenerkennen. Gehen Sie über die Türen durch die verschiedenen Räume zur OP-Vorbereitung und in den Technikraum. Viel Spaß!

Mit Maus-Klick auf die Türen können Sie in den nächsten Raum eintreten und sich umschauen. Weiterhin können Sie sich im Raum selbst umschauen, indem Sie das Bild mit der Maus in eine gewünschte Richtung ziehen.
Über folgenden Link können Sie sich die Grafik in größerer Ansicht ansehen:
<https://www.panono.com/p/AXImT6Y0635S>

Panorama >

OP-Springer (unsteril) instrumentierender OP-Assistent assistierende Hilfskraft ("Hakenhalter") assistierender Operateur Operateur

Abb. 1: Screenshot aus dem Online-Kurs (3D-Animation aus einem OP-Saal)

3. Reflexion / Evaluation: Vorgehen, Ergebnisse, Diskussion

Die Veranstaltung wurde hauptsächlich von Studierenden der Medizin und der Medizintechnik belegt. Als Wahlangebot wurde das Modul aber auch von zahlreichen Studierenden anderer technischer Fachdisziplinen angenommen (Mechatronik, Wirtschaftsingenieurwesen, Maschinenbau, Materialwissenschaften). Aufgrund der Zugehörigkeit zu zahlreichen Studiengängen, gestaltete sich eine für alle Teilnehmenden passende Terminfindung für die Präsenzlehre als äußerst schwierig. Somit konnte durch die Integration von Online-Lehrelementen im Sinne eines Blended Learning die Präsenzlehre auf ein Minimum reduziert werden.

Die Evaluation der Akzeptanz des Online-Angebots erfolgte einmalig zum Abschluss des Sommersemesters 2017 direkt im Anschluss an die E-Assessments als separate Online-Evaluation. Die verwendeten Items und Skalen wurden in einer früheren Arbeit validiert (Sesselmann, 2016). Durch die Verbindung mit der Klausur konnte eine hohe Teilnehmeranzahl von $n=116$ in der Evaluation erreicht werden.

Die Akzeptanz des Online-Angebots inklusive E-Assessment unter den Studierenden wurde anhand des Technologie-Akzeptanz-Modells (TAM) nach Davis (1989) validiert. Das TAM wird als ein einfaches und vor allem leicht anwendbares Modell mit starker Aussagekraft beschrieben, unter den Technologieakzeptanzmodellen hat es einen großen Einfluss (McFarland & Hamilton, 2006). Durch Imatiaz und Mirhashemi (2013) wurde das TAM nach einer eingehenden Recherche von 37 Forschungsartikeln als das am meisten verbreitete Technologieakzeptanzmodell identifiziert.

Gemäß dem TAM ist die Akzeptanz einer Innovation von zwei Faktoren abhängig: dem wahrgenommenen Nutzen und der wahrgenommenen einfachen Bedienbarkeit. Auf diese beiden Einflussfaktoren wirken wiederum externe Stimuli.

Je höher der Nutzen eines Systems sowie dessen einfache Bedienbarkeit empfunden werden, desto eher ist der Anwender dazu bereit, die Innovation zu nutzen. Diese beiden Faktoren beeinflussen die Nutzungseinstellung. Nach dem Modell ist die Verhaltensakzeptanz, sprich die tatsächliche Nutzung des Systems, von der Einstellungsakzeptanz abhängig. Ist die Nutzungseinstellung einer Person positiv, so kommt es schlussendlich zu einer Nutzung des Systems. Akzeptanz bezeichnet hierbei die positive Annahmeentscheidung einer Innovation durch einen Anwender (Simon, 2001).

Nachfolgend werden die Ergebnisse verschiedener evaluierter Elemente aus dem Online-Kurs vorgestellt.

Im Diagramm in Abbildung 2 wird die Akzeptanz der Online-Lernmodule dargestellt, es handelt sich hierbei um eine Skala mit fünf Items in Anlehnung an das Inventar zur Evaluation von Blended Learning (IEBL) (Peter, Lechner, Mayer & Krampen, 2014) (Cronbachs Alpha der Gesamtskala = 0,68). Es wird deutlich, dass die Akzeptanz der Online-Lernmodule sehr hoch ist. Geschätzt wird zum Beispiel die Möglichkeit, das eigene Lerntempo individuell zu bestimmen, oder ein besseres Verständnis der Lerninhalte durch Online-Übungsaufgaben zu erreichen.

Die Akzeptanz der E-Assessments ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Skala umfasste fünf Items und Cronbachs Alpha liegt bei 0,89. Alle Items liegen über dem Durchschnittswert von 2,00, insbesondere die Möglichkeit, Prüfungen überhaupt elektronisch abhalten zu können. Auch die Möglichkeit der Einbindung von Medien, um den Praxisbezug zu erhöhen, kam bei den Studierenden sehr gut an. Außerdem würden 64% der Studierenden E-Prüfungen weiterempfehlen.

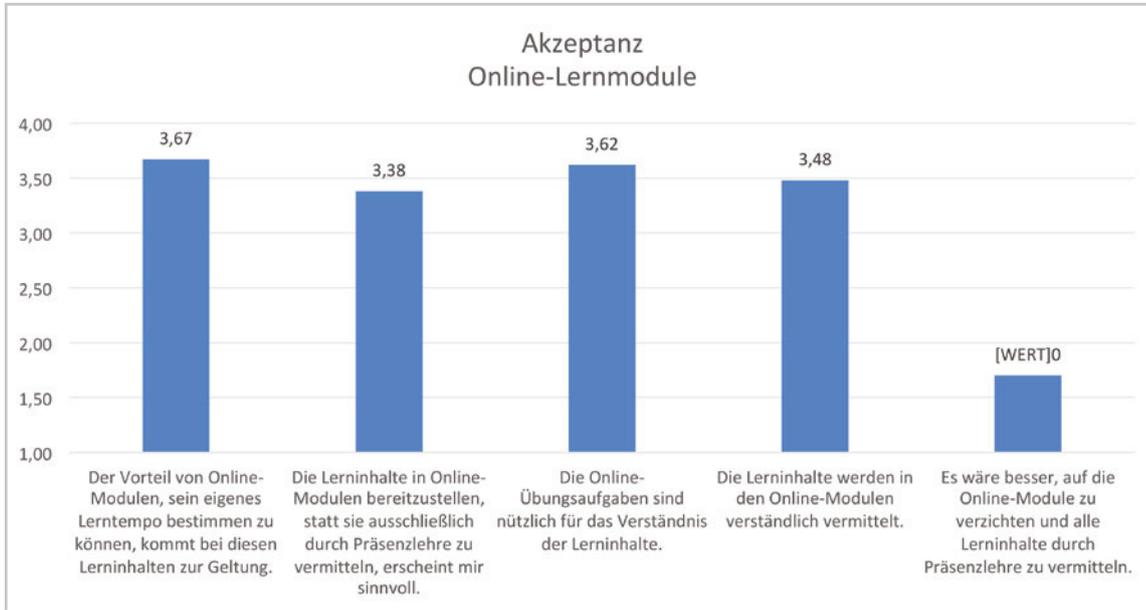


Abb. 2: Mittelwerte der Akzeptanz der Online-Lernmodule (1 = „trifft gar nicht zu“ bis 4 = „trifft voll zu“)

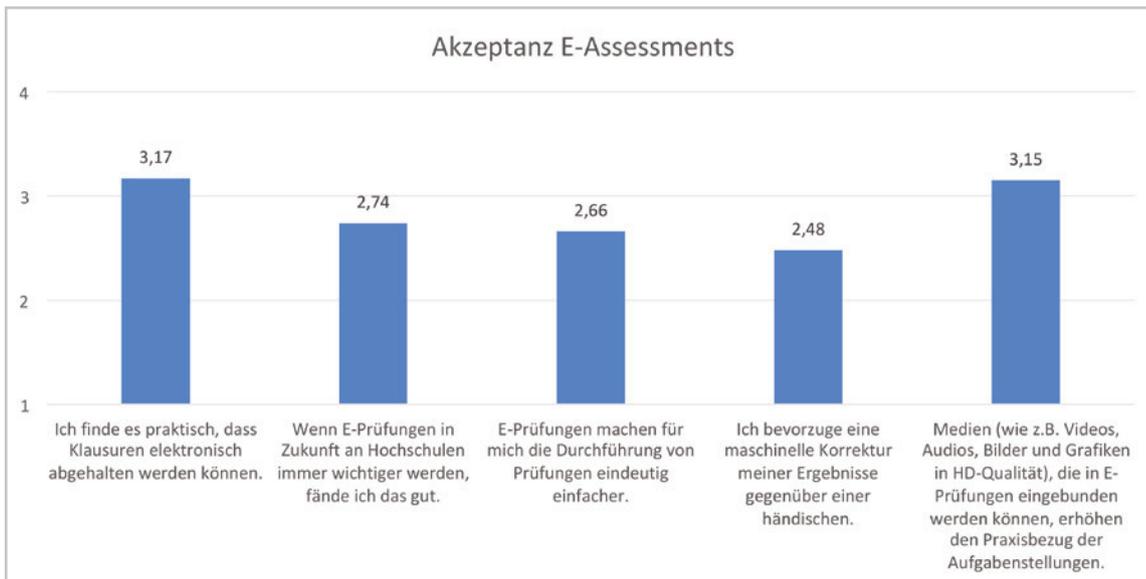


Abb. 3: Mittelwerte der Akzeptanz der E-Assessments (1 = „trifft gar nicht zu“ bis 4 = „trifft voll zu“)

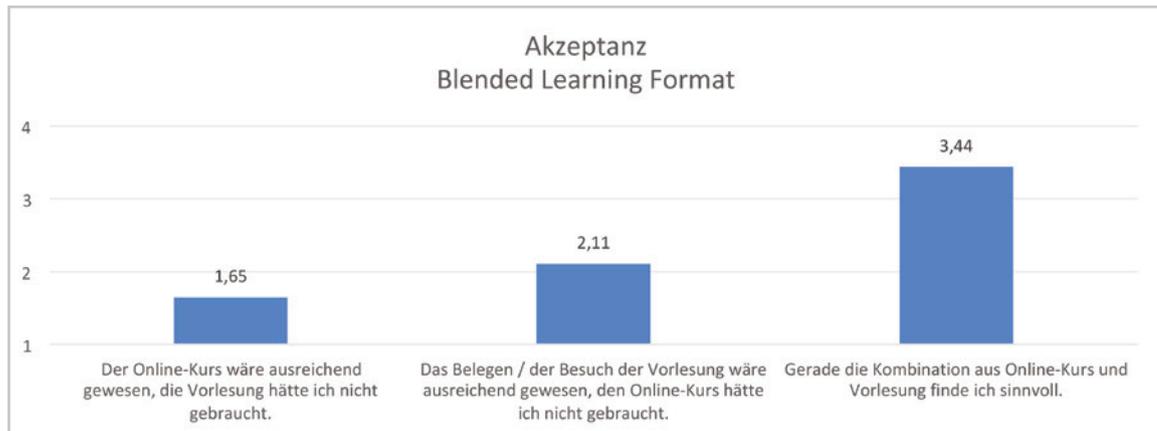


Abb. 4: Mittelwerte der Akzeptanz des Blended Learning-Formats (1 = „trifft gar nicht zu“ bis 4 = „trifft voll zu“)

Die Studierenden wurden außerdem befragt, wie sie das Blended-Learning-Format einschätzen. Im Diagramm in Abbildung 3 wird deutlich, dass gerade die Kombination aus Online-Format und der Präsenz-Vorlesung als besonders sinnvoll erachtet wird.

Bei dieser Untersuchung sollte die Akzeptanz verschiedener Elemente aus dem vorgestellten Kurs untersucht werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Studierenden insgesamt eine hohe Akzeptanz bei den Online-Lernmodulen, den E-Assessments und dem Format des Blended Learning aufweisen. Die Ergebnisse zeigen jedoch deutlich, dass gerade auch die Präsenz-Elemente, welche in das Gesamtkonzept eingebunden wurden, für die Studierenden von großer Bedeutung waren. Nur den Online-Kurs hätte nur der kleinere Teil der Studierendenschaft gewünscht. Wie oben schon erwähnt, wird die Kombination aus Online- und Präsenz-Elementen gewünscht.

Während des E-Assessments und der anschließenden Evaluation traten leider technische Probleme auf, die einen kurzzeitigen Serverabsturz zur Folge hatten. Trotz dieser Tatsache bewerteten die Studierenden die verschiedenen Elemente sehr positiv.

Als weiteres Evaluations-Tool wurde zu den Präsenzveranstaltungen im Rahmen gegenseitiger Hospitationen Peer-Feedback von erfahrenen, teils fachfremden, teils fachzugehörigen Kollegen eingeholt. Im Rahmen eines regelmäßigen Scholarship-of-Teaching-and-Learning-Seminars wurde das Gesamtkonzept vorgestellt und diskutiert beziehungsweise kontinuierlich angepasst. Ebenfalls wurden Möglichkeiten für eventuelle Publikationen diskutiert.

Durch die sehr positive studentische Rückmeldung in einer fakultätsübergreifenden Evaluation der Technischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg über

EvaSys konnte schon nach erstmaliger Durchführung ein Lehrpreis für die beste Lehrveranstaltung gewonnen und dieser Erfolg auch mehrfach wiederholt werden. Infolgedessen wurde das interdisziplinäre Kursangebot für die genannten Zielgruppen kontinuierlich erweitert. Das Online-Modul wurde auf der Learntec 2019 als Best-Practice-Beispiel vorgestellt. Im Bayerischen Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (StMGP) wurde der Kurs als herausragendes Beispiel gelobt.

4. Fazit und Ausblick

Was diese Ergebnisse nun für die Anwendung von Blended-Learning-Formate und E-Assessments bedeuten und welche hilfreichen Empfehlungen daraus abgeleitet werden können, wird im Folgenden diskutiert. In der Untersuchung wurde deutlich, dass Blended-Learning-Formate und E-Assessments in den Lehr-Alltag integriert worden sind und Studierende diese auch weitestgehend akzeptieren. Lehrende äußern oft Bedenken gegenüber Online-Kursen, weil sie befürchten, ihre Anwesenheit werde eventuell überfällig. Diese Behauptung konnte in den Ergebnissen nicht bestätigt werden. Deutlich wurde vielmehr, dass Studierende nach wie vor Präsenz-Unterricht einfordern und zu schätzen wissen. Jedoch sind Online-Elemente bei Studierenden ebenfalls beliebt. Insgesamt kann gesagt werden, dass Studierende gerade die Kombination der beiden Lehrformen als gut befanden. Hier sei angemerkt, dass das didaktische Konzept von Anfang an gut durchdacht und verzahnt wurde, um den Studierenden ein möglichst hohes Lernerlebnis anbieten zu können.

In der Zukunft wird Lernen mit elektronischen Medien immer mehr an Bedeutung gewinnen, Lernen entwickelt sich immer weiter. So ist es nur folgerichtig, dass der technische Fortschritt auch die Lehre und das Prüfungswesen verändert. Es

muss klar werden, dass nicht ausschließlich die verwendeten Medien im Mittelpunkt stehen sollten. Für die Entwicklung der elektronischen Lehre sind Konzepte notwendig, so auch bei der Einführung von Online-Elementen, elektronischen Prüfungen und insbesondere auch bei Blended-Learning-Formaten. Die zuvor definierten Lernziele müssen auch bei der Zielstellung, Konzeption und Einbettung der Prüfung Beachtung finden. Unabdingbar dafür ist die Kenntnis der Lerntheorien und deren Vor- und Nachteilen, um abzuwägen, welches Konzept für das jeweilige Ziel das Richtige ist. Außerdem brauchen Studierende Unterstützung und Anleitung bei der Einführung von Online-Elementen in der Lehre und bei elektronischen Prüfungen, um Ängste ab- und Kompetenzen für das Absolvieren der Prüfungen aufzubauen. Die Einführung von begleitenden Online-Übungsaufgaben kann Studierende in ihrem Studium unterstützen. Allerdings ist auch das nur möglich, wenn diese Aufgaben gut konzipiert sind.

Literatur

Davis, F. D. (1989): Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology Source: MIS Quarterly, Vol. 13, No. 3 (Sept. 1989), pp. 319-340

Imtiaz, A., Mirhashemi, T. (2013): Analyzing trends in technology acceptance studies in education domain. Conference Paper. Conference: Current Trends in Information Technology (CTIT), 2013, At HCT, Dubai

McFarland, D. J., Hamilton, D. (2006): Adding contextual specificity to the technology acceptance model. Computers in Human Behaviour 22 (2006), pp. 427-447

Peter, J., Leichner, N., Mayer, A.-K., Krampen, G. (2014): IEBL - Inventar zur Evaluation von Blended Learning [Inventar und Auswertungshilfe]. In: Leibniz-Zentrum für Psychologische Information und Dokumentation (ZPID) (Hrsg.): Elektronisches Testarchiv (PSYNDEX Tests-Nr. 9006865). Trier: ZPID. <https://doi.org/10.23668/psycharchives.442>

Sesselmann, K. (2016): Potenzial von E-Assessment – Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von Studierenden. Unveröffentlichte Masterarbeit. Erlangen

Simon, B. (2001): Wissensmedien im Bildungssektor – Eine Akzeptanzuntersuchung an Hochschulen. Wien: Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors. Zugriff am 11.03.2019 <http://epub.wu.ac.at/1869/1/document.pdf>

Angaben zur Autorin und zu den Autoren

Prof. Dr. med. habil. Stefan Sesselmann, MHBA
Studium der Humanmedizin; Facharztweiterbildung u. a. Universitätsklinikum Jena und Orthopädische Universitätsklinik FAU Erlangen-Nürnberg; berufsbegleitender Master in Health Business Administration; Habilitation in Orthopädie und Unfallchirurgie; seit 2017 Professur für Innovative Konzepte und Technologien in der Gesundheitsversorgung; mehrfache Auszeichnung für beste Vorlesungen.

Katja Sesselmann, M.A.

Erziehungswissenschaftlich-Empirische Bildungsforschung, setzt ihren Studienschwerpunkt Medienpädagogik in ihrer Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Lern-Innovation um. Sie berät Hochschullehrende, wie E-Learning und entsprechende E-Learning Tools effektiv in der Hochschullehre eingesetzt und genutzt werden können. Außerdem beschäftigt sie sich mit der Evaluation der umgesetzten Unterstützungsangebote zur Ableitung von Maßnahmen zur stetigen Weiterentwicklung.

Prof. Dr. med. Clemens Bulitta

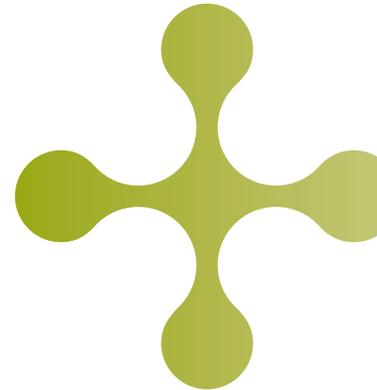
Nach Studium der Medizin und Weiterbildung im Fach Chirurgie langjährige Tätigkeit für Siemens im Bereich Medizintechnik. Seit 2012 Professor für Diagnostische System und Medizintechnikmanagement an der OTH Amberg-Weiden. Dort Leiter des Instituts für Medizintechnik und Dekan der Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen.

Univ.-Prof. Dr. med. Raimund Forst

Nach erfolgreichem Medizinstudium Weiterbildung zum Facharzt für Orthopädie mit Habilitation und außerplanmäßiger Professur an der Universitätsklinik der RWTH Aachen. Kommissarischer Direktor der Orthopädischen Universitätsklinik der RWTH Aachen. Seit 1999 Direktor der Orthopädischen Universitätsklinik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Der Einfluss aktivierender Lehrmethoden auf die Prüfungsperformance in Physik

Franziska Graupner, Elmar Junker, Silke Stanzel, Technische Hochschule Rosenheim



Zusammenfassung

Die vorliegende Studie zeigt, dass die anderweitig dokumentierten positiven Effekte der aktivierenden Lehrmethoden Just-in-Time-Teaching (JiTT) und Peer-Instruction (PI) auf Konzepttestergebnisse sich auch bei der Prüfungsperformance nachweisen lassen. Es wurden das Prüfungsverhalten und die Prüfungsergebnisse in einem Studiengang untersucht, der vom gleichen Dozenten vor und nach der Umstellung von traditionellem seminaristischem Unterricht (TradSU) auf die aktivierenden Lehrmethoden JiTT und PI unterrichtet wurde. Es zeigt sich, dass im Zeitraum mit JiTT/PI deutlich mehr Studierende die Prüfung zum frühestmöglichen Zeitpunkt antreten und trotzdem mit gleichen Ergebnissen wie beim TradSU bestehen. Wiederholungsversuche haben sogar eine höhere Bestehensquote, sodass durch den aktivierenden Unterricht insgesamt mehr Studierende die Prüfung schneller erfolgreich absolvieren. Die mit JiTT verbundene Kontinuität im Lernen sowie die regelmäßigen und häufigen Rückmeldungen zum Lernstand und dadurch erhöhte Selbstreflexionskompetenz der Studierenden durch JiTT und PI scheinen zu diesen Effekten wesentlich beizutragen.

1. Hintergrund

Im Unterschied zur universitären Vorlesung herrscht an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften traditionell seminaristischer Unterricht (TradSU) vor, der die Studierenden in das Unterrichtsgeschehen einbezieht. Seit der Jahrtausendwende werden in Deutschland vermehrt aktivierende Lehrmethoden eingesetzt, die noch wesentlich stärker auf die Beiträge und Beteiligung der Studierenden setzen. Auch im Physikunterricht an der TH Rosenheim wird gegenwärtig auf wöchentlicher Basis Just-in-Time-Teaching (JiTT) und Peer Instruction (PI) praktiziert (Junker, Schäfle und Stanzel, 2016).

JiTT (vgl. Schäfle, Junker, Stanzel und Zimmermann, 2017; Novak, Patterson und Gavrin, 1999; Zinger und Franzen, 2016; Riegler, 2010) ist charakterisiert durch ein getaktetes Ineinandergreifen studentischer Arbeitsphasen vor und nach der Präsenzzeit mit Input und Feedback der Lehrenden. Die Studieraufträge zur Vorbereitung sowie die Vorlesungsnachbereitung werden jeweils mit Onlinetests abgeschlossen, deren Ergebnisse sowohl den Dozenten als auch die Studierenden wöchentlich über den aktuellen Wissensstand und Lernfortschritte informieren.

PI bezeichnet eine Diskussionsmethode nach folgendem Schema (Schäfle et al., 2017; Zinger und Franzen, 2016; bzw. Mazur, 1997 & 2017): Eine Fragestellung zu fachlichen Konzepten

wird mittels anonymer elektronischer Abstimmung beantwortet und das Antwortverhalten visualisiert. In der Regel wird dies anschließend in Kleingruppen diskutiert und eine anschließende zweite Abstimmung zeigt, ob der Sachverhalt nun besser verstanden ist, und welche weiteren Erläuterungen noch nötig sind.

An der TH Rosenheim wurde die Wirksamkeit dieser aktivierenden Lehrmethoden bzgl. des Lernerfolgs anhand des standardisierten Konzepttests FCI¹ nachgewiesen. Dabei wurde eine Verdoppelung des FCI-Lernerfolgs für JiTT/PI im Vergleich zu TradSU bestätigt (Schäfle et al., 2017; Stanzel, Junker und Schäfle, 2019), die in etablierten Studien seit vielen Jahren umfangreich aufgezeigt wird (vgl. u. a. Hake, 1998; Crouch und Mazur, 2001).

Studien neueren Datums beziehen darüber hinaus die Klausurnoten mit ein (Kortemeyer, Kashy, Benenson und Bauer, 2008; Kashy, Albertelli, Bauer, Kashy und Thoennessen, 2003; Kortemeyer und Riegler, 2010). In einer Metastudie von 2014 konnten Freeman et al. mit der Analyse von 225 Einzelstudien objektiv einen positiven Einfluss aktivierender Lehrmethoden auf Bestehensraten nachweisen.

Für die hier vorgestellte Studie wurden Prüfungsdaten Studierender eines Studiengangs untersucht, der über 15 Jahre vom selben Dozenten zunächst mittels TradSU und nach einer Umstellungsphase unter ständigem Einsatz von JiTT/PI gelehrt wurde. Über die Klausurergebnisse hinaus wurden Verbleibensquoten im ersten Studienjahr und der Zeitpunkt der Prüfungsantritte analysiert.

Das Anliegen dieser Studie ist es, die Wirksamkeit der Lehrmethoden auf den Studienverlauf aus studentischer Perspektive mit Blick auf Prüfungsverhalten und -ergebnis zu untersuchen.

2. Methodik

2.1 Studiengang und Zeitraum

Untersucht wurde das studentische Prüfungsverhalten im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen an der TH Rosenheim im Zeitraum 2003 bis 2018, in welchem kontinuierlich gleiche Inhalte in gleichem Umfang vom gleichen Dozenten gelehrt wurden. Im Verlauf dieser 15 Jahre erfolgte die Umstellung der Lehrmethode von rein seminaristischem Unterricht (TradSU) hin zu wöchentlichem Einsatz der aktivierenden Methoden JiTT/PI (s. Kap. 1). Es werden Prüfungsverhalten und -ergebnisse von je drei aufeinanderfolgenden Studienjahren vor und nach der Umstellung zusammengefasst und verglichen. Aufgrund des Umstellungszeitraums sowie eines zwischenzeitlich veränderten Prüfungsablaufes ist eine Vergleichbarkeit nur für die Studienjahre 2003/04 bis 2005/06 und 2014/15 bis 2016/17 gegeben.

2.2 Zusätzliche Einflussfaktoren

Neben der Umstellung der Lehrmethode könnten folgende Faktoren möglicherweise einen Einfluss auf das Prüfungsverhalten haben:

¹ Der standardisierte Mechanik-Konzepttest FCI ist ein formelfreier Multiple-Choice-Test, der sowohl vor als auch nach dem Physikkurs durchgeführt werden kann. Die Originalversion von Hestenes, Wells und Swackhammer (1992) wurde 1995 von Halloun, Hake, Mosca und Hestenes überarbeitet und von Mazur (1997) publiziert.

Änderungen von Studiensystem und Prüfungsordnung:

- Zwischen den untersuchten Zeiträumen TradSU und JiTT/PI erfolgte eine Umstellung des Studiengangs von Diplom auf Bachelor unter Beibehaltung der fachlichen Inhalte in Umfang und Niveau. Die Prüfungsmodalitäten in den betrachteten Zeiträumen waren – bis auf die Kürzung von 120 min auf 90 min Prüfungsdauer – gleich.
- Ebenfalls umgestellt wurde die Anmeldung zum ersten Prüfungsversuch von freiwilliger (TradSU) zu Pflichtanmeldung² (JiTT/PI) zum erstmöglichen Zeitpunkt.

Aspekte der Persönlichkeiten

- Die persönliche Entwicklung des Dozenten über 15 Jahre wirkt sich möglicherweise auf Unterricht und Prüfungen aus. Insbesondere wurden im Zuge der Umstellung der Lehrform auch mehr Konzept- und Verständnisfragen gestellt, die als schwieriger gelten.³
- Die sich über die Jahre ändernde Sozialisation der Studierenden insbesondere im Kontext der Digitalisierung könnte ebenso einen Einfluss haben.

2.3 Einteilung der Prüfungsversuche

Das Modul Physik für Wirtschaftsingenieure erstreckt sich mit insgesamt 6 SWS „Vorlesung“ und 2 SWS Praktikum über die ersten beiden Studiensemester und wird durch eine schriftliche Klausur am Ende des zweiten Semesters abgeschlossen. Eine zu diesem erstmöglichen Zeitpunkt erbrachte Prüfungsleistung

wird im Folgenden als erstmöglicher Versuch (1!) bezeichnet. Innerhalb der Perioden JiTT/PI und TradSU wurden jeweils drei erstmögliche Prüfungen (1!) analysiert.

Nach dem ersten Studienjahr kann die Klausur am Ende jeden Semesters abgelegt werden. Das heißt, Wiederholungsprüfungen und geschobene Prüfungen⁴ können sowohl im Sommer als auch im Wintersemester abgelegt werden. Im Folgenden wird zwischen späteren Versuchen (1+) und finalen Versuchen (3!) unterschieden.

Spätere Versuche (1+) bezeichnet dabei einerseits Prüfungsversuche, die von Studierenden zwar erstmalig, nicht jedoch zum erstmöglichen Termin abgelegt werden, sowie Zweitversuche. Drittversuche, d. h. Wiederholungsprüfungen, die bei Nichtbestehen zur vorzeitigen Beendigung des Fachstudiums führen, werden als finale Versuche (3!) unterschieden.

Zur Untersuchung des Prüfungsverhaltens in späteren (1+) und finalen Versuchen (3!) wurden jeweils die Prüfungen im Sommersemester des betrachteten Studienjahres, sowie des darauffolgenden Wintersemesters ausgewertet. Es handelt sich also nicht um die Auswertung von Kohorten, sondern es werden die Prüfungsleistungen (1+) und (3!) zu diesen jeweils sechs Prüfungszeitpunkten für TradSU und JiTT/PI ausgewertet.

Eine Übersicht der Prüfungszeiträume sowie der Anzahl der erbrachten Prüfungsleistungen unterschieden nach Prüfungsversuch findet sich in Tabelle 1.

² Bei der Pflichtanmeldung kann der Prüfungsantritt nur mittels ärztlichen Attests und Antrag beim Prüfungsamt umgangen werden.

³ Prof. Dr. Peter Riegler (Ostfalia-Hochschule) bestätigt diese Einschätzung mit Erfahrungen aus seinen regelmäßig angebotenen Weiterbildungen für Hochschullehrende: „[...] Die Evidenz ist anekdotisch, aber konsistent. Praktisch immer, wenn Kollegen oder in Workshops Lehrende Prüfungsaufgaben von mir sehen, höre ich etwas in der Art „Das ist für meine Studierenden viel zu schwer“, „Wie viele fallen da durch?“, „So was habe ich früher mal gefragt - war viel zu schwer.“ (persönliche Kommunikation, 1. Juni 2019).

⁴ Geschobene Prüfungen entsprechen Prüfungen, die nicht zum nächstmöglichen Zeitpunkt wahrgenommen wurden. Die Art des Verhinderungsgrundes wurde nicht berücksichtigt.

Lehrform		Traditioneller seminaristischer Unterricht (TradSU)				Aktivierende Lehrmethoden (JiTT/PI)		
		Studienjahre (SJ)				Studienjahre (SJ)		
	Σ	WS03/04 + SS04	WS04/05 + SS05	WS05/06 + SS06	Σ	WS14/15 + SS15	WS15/16 + SS16	WS16/17 + SS17
# Studienanfänger zum WS des SJ	230	71	79	80	373	114	172	87
# der im SS des SJ rückgemeldeten Studienanfänger	223	67	77	79	339	107	154	78
Prüfungszeitpunkt erstmögl. Versuch (1!)	Nur SS: SS04-06	SS04	SS05	SS06	Nur SS: SS15-17	SS15	SS16	SS17
# Prüfungsanmeldungen erstmögl. Versuch (1!)	207	64	73	70	288	106	113	69
# Prüfungsteilnehmer (Δ # Prüfungsleistungen) erstmögl. Versuch (1!)	126	39	44	43	232	88	87	57
Prüfungszeitpunkt spätere und finale Versuche (1+, 3!)	SS04 bis WS06/07	SS04 + WS04/05	SS05 + WS05/06	SS06 + WS06/07	SS15 bis WS17/18	SS15 + WS15/16	SS16 + WS16/17	SS17 + WS17/18
# Prüfungsleistungen alle Versuche (1!, 1+, 3!)	287	92	98	97	354	127	127	100

Tab. 1: Auflistung der Studienanfängerzahlen sowie der Grundgesamtheiten erbrachter Prüfungsleistungen der untersuchten Studienjahre (SJ) und deren Summe (Σ). Letztere wurde für die Gesamtperiode TradSU bzw. JiTT/PI ausgewertet. (#: Anzahl, WS: Wintersemester, SS: Sommersemester).

Es wurden nur Prüfungsleistungen gezählt und ausgewertet, die tatsächlich erbracht wurden. D.h. Prüfungen, die unentschuldig nicht angetreten werden (vom Prüfungsamt automatisch als nicht bestanden bewertet), sind nicht in die Studie eingegangen. Auch während der Prüfung abgebrochene

Versuche, die nachträglich per Attest annulliert wurden, sind nicht berücksichtigt. Dieses Prüfungsverhalten fließt damit in gleicher Form in die Studie ein wie von vornherein geschobene Erstversuche (Gruppe 1+).

2.4 Anzahl Studienanfänger/innen

Die Anzahl der Studienanfänger/innen der untersuchten Studienjahre sind in Tab. 1 angegeben. Dabei wird unterschieden zwischen Studierenden, die im Wintersemester neu im Studiengang immatrikuliert waren, und deren Rückmeldungen zum Sommersemester. Der zu beobachtende Schwund wird verursacht durch Studienabbruch bzw. Wechsel des Studienfachs. Im Verlaufe des 2. Semesters erfolgt die Anmeldung der Studienanfänger zur erstmöglichen Prüfung (1!). Der Rückgang im Vergleich zu den Rückmeldungen weist auf weiteren Schwund hin.

2.5 Statistische Methoden

Um die in der Untersuchung beobachteten Anteilsunterschiede in der Gruppe JiTT/PI und der Gruppe TradSU auf ihre statistische Signifikanz hin zu untersuchen, wurden mit der Statistik-Software R (R Core Team, 2018) einseitige und zweiseitige Zwei-Proportionen Z-Tests mit Yates Stetigkeitskorrektur (Newcombe R. G., 1998) durchgeführt.⁵ Für die statistische Bewertung der Forschungsfragen wurden die Ergebnisse der zu den Fragen passenden einseitigen Tests verwendet. Die Besetzungszahlen in den verwendeten Kontingenztabelle sind ausreichend groß für die Verwendung der asymptotischen Tests. Die Ergebnisse der asymptotischen Tests wurden mithilfe des exakten Tests von Fisher (Agresti, A., 2002) überprüft.

⁵ Die statistischen Analysen wurden durchgeführt von Prof. Dr. Ulrich Wellisch, Fachgruppe Statistik, TH Rosenheim.

3. Ergebnisse

3.1 Prüfungsergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Analyse der Klausurergebnisse der Studienanfänger zum erstmöglichen Prüfungszeitpunkt (1!). Im für das Bestehen der Klausur relevanten Bereich ist kein Einfluss der Lehrform auf die erbrachte Klausurleistung festzustellen.

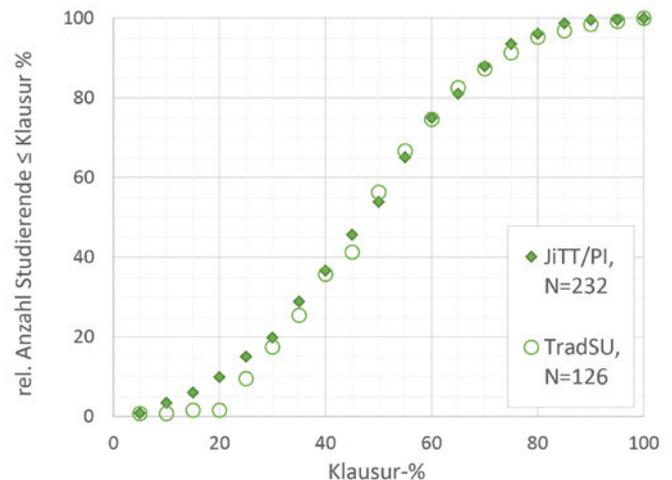


Abb. 1: Summenkurve der erbrachten Klausurleistungen der Studienanfänger in der erstmöglichen Prüfung (1!) für je drei Studienjahre vor (○) und nach (♦) der Umstellung der Lehrform. Aufgetragen sind die relative Anzahl der Studierenden über dem von ihnen maximal erreichten prozentualen Anteil an Klausurpunkten, (z. B. haben 80% der Teilnehmenden weniger als 65% der Klausurpunkte erreicht.) N bezeichnet die Anzahl der in der jeweiligen Gruppe eingegangenen Prüfungsleistungen.

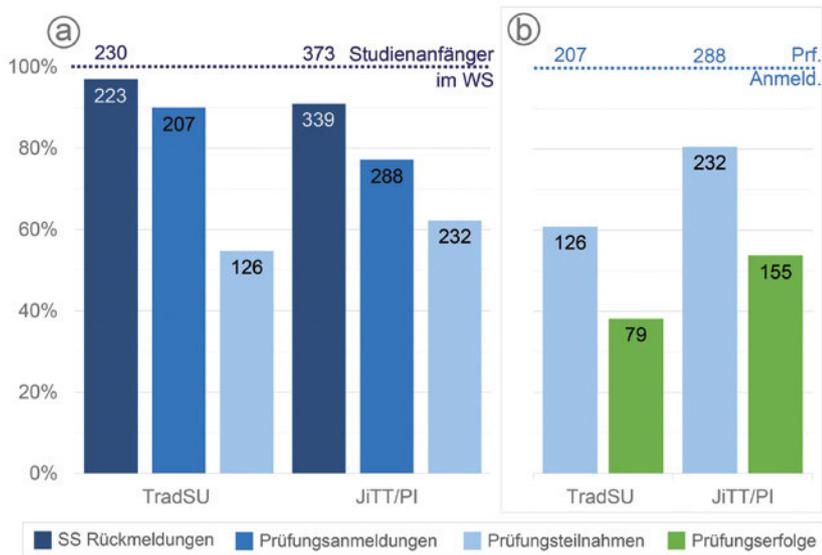


Abb. 2a (links): Verbleibensquoten der Studienanfänger vom WS zum SS, d. h. Rückmeldungen zum SS sowie Prüfungsanmeldungen und Prüfungsteilnahmen zum erstmöglichen Zeitpunkt (1!)

Abb 2b (rechts): Prüfungsteilnahmen und Prüfungserfolge in der erstmöglichen Prüfung (1!) bezüglich der jeweiligen Anzahl der Prüfungsanmeldungen. Die Zahlen in und über den Balken des Diagramms sind Absolutzahlen. Aufgetragen sind jeweils die über die drei untersuchten Studienjahre summierten Anzahlen.

3.2 Prüfungsverhalten der Studienanfänger

Im zweiten Teil dieser Studie wurden die Verbleibensquote und das Prüfungsverhalten der Studienanfänger im ersten Studienjahr untersucht. Die Ergebnisse sind in Abb. 2 visualisiert. Es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den beiden Gruppen: Der Schwund Studierender vom WS zum SS sowie nochmals zur Physik-Prüfungsanmeldung (1!) im SS ist für JiTT/PI jeweils sehr signifikant (p -Wert=0,0034 bzw. p -Wert=0,0036) größer als für TradSU.^{6, 7} Im Zeitraum der aktivierenden Lehrmethoden JiTT/PI brechen also mehr Studierende frühzeitig innerhalb des ersten Studienjahres das Studienfach ab.

Gleichzeitig nehmen prozentual signifikant mehr der mit JiTT/PI unterrichteten Studierenden an der Prüfung (1!) teil. Dies gilt sowohl bezogen auf die Studienanfänger (Teilnehmer bezogen auf Studienanfänger: 62% JiTT/PI vs. 55% TradSU, siehe Abb. 2a)

⁶ Der Anteil der Studienanfänger, die sich im WS im Studienfach angemeldet und im folgenden SS rückgemeldet haben, ist in der Gruppe JiTT/PI sehr signifikant (p -Wert: 0,0034) kleiner als in der Gruppe TradSU.

⁷ Der Anteil der Studienanfänger, die sich im SS rückgemeldet haben und sich dann zur erstmöglichen Prüfung (1!) angemeldet haben, ist in der Gruppe JiTT/PI sehr signifikant (p -Wert: 0,0036) kleiner als in der Gruppe TradSU.

als auch auf die Prüfungsanmeldungen (Teilnehmer bezogen auf Prüfungsanmeldungen: 81% JiTT/PI vs. 61% TradSU, siehe Abb. 2b).^{8, 9}

3.3 Bestehensquote aller Prüfungen

Abbildung 3 zeigt die Anteile der bestandenen und nicht bestandenen Prüfungen für alle Versuchstypen (1!, 1+, 3!) in den jeweils betrachteten Zeiträumen für TradSU bzw. JiTT/PI.

Die Prüfungsversuche zum erstmöglichen Zeitpunkt der Studienanfänger zeigen annähernd gleiche Bestehensquoten (64% bei TradSU zu 67% bei JiTT/PI).¹⁰ Dies bestätigt das Ergebnis aus 3.1., dass die erbrachte Prüfungsleistung konstant bleibt.

Allerdings ist die Zahl der (1!)-Prüfungsteilnehmer relativ zur Anzahl der Studienanfänger im Zeitraum der Lehrmethoden JiTT/PI höher (Abb. 2a), so dass relativ mehr Studierende den erstmöglichen Versuch (1!)

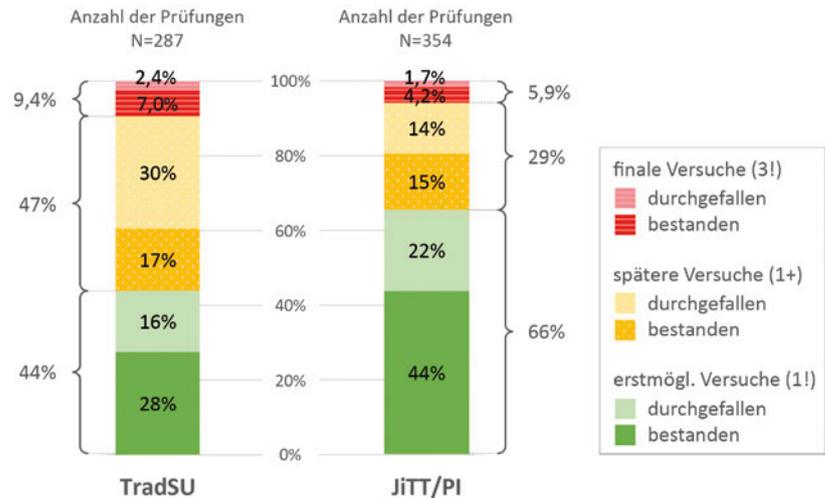


Abb. 3: Bestandene und nichtbestandene Prüfungen bezogen auf die Gesamtzahl der Prüfungen (287 für TradSU, 354 für JiTT/PI) aufgeschlüsselt nach Art des Prüfungsversuchs. Versuche zum erstmöglichen Zeitpunkt (1!) sind grün dargestellt (entspricht den in Abb. 1 und 2 untersuchten Prüfungen), spätere Versuche (1+, gelb gepunktet), finale Versuche (3!, rot gestreift); dunkler Farbton: jeweils bestanden, heller Farbton: jeweils durchgefallen.

⁸ Der Anteil der Studienanfänger, die im folgenden SS an der erstmöglichen Prüfung (1!) teilgenommen haben, ist in der Gruppe JiTT/PI signifikant (p-Wert: 0,043) größer als in der Gruppe TradSU.

⁹ Der Anteil der zur erstmöglichen Prüfung (1!) angemeldeten Studienanfänger, die an dieser teilgenommen haben, ist in der Gruppe JiTT/PI hoch signifikant (p-Wert: 1,1e-06) größer als in der Gruppe TradSU.

¹⁰ Der Anteil der Studienanfänger, die an der erstmöglichen Prüfung (1!) teilgenommen und diese bestanden haben, ist in der Gruppe JiTT/PI nicht signifikant (p-Wert: 0,25) größer als in der Gruppe TradSU.

bestehen.¹¹ Folglich gibt es weniger Teilnehmer bei späteren (1+)¹² und finalen (3!) Versuchen und entsprechend ist der Anteil der Prüfungsversuche zum erstmöglichen Zeitpunkt (1!) relativ zur Gesamtzahl der Prüfungen mit 66% für JiTT/PI deutlich höher als die 44% bei TradSU (Abb. 3).

Auch ist die Bestehensquote bei späteren Versuchen (1+) unter aktivierenden Lehrmethoden mit 52% für JiTT/PI vs. 36% für TradSU sehr signifikant höher¹³ (s. Abb. 3). Der Anteil der Finalversuche (3!) ist folgerichtig bei den Lehrmethoden JiTT/PI mit 5,9% geringer als beim TradSU mit 9,4% (s. Abb. 3). Die Bestehensquote dieser Prüfungsversuche ist aufgrund kleiner Absolutzahlen wenig aussagekräftig.

Aus den gezeigten Daten ergeben sich die Bestehensquoten der erstmöglichen Versuche (1!) zu 64% (TradSU) bzw. 67% (JiTT/PI) sowie die Bestehensquoten für spätere Versuche (1+) zu 36% (TradSU) bzw. 52% (JiTT/PI).

4. Interpretation der Ergebnisse

Der mit dem FCI-Test nachgewiesene signifikant höhere Verständniserfolg mittels aktivierender Lehrformen JiTT/PI im Vergleich zu TradSU (Kap. 1, Stanzel et al. 2019) scheint sich in den Klausurergebnissen nicht widerzuspiegeln (Abb. 1).

Berücksichtigt man jedoch zusätzlich das Teilnahmeverhalten an den Prüfungen (Abb. 2), zeigt sich ein Vorteil von JiTT/PI gegenüber TradSU. Da die Teilnahmequote bezogen auf die Prüfungsanmeldungen im Zeitraum der Lehrmethoden JiTT/PI mit 81% um 20% hoch signifikant höher⁹ ist als für TradSU, ergibt sich zusammen mit der ähnlichen Erfolgsquote: Es bestehen zusätzlich 16% der Studienanfänger die Prüfung im erstmöglichen Versuch (1!) (Abb. 2b), die im Zeitraum TradSU überhaupt nicht an dieser Prüfung (1!) teilnahmen. Diese Zunahme ist mit einem p-Wert von 0,00041 hoch signifikant.¹⁴

Die höhere (1!)-Teilnahmequote kann ihre Ursache sowohl in der Lehrmethode JiTT/PI als auch in der verpflichtenden Prüfungsanmeldung im Zeitraum der Methoden JiTT/PI im Gegensatz zum Vergleichszeitraum haben. Unabhängig davon ist anzunehmen, dass bei der freiwilligen Prüfungsanmeldung im Vergleichszeitraum TradSU vor allem diejenigen Studierenden an der Prüfung nicht teilnahmen, die sich ungenügend vorbereitet fühlten und mit höherer Wahrscheinlichkeit die Prüfung nicht bestanden hätten. Demzufolge wäre zu erwarten, dass im Zeitraum JiTT/PI auf Grund der verpflichtenden Prüfungsteilnahme die Erfolgsquote in der Prüfung geringer ist als bei der freiwilligen Prüfungsteilnahme. Dagegen zeigt jedoch die Abb. 1, dass die Klausurleistungen im Zeitraum JiTT/PI trotz höherer Teilnahmequote unverändert sind. Mit den aktivierenden Methoden JiTT/PI bestehen also signifikant mehr Studierende auf Antrieb die Physikprüfung¹¹, wobei in der Gesamtheit ebenso gute Ergebnisse erzielt werden (Abb. 1). Dieser Befund bestätigt die Aussagen der Metastudie von Freeman et al. (2014).

¹¹ Der Anteil der Studienanfänger, die im folgenden SS an der erstmöglichen Prüfung (1!) erfolgreich teilgenommen haben, ist in der Gruppe JiTT/PI signifikant (p-Wert: 0,047) größer als in der Gruppe TradSU. Die Überprüfung anhand des exakten Tests nach Fisher (s. Methoden, Abschnitt 2.5) bestätigte mit einem p-Wert von 0,046 dieses Ergebnis.

¹² Der Anteil der späteren Prüfungsversuche (1+) bezogen auf die Gesamtzahl der absolvierten Prüfungen ist in der Gruppe JiTT/PI hoch signifikant (p-Wert: 1,6e-06) kleiner als in der Gruppe TradSU.

¹³ Der Anteil der späteren Prüfungsversuche (1+), die absolviert und bestanden wurden, ist in der Gruppe JiTT/PI sehr signifikant (p-Wert: 0,0024) größer als in der Gruppe TradSU.

¹⁴ Der Anteil der Studienanfänger, die sich zur erstmöglichen Prüfung (1!) angemeldet und an dieser erfolgreich teilgenommen haben, ist in der Gruppe JiTT/PI hoch signifikant (p-Wert: 0,00040) größer als in der Gruppe TradSU.

Auffallend ist zudem, dass im JiTT/PI-Zeitraum, geprägt durch fachliche Diskussionen im Unterricht und kontinuierliches Feedback (s. Kap. 1), relativ mehr Studierende im ersten Studienjahr das Studium abbrechen bzw. wechseln, sichtbar an den sehr signifikant höheren frühzeitigen Schwundquoten^{6,7} (Abb. 2a).

Da prozentual mehr Studierende am erstmöglichen Versuch (1!) teilnehmen⁹ und diesen bestehen¹⁴ (Abb. 3), gibt es entsprechend weniger spätere Prüfungsversuche (1+).¹² Diese betreffen zumeist Studierende mit größeren Schwierigkeiten im Fach Physik. In der Gruppe JiTT/PI werden spätere Prüfungsversuche (1+) mit deutlich höherer Rate bestanden als in der Gruppe TradSU.¹³ Auch bei größerem zeitlichen Abstand zwischen Lehrveranstaltung und der Prüfung (1+) in einem späteren Semester zeigt sich demnach ein nachhaltigerer Verständnisgewinn der mit JiTT/PI unterrichteten Studierenden. Diese Beobachtung deckt sich mit der u. a. bei Direnga, Brandley, Timmermann, Brose und Kautz (2015) bereits grundlegend nachgewiesenen Langzeitwirkung aktivierender Lehrmethoden.

In Folge des signifikant höheren Anteils an bestandenen Prüfungen zum erstmöglichen (1!)^{11, 14} sowie zu späteren Versuchen (1+)¹³ reduzieren sich finale Versuche (3!) unter Verwendung der Methoden JiTT/PI zum Vergleichszeitraum TradSU (Abb. 3).

Es lässt sich somit ein positiver Einfluss der aktivierenden Lehrmethoden JiTT/PI auf das studentische Prüfungsverhalten bzw. die Prüfungsleistungen in allen Versuchstypen (1!, 1+, 3!) feststellen. In Summe bewirken alle beobachteten Effekte eine frühere erfolgreiche Teilnahme an der Prüfung im Modul Physik oder frühzeitigeren Studienfachabbruch.

5. Fazit

Diese Studie zeigt den positiven Effekt auf, den die Lehrmethoden JiTT und PI auf die Prüfungsperformance in Physik haben können. Da prozentual mehr Studierende den Prüfungsversuch zum erstmöglichen Zeitpunkt antreten und diesen mit der gleichen Rate bestehen wie im Vergleichszeitraum mit traditionellem seminaristischem Unterricht (TradSU), legt ein größerer Anteil auf Anhieb die Prüfung im Modul Physik erfolgreich ab. Für die Prüfungen zu einem späteren Zeitpunkt, inklusive der Wiederholungsprüfungen, ist die Bestehensquote sogar höher als mit TradSU. Zusätzlich indiziert die höhere Schwundquote im ersten Studienjahr, dass die Studierenden ihre Erfolgchancen frühzeitiger realistisch einschätzen. Die durch JiTT und PI in besonderem Maße geförderte Kompetenz der Selbstreflexion könnte wesentlich zu diesen Effekten beitragen.

All diese Aspekte fördern einen gestrafften Studienablauf, der frühzeitig Misserfolg und Erfolg aufzeigt. Die Umstellung der Lehrform von TradSU auf aktivierende Lehre aus einer Kombination von JiTT und PI führt zu einer positiven Entwicklung der Arbeitsweise und des Prüfungsverhaltens insbesondere gleich zu Beginn des Studiums. Durch die aktivierenden Methoden werden auch schwächere Studierende von Anfang an gut integriert.

Literatur

Agresti, A. (2002): *Categorical data analysis*. Second edition. New York: Wiley. pp. 91-101

Crouch, C. H., Mazur, E. (2001): *Peer Instruction: Ten years of experience and results*, *American Journal of Physics* 69 (9), 970

- Direnga, J., Presentati, B., Timmermann, D., Brose, A., Kautz, C.H. (2015): Does it stick? - Investigating long-term retention of conceptual knowledge in mechanics instruction. 122nd ASEE Annual Conference & Exposition, (Paper ID #13219). Seattle, USA: American Society for Engineering Education
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. and Wenderoth, M. P. (2014): Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A* 111 (23), pp. 8410-8415
- Hake, R. (1998): Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses, *American Journal of Physics* 66 (1), pp. 64-74
- Hestenes, D., Wells, M., Swackhammer, G. (1992): Force Concept Inventory, *Phys. Teach.* 30 (3), pp. 141-151
- Junker, E., Schäfle, C., Stanzel S. (2016). JiTT und PI im stürmischen Physikalltag: Warum, wie, weshalb? Ein Erlebnisbericht aus Sicht der Dozierenden. DiNa 12/2016 - HD MINT Sonderausgabe „Wege zum Verständnis bauen“: Das Projekt HD MINT, 99-116. Download unter: <https://diz-bayern.de/publikationen/dina> bei DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik (letzter Abruf: 12.04.2019)
- Kashy, D. A., Albertelli, G., Bauer, W., Kashy, E., Thoennesen, M. (2003): Influence of non-moderated and moderated discussion sites on student success. *Asynchronous Learning Networks*, 7 (1), pp. 31-36
- Kortemeyer, G., Kashy, E., Benenson, W., Bauer, W. (2008): Experiences using the open-source learning content management and assessment system lon-capa in introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 76, pp. 438-444
- Kortemeyer, G., Riegler, P. (2010): Large-Scale E-Assessments, Prüfungsvor- und -nachbereitung, Erfahrungen aus den USA und aus Deutschland. *Zeitschrift für E-Learning*, 2010 (01), S. 8-22
- Mazur, E. (1997): *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. Deutsche Übersetzung: Mazur, E. (2017): *Peer Instruction – Interaktive Lehre praktisch umgesetzt* (G. Kurz und U. Harten, Hrsg.). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum
- Newcombe, R. G. (1998): Interval Estimation for the Difference Between Independent Proportions: Comparison of Eleven Methods. *Statistics in Medicine*, 17, pp. 873-890
- Novak, G. M., Patterson, E. T., Gavrin, A. D. (1999): *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall
- R Core Team (2018): *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Download unter: <http://www.R-project.org/> (letzter Abruf: 06.06.2019)
- Riegler, P., Ostfalia-Hochschule (05.05.2010): vitaMIN(T) Lehre [Videodatei]. Abgerufen von <https://www.youtube.com/watch?v=jzq92bHlJms> (letzter Abruf: 12.04.2019)
- Schäfle, C., Junker, E., Stanzel, S., Zimmermann, M. (2017): Aktivierung in heterogenen Gruppen: Was MINT-Lehre bewirken kann. Teil 1: Aktivierende und konzeptorientierte Lehrmethoden. Teil 2: Die Heterogenität der Studienanfänger in den Ingenieurstudiengängen: Messungen mit dem „Force Concept Inventory“. *Didaktik-Nachrichten*, 06/2017, S. 3-39. Download unter: <https://diz-bayern.de/publikationen/dina> bei DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik (letzter Abruf: 12.04.2019)

Stanzel, S., Junker, J., Schäfle, C. (2019): Impact of interactive teaching methods on heterogeneity. In: Teaching Physics for Understanding Engineering. PTEE 2019 - Proceedings of the 10th international conference on physics teaching for engineering education 23 - 24 May 2019. Delft: The Hague University of Applied Sciences. Abgerufen von http://sefiphysics.be/mirror_PTEE2019/proceedings/ (letzter Abruf: 11.06.2019)

Zinger, B., Franzen, O., HD MINT TH Nürnberg (26.07.2016): Just in Time Teaching an der TH Nürnberg [Videodatei]. Abgerufen von <https://www.youtube.com/watch?v=1ImPB5ghsHw> (letzter Abruf: 12.04.2019)

Zinger, B., Franzen, O., HD MINT TH Nürnberg (08.08.2016): Peer Instruction an der TH Nürnberg [Videodatei]. Abgerufen von <https://www.youtube.com/watch?v=yUNYbkillcs> (letzter Abruf: 12.04.2019)

Angaben zu den Autorinnen und zum Autor

Dr. Franziska Graupner
Studium der Physik in München, Edinburgh und St. Andrews, Promotion an der LMU München im Bereich Ultraschnelle Fluoreszenzspektroskopie, Lehrbeauftragte an der TH Rosenheim. Seit 2017 Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Hochschuldidaktikprojekt PRO-Aktiv.

Prof. Dr. Elmar Junker
Diplomphysiker. Zwölf Jahre industrielle Entwicklungsprojekte. Lehrt Physik, Bauphysik und Astronomie in verschiedenen Studiengängen, inkl. Wirtschaftsingenieurwesen an der TH Rosenheim. Organisiert den Fachdidaktik-Arbeitskreis Mathematik-Physik am DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik in Ingolstadt. Ars-legendi-Fakultätenpreis 2017 im Team mit Stanzel und Schäfle.

Prof. Dr. Silke Stanzel
Diplomphysikerin. Zehnjährige Industrietätigkeit in der Halbleiterbranche. Lehrt Physik, Thermodynamik und Wärmeübertragung. Ars legendi-Fakultätenpreis 2017 im Team mit Schäfle und Junker.

Alle Autoren: Technische Hochschule Rosenheim, Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften, Hochschulstr. 1, 83024 Rosenheim, www.th-rosenheim.de/pro-aktiv.html, pro-aktiv@th-rosenheim.de

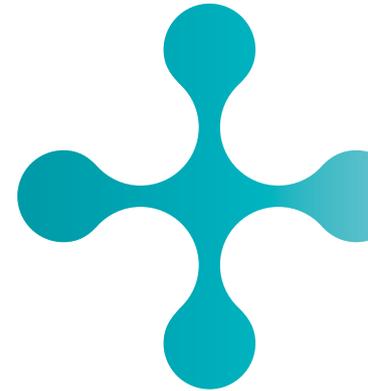
Wir danken dem Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst für die Förderung im Rahmen von MINTerAKTIV. Unser besonderer Dank gilt zudem unserem Kollegen Prof. Dr. Ulrich Wellisch (Fachbereich Mathematik an der TH Rosenheim), der für uns die Signifikanzanalysen durchführte.



Erfolgreicher
Studienstart

Aktive Studierende von Anfang an – Mathematik-Brückenkurse zum Studieneinstieg

Ingrid Bennecke, Kathrin Thiele
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften



Zusammenfassung

Am Zentrum für erfolgreiches Lehren und Lernen (ZeLL), dem hochschuldidaktischen Zentrum der Ostfalia Hochschule, bietet die Fachgruppe Mathematik Unterstützungsangebote für Studierende in der Studieneingangsphase an. Eines dieser Angebote beinhaltet zweiwöchige Brückenkurse vor Beginn des Studiums, wie sie an vielen Hochschulen üblich sind. Primäres Ziel ist die Auffrischung und Festigung des mathematischen Grundlagenwissens. Des Weiteren soll bei den Teilnehmenden das Lernverhalten und die Haltung zur Mathematik verbessert werden. Das Konzept setzt auf Interaktion und aktivierende Lehrmethoden (z. B. Gruppenarbeit, Peer Discussion uvm.) und Übernahme von Verantwortung für den eigenen Lernerfolg. Im Artikel werden die Rahmenbedingungen, Ziele und das didaktische Konzept dieser Kurse dargestellt. Des Weiteren wird die zugehörige Schulung für die Lehrenden beschrieben, mit der die Umsetzung des didaktischen Konzeptes unterstützt wird. Zur Evaluation der Kurse wurde eine Methode verwendet, die das Verhalten der Lehrenden und Lernenden während der Veranstaltung dokumentiert. Die so erhobenen Daten werden vorgestellt und bewertet.

1. Ausgangslage

An der Ostfalia Hochschule werden in vielen Fakultäten vor Semesterbeginn zweiwöchige Mathematikurse angeboten, in denen mathematische Grundlagen wiederholt und gefestigt werden. Dieses Angebot existiert schon seit vielen Jahren. Die Erfahrung zeigt, dass gerade Studierende mit großen Defiziten Schwierigkeiten haben, die mathematischen Inhalte auf Übungsaufgaben zu übertragen und diese gewinnbringend zu bearbeiten. Sie können sich kaum beteiligen, sondern warten auf die Präsentation der Rechenwege und Ergebnisse. Eine intensive Auseinandersetzung mit den behandelten Themen wird so nicht ermöglicht.

Neben den Schwierigkeiten mit der Mathematik gibt es weitere Faktoren, die einen erfolgreichen Studieneinstieg behindern können. Viele Studierende waren bisher in Schule oder Ausbildung mit einer passiven Konsumhaltung (Zuhören, Mitschreiben, Nachmachen) erfolgreich. Oft fehlen Strategien zum selbständigen Arbeiten sowie eine geeignete Selbsteinschätzung (Bennecke & Wagner, 2017). Da die aktive Beteiligung der Studierenden positive Auswirkungen auf Kompetenzerwerb und Lernzuwachs hat (Hake, 1998), wurden diese Kurse von Mathematikdidaktikerinnen und -didaktikern des ZeLL neu konzipiert. Ziel ist es, eine Lernumgebung zu schaffen, in der möglichst viele Teilnehmende sich aktiv beteiligen und einbringen.

Diese sogenannten Brückenkurse nach dem neuen Konzept werden an der Ostfalia Hochschule seit 2012 durchgeführt. Aktuell werden an fünf Fakultäten die neuen Brückenkurse angeboten (insgesamt 26 Kurse im WS 18/19). Traditionelle Vorkurse werden ebenfalls an fünf Fakultäten durchgeführt.

2. Konzeption und Ziele der Mathematik-Brückenkurse

Bei der Konzeption der neuen Brückenkurse wurden die mathematischen Inhalte nur wenig angepasst und ergänzt. Wesentlich waren überfachliche Ziele, die den Studierenden den Einstieg ins Studium erleichtern sollen. Hier liegt der Fokus darauf, dass die Studierenden sich aktiv beteiligen, Verantwortung für ihr Lernen übernehmen und die Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten verbessern. Wichtige Aspekte zum Erreichen dieser Ziele sind die folgenden:

Studierende

- erarbeiten sich die Themen möglichst selbstständig.
- bilden Lerngruppen.
- unterstützen sich gegenseitig bei Fragen und Schwierigkeiten.
- gewinnen Sicherheit durch das erfolgreiche Bearbeiten von Aufgaben.
- erkennen, wo ihre Schwierigkeiten liegen und holen sich ggf. Hilfe.
- beteiligen sich aktiv z. B. durch Fragen, Diskussionsbeiträge und die Präsentation eigener Ideen oder Lösungsvorschläge.

3. Didaktisches Konzept

Zur Erreichung der Ziele musste es Veränderungen geben an den Rahmenbedingungen, dem Lehrmaterial und dem Handeln der Lehrenden. Den Lehrenden kommt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle zu, so dass wir uns entschieden haben, eine obligatorische Schulung durchzuführen. Im Einzelnen umfasst das Konzept die folgenden Punkte:

1. Rahmenbedingungen

Die Kurse finden weiterhin an zehn Tagen direkt vor dem eigentlichen Studienbeginn statt. Um individuell auf die Studierenden eingehen zu können, Diskussionen im Plenum zu ermöglichen und möglichst alle in das Kursgeschehen einzubinden, ist die Kursgröße auf maximal 25 Personen beschränkt. Jeder Kurs wird durchgängig sechs Stunden pro Tag von derselben Lehrperson betreut. Dies erleichtert das gegenseitige Kennenlernen und unterstützt die Entwicklung einer vertrauensvollen und angstfreien Lernatmosphäre. Phasen der Stoffvermittlung, des selbstständigen Arbeitens und der Diskussion von Ergebnissen werden flexibel verteilt und den Bedürfnissen der Studierenden angepasst. Dabei wird Wert auf möglichst geringe Anteile an Präsentationen durch die Lehrenden gelegt.

2. Lehrmaterial

Um die Studierenden beim Lernen zu unterstützen, wurde ein Brückenkurskript entwickelt. Dieses unterstützt das selbständige Erarbeiten von Lerninhalten und bietet durch zahlreiche Fragen Gelegenheit zu Diskussionen und Reflexionen. In Anlehnung an konstruktivistische Lerntheorien (Piaget, 1985) wurde das Skript so aufgebaut, dass sich die Studierenden viele Rechenregeln durch geeignete Beispiele und Aufgaben selbst erarbeiten können.

3. Auswahl und Schulung der Lehrenden

Die Beschränkung auf maximal 25 Personen führt dazu, dass ein große Zahl an Kursen angeboten werden muß, um allen Interessierten die Teilnahme zu ermöglichen. Dies kann in der Regel nicht durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der entsprechenden Fakultäten abgedeckt werden. Um geeignete Lehrende für die Brückenkurse zu finden, gibt es eine Ausschreibung, die hochschulintern und an der TU Braunschweig veröffentlicht wird. Außerdem werden erfahrene Mathematiktutorinnen und -tutoren in den Fakultäten angesprochen. Voraussetzung für den Einsatz als Brückenkursleitung sind entsprechende Mathematikkenntnisse und Lehrerfahrung in diesem Bereich. Dies wird in einem Bewerbungsgespräch überprüft. Um die Umsetzung des didaktischen Konzeptes zu gewährleisten, nehmen alle Dozentinnen und Dozenten im Vorfeld an einer dreitägigen didaktischen Schulung teil, die für die Brückenkurse entwickelt wurde.

4. Brückenkursschulung

Am ZeLL wurde ein Schulungskonzept entwickelt, das Lehrende darauf vorbereitet, studierendenzentrierte Lehre mit aktivierenden Methoden in den Brückenkursen umzusetzen. Der Fokus liegt auch in der Schulung auf den Lernenden, um in dieser Fortbildung Kongruenz zwischen den Lerninhalten und den Vorgehensweisen zu erreichen. Die für die Brückenkurse genannten Ziele selbstständiges Erarbeiten von Themen, gegenseitige Unterstützung, das Gewinnen von Sicherheit, Erkennen von Schwierigkeiten, aktive Beteiligung und Übernahme von Verantwortung lassen sich direkt auf die Schulung übertragen. Nach dem Prinzip des „Pädagogischen Doppeldeckers“ (Wahl 2002) können die verwendeten Methoden auch in den Brückenkursen zum Einsatz kommen. Durch das eigene Erleben soll die Wirkung solcher Methoden bewusst gemacht werden.

Um die Dozentinnen und Dozenten zu befähigen, das Brückenkurskonzept umzusetzen, sind die folgenden Punkte Bestandteil der Schulung:

Teilnehmende

- erleben ein Framing der Veranstaltung (Orientierung, Erwartungsabfrage, Kennenlernrunde) und reflektieren die Wirkung auf ihre Befindlichkeit und die Arbeitsatmosphäre in der Gruppe.
- erleben aktivierende Methoden und Aufgabenstellungen (Peer-Diskussion, Gruppen-/Partnerarbeit, Think-Pair-Share, Kopfstand-Methode, Erproben einer Lehrsituation, kollegialen Austausch, Beobachtungs- und Reflexionsaufgaben).
- erarbeiten Prinzipien studierendenzentrierter Lehre.
- machen sich schwierige Situationen in der Lehre bewusst und erarbeiten Handlungsoptionen.
- lernen Feedbackregeln und eine Feedbackmethode kennen und erproben sie.
- erleben Beispiele für lehrenden- und studierendenzentriertes Handeln bei entsprechenden Lehrsimulationen
- sammeln Erfahrungen bei der Durchführung eines „Minitutoriums“ in Kleingruppen und bei der Beobachtung ihrer Kolleginnen und Kollegen.
- lernen erfahrene Dozentinnen und Dozenten kennen und tauschen sich aus.
- sind mit dem Skript vertraut und handlungsfähig.
- kennen die organisatorischen Rahmenbedingungen.

Die Schulung hat das Ziel, studierendenzentrierte Lehre zu etablieren. Am ersten Tag werden dazu theoretische Grundlagen erarbeitet. Am zweiten Tag geht es um die praktische Anwendung. Dabei orientiert sich die Schulung an den Schritten des Cognitive Apprenticeship (Modeling-Scaffolding-Fading-Coaching, Collins, Brown, Newman, 1989). Im ersten Schritt wird in einem Rollenspiel eine Lehrsituation mit Fokus auf die Studierenden

vorgeführt. Danach haben die Teilnehmenden Gelegenheit, ihre eigenen Vorstellungen mit dem Beobachteten abzugleichen. Dazu nutzen sie ihre im Vorfeld ausgearbeiteten Unterlagen zur Durchführung eines ca. 15-minütigen Tutoriums und überarbeiten diese entsprechend. Diese Tutorien bieten dann in Kleingruppen (4-5 TN und Leitung) die Möglichkeit, eigene Lehre im geschützten Rahmen zu erproben. Dabei gibt es ggf. Hinweise und Unterstützung und anschließend Feedback von den Peers und einer Didaktikerin/einem Didaktiker des ZeLL. Schließlich gehört noch eine Hospitation in den ersten Tagen des Brückenkurses zum Schulungskonzept, hier bietet sich noch einmal Gelegenheit zu Beratung und Reflexion.

Der dritte Tag der Schulung dient vorwiegend dem Austausch zwischen erfahrenen und neuen Dozentinnen und Dozenten, außerdem bleibt Zeit zur Klärung organisatorischer Fragen.

5. Evaluation der neu konzipierten Kurse

Bei der Evaluation wurden die Aktivitäten von Lehrenden und Studierenden beobachtet und protokolliert. Um die Aktivierung durch das neue Konzept zu beurteilen, wurden zum Vergleich auch traditionelle Vorkurse der Hochschule evaluiert. Diese haben denselben zeitlichen Umfang wie die Brückenkurse, sind aber deutlich anders organisiert. Jeder Tag beginnt mit einer zweistündigen Vorlesung, die oft von einer Mitarbeiterin oder einem Mitarbeiter der Fakultät gehalten wird. Die Anzahl der Teilnehmenden variiert hier zwischen 25 und über 60. Im Anschluss haben die Studierenden Gelegenheit, das Thema anhand von Übungsaufgaben selbstständig zu vertiefen. In einigen Fakultäten erhalten sie dabei Unterstützung von studentischen Tutorinnen und Tutoren. Zum Abschluss des Tages werden die Aufgaben und Lösungen in Tutorien (bis zu 25 Studierende) besprochen oder vorgerechnet.

5.1 Datenerhebung

Im September 2018 wurden 8 traditionelle Vorkurse (davon 4-mal der Vorlesungsteil und 4-mal eine Übung) und 23 Brückenkurse nach neuem Konzept beobachtet. Über einen Zeitraum von jeweils ca. 90 Minuten wurde von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Hochschuldidaktik ein Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM (COPUS) angefertigt (s. Smith, Jones, Gilbert & Wiemann, 2013). In diesen Protokollen werden für 2-Minuten Intervalle jeweils die Tätigkeiten der Studierenden und der Lehrenden nach vorgegebenen Kategorien (s. Tabelle 1) aufgezeichnet.

Mehrfachnennungen sind dabei möglich. Nach Untersuchungen an der Ostfalia Hochschule (Wirthgen, Munt, Stenzel, Gläser, Fricke, 2018) liefert dieses Beobachtungsinstrument auch bei unterschiedlichen Beobachterinnen und Beobachtern valide Daten über die Veranstaltungen. Für den folgenden Vergleich wurde aus den Werten der traditionellen sowie der neuen Kurse jeweils der Durchschnitt gebildet.

Instructor is doing	
Lec	Lecturing (presenting content, deriving mathematical results, presenting a problem solution, etc.)
RtW	Real-time writing on board, doc. projector, etc. (often checked off along with Lec)
FUp	Follow-up/feedback on clicker question or activity to entire class
PQ	Posing a non-clicker question to students (non-rhetorical)
CQ	Asking a clicker question (mark the entire time the instructor is using a clicker question, not just when first asked)
AnQ	Listening to and answering student questions with entire class listening
MG	Moving through class guiding ongoing student work during active learning task
1o1	One-on-one extended discussion with one or a few individuals, not paying attention to the rest of the class (can be along with MG or AnQ)
D/V	Showing or conducting a demo, experiment, simulation, video, or animation
Adm	Administration (assign homework, return tests, etc.)
W	Waiting when there is an opportunity for an instructor to be interacting with or observing/listening to student or group activities and the instructor is not doing so
O	Other - explain in comments

Students are doing	
L	Listening to instructor/taking notes, etc.
Ind	Individual thinking/problem solving. Only mark when an instructor explicitly asks students to think about a clicker question or another question/problem on their own
CG	Discuss clicker question in groups of 2 or more students
WG	Working in groups on worksheet activity
OG	Other assigned group activity, such as responding to instructor question
AnQ	Student answering a question posed by the instructor with the rest of class listening
SQ	Student asks question
WC	Engaged in whole class discussion by offering explanations, opinion, judgment, etc. to whole class, often facilitated by instructor
Prd	Making a predication about the outcome of a demo or experiment
SP	Presentation by student(s)
TQ	Test or quiz
W	Waiting (instructor late, working on fixing AV problems, instructor otherwise occupied, etc.)
O	Other - explain in comments

Tab.1: Kategorien des COPUS (Smith et al., 2013)

5.2 Ergebnisse

In Abb. 1 und Abb. 2 wird die Häufigkeit der aussagekräftigsten Kategorien von Studierendenhandeln und Lehrendenhandeln dargestellt.

Die Kategorien CG, Prd, CQ und D/V wurden nicht bzw. nur in einem einzigen Kurs in geringem Umfang beobachtet. Administratives (9% bzw. 10%) und Warten (2% bzw. 4% bei Studierenden und 9% bzw. 12% bei Lehrenden) unterscheidet sich nicht wesentlich.

„Anderes“ umfasst alle Aktivitäten, die sich nicht vorgegebenen Kategorien zuordnen lassen. Bei den Lehrenden war dies am häufigsten „Studierende während einer Gruppenarbeit beobachten“, „Zuhören und beobachten, während Studierende ihre Lösungen an die Tafel schreiben“, „Tafel wischen“ und „technische Probleme lösen“ in ähnlichem Umfang (15% bzw. 14%).

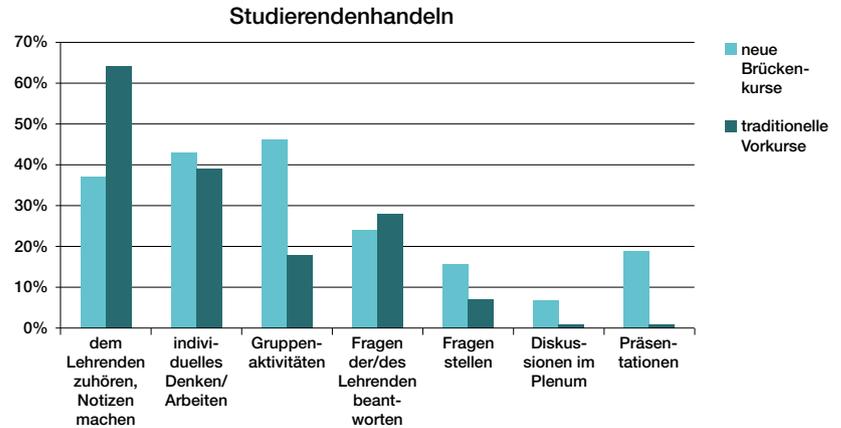


Abb. 1: Studierendenhandeln im Vergleich

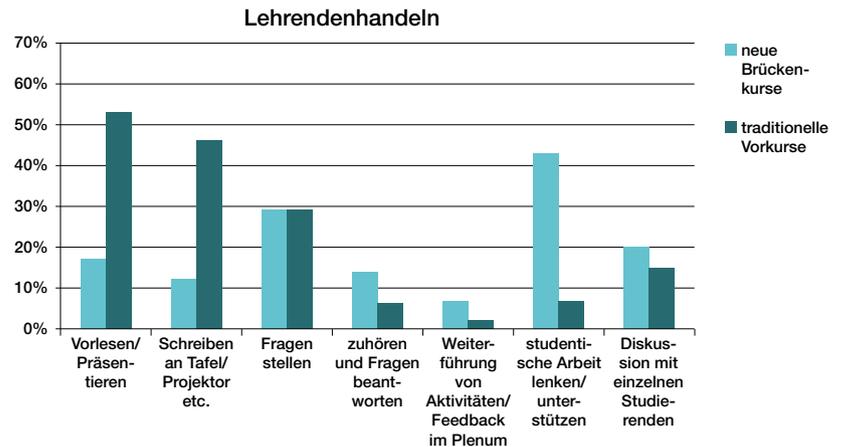


Abb. 2: Lehrendenhandeln im Vergleich

Die Auswertung macht deutlich, dass auch in den traditionellen Kursen aktivierende Anteile enthalten sind. Zwar waren passives Zuhören und Mitschreiben die häufigsten Tätigkeiten der Studierenden, entsprechend wurde Präsentation am häufigsten bei den Lehrenden beobachtet. Es wurde aber auch in erheblichem Umfang individuell oder in Gruppen gearbeitet. Von den Lehrenden wurden in gleichem Umfang Fragen gestellt wie bei den Kursen nach neuem Konzept, d.h. auch hier wurde eine Einbindung und Aktivierung der Studierenden angestrebt. Die Daten erlauben allerdings keine Aussage darüber, inwieweit diese Interaktionen zwischen Lehrenden und Lernenden dabei dem IRE-Format (Initiation-Response-Evaluation, Mehan 1979) folgen und damit überwiegend durch den Lehrenden gesteuert sind, während die Studierenden nur reagieren.

Insbesondere bei den Punkten, die mehr Eigeninitiative von Studierenden erfordern und damit gutes Indiz für studierendenzentriertes Handeln darstellen, zeigen sich allerdings deutliche Unterschiede. Fragen, Diskussionen und Präsentationen von Studierenden wurden in den Brückenkursen in 32% der Zeit beobachtet, in den Vorkursen dagegen nur in 9%. Auch die Zeiträume für Gruppenaktivitäten sind in den Brückenkursen mehr als doppelt so lang wie in den traditionellen Kursen (46% vs. 18%).

Diese Unterschiede spiegeln sich auch im Lehrendenhandeln wieder. Im Vergleich zu den traditionellen Kursen wurde beim neuen Konzept weniger als ein Drittel der Zeit für Präsentieren/Anschreiben verwendet (29% vs. 99%). Der Schwerpunkt des Lehrendenhandelns lag stattdessen auf der Unterstützung studentischen Arbeitens.

5.3 Fazit

Die Daten zeigen, dass es mithilfe des vorliegenden Konzeptes gelingt, die Kurse studierendenzentrierter zu gestalten. Insbesondere die deutliche Zurückhaltung der Lehrenden schafft Raum für Aktivitäten der Studierenden (Diskussionen, Peer-Teaching). Nach unseren Beobachtungen in den Schulungen und bei Hospitationen in den Brückenkursen gehen wir davon aus, dass die Schulung wesentlich dazu beiträgt, dass Lehrende sich zurücknehmen und die Studierenden mehr einbinden. Besonders die in der Lehrsimulation gezeigten Vorgehensweisen werden oft übernommen. So werden z. B. Fragen nicht gleich selbst beantwortet, sondern in die Gruppe zurückgegeben, es werden mehrere Lösungsvorschläge eingefordert und verglichen, Fehler zugelassen und thematisiert oder Studierende werden erfolgreich zur Beteiligung aufgefordert.

Auch das Skript bietet sich zum selbstständigen Arbeiten an. Es ist immer wieder zu beobachten, dass Studierende vor Ankunft des Dozenten oder in den Pausen auch ohne Betreuung mit der Arbeit beginnen bzw. diese fortsetzen.

Bewertungen der Studierenden machen deutlich, dass das neue Konzept gut angenommen wird. Bei der Evaluation im Wintersemester 2016/17 gaben 273 von 327 Teilnehmenden des Brückenkurses (83,5%) an, dass sie sich aktiv, z. B. durch Wortbeiträge oder Tafelarbeit, an der Veranstaltung beteiligt haben.

Die Aussage „*Die Partner-/Gruppenarbeit in der Veranstaltung empfinde ich als sinnvoll*“ wurde von 59% als zutreffend und von 26% als überwiegend zutreffend eingestuft.

„*Ich fühle mich durch die Dozentin/den Dozenten als aktive/r Partner/in akzeptiert*“ bewerteten sogar 67% der Teilnehmende als zutreffend und weitere 27% als überwiegend zutreffend.

6. Ausblick

Um studierendenzentrierte Lehre an der Hochschule zu etablieren, braucht es auch die Akzeptanz der Studierenden. Durch entsprechend konzipierte Brückenkurse können aktivierende Methoden einer großen Anzahl von Studierenden gleich zu Studienbeginn nahegebracht werden. Der erhebliche Aufwand durch zahlreiche Kurse, die gezielte Auswahl von Lehrenden und deren Schulung lässt sich durch die positiven Ergebnisse rechtfertigen.

Gerade zu Studienbeginn ist nach unseren Erfahrungen die Bereitschaft vielfach vorhanden, sich auf ungewohnte Methoden einzulassen, auch wenn diese größere Anstrengungen seitens der Studierenden erfordern. Diese grundsätzliche Bereitschaft lässt sich im Rahmen der Brückenkurse gut nutzen, um Studierenden positive Erfahrungen mit aktivierenden Methoden zu ermöglichen und ihre Erwartungen an das Lernen an der Hochschule zu beeinflussen. Idealerweise motivieren solche Erfahrungen zu selbstständigem Lernen und führen zu einer größeren Akzeptanz aktivierender Lehrformate. Eine Ausweitung der Kurse auf weitere Fakultäten wäre wünschenswert.

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL16059 gefördert.

Literatur

Bennecke, I., Wagner, G. (2017): Engagierte Studierende – eine Frage der Lehrmethode? In: Tagungsband zum 3. HD MINT Symposium 2017 (S. 257-262), DiNa Sonderausgabe, Nürnberg, September 2017

Collins, A., Brown, J. S., Newman, S. E. (1989): Cognitive Apprenticeship: Teaching the Craft of Reading, Writing and Mathematics. In: Resnick, L. B. (Hrsg.): Knowing, Learning, and Instruction: Essay in Honor of Robert Glaser (pp. 453-494) Hillsdale, NJ: Erlbaum

Hake, R. R. (1998): Interactive-Engagement vs. Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American journal of Physics* 66 (1), pp. 64-74

Mehan, H. (1979): *Learning lessons. Social organization in the classroom.* Cambridge: Harvard University Press

Piaget, J. (1985): *The equilibrium of cognitive structures: The central problem of intellectual development.* Chicago: University of Chicago Press

Smith, M. K., Jones, F. H., Gilbert, S. L., Wiemann, C. E. (2013): The Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM (COPUS): A New Instrument to Characterize University STEM Classroom Practices. *CBE-Life Sciences Education*, 12(4) pp. 618-627

Wahl, D. (2002): Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln? *Zeitschrift für Pädagogik*, 48 (2002) 2, S. 227-241

Wirthgen, S., Munt, K., Stenzel, F., Gläser, K., Fricke, A. (2018):
Erfahrungen mit dem Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM (COPUS) in MINT- und Nicht-MINT-Hochschulkursen. die hochschullehre, Jhrg. 4/2018, S. 477-489

Angaben zu den Autorinnen

Dipl.-Math. Ingrid Bennecke

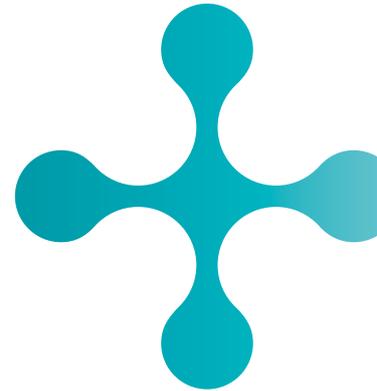
Studium der Mathematik an der TU Braunschweig, seit 2011
Hochschulfachdidaktikerin für Mathematik im Zentrum für erfolgreiches Lehren und Lernen an der Ostfalia Hochschule in Wolfenbüttel, Arbeitsschwerpunkt ist die Konzeption und Durchführung von Mathematik-Förderangeboten in der Studieneingangsphase

Prof. Dr. Kathrin Thiele

Mathematikstudium an der Leibnizuniversität Hannover, Promotion an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen, beschäftigt bei der Continental AG, Hannover und der Ferrari SpA in Maranello, seit 2008 Professorin im Maschinenbau, seit 2017 außerdem Leiterin des Mathe-Teams des ZeLL

Es war einmal... der Vorkurs – Entwicklung, Erfahrungen und Erkenntnisse eines Mathematik-Vorkurses

Ulrike Maier, Armin Egetenmeier, Miriam Hommel
Hochschule Aalen



Zusammenfassung

In einem Qualitätspakt-Lehre-Projekt an der Hochschule Aalen wird seit 2013 ein freiwilliger Mathematik-Vorkurs als eine Kernmaßnahme zur Unterstützung der neuen Studierenden durchgeführt. Die Maßnahme wird wissenschaftlich begleitet und über ein mehrstufiges Testverfahren evaluiert. Der Beitrag blickt zurück auf Konzept, Entwicklung und Erfahrungen hinsichtlich der Unterstützungsmaßnahme Vorkurs, welcher aufgrund geänderter Rahmenbedingungen sowohl organisatorisch als auch inhaltlich mehrfach angepasst werden musste. Neben der Erläuterung der konzeptionellen Entwicklung der Maßnahme werden Ergebnisse einer Langzeitstudie (2013-2018) betrachtet. Analysen der erhobenen Daten (u. a. Ergebnisse aus Tests zu den Vorkursen) haben insbesondere vertiefte Einsichten in mathematische Themengebiete geliefert, die den Studierenden zu Studienbeginn besondere Schwierigkeiten bereiten. Mithilfe der Langzeitstudie können zusätzliche Erkenntnisse zur Wirksamkeit und Notwendigkeit von Vorkursen sowie den Auswirkungen der vorgenommenen Anpassungen gewonnen werden.

Wie die weiterhin bestehende Heterogenität der neuen Studierenden bzgl. der mathematischen Eingangskennntnisse in Zukunft angegangen werden kann, wird ebenso kurz diskutiert.

1. Vorkurse an Hochschulen

Die fachliche Heterogenität der neuen Studierenden ist in der Lehrpraxis eine große Herausforderung. Daher sind studienvorbereitende und studienbegleitende Maßnahmen an den meisten Hochschulen inzwischen Standard. Die Umsetzung von Vor- und Brückenkursen beispielsweise unterscheidet sich an den einzelnen Hochschulen nicht nur in der zeitlichen Länge der Angebote (Mergner et al. 2015), sondern insbesondere in der generellen Konzeption, den Inhalten und dem Lehrformat: Neben Präsenzveranstaltungen finden sich zunehmend auch Online-Kurse (wie z.B. VEMINT¹ oder OMB+²) oder Blended Learning-Angebote (Biehler et al. 2012; Derr et al. 2019). Die Inhalte der Kurse haben sich in den letzten Jahren teilweise von mathematischen Themen des ersten Semesters auf Themen der Sekundarstufe I und II verlagert (Bausch et al. 2014). Die vermittelten Kompetenzen sind meist inhaltsbezogen, d. h. strukturiert nach mathematischen Sachgebieten, während prozessbezogene Kompetenzen wie Problemlösen, Modellieren oder mathematisches Argumentieren nicht vermittelt werden (Greefrath et al. 2015).

¹ <https://www.vemint.de/>

² <https://www.ombplus.de/>

Erfolgreicher Studienstart

Es war einmal... der Vorkurs – Entwicklung, Erfahrungen und Erkenntnisse eines Mathematik-Vorkurses

Viele Hochschulen führen zusätzlich hilfsmittelfreie mathematische Eingangstests zu ihren Vorkursen durch, um Informationen über die Eingangskenntnisse ihrer zukünftigen Studierenden zu erhalten und insbesondere den Kompetenzzuwachs während der Vorkurse zu messen (Abel und Weber 2014; Derr et al. 2019; Haase 2014). Teilweise werden auch Zusammenhänge zwischen Vorkenntnissen und Studienerfolg quantitativ untersucht (Krüger-Basener und Rabe 2014). Damit liegen neben qualitativen Erhebungen zur subjektiven Einschätzung von Studierenden über den Nutzen von Vorkursen (Mergner et al. 2015) auch quantitative Ergebnisse hierzu vor (Greefrath et al. 2015).

2. Vorkurse an der Hochschule Aalen

Auch an der Hochschule Aalen werden seit vielen Jahren Vorkurse zur Verbesserung der mathematischen Kenntnisse neuer Studierender angeboten. Bis 2011 handelte es sich dabei um zweiwöchige Frontalveranstaltungen mit Tafelanschrieb in Großgruppen (mit mehreren hundert Teilnehmenden), die durch Übungsgruppen am Nachmittag ergänzt wurden. Die Vorlesungen wurden durch Lehrbeauftragte gehalten, während die Tutorien von Studierenden höherer Semester betreut wurden. Einige Studiengänge boten eigene Vorkurse an.

Ende 2011 wurde im Rahmen des Qualitätspakts Lehre an der Hochschule Aalen das Grundlagenzentrum (GLZ) zur Unterstützung von Studierenden in der Studieneingangsphase gegründet. Eine Kernmaßnahme seit dem Sommersemester (SS³) 2012 stellt ein freiwilliger, inhaltsbezogener (für Studierende kostenfreier) Mathematik-Vorkurs dar, dessen organisatorische

und inhaltliche Konzeption bereits in Nagengast et al. (2013) vorgestellt wurde. Daher werden hier nur die Kernpunkte aufgelistet:

- Dauer: zwei Wochen vor Vorlesungsbeginn
- Organisation:
 - zentral durch das GLZ für alle Studiengänge
 - Anmeldung: online
 - Gruppeneinteilung: nach Studiengängen
- Didaktisches Konzept:
 - Vorlesungsteil mit *integrierten Aktivierungsübungen*
 - anschließend Tutorien (von erfahrenen Studierenden des jeweiligen Studiengangs betreut)
 - Gruppenstärke:
 - Vorlesung: ca. 50-70 Teilnehmende
 - Tutorium: ein Tutor/Tutorin pro 20-30 Vorkursteilnehmende
 - Lehrpersonen: akademische Mitarbeiter/innen mit Studienabschluss im MINT-Bereich, die im Semester als Betreuungsperson des Semestertutoriums aktiv sind
 - Inhalt:
 1. Woche *Grundkurs*: mathematische Themen der Sekundarstufe I
 2. Woche *Brückenkurse Höhere Mathematik bzw. Quantitative Methoden*: mathematische Themen der Sekundarstufe II im *physikalischen bzw. ökonomischen Anwendungsbezug*
- Unterlagen:
 - Vorlesungsunterlagen in Power Point, die von allen Lehrpersonen in der Vorkurs-Vorlesung verwendet werden
 - Übungsaufgaben (mit Musterlösungen für die Tutoren/Tutorinnen)
 - passende Formelsammlung

³ analog: Wintersemester abgekürzt mit WS

Zusammenfassend unterscheidet sich das neue Konzept des Vorkurses vom bisherigen Vorkursangebot insbesondere durch die bessere Betreuungsrelation, den Fokus auf grundlegende mathematische Themen im Anwendungsbezug sowie die Motivation zur aktiven Mitarbeit in der Veranstaltung.

Das Projekt wird von Beginn an wissenschaftlich begleitet, um die Maßnahme geeignet weiterzuentwickeln. Dazu wird an der Hochschule Aalen ein *dreigliedriges* Testkonzept aus

- *Pre-Test*: zu Beginn des Vorkurses
- *Post-Test*: nach Ende der jeweiligen Vorkurs-Einheit
- *Follow Up-Test (FU-Test)*: nach 4-6 Wochen im Semester genutzt (vgl. Nagengast et al. 2013; Nagengast et al. 2017). Die Tests werden von den Studierenden spontan und ohne Hilfsmittel bearbeitet. Da die Datenerhebung zum FU-Test innerhalb der regulären Vorlesungen erfolgt, liefert die Untersuchung auch Datensätze von Studierenden, die den Vorkurs nicht besucht haben.

Die Erhebung und Auswertung der Daten ist datenschutzrechtlich abgesichert (Egetenmeier et al. 2016). Dies ermöglicht insbesondere die Verknüpfung der Vorkurs-Daten (u.a. Teilnahmeverhalten, Testergebnisse) mit Daten aus dem Hochschulinformationssystem, die neben sozio-demographischen Informationen auch Prüfungsergebnisse zu einzelnen Veranstaltungen (z. B. Mathe, Physik) beinhalten.

2.1 Entwicklung des Vorkurses

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung (vgl. Abschnitt 2.2) sowie verschiedene Änderungen in den Rahmenbedingungen führten zu organisatorischen und inhaltlichen Weiterentwicklungen des Vorkurses, die in Abbildung 1 zusammengefasst dargestellt sind:

- WS13: Erweiterung um zusätzliches einwöchiges, betreutes Übungsangebot (*Vertiefung Grundlagen*) als Konsequenz aus den Testergebnissen zum Vorkurs.
- SS14: Ergänzung des differenzierten Brückenkurs-Angebots durch einen Kurs *Mathematik für Informatiker*, da fachspezifische Inhalte durch die anderen Brückenkurse nicht abgedeckt sind (Nagengast et al. 2017).
- WS15: Entwicklung eines *Feedback-Systems* für Studierende und Lehrende (Hommel et al. 2019; Maier et al. 2018), um eine bessere Passung zwischen Voraussetzungen der Studierenden und der Lehrsituation zu erreichen.
- SS17: Entwicklung eines mathematischen Online-Kurs (*Mathe OK⁴*), um auch semesterbegleitend ein Vertiefungsangebot für die Grundlagen anzubieten.
- SS18: Einführung des zentralen Vergabeverfahrens von Studienplätzen (*DoSV*). Aufgrund der dadurch zeitlich späteren Entscheidung für einen Studienplatz musste der Vorkurs um eine Woche gekürzt werden. Dies wurde durch den Wegfall der Brückenkurse realisiert, da deren Inhalte im Gegensatz zu den Grundkursinhalten meist in den Veranstaltungen im 1. Semesters wieder aufgegriffen werden.
- SS19: Wiederaufnahme von je zwei Themenbereichen der Brückenkurse als Vorlesung mit Aktivierungsübungen und Tutorium in der zweiten Vorkurswoche, da der Wegfall der Brückenkurse spürbare Auswirkungen auf den Lehralltag der Mathematikdozierenden hatte (siehe auch Abb. 2). Die ursprüngliche 3. Woche (*Vertiefung Grundlagen*) wurde auf drei Tage verkürzt.

⁴ <https://www.e-teaching.org/community/digital-learning-map/mathe-ok-mathematik-online-kurs>

Erfolgreicher Studienstart

Es war einmal... der Vorkurs – Entwicklung, Erfahrungen und Erkenntnisse eines Mathematik-Vorkurses

		SS12-SS13	WS13	SS14-SS15	WS15-WS16	SS17-WS17	SS18-WS18	SS19
1. Woche	Grundkurs	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Woche	Brückenkurs	Höhere Mathematik	✓	✓	✓	✓	✗	✓ 2 Tage
		Quantitative Methoden	✓	✓	✓	✓	✗	✓ 2 Tage
		Mathematik für Informatiker			✓	✓	✓	✗
3. Woche	Vertiefung Grundlagen		✓	✓	✓	✓	✓	✓ 3 Tage
Zusatzangebot	Feedback-System				✓	✓	✓	✓
	Mathe OK					✓	✓	✓

DoSV

Abb. 1: Entwicklung des Vorkurses

2.2 Erfahrungen, Erkenntnisse und Wirksamkeit

Die Ergebnisse der Vorkurstests für den Grundkurs wurden für einzelne Semester bereits publiziert (z.B. in Nagengast et al. 2013) und mit soziodemographischen Daten korreliert (Nagengast et al. 2017).

Abbildung 2 zeigt in einer *Langzeitstudie* die Verteilung der Gesamtpunktzahlen in den FU-Tests zu den Brückenkursen an der Hochschule Aalen. Da der FU-Test wie oben bereits

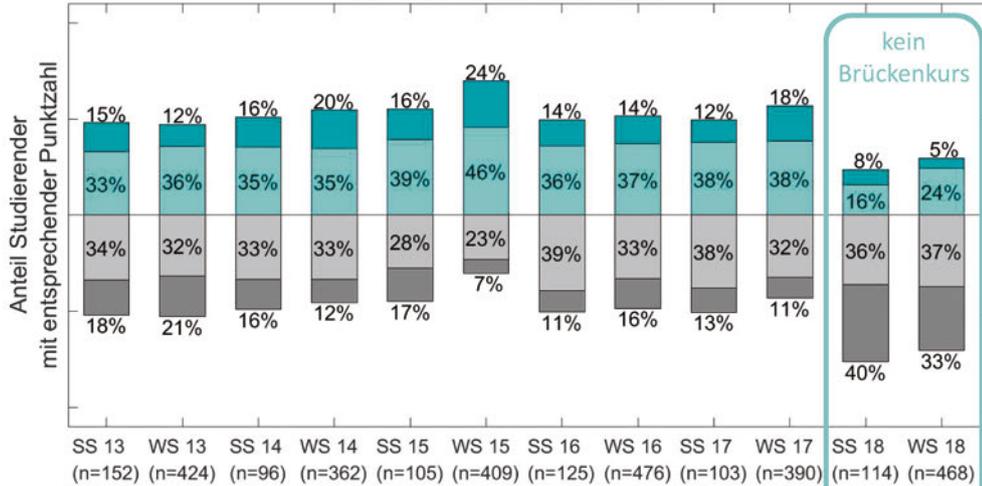
erwähnt in der regulären Vorlesung geschrieben wird, können die Ergebnisse für Vorkursteilnehmende⁵ (oben) und Nichtteilnehmende (unten) getrennt dargestellt werden.

Es ist ersichtlich, dass Vorkursteilnehmende bis zum WS17 deutlich besser abschneiden als Nichtteilnehmende. Ab dem SS18 ist bei den Vorkursteilnehmenden ein deutlicher Einbruch erkennbar (blauer Kasten). Dies hängt mit der Streichung des Brückenkurses aufgrund von DoSV (siehe Abschnitt 2.1) zusammen.

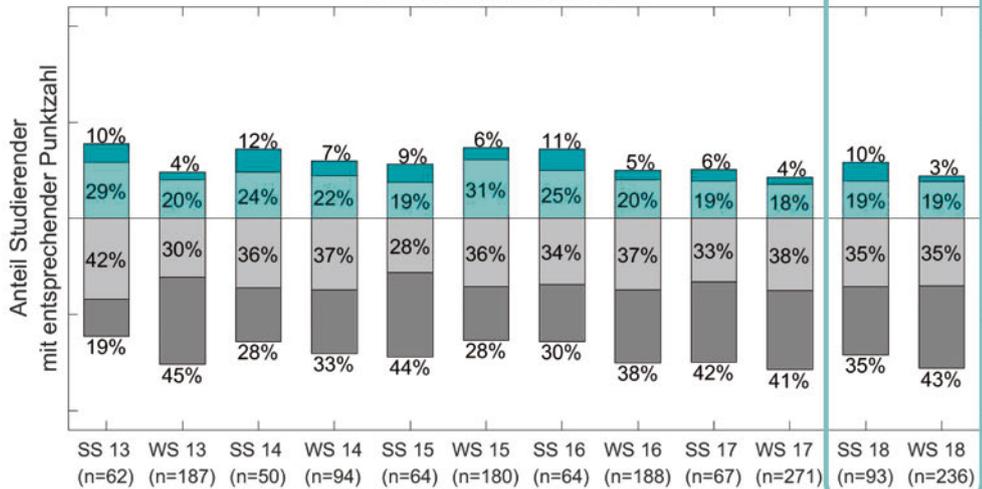
⁵ Vorkursteilnehmende: alle Studierenden, die an mindestens einem Tag die Vorkursvorlesung (Grund- oder Brückenkurs) besucht, sich in die Teilnahmeliste eingetragen und eine Datenschutzeinwilligungserklärung unterschrieben haben.

Follow Up-Test – Brückenkursinhalte – gesamte Hochschule

Vorkursteilnehmende



Nichtteilnehmende



0 – 3 Punkte
 4 – 7 Punkte
 8 – 11 Punkte
 12 – 16 Punkte

Abb. 2: Abschneiden von Vorkursteilnehmenden (oben) und Nichtteilnehmenden (unten) im FU-Test der Brückenkurse

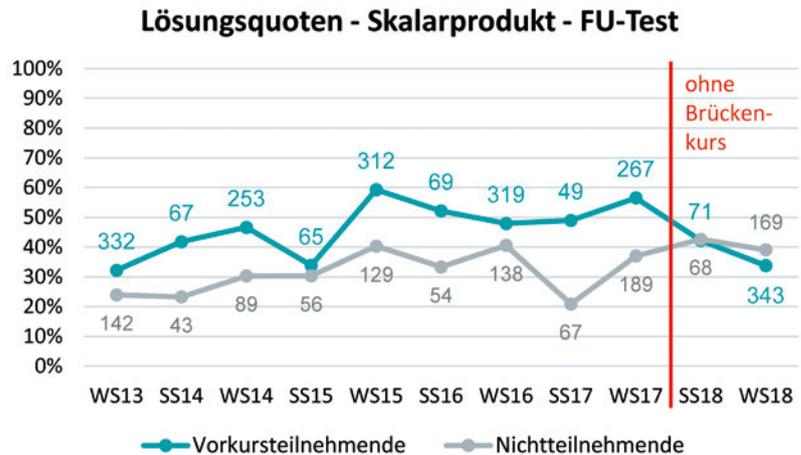


Abb. 3: Lösungsquoten der Skalarprodukt-Aufgabe im FU-Test
(blau: Vorkursteilnehmende, grau: Nichtteilnehmende, Zahlen: Gruppengröße)

Neben der Analyse der in den Vorkurstests erreichten Gesamtpunktzahlen, erfolgte auch die Auswertung der Einzelaufgaben. Diese liefern tiefere Einsichten in mathematische Themengebiete, die den Studierenden zu Studienbeginn Probleme bereiten. Es zeigt sich – ähnlich wie bei Greefrath und Hoever (2016), dass vor allem Aufgaben zu Wurzeln und Logarithmen, aber auch zur Berechnung des Skalarprodukts zweier Vektoren von vielen Studierenden spontan nicht korrekt gelöst werden können. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass einige früher übliche Themen der Schulmathematik heute nicht mehr in allen Schulformen auf dem Lehrplan stehen (Dürschnabel und Wurth 2015).

Ein Vergleich der Lösungsquoten der *Skalarprodukt*-Aufgabe für Vorkursteilnehmende und Nichtteilnehmende der Hochschule Aalen in Abbildung 3 zeigt, dass die Vorkursteilnehmenden

bis zum WS17 meist deutlich höhere Lösungsquoten erzielten. Mit Wegfall des Brückenkurses zum SS18 näherten sich beide Gruppen an, was die Wirkung des Brückenkurses nochmal bestätigt. Der Verlauf der Lösungsquoten zu den anderen Brückenkursthemata ist vergleichbar. Im Grundkurs-Test schneiden die Vorkursteilnehmenden ebenfalls nahezu durchgehend besser ab als die Nichtteilnehmenden.

Die *Teilnahmequote* des Vorkurses bezogen auf die Anfahrzahlen der Studierenden liegt seit 2012 in den Sommersemestern bei mehr als 40%, in den Wintersemestern bei fast 60%. Die durchgehend hohen Teilnahmequoten zeigen, dass die Auffrischung mathematischer Schulkenntnisse auch von vielen Studierenden als notwendig angesehen wird – trotz frei zugänglicher Lehrmaterialien im Internet.

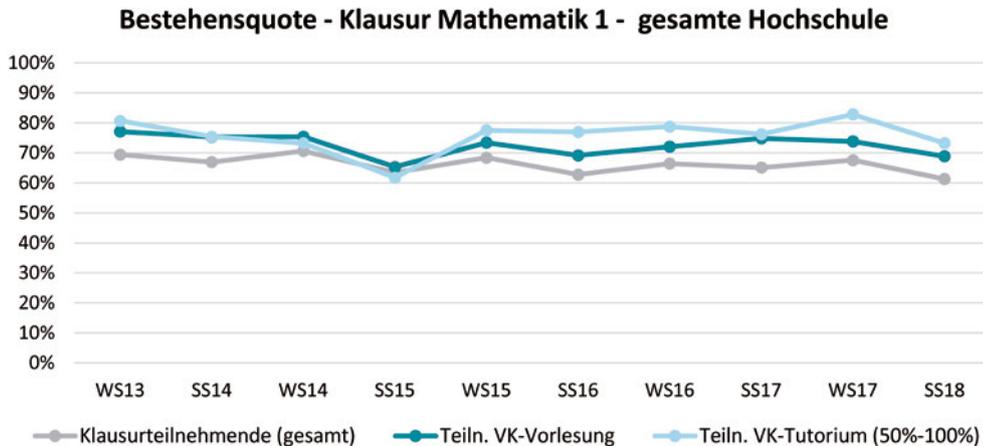


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Vorkursteilnahme und Ergebnis in der Mathematik-1-Klausur

Abbildung 4 zeigt den *Effekt des Vorkurses* auf Ergebnisse der Mathematik-Klausur im ersten Semester im *Langzeitverlauf*. Hierzu wurde das Teilnahmeverhalten der Vorkursteilnehmenden mit den entsprechenden Prüfungsergebnissen für alle Studiengänge der Hochschule verknüpft.

Folgende Gruppen werden unterschieden:

- *Klausurteilnehmende (gesamt)*: alle Studierenden, die jeweils an der Mathematik-Klausur im ersten Semester teilgenommen haben.
- *Vorkurs-Vorlesung*: Klausurteilnehmende mit unterschriebener Einwilligungserklärung, die mindestens einmal die Vorkurs-Vorlesung besuchten.
- *Vorkurs-Tutorium (50 bis 100%)*: Klausurteilnehmende mit unterschriebener Einwilligungserklärung, die an mindestens der Hälfte der Termine des Vorkurs-Tutoriums teilgenommen haben.

Als wesentliches Ergebnis zeigt sich, dass die Teilnahme am Vorkurs, v. a. die regelmäßige Teilnahme am Vorkurs-Tutorium, sichtbar mit dem Klausurerfolg in der ersten Mathematikprüfung korreliert. Die Korrelation ist nach Einführung des Feedback-Systems im WS15 besonders deutlich. Sie ist ein weiteres Indiz für die positive Wirkung des Vorkurses an der Hochschule Aalen und deckt sich z.B. mit Erfahrungen von Derr et al. (2019) bzw. Greefrath und Hoever (2016).

2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

An der Hochschule Aalen werden seit 2012 zentrale Mathematik-Vorkurse zur (Re)Aktivierung der Schulmathematik in neuer Konzeption (siehe Abschnitt 2.1) durchgeführt.

In einer wissenschaftlichen Begleitforschung werden seit 2013 zusätzlich quantitativ die mathematischen Eingangskennntnisse der neuen Studierenden und ihre Entwicklung in Vorkurstests erfasst sowie die Wirksamkeit der Vorkurse analysiert. Dabei zeigt sich deutlich, dass viele Studierende starke Defizite in der Schulmathematik aufweisen und dass der Vorkurs hilfreich bei der Aufholung von inhaltsbezogenen Kompetenzrückständen in Mathematik ist (Nagengast et al. 2013). Dies deckt sich auch mit Ergebnissen aus Befragungen in Mergner et al. (2015). Allerdings wird auch festgestellt, dass durch die Vorkurse allein – sei es aufgrund der Freiwilligkeit oder der relativ kurzen Zeitdauer – die mathematischen Grundfertigkeiten der Studierenden in der Breite nicht so gefestigt werden können, wie es wünschenswert wäre (siehe Neumann et al. 2017).

Die Untersuchung, ob der Vorkurs einen Einfluss auf den weiteren Studienverlauf der neuen Studierenden hat, zeigt, dass sogar eine positive Wirkung auf die Mathematik-Klausur im ersten Semester zu verzeichnen ist (Abb. 4, Hommel et al. 2019). Die Einführung des Feedbacksystems scheint ebenfalls eine positive Wirkung zu haben. Auch die Teilnahme an semesterbegleitenden Tutorien (Hommel et al. 2019) oder die Bearbeitung von Mathe OK können sich natürlich hier auswirken. Die positive Wirkung lässt sich somit nicht unbedingt auf die Einzelmaßnahme Vorkurs, sondern vielmehr auf das Gesamtpaket zurückführen, in dem der Vorkurs eine zentrale Rolle spielt.

3. Fazit

Über die Jahre hinweg zeigt sich der Vorkurs als etablierte und von Studierenden anerkannte Unterstützungsmöglichkeit in der Studieneingangsphase, was sich an der Hochschule Aalen nicht nur durch die hohen Teilnahmezahlen belegen lässt, sondern insbesondere durch quantitative Analysen nachgewiesen

werden konnte. Dennoch wird der Bedarf und die Sinnhaftigkeit solcher Angebote teilweise hinterfragt, denn „Es ist davon auszugehen, dass die untersuchten Studieneinstiegsangebote [z.B. Vor/Brückenkurse] im Allgemeinen nicht zu einer besseren Bewältigung des Studienanfangs beitragen“ (Heublein et al. 2017, S. 133).

Natürlich können die mathematischen Eingangskennntnisse der Studierenden nicht allein durch Vorkurse wie gewünscht verbessert werden. Wird der Vorkurs nicht nur als Einzelbaustein gesehen, sondern im Angebots-Portfolio der Studieneingangsphase sinnvoll eingebettet, wie es auch die drei großen Fachgesellschaften aus der Mathematik empfehlen (Koeopf et al. 2019), so zeigt er aber sehr wohl eine positive Wirkung. Denn insbesondere die Verknüpfung von studienvorbereitenden Maßnahmen (Vorkurse) mit studienbegleitenden Maßnahmen (Semestertutorien, Online-Kurse) scheint zum Erfolg der Studierenden beizutragen. In welchem Umfang die Einzelmaßnahme *Vorkurs* letztlich zum Studienerfolg beitragen kann, muss dabei nicht abschließend geklärt sein, um dessen Relevanz zu erkennen.

Da Hochschulen auch weiterhin eine starke Heterogenität der studentischen Eingangskennntnisse zu verzeichnen haben werden, ist zu überlegen, wie die Maßnahmenpakete weiterentwickelt werden sollten, um den Bedürfnissen der Studierenden gerecht zu werden. Digitale Angebote wie elektronische Übungssysteme oder digitalisierte Vorlesungen erscheinen als naheliegende Ergänzung zu den etablierten Maßnahmen, da sie die Individualisierung des Studiums fördern. Darüber hinaus wäre die Einführung (elektronischer) Zulassungsverfahren zum Studium oder zu Klausuren denkbar, um ein kontinuierliches Lernen während des Semesters anzuregen. Auch ein Studieneingangssemester, bei dem den Studierenden die nötige Zeit zur Orientierung gewährt und das nötige Rüstzeug für ein erfolgreiches Studium mitgegeben wird (z.B. mathematische Grundlagen), stellt eine Möglichkeit dar (Koeopf et al. 2019).

So ist zu hoffen, dass erfolgreiche Maßnahmen wie Vor- und Brückenkurse auch nach Ende des Qualitätspakts Lehre als ein Baustein von Unterstützungsangeboten weitergeführt werden können. Frei nach dem üblichen Märchenende: „... und wenn sie nicht gestorben sind...“

Dank

Das Grundlagenzentrum wird als Projekt AkaMikon aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 01PL16015 im Rahmen des „Qualitätspakt Lehre“ (www.qualitaetspakt.lehre.de) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Literatur

Abel, H., Weber, B. (2014): 28 Jahre Esslinger Modell – Studienanfänger und Mathematik. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf et al. (Hrsg.): Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven (Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik, S. 9-20). Wiesbaden: Springer Spektrum

Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W. et al. (Hrsg., 2014): Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven (Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik). Wiesbaden: Springer Spektrum

Biehler, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Wassong, T. (2012): Designing and evaluating blended learning bridging courses in mathematics. Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, S. 1971-1980

Derr, K., Hübl, R., Ahmed, M. Z. (2019): Monitoring the Use of Learning Strategies in a Web-Based Pre-course in Mathematics. In D. Ifenthaler, D.-K. Mah, J. Y.-K. Yau (Hrsg.): Utilizing Learning Analytics to Support Study Success (S. 119-141). Cham: Springer International Publishing

Dürschnabel, K., Wurth, R. (2015): cosh – Cooperation Schule–Hochschule. Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung 23 (3), S. 181-185. doi:10.1515/dmvm-2015-0067

Egetenmeier, A., Oder, B., Maier, U., Hommel, M., Nagengast, V., Löffler, A. (2016): (Keine) Angst vor dem Datenschutz?! Begleitforschung im Hochschulkontext. In: Lucke, U., Schwill, A., Zender, R. (Hrsg.): DeLFI 2016 – die 14. E-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. 11.-14. September 2016 Potsdam, Deutschland (GI-Edition - lecture notes in informatics (LNI) Proceedings, volume P-262, S. 245-256). Bonn: Gesellschaft für Informatik

Greefrath, G., Hoever, G. (2016): Was bewirken Mathematik-Vorkurse? Eine Untersuchung zum Studienerfolg nach Vorkursteilnahme an der FH Aachen. In: Hoppenbrock, A., Biehler, R., Hochmuth, R., Rück, H.-G. (Hrsg.): Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase. Herausforderungen und Lösungsansätze (Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik, 1. Aufl. 2016, S. 517-530). Wiesbaden: Springer Spektrum. Zugriffen: 23. Mai 2017

Erfolgreicher Studienstart

Es war einmal... der Vorkurs – Entwicklung, Erfahrungen und Erkenntnisse eines Mathematik-Vorkurses

Greefrath, G., Hoever, G., Kürten, R., Neugebauer, C. (2015): Vorkurse und Mathematiktests zu Studienbeginn – Möglichkeiten und Grenzen. In: Roth, J., Bauer, T., Koch, H., Prediger S. (Hrsg.): Übergänge konstruktiv gestalten. Ansätze für eine zielgruppenspezifische Hochschuldidaktik Mathematik (Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik, S. 19-32). Wiesbaden: Springer Spektrum. Zugegriffen: 23. Mai 2017

Haase, D. (2014): Studieren im MINT-Kolleg Baden-Württemberg. In: Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W. et al. (Hrsg.): Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven (Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik, S. 123-136). Wiesbaden: Springer Spektrum

Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J., Woisch, A.: Forum Hochschule 1|2017 Zwischen Studierenerwartungen und Studienwirklichkeit. Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen (Forum Hochschule, Bd. 2017, 1). Hannover: DZHW Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung

Hommel, M., Egetenmeier, A., Maier, U.: Supporting stakeholders with Learning Analytics to increase study success. A case study. In: Ifenthaler, D., Mah, D.-K., Yau, J. Y.-K. (Hrsg.): Utilizing Learning Analytics to Support Study Success (1. Aufl. 2019, S. 37-60). Cham: Springer International Publishing

Koepf, W., Götze, F., Eichler, A., Heckmann, G. (2019): Mathematik: 19 Maßnahmen für einen konstruktiven Übergang Schule – Hochschule. Handlungsempfehlungen der Fachgesellschaften für einen leichteren Übergang. http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Massnahmenkatalog_DMV_GDM_MNU.pdf. Zugegriffen: 02. April 2019

Krüger-Basener, M., Rabe, D. (2014): Mathe0 - der Einführungskurs für alle Erstsemester einer technischen Lehrereinheit. In: Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W. et al. (Hrsg.), Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven (Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik, S. 309-323). Wiesbaden: Springer Spektrum

Maier, U., Hommel, M., Egetenmeier, A. (2018): Evidenzorientierte Begleitforschung in der Studieneingangsphase und ihr Beitrag zur Qualitätsverbesserung in der Lehre. Handbuch Qualität in Studium und Lehre (64, 65-90). E 9.20

Mergner, J., Ortenburger, A., Vöttiner, A.: Studienmodelle individueller Geschwindigkeit, Projektbericht März 2015. Ergebnisse der Wirkungsforschung 2011-2014 (Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW), Hrsg.), Hannover. Zugegriffen: 23. August 2017

Nagengast, V., Hommel, M., Löffler, A.: Studieneingangsphase an der Hochschule Aalen – fachlich fördern und Defizite analysieren. In: DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik (Hrsg.): Tagungsband zum 1. HD-MINT-Symposium 2013. 7./8. November, Technische Hochschule Nürnberg (S. 200-208)

Nagengast, V., Hommel, M., Maier, U., Egetenmeier, A., Löffler, A. (2017): Studieneingangsphase an der Hochschule Aalen – Entwicklungen und Erfahrungen. In: DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik (Hrsg.): Tagungsband zum 3. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern. 25./26. September 2017, TH Nürnberg (S. 129-135)

Neumann, I., Heinze, A., Pigge, C. (2017): Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für ein MINT-Studium? Eine Delphi-Studie. <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-mathematik/forschung-und-projekte/malemint/malemint-studie>. Zugegriffen: 04. Juni 2019

Dr. Miriam Hommel
studierte Geodäsie und Geoinformatik und promovierte am Karlsruher Institut für Technologie. Seit 2012 ist sie akademische Mitarbeiterin am Grundlagenzentrum der Hochschule Aalen mit Forschungsinteressen in den Bereichen Übergang Schule-Hochschule, Modellierung von Lehr- und Lernprozessen sowie Learning Analytics.

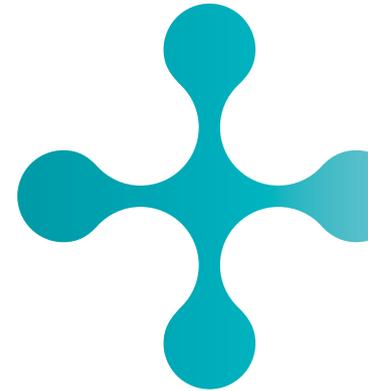
Angaben zu den Autorinnen und zum Autor

Dr. Ulrike Maier
ist Mathematikerin und Leiterin der Arbeitsgruppe wissenschaftliche Begleitforschung am Grundlagenzentrum der Hochschule Aalen. Ihre Forschungsinteressen liegen in den Bereichen Übergang Schule-Hochschule, Modellierung von Lehr- und Lernprozessen sowie mathematische Optimierungsmethoden.

Armin Egetenmeier
hat Wirtschaftsmathematik an der Uni Ulm studiert. Er ist seit Ende 2013 akademischer Mitarbeiter am Grundlagenzentrum der Hochschule Aalen. Seine Forschungsinteressen liegen in den Bereichen Übergang Schule-Hochschule, Modellierung von Lehr- und Lernprozessen sowie Learning Analytics.

Das Projektsemester der HSBO als Starthilfe für ein erfolgreiches Studium – Konzepte und Ergebnisse

Beate Curdes, Moritz Rüller, Jennifer Lysikov, Anna Andreeva, Christine Kasper
Hochschule Bochum



Zusammenfassung

Die Hochschule Bochum hat mit dem Projektsemester ein Lehr-Lernformat ins Leben gerufen, das Studierende mit besonderem Förderbedarf in der Studieneingangsphase gezielt unterstützt. In dem vom Institut für Studienerfolg und Didaktik (ISD) konzipierten und in enger Zusammenarbeit mit den ingenieurwissenschaftlichen Fachbereichen durchgeführten Projekt wird die Studierfähigkeit im mathematisch-naturwissenschaftlichen sowie im Bereich der Schlüsselkompetenzen nachhaltig verbessert.

Die inhaltliche Klammer stellt eine Projektarbeit dar, bei der die Studierenden eine Lösung für eine Park- und Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge entwerfen, nachdem Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens und Strategien des Lern- und Selbstmanagements erprobt worden sind. In den Mathematikveranstaltungen unterstützen aktivierende Lehr-Lernformate, Kleingruppentutorien und der Einsatz eines Online-Tools den Lernprozess. Grundlegende naturwissenschaftliche Inhalte sowie experimentelle Methodik werden in einer Vorlesung, ergänzt durch ein physikalisch-chemisches Laborpraktikum, vermittelt.

Eine persönliche Beratung während des gesamten Semesters ergänzt die Lehrveranstaltungen. Das Projektsemester schließt mit einer von den Fachbereichen anerkannten Mathematik-Klausur sowie im Bereich Schlüsselqualifikationen mit einem bewerteten Lern- und Projektportfolio ab.

1. Theoretischer Hintergrund

1.1 Heterogenität und Leistungsrückstand in der Studieneingangsphase

Jüngere Studien zeigen eine hohe Zahl an Studienabbrüchen mit einem Anteil von bis zu einem Drittel für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge. Dabei sind an Fachhochschulen Leistungsprobleme in der Hälfte der Fälle ausschlaggebend (Heublein et al. 2017). Diversität zeigt sich sowohl hinsichtlich der formalen Studienzugangsberechtigungen als auch hinsichtlich der (familiären) Bildungsbiografien und soziodemografischer Aspekte (Hadjar & Becker, 2006). Zum Beispiel weisen 37 Prozent der ingenieurwissenschaftlichen Studienanfänger/innen an der HS BO entweder eine eigene Zuwanderungsgeschichte auf oder hatten mindestens einen im Ausland geborenen Elternteil (Erhebung aus WS 2017/18¹). Es stellt sich die Frage, was Hochschulen tun können, um gerade in der Studieneingangsphase denjenigen Studierenden Unterstützung zu kommen zu lassen, welche sich mit den Anforderungen im neuen Studium subjektiv schwertun oder erste Misserfolge erlebt haben. Hier setzt das vom Institut für Studienerfolg und Didaktik (ISD) der Hochschule Bochum konzipierte Projektsemester

¹ Im Vergleich liegt der bundesweite Anteil der Studierenden mit Migrationshintergrund aus 1. bzw. 2. Generation – je nach Studie – etwa zwischen 18% und 23% (Ebert & Heublein, 2017, S. 7).

an. Das Projekt wird im Rahmen des Bund-Länder-Programms Qualitätspakt Lehre vom BMBF gefördert (Förderkennzeichen 01PL11079).

1.2 Theoretische Ausgangspunkte effektiver Lehr-Lern-Settings

Reichlich Erkenntnisse aus der Lernpsychologie sowie evaluative Ergebnisse weisen auf die grundsätzliche Wirksamkeit verschiedener Ansätze hin (siehe z.B. Bransford, Brown und Cocking, 2000), von denen einige beispielhaft angeführt werden sollen. In der Praxis besteht die Kunst darin, solche Ansätze in einen konkreten Lehr-/Lernkontext unter Beachtung der Rahmenbedingungen und gewohnten Abläufe an der jeweiligen Hochschule zu transferieren.

- **Kollaborativ und problemorientiert – aktivierendes Lernen:** In der Übersichts-Literatur wird von robusten Effekten von kollaborativem, problemorientiertem Lernen im Kontext ingenieurwissenschaftlicher Studien-Settings berichtet, wobei neben der akademischen Leistung selbst auch weitere Variablen wie die gefühlte soziale Einbindung sowie das Selbstvertrauen positiv beeinflusst werden (Prince, 2004). In der Umsetzung ist ein richtiges Maß fachlich-versierter und ausreichend strukturierender Betreuung von Bedeutung (Ley und Young, 2001; Oakley et al., 2004). Relevanz dieser Studierform ergibt sich auch hinsichtlich des späteren ingenieurberuflichen Kontextes.
- **Selbstreguliertes Lernen und die Stärkung von Metakognitionen:** Metakognitionen sind eng verbunden mit dem Konzept des selbstregulierten Lernens (Schmitz und Wiese, 2006). Sie beinhalten das explizite Wissen über grundlegende kognitive Voraussetzungen von Denken und Lernen als auch Prozesse der Sensitivität für eigene Lern- und Denkprozesse

sowie deren Regulation, während diese stattfinden (Hasselhorn und Labuhn, 2008). Die Stärkung metakognitiver Fähigkeiten kann als eine bedeutende Schlüsselqualifikation angesehen werden, wobei diese sowohl fachspezifisch als auch fachübergreifend vermittelt werden sollte (Bransford, Brown und Cocking, 2000).

- **Wissen, Fehlkonzepte und Individualisierung der Lehre:** Wenn Lernende Fehlkonzepte mitbringen, ist es wichtig, diese zu überwinden oder vorhandenes Teilwissen durch neue Erkenntnisse auszudifferenzieren (Bransford, Brown & Cocking, 2000). Dies ist in der traditionellen Vorlesung bzw. im Frontalunterricht kaum möglich, während interaktive Lehr-Lern-Settings dazu Gelegenheiten schaffen.

Daraus ergibt sich für das Projektsemester eine Konzeption, in welcher die Lernenden intensiv betreut und zugleich in ihren Selbstregulationsfähigkeiten bestärkt werden. Durch die Verzahnung verschiedener Lehrveranstaltungen werden Transfer-situationen begünstigt und durch den Rahmen einer Projektarbeit wird ein kollaboratives und problemorientiertes Setting geschaffen.

2. Das Projektsemester „Park and Charge“ an der Hochschule Bochum

Das Konzept des Projektsemesters sieht ein bewusstes Pausieren der teilnehmenden Studierenden von einem Semester in ihrem eigentlichen Studium vor. Stattdessen nehmen die Studierenden an einem weitestgehend vom Institut für Studien-erfolg und Didaktik (ISD) durchgeführten Curriculum teil. Inhaltliche Schwerpunkte bilden dabei die Mathematik (welche eine offensichtliche Relevanz in ingenieurwissenschaftlichen

Erfolgreicher Studienstart

Das Projektsemester der HSBO als Starthilfe für ein erfolgreiches Studium – Konzepte und Ergebnisse

Stundenplan Sommersemester 2019						
Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	
08.30-10.00		Laborpraktikum	Mathe-Tutorium	Mathematik Interaktive Vorlesung	Mathematik Interaktive Vorlesung	Selbstlernphase
10.15-11.45	Projekt-Gruppen Präsentations-techniken Portfolio (SPM/WA)	Laborpraktikum	Mathe-Tutorium	Wissenschaftliches Arbeiten (WA)	Grundlagen der Naturwissenschaften	
11.45-12.30	Mittagspause					
12.30-14.00	Selbst-/Projektmanagement (SPM)	Mathematik Interaktive Vorlesung	Ringvorlesung	Mathematik Großübung		
14.15-15.45	Mathematik Interaktive Vorlesung		Mathe-Tutorium	Mathe-Tutorium		

Abb. 1: Stundenplan im Sommersemester 2019

Studiengängen hat), aber auch der Erwerb von für den Studienerfolg wichtigen Schlüsselkompetenzen durch Seminare sowie im Rahmen einer Projektarbeit („Park and Charge“), bei der eine Lösung für eine Ladeinfrastruktur für E-Mobile erarbeitet und verschriftlicht wird. Die Studierenden können am Ende des Semesters an einer Mathematik Klausur teilnehmen, die von den am Projekt beteiligten Fachbereichen anerkannt wird. Die Schlüsselkompetenzen sind ebenfalls als Prüfungsleistungen anrechenbar. Die Fachbereiche unterstützen das Projekt auch inhaltlich durch die Beteiligung an einer Ringvorlesung, in der einmal wöchentlich Themen von Batterietechnologie und verkehrsplanerischen Aspekten bis hin zu Fragen einer

nachhaltigen Entwicklung die Verknüpfung der einzelnen Fachgebiete mit dem Projektthema herstellen. Ein erster Durchlauf fand im Sommersemester 2018 statt, wobei die Erfahrungen und Rückmeldungen der Studierenden in die Weiterentwicklung dieses Ansatzes im Sommersemester 2019 einfließen.

2.1 Mathematik

Für viele Studierende stellt die Mathematik ein ungeliebtes Nebenfach und eine große Hürde auf dem Weg zu einem erfolgreichen Studienabschluss dar. Daraus ergeben sich ungünstige Lernstrategien, z.B. das Auswendiglernen von

Lösungsroutinen, die auf das Bestehen der Klausur abzielen. Das Verständnis von Zusammenhängen und die Verknüpfung mit anderen Fächern bleiben dabei auf der Strecke. Aktivierende Lehr-Lern-Methoden, die ein selbstständiges, reflektierendes Lernen fördern, sollen hier gegensteuern. Die Präsenzlehrveranstaltungen zur Mathematik, die von ursprünglich 10 SWS auf nun 14 SWS erweitert wurden, umfassen folgende Lehreinheiten: eine interaktiv gestaltete Vorlesung, eine vertiefende Übung und Kleingruppentutorien. Ergänzt werden diese Präsenzveranstaltungen um die Arbeit mit dem e-Learning-Tool MathWeb.

In der Vorlesung werden Lehrvorträge zeitnah durch vertiefende Übungen ergänzt. Beispielhaft für die eingesetzten Lehr-Lernmethoden sei hier das Expertenpuzzle genannt, das im Kapitel „elementare Funktionen“ eingesetzt wird. Diese Methode, auch als Gruppenpuzzle bekannt, ist besonders geeignet, um Vorkenntnisse der Lernenden in den selbstgesteuerten Lernprozess sinnvoll zu integrieren. Sie wirkt sich außerdem positiv auf die intrinsische Motivation aus (Berger und Hänze, 2004). Die beim Expertenpuzzle eingesetzten Lernmaterialien enthalten digitale Elemente wie interaktive Aufgaben und kurze Videos. Zur Kooperation der Studierenden untereinander wird im Moodlekurs ein Wiki genutzt.

In den Kleingruppentutorien bearbeiten die Studierenden in Gruppen von 2 bis 3 Lernenden, unterstützt von studentischen Tutorinnen und Tutoren, Präsenzaufgaben, in denen die Vorlesungsinhalte wiederholt und vertieft sowie Anwendungen und Verknüpfungen mit anderen Studieninhalten sichtbar werden. Der Nutzen dieses Formats für den Lernprozess wurde von den Studierenden im ersten Durchlauf in 2018 besonders hervorgehoben. Daher wird es von 2 SWS auf 4 SWS erweitert.

2.2 MathWeb

Das online Tool MathWeb², entwickelt von Prof. Klaus Giebertmann (Hochschule Ruhr West), wird als digitale Lernunterstützung im Sinne des Blended Learning eingesetzt. Die Projektteilnehmer/innen bearbeiten wöchentlich parametrisierte Übungsaufgaben, die durch Lernkarten strukturiert und über das Lernmanagementsystem Moodle online gestellt werden. Die Lernkarten stellen Lernpfade dar, steuern den studentischen Lernprozess und fördern das Verständnis von Zusammenhängen zwischen unterschiedlichen Themenbereichen. Die Lernenden können die Aufgaben beliebig oft wiederholen. Sie bekommen ein direktes Feedback und können dadurch ihre Fortschritte jederzeit beobachten. Betreut werden sie durch eine wissenschaftliche Mitarbeiterin online in einem Diskussionsforum, in dem Fragen bezüglich der Handhabung von MathWeb oder der MathWeb-Syntax gestellt werden können und zusätzlich die Bearbeitung der Übungsaufgaben untereinander diskutiert werden kann. Die Erfahrung aus dem Projektsemester 2018 hat gezeigt, dass das Diskussionsforum zur Stärkung der Kommunikation zwischen den Projektteilnehmer/innen in den ersten Projektwochen beigetragen hat. Später haben sie sich zu MathWeb-Lerngruppen zusammengefunden. Die Online-Betreuung hat für örtliche und zeitliche Unabhängigkeit gesorgt.

2.3 Naturwissenschaftliches Propädeutikum mit Laborpraktikum

Naturwissenschaftliche Grundlagen und systemisches Denken sind für eine ingenieurberufliche Tätigkeit relevant und stellen gleichzeitig ein Anwendungsfeld für die mathematischen Werkzeuge dar. Anknüpfend an das Projektthema „Park and Charge“

² Eine kostenlose Version kann unter <https://mathweb.de/> ausprobiert werden.

Erfolgreicher Studienstart

Das Projektsemester der HSBO als Starthilfe für ein erfolgreiches Studium – Konzepte und Ergebnisse

werden in einer zweistündigen Vorlesung Themen aus dem Bereich Nachhaltigkeit wie z. B. der globale Kohlenstoffkreislauf behandelt sowie grundlegende physikalische Begriffe aus der Elektrizitätslehre (Strom, Spannung, elektrische Energie) eingeführt.

Im Laborpraktikum werden die Themen der Vorlesung, z. B. Arbeit, Leistung und elektrische Energie vertieft und durch Fragestellungen aus der Chemie wie Aufbau und Funktionsweise von Primärzellen und Sekundärzellen (Galvanisches Element, Elektrolyse) ergänzt. Der Bereich Elektrochemie wird ausgiebig behandelt, da dieser eine wichtige Grundlage für das Projektthema darstellt. Weiterhin lernen die Teilnehmer/-innen durch die Laborpraxis konkrete Fertigkeiten des Experimentierens, von der vorausgehenden Recherche bis hin zur Auswertung und Reflexion der Ergebnisse. Dazu gehören Fragen bezüglich möglicher Gefahrenpotentiale, der Verwendung verschiedener Materialien sowie der Gestaltung des Versuchsaufbaus.

2.4 Projektarbeit Park and Charge

Bei dem Projekt „Park and Charge“ handelt es sich um ein interdisziplinäres zukunftsorientiertes Projekt zur Elektromobilität. Innerhalb dieses Rahmens erarbeiten die teilnehmenden Studierenden in kleinen Teams von drei bis vier Personen im Sinne des problemorientierten Lernens Lösungsansätze für eine großflächige und möglichst nachhaltige Ladeinfrastruktur für Elektroautos. Die für die Ingenieurberufe industriewichtige Fragestellung und die enge Kooperation der Lehrenden des ISD mit mehreren Fachbereichen der Hochschule ermöglichen es, dem Projekt eine motivationssteigernde interdisziplinäre und fachliche Relevanz zu verleihen.

2.5 Begleitende Seminare im Bereich Schlüsselkompetenzen

Eng verbunden mit der Projektarbeit, für welche die erarbeiteten Ergebnisse der Teams verschriftlicht und auch präsentiert werden, sind zwei Seminare: **Wissenschaftliches Arbeiten (WA)** vermittelt Grundlagen für verschiedene Wissensnutzungs- und Organisationsstrategien wie z. B. eine kritische problemorientierte Haltung zu Forschungsfragen oder die zielgerichtete Literaturrecherche und Quellenarbeit. Im Rahmen der eigenen Selbstreflexion (Lerntagebuch) und durch im Projekt verankerte Schreibaufgaben (Projektbericht, projektbezogene Portfolioarbeiten) trainieren die Studierenden ihre Schreibkompetenz und erlernen zudem auch praktische Fertigkeiten wie den Umgang mit Textverarbeitungs- und Präsentationssoftware. Die stufenweise durchgeführte Annäherung an das akademische Schreiben ist sowohl für die abschließende Darstellung der Projektergebnisse von Nutzen als auch hinsichtlich der späteren Abschlussarbeit im regulären Studium wichtig.

Das Seminar **Selbst- und Projektmanagement (SPM)** ist komplementär zum WA zu sehen und fokussiert mehr auf die prozesshaften und lernerseitigen Aspekte von wissenschaftlicher und Projektarbeit. Dabei geht es um die Rolle von Metakognitionen (Hasselhorn & Labuhn, 2008) sowie die Vermittlung von Grundlagen zur Funktionsweise von Lernen und Gedächtnis. Zudem werden konkrete Probleme und Strategien der Arbeitsgestaltung bzw. des Selbstmanagements thematisiert wie z. B. Prokrastination (Höcker, Engberding & Rist, 2017). Mit gezielter Selbsterfahrung durch Tests und kleine Experimente wird das Bewusstsein für die Prozesse und Bedingungen erfolgreichen Lernens und Arbeitens geschärft.

Um einen organisatorischen Rahmen für die Gruppenarbeit sowie die Möglichkeit von Feedback zu schaffen, betreuen die beiden Lehrenden der genannten Seminare zudem einmal wöchentlich einen Gruppenarbeitstermin.

2.6 Beratung und Begleitung während des Projektsemesters

Neben der Möglichkeit, Lehrende in fachspezifischen Angelegenheiten im Sinne eines lernerzentrierten und von Interaktion geprägten Lehr-Lern-Projekts anzusprechen, steht ein Projektmitarbeiter regelmäßig für Beratungsgespräche zur Verfügung. In diesem Rahmen erfolgt zu Beginn des Projektsemesters eine Eingangserhebung, die während der Semesterzeit und am Ende um weitere Erhebungen ergänzt wird. Erhoben werden formale Aspekte der Bildungsbiografie, aber auch subjektive Einschätzungen zu Studium, Lernverhalten und individuellen Stärken und Schwächen. So kann dem Team einerseits ein greifbarer Überblick über die Gruppe der Teilnehmenden gegeben werden, um auf mögliche, sich häufende Herausforderungen in der Lehre eingehen zu können; zudem können die so entstehenden Steckbriefe als Grundlage für die persönliche Beratung dienen. Das Institut für Studienerfolg und Didaktik (ISD) kooperiert mit der Zentralen Studienberatung (ZSB), welche Workshops in Bereichen wie Stressmanagement und Prüfungsangst in Form von exklusiven Trainingseinheiten anbietet.

3. Reflexion/Evaluation: Vorgehen, Ergebnisse, Diskussion

Das Projektsemester wurde im Sommersemester 2018 für maximal 30 Studierende und 15 externe Teilnehmende angeboten. Es haben neun Studierende teilgenommen, die in einer

Teilnahmevereinbarung ihre Zustimmung zu den Teilnahmebedingungen gegeben haben. Die große Mehrheit dieser Studierenden hat während des gesamten Semesters sehr engagiert mitgearbeitet und die Angebote zur Betreuung und Beratung angenommen und dazu genutzt, zu einer realistischen Einschätzung des eigenen Leistungsstands und Lernfortschritts zu gelangen. Aus den Projektteams sind Lerngruppen entstanden, in denen sich die Studierenden z. B. auch beim Mathematiklernen gegenseitig unterstützt haben. Eine dieser Gruppen besteht auch nach Abschluss des Projektsemesters weiter.

Im Projektsemester 2019 ist mit 18 Studierenden sowie 8 externen Teilnehmenden der zeitlich intensive Betreuungsaufwand gestiegen. In den Lehrveranstaltungen wird dies z. B. durch den Einsatz von Blended Learning-Elementen wie Lernvideos und Selbst-Tests in MathWeb aufgefangen. Die persönliche Beratung wird als zentrales Element des Projektsemesters auch für die größere Zahl an Teilnehmenden aufrechterhalten. Das Projektsemester team, bestehend aus allen an Lehre, Betreuung und Beratung Beteiligten, hat sich während des gesamten Semesters über die Entwicklung der Teilnehmenden ausgetauscht und auf dieser Basis individuelle Förderstrategien entwickelt. Auch dieser erfolgreiche Ansatz wird im laufenden Semester fortgeführt.

4. Fazit

Die Ergebnisse der Mathematik Klausur und der Projektportfolioarbeit und vor allem die positiven Rückmeldungen der Teilnehmenden aus dem ersten Projektsemester 2018 zeigen, dass das Format geeignet ist, Studierenden mit Startschwierigkeiten einen gelungenen (Wieder-)Einstieg in ein Ingenieurstudium zu ermöglichen. Entscheidend ist dabei die Verknüpfung von fachlicher und lerntechnischer Förderung mit einer

persönlichen Beratung und die enge Zusammenarbeit aller an der Lehre und Betreuung Beteiligten. Im Sommersemester 2019 wird das Projektsemester mit den oben beschriebenen Veränderungen durchgeführt. Für das Sommersemester 2020 ist eine Ausweitung auf alle Fachbereiche und Studiengänge der Hochschule geplant.

Literatur

Berger, R., Hänze, M.: Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II – Einfluss auf Motivation, Lernen und Leistung, Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 10, 2004, S. 205-219. ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/zfdn/2004/10.Berger_Haenze_205-220.pdf

Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking, R. R. (2000): How people learn. Brain, Mind, Experience, and School. Washington DC

Hadjar, A., Becker, R. (2006): Bildungsexpansion – erwartete und unerwartete Folgen. In: Hadjar, A., Becker, R. (Hrsg.): Die Bildungsexpansion: Erwartete und unerwartete Folgen (S. 11-24). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90325-5_1

Hasselhorn, M., Labuhn, A. S.: Metakognition und selbstreguliertes Lernen. In: Schneider, W., Hasselhorn, M. (Hrsg.): Handbuch der pädagogischen Psychologie (Bd. 10, 2008, S. 28-37). Hogrefe Verlag

Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J., Woisch, A. (2017): Zwischen Studiererwartungen und Studienwirklichkeit: Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen. Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW)

Höcker, A., Engberding, M., Rist, F. (2017): Prokrastination: Ein Manual zur Behandlung des pathologischen Aufschiebens (2. Auflage). Hogrefe Verlag

Ley, K., Young, D. B. (2001): Instructional principles for self-regulation. Educational Technology Research and Development, 49(2), 93-103. <https://doi.org/10.1007/BF02504930>

Middendorff, E.: Wachsende Heterogenität unter Studierenden? Empirische Befunde zur Prüfung eines postulierten Trends. In: Banscherus, U., Engel, O., Mindt, A., Spexard, A., Wolter, A.: Differenzierung im Hochschulsystem: Nationale und internationale Entwicklungen und Herausforderungen. Waxmann Verlag, Münster, 2015, S. 261-277

Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R., Elhajj, I. (2004): Turning student groups into effective teams. Journal of student centered learning, 2(1), S. 9-34

Prince, M. (2004): Does Active Learning Work? A Review of the Research. Journal of Engineering Education, 93(3), 223-231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>

Schmitz, B., Wiese, B. S. (2006): New perspectives for the evaluation of training sessions in self-regulated learning: Time-series analyses of diary data. Contemporary Educational Psychology, 31(1), 64-96. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2005.02.002>

Angaben zu den Autorinnen und zum Autor

Beate Curdes

Studium der Physik (Diplom) in Aachen und Oldenburg, Lehramtsstudium Mathematik und Physik, Promotion in Mathematikdidaktik; von 2005 bis 2016 Gast- und Vertretungsprofessorin an der Jade Hochschule in Wilhelmshaven; seit 2017 Professorin für Didaktik der Naturwissenschaften am Institut für Studienerfolg und Didaktik (ISD) der Hochschule Bochum

Moritz Rüller, M. Sc.

Studium der Psychologie in Münster und Mannheim; seit 2017 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Studienerfolg und Didaktik (ISD, Hochschule Bochum); Promotionsprojekt im Bereich Diagnostik von Textverstehenskompetenzen am Institut für Psychologie in Bildung und Erziehung (IPBE, Universität Münster)

Jennifer Lysikov, M.A.

Studium der Erziehungswissenschaft in Münster; seit 2017 Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Leiterin der Schreibwerkstatt am Institut für Studienerfolg und Didaktik (ISD) der Hochschule Bochum; promoviert aktuell am Institut für Psychologie in Bildung und Erziehung (IPBE, Universität Münster) zum Prozess des Textverstehens

Anna Andreeva, Dipl. Lehrerin (RUS)

Lehramtsstudium für Mathematik und Informatik an der staatlichen Universität von Astrachan, Russland; seit 2016 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Studienerfolg und Didaktik (ISD, Hochschule Bochum), Zuständigkeitsbereich Didaktik der Mathematik

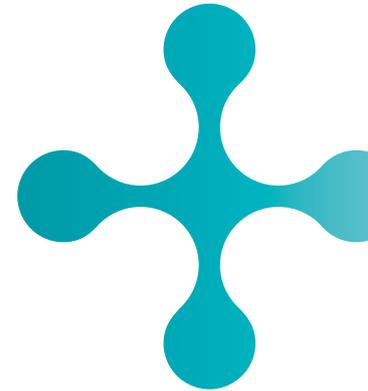
Christine Kasper

Studium der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum (B. Sc. Chemie und M. Sc. Chemie) und an der Bergischen Universität Wuppertal (laufende Promotion); seit 2018 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Studienerfolg und Didaktik an der Hochschule Bochum

MINT meets SAGE

...wenn Kinder Genderungerechtigkeiten mit dem Hyperloop lösen

Kirsten Rusert, Universität Vechta
Martin Stummbaum, Hochschule Augsburg



Zusammenfassung

SAGE ist das Pendant zu MINT und subsumiert die Studienrichtungen SA wie Soziale Arbeit, G wie Gesundheit und Pflege und E wie Erziehung und Bildung. Im Beitrag wird eine erweiterte Perspektive gegenüber klassischen MINT-Bildungsformaten zu einer MINT-SAGE-Hochschulbildungskooperation postuliert.

Grundlagen und Perspektiven von MINT-Hochschulbildung werden anhand der wissenschaftlichen Begleitforschungsergebnisse des didaktischen Lehrformats „MI(N)T machen in Ostfriesland“ im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts „NEO-MINT: Nachhaltige Entwicklung Ostfriesland mit MINT“ in den SAGE-Kontext diskutiert. Vor dem theoretischen Hintergrund von Bürgerwissenschaften, nachhaltiger regionaler Entwicklung und Bildung für nachhaltige Entwicklung wird MINT-Hochschulbildung in Kooperation mit SAGE kontextuiert. Die theoretischen Zugänge lassen sich der Third Mission von Hochschulen der angewandten Wissenschaften zuordnen. Sie beschränken sich auf diese jedoch nicht, sondern schaffen auch in der Lehre und Forschung entsprechende Potenziale.

1. MINT-Bildung

NEO-MINT ist ein vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur gefördertes Forschungs- und Entwicklungsprojekt. Das Akronym steht für die Zielsetzung des im Zeitraum von 2015 bis 2018 geförderten Projekts einer Nachhaltigen Entwicklung Ostfrieslands mit Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.

NEO-MINT ist in den beiden Fachbereichen „Technik“ und „Soziale Arbeit und Gesundheit“ der Hochschule Emden/Leer verortet und subsumiert vier Teilprojekte. Im Fokus der beiden im Fachbereich „Technik“ angesiedelten Teilprojekte stehen Aktivitäten und Maßnahmen zur Begeisterung und Gewinnung von Kindern und Jugendlichen für die MINT-Schulfächer bzw. ein MINT-Studium (vgl. Hochschule Emden/Leer 2016)

Die beiden im Fachbereich „Soziale Arbeit und Gesundheit“ verorteten Teilprojekte beschreiten über dieses tradierte Strategiefeld für MINT hinausgehende Perspektiven. MINT-Bildung zielt in diesen beiden vom zweiten Autor dieses Beitrags geleiteten Teilprojekten auf eine Grundbildung, die in modernen Gesellschaften auch entsprechende MINT-Kompetenzen beinhaltet. In diesem Verständnis werden MINT-Inhalte nicht isoliert und innerhalb disziplinärer Grenzen begeisterungsaffin portioniert dargeboten, sondern in ganzheitlich(er)en und lebensweltlich(er)en Settings kontextuiert. Damit orientieren sich diese beiden Teilprojekte an der ersten zentralen Empfehlung

zur MINT-Bildung in Deutschland der interdisziplinären Arbeitsgruppe zur Zukunft der technischen und naturwissenschaftlichen Bildung in Europa (Stock: 2012). Danach sollen Kinder und Jugendliche befähigt werden, in modernen Gesellschaften komplexe Zusammenhänge beurteilen und (mit)gestalten zu können.

2. MINT-Bildung im Vorschul- und Grundschulalter

Das erste Teilprojekt adressiert an Kinder im Vorschul- und Grundschulalter und offeriert im Sinne von Welterkundung und Weltaneignung kindgerechte Zugänge in die Welt von Hochschule (zum zweiten Teilprojekt siehe Beitrag zum Inklusionscheck in dieser Publikation). Im Rahmen von Storyworking werden diese Zugänge zu Möglichkeitsräumen ästhetischer Bildung. Ästhetisch nicht (nur), weil in diesem Teilprojekt mit „künstlerischen“ Mitteln gearbeitet wird, sondern (vor allem), weil Kindern mittels Storyworking ein Zugang eröffnet wird, sich nicht nur für dargebotene MINT-Aktionen begeistern zu dürfen, sondern ihren Erfahrungen mit Hochschule einen differenziert(er)en Ausdruck verleihen zu können (vgl. Peez: 2015). Im Rahmen von Storyworking sollen Kinder nicht als zukünftige Studierende für MINT-Studiengänge gewonnen werden, sondern Kindern soll ein entdeckender und aneignender Zugang zu (Hochschul)Bildung eröffnet werden. Eine Verengung dieses Zugangs auf zukünftige Studierende und auf MINT-Bildung unterläuft die Anforderungen an eine gerechte und zukunfts-gestaltungsfähige Bildung. Herberg (2018) erläutert differenziert, dass die Begründung einer auf zukünftige Studierende ausgerichteten MINT-Bildung aufgrund eines prognostizierten Fachkräftemangels auf fragwürdigen Annahmen beruht. Kriechel et al. (2016: 14) etwa differenzieren für die Zukunft divergierende Bildungsbedarfe, je nachdem,

„ob die deutsche Wirtschaft darauf setzt, ihre Spitzenposition in der industriellen Produktion auch in der digitalen Welt zu behaupten [...] oder ob sie die Entwicklung zu einer diversifizierten Wissensökonomie vorzieht, in der die Anwendung und Umsetzung digitaler Technik im Vordergrund steht, nicht aber die technologische Führerschaft auf dem industriellen Sektor.“

Aktivitäten zur Gewinnung von zukünftigen Studierenden für MINT-Studiengänge laufen somit Gefahr, dass sie sowohl hinsichtlich der benötigten Anzahl an Fachkräften als auch hinsichtlich der geforderten Kompetenzen nicht den zukünftigen Bedarfen entsprechen.

3. Storyworking mit Kindern als ästhetische Form der MINT-Bildung

Vor diesem prognostischen Hintergrund wird im ersten Teilprojekt MINT nicht wie üblich mit *Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften* und *Technik* ausbuchstabiert, sondern in einem ästhetischen Bildungsverständnis mit *Motivation* schaffen, *Interessen* zulassen, *Neugierde* fördern, *Theorien* bilden (lassen) übersetzt. Eine dergestalt ausgestaltete MINT-Bildung schafft für Kinder mittels Storyworking ermöglichende Zugänge in die Hochschulwelt.

„[W]ichtige Aufgabe der begleitenden Erwachsenen ist es [dabei], nicht Antworten parat zu haben und fertige Experimente anzubieten, sondern Impulse zu geben, wie gemeinsam Lösungen gefunden werden können“ (Nifbe 2018: o.S.).

Nicolai (2016) subsumiert die Aufgaben der Begleitung von derart verstandenen MINT-Prozessen unter dem Begriff einer nachgehenden Pädagogik, die einen Ermöglichungsraum eröffnet, in dem Kinder dialogisch und kreativ Hochschul-Geschichten

entwickeln können. Storyworking lässt Kinder achtsam sein, anders sehen, diskutieren, erkennen, erklären, erzählen, fragen, Gleiches sehen, kreativ sein, kritisieren, infrage stellen, mit(einander)machen, nachdenken, Neues denken, selber machen, verstehen, widersprechen, zuhören, zuschauen, zustimmen, zweifeln ...

Storyworking kann wie Storytelling der strategischen Organisationskommunikation zugeordnet werden. Während im Storytelling etwa relevante Informationen und Zielsetzungen von Organisationen in „Geschichten“ erzählt werden, „erarbeiten“ im Storyworking etwa Organisationen mit Anspruchs- bzw. Zielgruppen dialogisch „Geschichten“ über Betrachtungs- und Verständnisweisen. Ettl-Huber (2014) subsumiert Storyworking in einer Typisierung von Storytelling als umfassendste Variante, die weitere Potenziale von Partizipation und Wissensgenerierung erschließen kann.

4. Hochschulpräsidenten: Vom kleinen König zum Königinnen-Verhinderer

Anhand der nachfolgenden Bilder von Leevke, Mara und Stella wird Storyworking veranschaulicht.

Eine Gruppe von Kindern (Namen der Kinder sind anonymisiert) betrachtet und bespricht zum Einstieg ins Storyworking mehrere Zeichnungen über Hochschulen. Bei der ersten Zeichnung entsteht folgender Dialog.

- Mia: Eine Hochschule ist eine Schule in einem Hochhaus.
Knut: Das ist keine Hochschule. Das ist eine Wolkenkratzer-schule. (zeigt auf Stellas Zeichnung) Siehst Du nicht? Das ist ein Wolkenkratzer.
Birte: Und was ist dann ein Hochhaus?



Abb. 1: Hochschule als Schule in einem Hochhaus

Begleitperson bespricht mit den Kindern, was ein Hochhaus ist und wann ein Hochhaus als Wolkenkratzer bezeichnet wird. Dann zeigt er den Kindern Fotos der Gebäude von verschiedenen Hochschulen in Europa.

- Paula: Eine Hochschule kann in einem Hochhaus sein.
Muss aber nicht. Warum ist eine Hochschule groß und nicht alle?

Begleitperson bespricht diese Frage mit den Kindern. Dabei kommt die Frage auf, wer alles in einer Hochschule arbeitet. Es werden Professoren und Professorinnen, wissenschaftliche Beschäftigte, studentische Hilfskräfte, Wissenschaft unterstützende Beschäftigte besprochen. Beim Präsidium kommt es zu nachfolgendem Dialog der Kinder.



Abb. 2: Hochschulpräsidenten als kleine Könige

Knut: Was ist ein Präsident?

Olaf: Ein Präsident ist ein König von einem Land. Einer sagt halt König. Einer sagt Präsident.

Birte: Dann ist eine Hochschule ein Land!?

Olaf: Nein kein Land. Eine Hochschule ist eine Hochschule.

Birte: Warum haben die dann einen Präsidenten?

Mia: Die haben halt einen kleinen König (zeigt mit den Händen circa 30 cm). Länder haben einen großen König (zeigt mit den Händen circa 70 cm) oder einen ganz großen König (streckt sich und zeigt mit den Händen über einen Meter), wenn das Land so groß ist wie Amerika.

Begleitperson zeigt den Kindern Fotos von Präsidien verschiedener Hochschulen. Die Kinder überlegen, was Vizepräsidenten sind und kommen zu dem Ergebnis, dass Vizepräsidenten



Abb. 3: Gleichstellungsstelle einer Hochschule

auch Könige sind, nur halt noch kleiner als die Präsidenten von Hochschulen, also klitzekleine Könige sind (Mia zeigt mit Ihren Händen circa 20 cm). Den Kindern fällt auf, dass auf einem Bild das Präsidium aus vier Männern besteht.

Olaf: Ich sehe keine klitzekleine Königin. Muss ich die klitzekleine Königin suchen?

Paula: Die klitzekleine Königin ist zuhause.

Mia: Die klitzekleine Königin ist die Frau vom kleinen König. Die muss nicht arbeiten. Die ist Königin, auch wenn sie die Frau von einem kleinen König ist.

Knut: Grrrr. Und wenn er einen Mann küsst. Wenn der kleine König einen Mann liebt, dann gibt es keine Königin.

Doro: Voll fies. Warum sagt der kleine König nicht „Eine Frau muss hier eine klitzekleine Königin sein“?

- Mia: Wenn es keine klitzekleine Königin gibt. Dann studiere ich nicht.
- Knut: Ohne klitzekleine Königin studieren mache ich nicht. Hier will ich nicht studieren.
- Doro: (an Knut gewandt) Du kannst doch hier studieren. Hier sind Männer die Könige.
- Knut: Grrrr. Ich will doch nicht wo studieren, wo nur Männer sind. Ich will nicht wo studieren, wo nur Jungen studieren. Ich mach das wo, wo Jungen und wo Mädchen studieren.

Die Begleitperson bespricht mit den Kindern ihre Gefühle von fies sein und erklärt ihnen, dass im Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland genau das steht, was ihnen wichtig ist: „Männer und Frauen sind gleichberechtigt. Der Staat fördert die tatsächliche Durchsetzung der Gleichberechtigung von Frauen und Männern und wirkt auf die Beseitigung bestehender Nachteile hin.“ Dann nimmt die Begleitperson Bezug auf ein Bild der Gleichstellungsstelle, die von den Kindern zu Beginn nicht eingeordnet werden konnte. Die Kinder stellen viele Fragen zur Gleichstellungsstelle, wollten wissen, wie viele Frauen und Männer an Hochschulen arbeiten und studieren.

5. Storyworking: Genderungerechtigkeiten mit dem Hyperloop lösen

Die Kinder erarbeiteten im Weiteren eine Geschichte, die auf den ersten Blick nur wenig mit MINT im tradierten Verständnis von Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik zu tun hat. Ihre Geschichte erzählt etwas vom Wahrnehmen und dem Umgang mit Ungerechtigkeit. Hintergründig hat diese Geschichte sehr viel mit MINT- und anderen Studiengängen zu tun, denn sie erzählt von den Bedingungen unter denen Kinder

(später) studieren wollen. Sie begeben sich interessengeleitet auf unbekanntes Terrain. Sie verstehen vieles (noch) nicht, aber sie zeigen großen Forschungsgeist und stellen viele Fragen. Sie diskutieren Hypothesen, entwickeln und überprüfen Theorien und suchen nach Lösungen. Sie zeigen wissenschaftliches Grundgespür und überschreiten in ihrer Lösungssuche disziplinäre Grenzen. Sie erzählen in ihrer Geschichte, wie sie mit dem Hyperloop erreichen wollen, dass in der Hochschule nicht nur Männer als (klitze)kleine Könige, sondern auch Frauen als (klitze)kleine Königinnen arbeiten:

Birte, Doro, Knut, Mia, Olaf und Paula leben mit ihren Familien und Freunden in einer Stadt mit einer Hochschule. Sie wollen später einmal studieren und möchten dann in ihrer Stadt weiter leben bleiben. Paula ist sich noch nicht ganz sicher, denn sie möchte Astronautin werden, wenn sie werden darf, was sie möchte. Ansonsten möchte sie Ingenieurin für Hyperloops werden wie Knut, der später auch mal Hyperloops erfinden möchte. Doro möchte später als Sozialpädagogin mit Pferden und Kindern arbeiten wie Mia, der es in ihrer Kita so gut gefällt, dass sie später einmal als Kindheitspädagogin arbeiten möchte. Birte möchte etwas mit Sonnen- und Windenergie studieren. Etwas mit Windenergie zu studieren, das kann sich auch Olaf vorstellen, denn er findet Windräder schrecklich hässlich und möchte später Windräder bauen, die so schön wie Bäume aussehen.

Bis auf Paula könnten alle Kinder später einmal in ihrer Stadt wohnen bleiben und dort auch studieren, denn an der hiesigen Hochschule lässt sich Kindheitspädagogik, Ingenieurwesen für Hyperloops, Sonnen- und Windenergie sowie Soziale Arbeit studieren – eigentlich, denn die Kinder finden es „voll ungerecht“, dass das Präsidium der Hochschule in ihrer Stadt aus einem kleinen König und drei klitzekleinen Königinnen besteht und keine klitzekleine Königin hat.

Die Kinder verstehen nicht, dass im Grundgesetz steht, dass Frauen und Männer gleichberechtigt sind und dann darf an der Hochschule ihrer Stadt keine Frau als klitzekleine Königin arbeiten. Das finden die Kinder „voll fies“ und an so einer Hochschule wollen sie nicht studieren.

Einem König so etwas zu sagen, trauen sich die Kinder nicht. „Das ist voll fies“, finden Birte und Olaf, kann man doch einem König nicht sagen, denn auch wenn er kein König von einem Land ist, so ist er doch ein kleiner König von einer Hochschule. Die Kinder überlegen sich deshalb, wie sie in ihrer Stadt weiterleben und dennoch an einer Hochschule studieren können, an der auch Frauen als (klitze)kleine Königinnen arbeiten. In Deutschland gibt es solche Hochschulen, aber die sind weit weg und dann können die Kinder später als Studierende nicht weiter in ihrer Stadt leben. Also erfinden die Kinder einen Hyperloop, der Studierende aus ihrer Stadt in zwei, drei Minuten zu Hochschulen bringt, in deren Präsidien sowohl Frauen als auch Männer (klitze-) kleine König*innen sind.

Die Kinder sind sich sicher, dass wenn der Hyperloop die Studierenden „schwups“ in zwei, drei Minuten zu diesen Hochschulen bringt, dann studiert hier niemand mehr. „Und dann wird der kleine König der Hochschule in ihrer Stadt sagen: ‚Ach, ich bin so traurig. Keiner will bei mir studieren. Was soll ich nur tun?‘“ Und dann wollen die Kinder ihm sagen: „Wenn Du Frauen als klitzekleine Königinnen an deiner Hochschule arbeiten lässt, dann wollen wir hier – wo wir wohnen – auch wieder studieren. Und dann bist du nicht mehr alleine und musst nicht mehr traurig sein.“

6. MINT meets SAGE

Didaktische Konzepte, die den Herausforderungen der Globalisierung und Digitalisierung gerecht werden wollen, müssen Lernende motivieren

„[...] to nurture his or her passions, make connections between different learning experiences and opportunities, and design their own learning projects and processes in collaboration with others.“ (OECD 2018: 4)

MINT meets SAGE offeriert ein ganzheitlich(er)es Lernsetting, in dem herausforderungsorientiert über disziplinäre Grenzen hinausdenkend auf die komplexen und vielfach noch unbekannt Themen der Zukunft vorbereitet und neugierig gemacht werden kann.

Literatur

Ettl-Huber, S. (2014): Storytelling in der Organisationskommunikation. Theoretische und empirische Befunde. 1. Auflage. Wiesbaden. Springer Verlag

Herberg, J. (2018): Illusio Fachkräftemangel, Der Zwischenraum von Bildung und Wirtschaft in Deutschland und Nordkalifornien. 1. Auflage. Wiesbaden. Springer Verlag

Hochschule Emden/Leer (2016): Kinder für Mathe und Technik begeistern. Bildung als wichtigste Ressource Ostfrieslands. In: Campus & Markt. Ausgabe Dezember, S. 6.

Kriechel, B., Düll, N., Vogeler-Ludwig, K. (2016): Arbeitsmarkt 2030 – Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter: Prognose 2016. Bielefeld. Bertelsmann Verlag

Mergner, U. (2011): Seien wir SAGE. Wie kann die gesellschaftliche Anerkennung der Disziplinen und Professionen im Bereich der „sozialen Dienstleistungen“ erhöht werden? In: Bayerische Sozialnachrichten. Ausgabe 4, S. 3-9

Nicolai, K. (2016): Der Maltisch als peerkulturelle Identitätsbaustelle im Kindergarten. In: Staeger, R. (Hrsg.): Ästhetische Bildung in der frühen Kindheit. Weinheim und Basel. Beltz Juventa. S. 99-126

Niedersächsisches Institut für frühkindliche Bildung und Entwicklung Nifbe (2018): MINT Hintergrund. www.nifbe.de/das-institut/ko-stelle/schwerpunkte-2008-2015/fokus-mint/281-nifbe/kostelle/fokus-mint/631-mint-hintergrund (Abfrage: 08.04.2019)

Organisation for Economic Co-operation and Development OECD (2018): The Future of Education and Skills, Education 2030, Paris [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf) (Abfrage: 01.04.2019)

Peez, G. (Hrsg., 2015): Kinder zeichnen, malen und gestalten. Kunst und bildnerische-ästhetische Praxis in der KiTa. 1. Auflage. Stuttgart. Kohlhammer Verlag

Stock, G. (2012): Stellungnahmen und Empfehlungen zur MINT-Bildung in Deutschland auf der Basis einer europäischen Vergleichsstudie. Berlin. Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften

Angaben zur Autorin und zum Autor

Kirsten Rusert

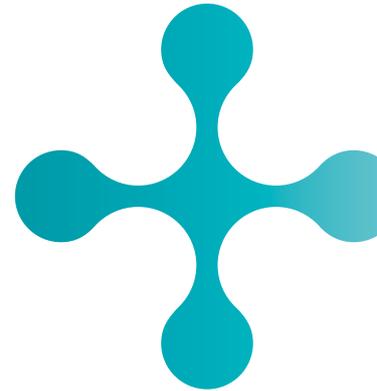
Master of Mediation/B.A. Politik- und Verwaltungswissenschaften, Promovendin und wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Vechta im Projekt Soziale Kompetenzen für Auszubildende und Mediationstraining für Ausbilder*innen

Martin Stummbaum, Prof. Dr.

Professor für Soziale Arbeit, Fakultät für Angewandte Geistes- und Naturwissenschaften der Hochschule Augsburg, Forschungs- und Lehrschwerpunkte: Beratung, Gesundheitsförderung, Methoden, Praxis- und Wirkungsforschung, Soziale Innovation

Entwicklung eines Informatik-Onlinetests zur Studienvorbereitung im Projekt MINTFIT Hamburg

Daniel Sitzmann, Marcus Soll, Universität Hamburg
Helena Barbas, HafenCity Universität Hamburg
Fabian Hamann, Technische Universität Hamburg
Esther Bender, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg



Zusammenfassung

MINT-Studiengänge verzeichnen hohe Abbruchquoten. Um diesem Phänomen entgegenzuwirken, entwickelt das Projekt MINTFIT Hamburg Maßnahmen zur Erleichterung des Studieneinstiegs unter anderem in Form eines onlinebasierten diagnostischen Informatik-Selbsteinschätzungstests und zugehörigen Onlinekurses, mit dem Schüler*innen und Studieninteressierte vor Studienbeginn ihre Kompetenzen prüfen können.

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Konzept- und Entwicklungsphase dieses Tests und zeigt die Themenvorauswahl, die geplante Verifizierung des Themenkatalogs anhand einer deutschlandweiten Umfrage unter Lehrenden der Informatik aller Statusgruppen und die Gestaltung der Testfragen. Die Entwicklung ist herausfordernd, da es einerseits bislang kein deutschlandweites Pflichtschulfach Informatik mit einheitlichen Lehrplänen oder Mindestanforderungskataloge gibt; andererseits müssen Wege zum Identifizieren von Kompetenzen gefunden werden, die ohne das Zurückgreifen auf Fachtermini auskommen, da diese für Schüler*innen unbekannt sind. Ziel des Tests ist es, den Umgang der Teilnehmer*innen mit bekannten fachlichen Hürden zu Beginn eines (Nebenfach-) Informatikstudiums einzuschätzen und ihnen im Vorfeld Lernempfehlungen geben zu können.

1. Über MINTFIT Hamburg

Im Zuge der Digitalisierung durchdringen Facetten der Fachdisziplin Informatik alle Bereiche des täglichen Lebens, wodurch sich der Bedarf an Fachkräften zukünftig immens erhöht. Mit den hohen Zahlen der Studienanfänger*innen in Haupt- oder Nebenfach Informatik geht auch eine hohe Anzahl von Studienabbrüchen einher – aktuell brechen im Schnitt ca. ein Drittel der Studierenden ihr Studium vor Erreichen eines Abschlusses ab. Die Gründe dafür sind vielfältig, aber etwa ein Viertel bis ein Drittel der Abbrüche wird überwiegend mit fachlicher Überforderung begründet (siehe Heublein et al. (2010) und Heublein et al. (2017)).

Vor diesem Hintergrund entwickelt das Projekt MINTFIT Hamburg als Projektverbund der Hamburger MINT-Hochschulen Maßnahmen am Übergang Schule-Hochschule, die den Studienanfänger*innen den Umgang mit den hohen fachlichen Anforderungen in den Eingangssemestern erleichtern sollen. Das MINTFIT-Angebot umfasst webbasierte Selbsteinschätzungstests in Mathematik und Physik sowie Kurse auf zugehörigen Onlinelearnplattformen, mit denen Schüler*innen und Studieninteressierte kostenlos und anonym ihren Wissensstand prüfen und etwaige Wissenslücken vor Studienbeginn schließen können. Eine detaillierte automatisierte Auswertung des individuellen Testergebnisses ist die Grundlage für Lernempfehlungen in den angeschlossenen Onlinekursen. MINTFIT befindet sich

in der dritten Förderphase, in der das Test- und Kurs-Angebot nach demselben Muster um die Themengebiete Chemie und Informatik erweitert wird.

Im Folgenden wird die Neuentwicklung eines zum bestehenden MINTFIT-Mathe- und Physiktest analogen Informatiktests beschrieben, der eine Einschätzung des Kompetenzlevels ermöglichen und explizit kein Orientierungstest im Sinne der Studienberatung (Bestimmung von Stärken, Schwächen und Neigungen zur Identifikation von Interessen oder dem richtigen Studienfach) sein wird.

2. Wissenschaftlicher Hintergrund

Selbsttests sind eine weit verbreitete Methode zur Vereinfachung des Studieneinstiegs, wie zahlreiche Beispiele aus Halfbrodt (2008), Baker und Tillmann (2007) und Eggerth (2006) zeigen.

Zwischen den dort angeführten Tests bestehen teilweise große Unterschiede. Die in Halfbrodt (2008) vorgestellten Selbsttests variieren in der Länge zwischen 30 Minuten und 5 Stunden. Auch die Methodiken sind unterschiedlich: Bei einigen Tests werden Themen mit einer oder wenigen Fragen abgehandelt, während andere ganze Fragekomplexe bieten – wiederum andere sind hauptsächlich auf die Vermittlung von Informationen über Informatik ausgelegt. Während die meisten Beispieltests aus Halfbrodt (2008) Online-Tests sind, gibt es auch noch Offline- oder Pen&Paper-Varianten. Zu beachten ist, dass viele dieser Selbsttests veraltet sind bzw. nicht aktualisiert werden (Halfbrodt, 2008).

Thematisch sind die in Baker und Tillmann (2007) und Halfbrodt (2008) vorgestellten Selbsttests weit gefächert. Häufig vorkommende Themen beinhalten Fragen bzw. Aufgaben zu Logik/Logikrätseln, Mathematik, Formalen Systemen (wie Automaten und

Grammatiken), Englischkenntnissen oder auch zum Interesse bzw. zur Motivation von Schüler*innen für ein Informatikstudium.

Eine wichtige Feststellung im Rahmen der Erstellung des MINTFIT-Informatik-Tests ist nach Maass und Wiesner (2006), dass schlecht gestellte Selbsttests auch zu falschen Vorstellungen über das Studienfach Informatik beitragen können, was wiederum zu Problemen in Eingangsemestern führen kann.

3. Herausforderungen bei der Entwicklung eines Studieneinstiegsangebotes

Die Entwicklung eines Onlinetests und eines darauf aufbauenden Kurses in der Informatik weist im Vergleich zu den bestehenden MINTFIT-Angeboten in Mathematik und Physik einige besondere Herausforderungen auf, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden.

3.1 Vorwissen

Das Vorwissen einzelner Studienanfänger*innen kann erhebliche Unterschiede aufweisen. Dies liegt auch an der Vielzahl an möglichen Verlaufswegen bei der Vorbildung in Informatik. So können Studienanfänger*innen

- keine Vorbildung haben
- sich selbstständig Wissen angeeignet haben, allerdings in unterschiedlicher Tiefe (z. B. durch PC-Benutzung, Zusammenbau von Computern oder das Lernen einer Programmiersprache). Dabei kann nicht nur ein falsches Bild von den Inhalten des Studienfachs Informatik entstehen, sondern Studienanfänger*innen können sich auch fehlerbehaftetes Wissen angeeignet haben
- Vorbildung haben, z. B. durch Informatikunterricht in der Schule

Die Berücksichtigung der Diversität der Teilnehmer*innen und der daher anzunehmenden Wissens- und Kompetenzunterschiede sind ein wichtiges Qualitätsmerkmal von aktuellen Onlinetests bzw. -Kursen.

3.2 Informatikunterricht in der Schule

Aufgrund des Bildungsföderalismus in Deutschland unterscheiden sich die Bildungspläne zum Teil erheblich. Da es aber keine überregional akzeptierten Mindestanforderungskataloge (wie z. B. Cooperation Schule-Hochschule (cosh) (2014) für Mathematik) gibt und bestehende Standards (wie z. B. von der Gesellschaft für Informatik Brinda et al. (2008), Röhner et al. (2016)) nicht übergreifend verwendet werden, sind die Wissensstände von Studienanfänger*innen sehr heterogen.

Zudem ist Schulunterricht im Fach Informatik nur in wenigen Bundesländern Pflicht, sodass nicht alle Schüler*innen zwangsläufig vor Studienbeginn mit dem Fachgebiet Informatik in Berührung kommen.

Für die Entwicklung konkreter Maßnahmen zur Erleichterung des Studieneinstiegs wie z. B. Tests ergibt sich dadurch eine große Herausforderung: Es gibt keine gemeinsame Themen- und Wissensbasis auf der aufgebaut werden könnte.

3.3 Erwartungen der Dozent*innen

Ein wichtiger Aspekt ist die mögliche Erwartungshaltung von Dozent*innen. Damit die künftigen Studierenden nicht von diesen Erwartungen überrascht werden, müssen diese natürlich in einem Test berücksichtigt werden. Für das Fach Informatik gibt es bislang noch keine breiten Studien, die die Erwartungen von Dozent*innen an Studienanfänger*innen untersuchen (wie z. B. Neumann, Pigge & Heinze (2017) für Mathematik). Aus diesem Grund führt das MINTFIT Informatik-Team eine entsprechende Umfrage im Frühjahr 2019 durch, siehe dazu Abschnitt 4.1.

3.4 Vorurteile der Schüler*innen

Eine Facette bei der Begründung von Studienabbrüchen ist die Feststellung, dass Schüler*innen oft keine realistische Vorstellung über das (Haupt-) Studienfach Informatik haben (Maass & Wiesner (2006), Antonitsch, Krainer, Lerchster & Ukowitz (2007)).

Zudem wird teilweise angenommen, dass man das Fach Informatik in der Schule belegt haben muss, um Informatik studieren zu können (Romeike & Schwill (2006)).

Eine gute Studieneinstiegsvorbereitung sollte diese Vorurteile ebenfalls im Design berücksichtigen.

4. Themenauswahl

Die Bestimmung der Themenauswahl ist, wie in Abschnitt 3 beschrieben, eine der herausforderndsten Aufgaben beim Design des MINTFIT Informatik-Tests. Die vorläufigen Themen wurden anhand der folgenden drei Gesichtspunkte ausgewählt:

- Informatik-Bildungspläne der 16 Bundesländer
- Curricula der Hamburger Hochschulen
- Berücksichtigung bestehender Informatiktests

Zum Vergleich wurden die gymnasialen Bildungspläne der Sekundarstufe 1 und 2 herangezogen. Die einzelnen Lehrinhalte wurden 43 zuvor aufgestellten Kategorien zugeordnet. Diese Zuordnung ist gleichwohl nicht eindeutig, da es keine festgelegten Begriffe für einzelne Lehrinhalte gibt, sondern gleiche Anforderungen unterschiedlich benannt sein und gleich benannte Lehrinhalte unterschiedliche Anforderungsniveaus aufweisen können. So meint „Umgang mit Objekten“ beispielsweise im Bildungsplan eines Bundeslandes „objektorientiertes Programmieren“ – in einem anderen aber, ein Objekt in ein Word-Dokument einzufügen.

Erfolgreicher Studienstart

Entwicklung eines Informatik-Onlinetests zur Studienvorbereitung im Projekt MINTFIT Hamburg

Der Vergleich von Hochschulcurricula zeigt: Auch hier werden Begriffe mit unterschiedlicher Bedeutung verwendet, die zudem unterschiedlichen Niveaus entsprechen können. Um den Vergleich dennoch zu ermöglichen, wurden die 43 Kategorien den folgenden fünf Fachgebieten zugeordnet:

- Theoretische Informatik,
- Praktische Informatik,
- Angewandte Informatik,
- Technische Informatik,
- explizite Schulthemen.

Die Hochschulcurricula wurden erst anhand der fünf Fachgebiete zugeordnet und diese dann in die Kategorien unterteilt. Dabei kann eine Vorlesung inhaltlich auch mehrere der 43 Kategorien abdecken.

Als vorläufige Testthemen wurden diejenigen ausgewählt, die in mindestens acht Bundesländern laut Bildungsplan der Sekundarstufe 2 Grundkurs verpflichtend sind und in mindestens drei Hamburger Hochschulcurricula vorkommen, entweder in der Studieneingangsphase (SEP) oder als Pflichtfach (PF) in späteren Semestern. Das Thema „Netzwerke“ wurde aufgrund der Relevanz in nationalen Bildungsplänen zusätzlich hinzugefügt.

Aufgrund des Fehlens einer Themengrundlage in Form deckungsgleicher Bildungspläne oder von Mindestanforderungskatalogen (vgl. Abschnitt 3.2) ist die Entwicklung eines Tests geplant, der zwar grundsätzliche Kompetenzen und Fertigkeiten erfragt, ohne dies aber direkt auf fachlicher Ebene tun zu können (siehe Abschnitt 6). Herausfordernd ist aufgrund der

Thema	Hochschulcurricula	Bundesländer	Kategorie	Bemerkung
Programmieren	4 (4*SEP)	16	Praktische Informatik	Wichtig in Nebenfächern
Logik	3 (2*SEP, 1*PF)	8	Theoretische Informatik	Auch in vielen anderen Informatiktests enthalten
Datenbanken	3 (1*SEP, 2*PF)	15	Praktische Informatik	Wichtig in Nebenfächern
Algorithmen	4 (2*SEP, 2*PF)	16	Schulthema/ Praktische Informatik	
Automaten	3 (2*SEP, 1*PF)	15	Theoretische Informatik	
Netzwerke	2*PF	14	Praktische Informatik	Test soll Vorurteile abbauen, Grundlagen (Nebenfach) vermitteln
Rechneraufbau	3 (2*SEP, 1*PF)	13	Technische Informatik	Test soll Vorurteile abbauen, Grundlagen vermitteln

Tab. 1: Vorläufige Themen für den Onlinetest. Angegeben ist, in wie vielen Bundesländern das Gebiet laut Bildungsplan in der Sekundarstufe 2 verpflichtend ist, die Anzahl der Hamburger Hochschulen an denen das Gebiet im Syllabus vorkommt (SEP= Studieneingangsphase, PF= Pflichtfach späteres Semester), sowie welchem Fachgebiet das Thema zugeordnet ist.

Heterogenität des Vorwissens der Teilnehmer*innen zudem, ein Gleichgewicht zwischen „motivieren“, „ermutigen“ und „fordern“ zu finden, ohne abschreckend zu wirken. Da Themen der Informatik in allen Lebensbereichen vorkommen und Schüler*innen unterschiedlichste Vorstellungen vom Fachgebiet Informatik haben können, ist ein weiteres Ziel, die vielfältigen Themengebiete eines Informatikstudiums in Haupt- oder Nebenfach widerzuspiegeln und auf diese Weise mit Vorurteilen bzw. sogar Fehlvorstellungen aufzuräumen.

4.1 Dozent*innumfrage

Obwohl es im Fachbereich Informatik kein klar definiertes Vorwissen gibt (Abschnitt 3.1), kann Dozent*innen eine (unterschwellige) Erwartungshaltung an Studienanfänger*innen unterstellt werden. Um belastbare Erkenntnisse über das von Dozent*innen bei Studienanfänger*innen auf fachlicher wie auch auf überfachlicher Ebene erwartete Vorwissen zu gewinnen, wird vom MINTFIT-Informatik-Team im Frühjahr 2019 eine Onlineumfrage zu diesem Thema durchgeführt. Dadurch sollen auch die vorläufigen Testthemen (vgl. Tabelle 1) validiert werden. Der Link zur Onlineumfrage wird deutschlandweit an ca. 5.000 Lehrende der Informatik aller Statusgruppen verschickt. Die Ergebnisse fließen in die Testentwicklung ein (Validierung des vorläufigen Themenkatalogs) und werden später publiziert.

4.2 Hintergrundthemen

Die Teilnahme am Informatikunterricht in der Schule oder sonstiges einschlägiges Vorwissen dürfen keine Voraussetzung für ein Studium der Informatik in Haupt- oder Nebenfach sein. Deshalb kann der Test nur in geringem Umfang *fachliches Vorwissen* abfragen und zielt vermehrt auf die Einschätzung von *Kompetenzen*, welche für ein Informatikstudium benötigt werden. Folgende soll der Test zunächst abdecken:

1. Konzentriertes Arbeiten
2. Auge fürs Detail (Cappel, Prybutok, & Varghese, 2005)
3. Englischkenntnisse
4. Logisches Denkvermögen
5. Problemlösestrategien finden und anwenden (Beaubouef & Howatt, 2001) sowie als übergreifendes Thema
6. Fehlvorstellungen über das Informatikstudium

Die allgemeinen Fähigkeiten 1-5 sind sicherlich auch in den anderen MINT-Fächern von Bedeutung, sollen jedoch aufgrund der spezifischen Anforderungen in der Informatik bei MINTFIT zunächst ausschließlich bei der Informatiktestentwicklung einfließen.

5. MINTFIT Mathetest und Informatiktest – ein Vergleich

Hochschuldozent*innen in Deutschland können aufgrund der Vielzahl an Wegen zur Hochschulzugangsberechtigung und differierender Bildungspläne der Länder nicht von einheitlichen Mathematikvorkenntnissen bei MINT-Studienanfänger*innen ausgehen. Zumindest aber existiert ein Kanon grundlegender Kompetenzen und Inhalte der Schulmathematik – für das Schulfach Informatik existieren (wie in Abschnitt 4 beschrieben) zwar Unterrichtsempfehlungen und Bildungspläne, die aber inhaltlich breit gefächert sind und aufgrund fehlenden flächendeckenden Unterrichts kaum umgesetzt werden.

Der MINTFIT Mathetest basiert auf dem Mindestanforderungskatalog Mathematik der cosh-Gruppe (Cooperation Schule-Hochschule), den die am Projekt MINTFIT beteiligten Hamburger Hochschulen – sowie darüber hinaus viele weitere

deutsche Hochschulen – mit den in ihm beschriebenen Inhalten und Kompetenzen bei Studienanfänger*innen der MINT-Studiengänge voraussetzen.

Für die Informatik müssen Differenzen zwischen vorhandenen und erwarteten Vorkenntnissen erst noch identifiziert werden – als erster Schritt dient dazu eine Dozent*innenumfrage (siehe Abschnitt 4.1). Zudem muss das Bewusstsein der Studieninteressierten für potentiellen Verbesserungsbedarf von Kompetenzen und die Notwendigkeit weiterer Studienvorbereitung geschärft werden.

6. Entwicklung des Fragenkonzepts

Die Testfragen des zu entwickelnden Informatiktests sollen unter Berücksichtigung der in Abschnitt 3 angeführten Rahmenbedingungen konstruiert und entwickelt werden. Aus diesem Grund wurde ein Fragekonzept entwickelt, das den folgenden Anforderungen gerecht wird: Zum einen sollen die Fragen aus den in Abschnitt 4 erläuterten Gründen ohne Informatik-Vorwissen beantwortet werden können. Andernfalls können die Fragen zudem abschreckend wirken und die Teilnehmenden vom Studium abhalten. Zum anderen müssen die Fragen auch für Studieninteressierte mit Vorwissen interessant bleiben und diese nicht unterfordern. Zuletzt sollen die Fragen einen Eindruck davon vermitteln, mit welchen realen fachlichen Problemen Studierende im Bereich Informatik konfrontiert werden, um falschen Vorstellungen über das Studienfach Informatik entgegenzuwirken.

Das Testkonzept sieht vor, zu jedem der ausgewählten Themen eine Blockaufgabe aus mehreren Testfragen zu stellen. Jede dieser Testfragen wird mehrere austauschbare Varianten aufweisen, die in einer Testphase evaluiert werden sollen. Den

Testfragen geht jeweils eine einleitende Erklärung voraus, die das Beantworten der Frage ermöglichen soll. Weitere Fragen im Block können auf diese Erklärungen aufbauen und so auch in kompliziertere Themenkomplexe einführen, ohne diese in einem Abschnitt erklären zu müssen. Wenn jede Testfrage für sich stünde, wäre eine zu lange Erklärung nötig, um derartige Fragen zu stellen. Der Aufbau einer solchen Blockaufgabe ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

Je nach Themengebiet kann diese Aufgabenform auch dazu genutzt werden, anschaulich (mit Hilfe von Metaphern) in Themen einzuführen, um in späteren Testfragen abstraktere Aufgaben stellen zu können, die mit Problemstellungen/Aufgabenstellungen aus dem Studium vergleichbar sind. Die jeweils letzte Testfrage einer Blockaufgabe wird schwieriger gestaltet, sodass auch Studieninteressierte mit Vorwissen gefordert werden.

Allerdings entstehen durch das Konzept der Blockaufgaben auch neue Probleme, wie z. B. die Gefahr von Folgefehlern bei aufeinander aufbauenden Testfragen und damit einhergehende Frustration im Vergleich zum direkten Feedback mit Einschränkungen für die Usability. Diese Probleme werden in der nächsten Phase der Testerstellung evaluiert.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag beschreibt die erste Entwicklungsphase eines Informatik-Online-Selbsttests für MINT-Studienanfänger*innen durch das Verbundprojekt MINTFIT. Zur adäquaten Berücksichtigung der Problematik fehlender Mindestanforderungskataloge und etwaiger Dozent*innen-Vorstellungen bzgl. der Vorkenntnisse und Kompetenzen von Studienanfänger*innen wird eine Umfrage durchgeführt, deren Ergebnisse in die weitere Testentwicklung einfließen.

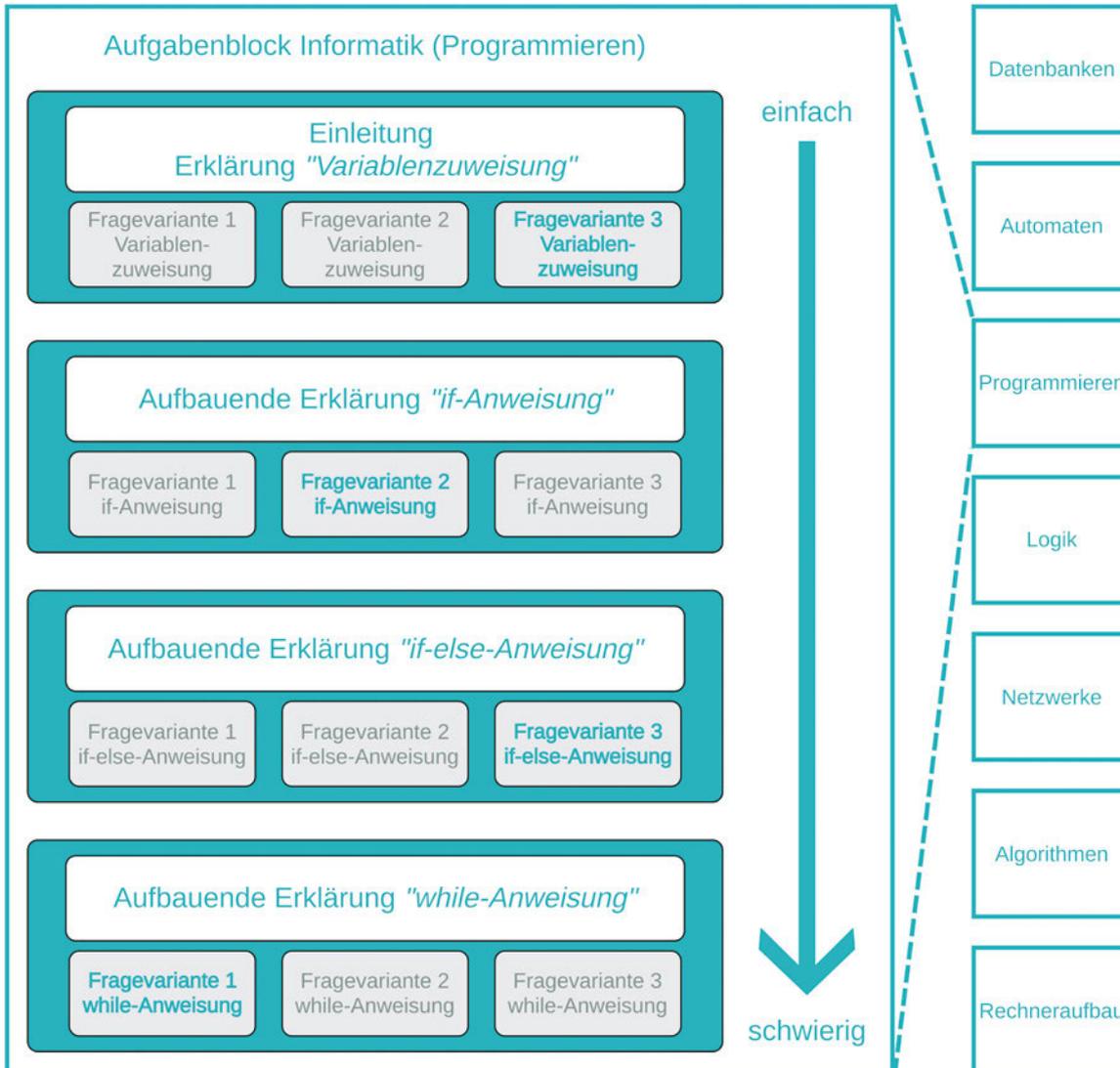


Abb. 1: Schematische Darstellung einer Blockaufgabe zum Thema Programmieren

Die Fertigstellung des MINTFIT Informatiktests ist für Herbst 2019 geplant. Im Anschluss daran wird ein zugehöriges E-Learning-Angebot entwickelt, mit dem Teilnehmende etwaige Wissenslücken vor Studienbeginn füllen können.

8. Acknowledgment

MINTFIT Hamburg ist ein Verbundprojekt der vier Hamburger MINT-Hochschulen Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW), HafenCity Universität Hamburg (HCU), Technische Universität Hamburg (TUHH) sowie Universität Hamburg (UHH) und wird gefördert von der Hamburger Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung.

Literatur

Antonitsch, P., Krainer, L., Lerchster, R., Ukowitz, M. (2007): Kriterien der Studienwahl von Schülerinnen und Schülern unter spezieller Berücksichtigung von IT-Studiengängen an Fachhochschule und Universität (Forschungsbericht). Universität Klagenfurt

Baker, A. A., Tillmann, A. (2007): Ein generisches Konzept zur Realisierung von Self-Assessments zur Studienwahl und Selbsteinschätzung der Studierfähigkeit. In: Eibl, C., Magenheimer, J., Schubert Sigrig ans Wessner, M. (Hrsg.): DeLFI 2007: 5. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) (pp. 79-90). Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.

Beaubouef, T., Lucas, R., Howatt, J. (2001): The UNLOCK System: Enhancing Problem Solving Skills for Students. In ACM SIGCSE Bulletin, 33(2), pp. 43-46. doi: 10.1145/571922.571953

Brinda, T., Fothe, M., Friedrich, S., Koerber, B., Puhlmann, H., Röhner, G., Schulte, C. (2008): Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule - Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. Bonn: Gesellschaft für Informatik (GI) e.V.

Cappel, J. J., Prybutok, R. J., Varghese, B. (2005): A closer look to Attention to Detail, Communications of the ACM, 48(7) S. 87-92. doi: 10.1145/1070838.1070842

Cooperation Schule-Hochschule (cosh) (2014): Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WIMINT-Fächern (Wirtschaft, Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik)

Eggerth, T. (2006): Konzeption eines modularen Eignungstests für Informatikstudiengänge an der Universität Potsdam (Diplomarbeit). Universität Potsdam, Deutschland

Halfbrodt, J. C. (2008): Konzeption und Erstellung eines Studieneinstiegstests für den Studiengang Informatik (Diplomarbeit). Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Deutschland

Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J., Woisch, A. (2017): Zwischen Studiererwartungen und Studienwirklichkeit. Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote

Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D., Besuch, G. (2010): Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen

Maass, S., Wiesner, H. (2006): Programmieren, Mathe und ein bisschen Hardware ... Wen lockt dies Bild der Informatik? Informatik-Spektrum, 29 (2), S. 125-132. doi: 10.1007/s00287-006-0059-y

Neumann, I., Pigge, C., Heinze, A. (2017): Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für ein MINT-Studium? (Tech. Rep.). IPN-Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik

Röhner, G., Brinda, T., Denke, V., Hellmig, L., Heußer, T., Pasternak, A., ... Seiffert, M. (2016): Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II. Bonn: Gesellschaft für Informatik (GI) e.V.

Romeike, R., Schwill, A. (2006): „Das Studium könnte zu schwierig für mich sein“ - Zwischenergebnisse einer Langzeitbefragung zur Studienwahl Informatik. In: Forbrig, P., Siegel, G., Schneider, M. (Hrsg.): HDI2006 - 2. GI-Fachtagung „Hochschuldidaktik der Informatik“ (S. 37-49)

Angaben zu den Autorinnen und Autoren

Helena Barbas

Diplommathematikerin, Doktor der Naturwissenschaften in Mathematik (CAU Kiel). Seitdem Lehre (u. a. Mathematik für MINT-Fächer und Vorbereitungskurse) sowie E-Learning in diversen Projekten (Mitaufbau von OMB+, MINTFIT, oHMint) an der TUB, RWTH, TUHH, UHH, HCU und HAW Hamburg. Fachliche Leitung MINTFIT Mathematik.

Esther Bender

Bachelor of Sciences Physik, Master of Sciences: Integrated Climate System Sciences; beides Universität Hamburg, zwei Jahre Vorstand Allgemeiner Studierendenausschuss, zurzeit wissenschaftliche Mitarbeiterin an der HAW Hamburg: Online-selbsttest Informatik und adaptive Testverfahren, Forschungsinteresse: Adaptive Testverfahren, Numerische Modellierung, Klimaentwicklung in kalten Regionen

Fabian Hamann

Master of Science im Fach Computer Science, Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität Hamburg, Mitarbeiter des Projekts MINTFIT Hamburg im Bereich Informatik.

Daniel Sitzmann

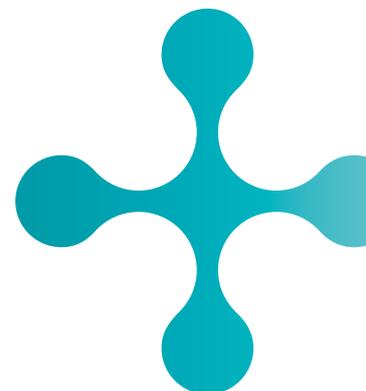
Studium der Wirtschaftsinformatik (Diplom) und Informatik, Promotion in Informatik zu E-Learning-Systemen und mobilen Webanwendungen. Langjährige Erfahrungen im Bereich Digitalisierung von Lehre und Lernen. Operativer Leiter des Projekts MINTFIT, Koordinator der interdisziplinären Zusammenarbeit der Verbundpartner, Verantwortlicher für die Weiterentwicklung der Softwareplattform.

Marcus Soll

Master of Science Informatik an der Universität Hamburg. Mitwirkung an Studienreform und Lehre der Universität Hamburg. Momentan tätig im Bereich Hochschuldidaktik, Schwerpunkt Online-Selbsttests, an der Universität Hamburg. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6845-9825>

MINTFIT: Chemie-Onlinetest und -Kurs zur MINT-Studienvorbereitung am Übergang Schule-Hochschule

Sina Meiling, Daniel Sitzmann, Universität Hamburg (UHH)
Norwin Kubick, Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf (UKE)
Robin Eggers, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW)



Zusammenfassung

Das Verbundprojekt MINTFIT Hamburg entwickelt kostenfrei nutzbare E-Learning-Angebote in den Themenbereichen Mathematik, Physik, Chemie und Informatik, um Schüler*innen sowie Studieninteressierte bereits vor Studienbeginn mit den fachlichen Inhalten und Anforderungen eines MINT-Studiums bzw. eines Studiums mit MINT-Anteilen an Universitäten oder Hochschulen vertraut zu machen.

Webbasierte Orientierungstests zur Selbsteinschätzung des eigenen Kenntnisstandes liefern individuelle, nach Themengebieten aufgeschlüsselte Lernempfehlungen für die effektive Nutzung zugehöriger Onlinekurse zur Wissensauffrischung und Wissensfestigung. Dadurch können schon vor Beginn eines MINT-Studiums orts- und zeitunabhängig die eigenen Wissenslücken effizient gefüllt werden.

Das Konzept von MINTFIT wird im nachfolgenden Beitrag für das Fachgebiet Chemie mit besonderem Fokus auf der Entwicklung des Selbsteinschätzungstests dargestellt.

1. Motivation

Aktuell zielen zahlreiche Projekte und Initiativen in Politik und Bildung auf die Stärkung des MINT-Bereichs. Zur Nachwuchsförderung und Fachkräftesicherung sollen mehr junge Menschen, insbesondere Frauen, durch gezielte Angebote zur Aufnahme eines MINT-Studiums motiviert werden. Doch trotz gesteigerter Studienanfängerzahlen in den letzten Jahren¹ stagniert die Zahl der Absolventen aufgrund hoher Studienabbruchquoten im MINT-Bereich weiterhin. Im bundesweiten Durchschnitt beendet rund ein Drittel der MINT-Studierenden das Studium vor Erreichen eines Abschlusses (Heublein et al., 2017, Hetze et al., 2011). Fehlende Vorkenntnisse, hohe Leistungsanforderungen sowie falsche Erwartungen hinsichtlich der inhaltlichen Ausrichtung sind, neben privaten Gründen wie z. B. eigene Sicherung des Lebensunterhalts, häufig genannte Gründe für den Studienabbruch (Seemann und Gausch, 2012). Hier sind Hilfsangebote erforderlich, um Studierenden und Studieninteressierten die bestmögliche Unterstützung für ein erfolgreiches Studium zu bieten (Acatech, 2014). Individuelle Lernkonzepte sollen helfen, sich bereits vor Studienbeginn mit den Anforderungen eines MINT-Studiums an Universität oder Hochschule vertraut zu machen. Um den MINT-Nachwuchs durch eine hochschulübergreifende Lernförderung im MINT-Bereich

¹ Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung „Komm mach MINT“ (2018): Studienanfängerinnen und Studienanfänger der Fächergruppe Mathematik, Naturwissenschaften im Studienjahr 2017.

Selbsteinschätzungstest

- online
- kostenlos
- anonym
- Hochschulübergreifend abgestimmte Inhalte
- Mathematik (2014)
- Physik (2018)
- Chemie und Informatik (2020)

Testauswertung

Testergebnis

Mechanik					Elektrizitätslehre				
1	2	3	4	5	13	14	15	16	17
6	7	8	9	10	18	19	20	21	22
11	12	23			24				
24	25	26	27	28	39	34	35	36	37
29	30	31	32	38	33	40			

Teilgebiet	Erfolgsrate	Bewertung
Mechanik	45,8 %	☹☹☹
Elektrizitätslehre	60,6 %	☹☹☹
Energie	55,6 %	☹☹☹
Optik	87,5 %	☹☹☹

Musterlösung

Wählen Sie eine Antwort:

Position A
Position B
Position C
Position D
Position E

Die Antwort ist falsch!
Es folgen die Punkte für die richtige und die falsche Antwort. Die richtige Antwort ist die falsche Antwort. Die falsche Antwort ist die richtige Antwort. Die richtige Antwort ist die falsche Antwort. Die falsche Antwort ist die richtige Antwort.

MATHEMATIK: GRUNDWISSEN II				
Teilgebiet	Erfolgsrate	Bewertung	OMI plus	viaMINT
Polynom- und Wurzelfunktionen	0,0 %	☹☹☹	VI Elementare Funktionen (Abschnitte 2, 3)	Funktionen 1.4
Exponential- und Logarithmusfunktionen	50,0 %	☹☹☹	VI Elementare Funktionen (Abschnitte 4, 5)	Logarithmen

E-Learning Angebote

- MINTFIT Physikkurs (seit 2018)**
- MINTFIT Chemiekurs (geplant 2020)**
- MINTFIT Informatikkurs (geplant 2020)**
- Mathematik (externe verlinkte Kurse)**

deutschlandweites Konsortium

via **MINT** HAW Hamburg

videobasierte interaktive Vorkurse

Abb. 1: MINTFIT Onlineangebot: Selbsteinschätzungstest, Testauswertung und E-Learning-Angebote. Quelle: MINTFIT Hamburg

nachhaltig zu stärken, initiierten die vier staatlichen Hamburger MINT-Hochschulen² gemeinsam mit der Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung im Jahr 2014 das Verbundprojekt MINTFIT.

2. Das Projekt MINTFIT Hamburg

MINTFIT setzt dabei gezielt am Übergang Schule – Hochschule an und entwickelt webbasierte, anonym und kostenfrei nutzbare Orientierungstests zur Selbsteinschätzung für Schülerinnen und Schüler sowie andere Studieninteressierte, die ihr Wissen dahingehend überprüfen möchten, ob es den grundsätzlichen Anforderungen eines MINT-Studiums in Deutschland genügt. Bestehende Wissenslücken können identifiziert und gezielt geschlossen werden, bevor eine Überforderung in den Eingangssemestern auftreten kann.

Für Mathematik steht das MINTFIT-Angebot bereits seit 2015 zur Verfügung (Barbas & Schramm, 2018). Seit 2018 können Interessierte ihre Kenntnisse auch auf dem Gebiet der Physik überprüfen (Müller et al., 2018). In der derzeit dritten Förderphase des Projektes wird das MINTFIT-Angebot bis Ende 2020 inhaltlich um die Bereiche Chemie und Informatik erweitert.

2.1 Funktionsweise der MINTFIT-Plattform

Das MINTFIT-Onlineangebot setzt sich für alle Bereiche aus den Komponenten Selbsteinschätzungstest, Testauswertung, Lernempfehlung und E-Learning Angebot zusammen (Abb. 1). (Angehende) Studierende, Studieninteressierte oder Schüler*innen besuchen die MINTFIT-Webseite³, können hier zwischen den derzeit verfügbaren Angeboten Mathematik- und Physik-Test wählen und diesen jeweils direkt, anonym und kostenlos durchführen. Durch die Möglichkeit der Registrierung kann zu

² Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW), HafenCity Universität Hamburg (HCU), Universität Hamburg (UHH), Technische Universität Hamburg (TUHH) und das Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf (UKE)

³ www.mintfit-hamburg.de

einem späteren Zeitpunkt auf Testergebnisse oder noch nicht abgeschlossene Tests zurückgegriffen werden. Der jeweilige Test wird in individueller Reihenfolge bearbeitet, die durchschnittliche Bearbeitungsdauer ist auf 45-60 Minuten ausgelegt. Der Selbsteinschätzungstest dient zur Analyse des eigenen Kenntnisstandes und ist Grundlage der unmittelbar danach generierten, individuellen Testauswertung. Diese umfasst die folgenden drei Aspekte:

1. Das *Testergebnis* zeigt an, welche Aufgaben in den jeweiligen Themengebieten richtig und welche falsch beantwortet wurden.
2. Eine für jede Aufgabe detaillierte *Musterlösung* ermöglicht die Selbstüberprüfung /Fehlereinschätzung durch den Testteilnehmer.
3. Eine nach Themengebieten aufgeschlüsselte individuelle *Lernempfehlung* in den jeweiligen Kapiteln der angegliederten Onlinekurse ermöglicht ein vertiefendes Lernen zur Wissensauffrischung und Wissensfestigung der identifizierten Wissenslücken, wodurch das zeitintensive Bearbeiten kompletter Onlinekurse entfällt und die limitierte Zeit (ggf. auch Motivation oder Aufmerksamkeitsspanne) effektiv und optimal genutzt werden kann.

Die differenzierte Auswertung und Rückmeldung wurde als wichtiges Element in das System integriert und wird als großer Mehrwert des MINTFIT-Angebotes empfunden.

Alle Tests und E-Learning-Kurse der MINTFIT-Plattform basieren auf den Open-Source-Softwaresystemen Wordpress und Moodle, die um eigenentwickelte Erweiterungen und Plugins ergänzt wurden.

3. Entwicklung eines MINTFIT Chemie-Selbsteinschätzungstests

In der dritten Förderphase von MINTFIT Hamburg wird das Onlineangebot um den Bereich Chemie erweitert. Dabei sollen bis Ende 2020 auf der MINTFIT-Plattform ein Selbsteinschätzungstest sowie ein dazugehöriger Onlinekurs entwickelt werden.

3.1 Vorgehen

Anders als für den Bereich Mathematik mit dem „*COSH-Katalog*“ (Cooperation Schule Hochschule, 2014), der Inhalte und Kompetenzen benennt, welche Abiturientinnen und Abiturienten mindestens beherrschen sollten, um ein Wirtschaftsingenieur- oder MINT-Studium zu beginnen und an den sich ein Großteil der deutschen Hochschulen und Universitäten (inklusive der TU9 Universitäten⁴) orientiert, existiert für das Fach Chemie derzeit kein bundesweit einheitlich geltender Mindestanforderungskatalog, weshalb zu Beginn der Entwicklung zunächst die Bildungs- und Lehrpläne der Sekundarstufen I und II allgemeinbildender Gymnasien, bzw. der Stadtteilschulen in Hamburg und der gesamten Bundesrepublik Deutschland analysiert wurden. Ziel dieser Analyse war, unter Hinzuziehung weiterer Quellen⁵, die Erstellung eines Themenkatalogs Chemie, der ähnlich wie der „*COSH-Katalog für Mathematik*“ als bundeseinheitlicher Mindestanforderungskatalog in Chemie gelten kann.

⁴ RWTH Aachen, TU Berlin, TU Braunschweig, TU Darmstadt, TU Dresden, Leibniz Universität Hannover, Karlsruher Institut für Technologie, TU München, Universität Stuttgart

⁵ Für die Erstellung des Mindestanforderungskataloges flossen Empfehlungen der Kultusministerkonferenz für den mittleren Schulabschluss (KMK, 2005), des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU, 2000) sowie der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) zum Studium Lehramt Chemie an Gymnasien und vergleichbaren Schulreformen (2001) sowie zum Bachelor-Studium Chemie an Universitäten (2015) und weitere Literatur wie Rahmenpläne und Unterrichtsmaterialien in den Aufbau des Themenkatalogs Chemie mit ein.

Im Anschluss daran entwickelt das MINTFIT-Team auf Basis dieses Themenkatalogs den Chemie-Test und zugehörigen Onlinekurs. Für die Ausarbeitung des Themenkataloges wurde zudem besonderer Wert auf die Anforderungen der Eingangsemester von Hochschulen und Universitäten mit Chemie im Nebenfach⁶ gelegt, um den Anspruch des Projektes, einen erfolgreichen Start ins MINT-Studium bzw. Studiums mit MINT-Anteilen zu ermöglichen, gerecht zu werden. Auf dieser Basis wurde ein Themenkatalog für die Bereiche Allgemeine/Anorganische Chemie, Physikalische Chemie und Organische Chemie formuliert und in Kooperation mit dem Hamburger Naturwissenschaftstest (HAM-Nat)⁷ und der interaktiven online-Lernumgebung viaMINT⁸ ein Fragenkatalog aus ca. 300 relevanten Fragen verschiedener Fragetypen und Schwierigkeitsstufen erarbeitet.

Begründet durch das Spiralcurriculum im Unterrichtsfach Chemie, wobei wichtige Konzepte und Ideen an verschiedenen Stellen eingeführt und in anderen Themenbereichen sowie mit ansteigendem Abstraktionsniveau zur Intensivierung in oberen Klassenstufen wieder aufgegriffen werden, erfolgte die Einteilung der erarbeiteten Fragen in drei Schwierigkeitsstufen: leicht (Grundwissen aus Sekundarstufe I), mittel (Grundwissen aus Sekundarstufe II) und schwer (Wissen und Kompetenzen auf Abiturniveau und erwartetes Niveau in Eingangsemestern). Diese sollen, neben den Ergebnissen einer IRT-Analyse⁹ zur Ermittlung des Schwierigkeitsniveaus, für einen später geplanten

adaptiven Test, bei dem der Schwierigkeitsgrad der Folgefrage anhand der richtigen, bzw. falschen Beantwortung der aktuellen Frage variiert, ein wichtiges Kriterium darstellen.

Um eine für den Testteilnehmer bessere Identifizierung mit den Inhalten des MINTFIT-Chemie Selbsteinschätzungstests zu erzielen, hat sich das MINTFIT-Chemie-Team bewusst gegen die übliche Themengliederung aus Schule und Studium mit der Einteilung in die vier großen Hauptthemenbereiche Allgemeine, Anorganische, Physikalische und Organische Chemie entschieden. Vielmehr wurde eine primäre Gliederung in fünf Kategorien erarbeitet, die dem Spiralcurriculum im Fach Chemie, über alle Jahrgangsstufen hinweg, deutlicher gerecht wird und aus MINTFIT-Sicht eine gezieltere Identifizierung von Wissenslücken mit weniger Fragen ermöglicht. Die fünf Kategorien der primären Gliederung sind:

1. Aufbau der Materie
2. Zustandsformen
3. Chemische Reaktionen
4. Organische Verbindungen sowie
5. Biomoleküle und Polymere.

Die Nachhaltigkeit eines erfolgreichen MINT-Studiums ist aber nicht durch die Fähigkeiten zum Auswendiglernen reinen Faktenwissens bedingt, sondern durch die Befähigung, Regeln und Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, interdisziplinäre Zusammenhänge zu verstehen und naturwissenschaftliche Basiskonzepte auf andere Inhalte transferieren zu können. Diese Kompetenzen sollten Grundlage jedes naturwissenschaftlichen Lernens sein und wurden deshalb durch PISA und andere Schulleistungstudien über die Kultusministerkonferenz für die Unterrichtsplanung an Schulen definiert (KMK, 2005). Auf Grundlage dieser

⁶ Neben Modulhandbüchern für Chemie im Nebenfach wurden auch Inhalte von Vorkursen und Studienorientierungsangeboten verglichen.

⁷ Hamburger Naturwissenschaftstest. Auswahlverfahren für zukünftige Medizinstudenten, entwickelt am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf.

⁸ Videobasierte interaktive Vorkurse für MINT Fächer. Erstellt und gefördert von der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW), dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und der Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung Hamburg.

⁹ IRT = Item Response Theorie

Funktionales Wissen in der Chemie	Das Beherrschen von Definitionen, chemischen Symbolen, Grundgleichungen sowie Nomenklaturregeln bilden in allen Bereichen der Chemie wichtige Voraussetzungen für die Problemlösefähigkeit mittels Fachsprache und Fachsymbolik. Faktenwissen, Regeln, naturwissenschaftliche Vokabeln und Begriffe sollen korrekt wiedergegeben und angewendet werden.
Naturwissenschaftliche Basiskonzepte in der Chemie	Grundlagenverständnis soll überprüft und geschult werden, indem Beziehungen zwischen Fakten, Begriffen und Prinzipien hergestellt und miteinander verknüpft werden müssen. Mittels dieser Kompetenz können chemische Phänomene beschrieben und Konzepte verstanden werden.
Quantitative Betrachtung chemischer Phänomene	Eine in allen Bereichen der Chemie wichtige Kompetenz ist der Umgang und das Rechnen mit chemischen Formeln. Gesetze sollen angewendet, Dimensionen erkannt und im Umgang mit Zahlen und Graphen das Verknüpfen von Daten abgeprüft und geübt werden.
Struktur-Eigenschafts-Beziehungen	Chemische Eigenschaften werden durch chemische Strukturen bestimmt. Diesen Zusammenhang sollen Fragen aus diesem Kompetenzbereich erörtern.
Kontext/Verständnis von Naturwissenschaftstheorie	Wissen anwenden und chemische Phänomene reflektieren, durch das Experiment von der Hypothese zum Erkenntnisgewinn gelangen, sowie die Unterscheidung zwischen relevanten und irrelevanten Fakten zur Problemlösung sind wichtige Aspekte und sollen das naturwissenschaftliche Denken trainieren.

Tab. 1: Kompetenzbereiche als sekundäre Gliederungsstufe für den MINTFIT Chemie-Selbsteinschätzungstest als Grundlage für eine differenzierte Rückmeldung

Kompetenzniveaus wurden für den MINTFIT-Chemie-Selbsteinschätzungstest fünf Kompetenzbereiche festgelegt, auf deren Basis die Fragenentwicklung für den Selbsteinschätzungstest erfolgte.¹⁰ Der Fragenkatalog wurde in einer sekundären Ebene anhand dieser Kompetenzbereiche eingeteilt (Tab. 1).

Diese Kompetenzbereiche stellen dabei keinerlei Abstufung von Fähigkeiten und Fertigkeiten dar, sondern dienen lediglich dazu, Testteilnehmern Aufschluss über deren naturwissenschaftliche Kompetenzen zu geben.

Erste Auswertungen von Nutzerprofilen unserer MINTFIT-Plattform sowie der beteiligten universitären Kooperationspartner zeigen, dass sich Rückmeldungen zu den Testergebnissen in den verschiedenen üblichen Themengebieten bei der Mehrzahl der Testteilnehmer nicht signifikant von ihren jeweiligen Gesamtergebnissen unterscheiden. In der Mehrheit sind Teilnehmer im naturwissenschaftlichen Kontext in allen Themengebieten ähnlich gut, bzw. ähnlich schlecht. Eine Rückmeldung der Testergebnisse soll daher im MINTFIT-Chemie-Selbsteinschätzungstest nicht anhand einer themenspezifischen Rückmeldung gegeben werden, sondern auf der Basis der oben

¹⁰ Die Kompetenzbereiche stellen keine Kompetenzstufen dar, wie sie in der Fachliteratur beschrieben werden (z. B. Taxonomiestufen nach Bloom, 1956)

definierten sekundären Ebene, der Kompetenzbereiche. Eine Rückmeldung auf Basis dieser fünf beschriebenen Kompetenzbereiche ist differenzierter und hilfreicher, um eigene Wissenslücken mit dem Chemiekurs effizient schließen zu können.

3.2 Finalisierung des MINTFIT-Chemie Selbsteinschätzungstests

Der MINTFIT-Chemie-Test soll analog zu den bereits online verfügbaren Selbsteinschätzungstests in Mathematik und Physik entwickelt werden und eine Bearbeitungsdauer von etwa 45–60 Minuten aufweisen. Dazu sollen von den ursprünglich ca. 300 konzipierten Fragen letztendlich 40 Fragen ausgewählt werden. Um dies zu tun, werden 140 der 300 konzipierten Fragen zur Validierung in einer Pilotstudie mit Schüler*innen ausgewählter Hamburger Gymnasien und Stadtteilschulen sowie mit Studierenden der Eingangsesemester mit Chemie im Nebenfach an der UHH und HAW erprobt. Die Fragen wurden dafür neben den erstellten primären Kategorien und sekundären Kompetenzbereichen zusätzlich in die drei beschriebenen Schwierigkeitsstufen voreingestuft.

Es wurden jeweils Testversionen mit je 40 Aufgaben erstellt. Damit die empirischen Ergebnisse zwischen den verschiedenen Testversionen verglichen werden können, überschneiden sich die Testversionen jeweils mit 15 sogenannten „Ankerfragen“ (Gleichverteilung innerhalb der Kategoriethemen und der Kompetenzbereiche, 12x mittlere und 3x hohe Schwierigkeitsstufe).

Im Anschluss ist eine psychometrische Analyse der Testfragen mittels IRT-Analyse auf Basis des Rasch-Modells (Rasch, 1960; Rost, 2004) geplant, bei dem die Fragenschwierigkeit jeder Testfrage durch einen im Gesamttest konstant gehaltenen Parameter (Diskrimination/Trennschärfe) bestimmt werden kann.

Hierzu wird die Personenfähigkeit eines Testteilnehmenden durch den Anteil der richtig beantworteten Fragen ermittelt. Die Fragenschwierigkeit ergibt sich als die Lösungswahrscheinlichkeit für eine einzelne Frage für einen typischen Testteilnehmer mit dem Testergebnis 50% richtige Antworten. Weiterhin bildet das Rasch-Modell eine Grundlage für adaptives Testen, da der Parameter Personenfähigkeit nach jeder Aufgabe neu berechnet werden kann und anhand dessen die Auswahl des nächsten zu beantwortenden Items für einen maximalen Informationsgewinn selektierbar wird.

Die finale Auswahl der Fragen des Tests soll einerseits durch die empirische Passung zum Rasch-Modell, andererseits durch die angemessene Verteilung der festgelegten Themenkategorien und Kompetenzbereiche vorgenommen werden.

4. Ausblick

Der MINTFIT-Chemie-Test wird im Herbst 2019 in einer Beta-phase starten. Zuvor sind noch Erprobungen mit Schüler*innen und ein mehrstufiger Qualitätssicherungsprozess geplant. Sobald dies abgeschlossen ist, wird der zugehörige Onlinekurs entwickelt. Sowohl Chemie-Test als auch -Kurs werden nach Abschluss der Entwicklung auf der MINTFIT-Plattform zur Nutzung zur Verfügung gestellt.

Die MINTFIT-Plattform zählte 2018 rund 150.000 Besucher, die über 20.000 abgeschlossene Testteilnahmen generierten. Durch das erweiterte Angebot sollen die Teilnehmerzahlen zusätzlich gesteigert werden. Der MINTFIT-Mathetest ist, auch durch die strategische Partnerschaft mit OMB+¹¹, deutschlandweit etabliert und wird sowohl als Orientierungstest von

¹¹ Online Mathematik Brückenkurs Plus, Verbundprojekt der TU Braunschweig und der TU Aachen

verschiedenen Partnern als auch als Prüfungsvorleistung genutzt.¹² Eine äquivalente Variante wird für das MINTFIT-Chemie-Angebot durch die Kooperation mit dem *HAM-Nat* angestrebt. Zudem ist, bedingt durch die neuen Inhalte, ein Ausbau des MINTFIT „*Blended Learning*“-Ansatzes in Diskussion. Analog zum „Mathe-Camp“ (Intensivkurs Mathe als Präsenz-Blockveranstaltung) könnte ein Intensivkurs/Vorkurs in Chemie gezielt auf Studieninhalte vorbereiten und die nötigen Grundlagen schaffen.

Methodisch wird derzeit an adaptiven Testvarianten geforscht, um eine deutliche Reduzierung der Testdauer zu erreichen.¹³ Dazu sollen, ähnlich wie in einer mündlichen Prüfung, der Schwierigkeitsgrad (bei IRT-basierter Analyse) oder aber der Bearbeitungsbereich (durch Nutzung sogenannter „*Concept Maps*“) der Folgefrage durch die richtig/falsch-Beantwortung der aktuellen Frage variieren, um zu diagnostizieren, ob eine gewisse Kompetenz vorhanden ist, oder ob Themen kognitiv verarbeitet/verstanden wurden.

Zudem sind vielfältige technische Erweiterungen geplant, wie z. B. die Entwicklung einer App und Schnittstellen zur Testeinbindung in Partnerangebote, um weitere Kooperationen zu begünstigen und MINTFIT auf nationaler Ebene nachhaltig zu etablieren.

5. Acknowledgement

MINTFIT Hamburg ist ein Verbundprojekt der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW), HafenCity Universität Hamburg (HCU), Technische Universität Hamburg

(TUHH) sowie Universität Hamburg (UHH) und wird gefördert von der Hamburger Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung.

Literatur

Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Körber Stiftung (2014): MINT-Nachwuchsbarometer 2014

Barbas, H., Schramm, T. (2018): oHMINT: An online Mathematics Course and Learning Platform for MINT Students

Barbas, H, Schramm, T. (2018): The Hamburg Online Math Test MINTFIT for Prospective Students of STEM Degree Programmes, MSOR Connections, 2018, 16(3): D. 43-51

Bloom, B. (1956): Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain. David McKay Co Inc., New York 1956

Braun I, Schröder Jet al. (2014): cosh cooperation Schule:Hochschule – Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0), https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/mathematik/bs/bk/cosh/katalog/index.html

HamNAT: www.uke.de/studium-lehre/studienentscheidung/auswahlverfahren/

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

¹² z. B. an der TUHH

¹³ Reduzierung der Testdauer bei gleichbleibender oder sogar höherer Qualität der Kompetenzbewertung

Heublein, U.; Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D., Besuch, G. (2010): Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen: Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/2008. Hannover: HIS

KMK: www.kmk.org/dokumentation-statistik/rechtsvorschriften-lehrplaene/uebersicht-lehrplaene.html

Krathwohl DR.A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview, 2002. <https://www.depauw.edu/files/resources/krathwohl.pdf>

Müller et al. (2018): MINTFIT Hamburg: Onlineangebote zur Vorbereitung auf ein MINT- Studium

OMB+: www.ombplus.de

Seemann, W., Gausch, M. (2012): Studienabbruch und Studienfachwechsel in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengängen der Humboldt Universität zu Berlin. Schriftenreihe zum Qualitätsmanagement an Hochschulen Band 6, 2012

Sitzmann, D., Müller, U.C., Hieke, F. (2018): MINTFIT Hamburg: Selbsteinschätzungstests und E-Learning-Kurse in Mathematik und Physik für ein erfolgreiches MINT-Studium. GMW_2018

Rasch, G. (1960): Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. Danish Institute for Educational Research, Copenhagen 1960, expanded edition with foreword and afterword by B.D. Wright. The University of Chicago Press, Chicago 1980

Rost, J. (2004): Lehrbuch Testtheorie – Testkonstruktion. Bern: Huber

viaMINT: <https://viamint.haw-hamburg.de>

Angaben zur Autorin und zu den Autoren

Sina Meiling

Biochemiestudium an der Universität Leipzig, Promotion und Postdoc am Biotechnologisch-Biomedizinischen Zentrum Leipzig, Postdoc am Institut für Biochemie und Molekularbiologie der Universität Hamburg, Leitung des Schülerlabors „Molecules & Schools“ der Universität Hamburg, Erstellung von e-Learning Angeboten für das Projekt MINTFIT Hamburg.

Norwin Kubick

Diplom Biochemiker und Betriebswirt, Projektleiter mit zwei Start-Up Erfahrungen in der Industrie sowie der Universität Hamburg, Forschung und Lehre im Bereich Studierendenauswahlverfahren für Human- und Zahnmediziner, Mitarbeit bei MINTFIT Physik/Chemie zur Erleichterung des Einstiegs in ein MINT-Studium.

Robin Eggers

Chemiestudium an der Universität Hamburg, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Physikalische Chemie der Universität Hamburg, Lehrbeauftragter an der HAW Hamburg, Erstellung von e-Learning Angeboten für das Projekt MINTFIT Hamburg.

Daniel Sitzmann

Studium der Wirtschaftsinformatik und Informatik, Promotion in Informatik zu E-Learning-Systemen und mobilen Webanwendungen. Langjährige Erfahrungen im Bereich Digitalisierung von Lehre und Lernen. Operativer Leiter des Projekts MINTFIT, Koordinator der interdisziplinären Zusammenarbeit der Verbundpartner und Verantwortlicher für die Weiterentwicklung der Softwareplattform.

Impressum

**Tagungsband zum 4. Symposium zur Hochschullehre in den
MINT-Fächern**

Herausgeber

Dr. Barbara Meissner
Claudia Walter
Dr. Benjamin Zinger
Julia Haubner
Prof. Dr. Franz Waldherr

Auflage 250 Stück
© Nürnberg, August 2019

Fotos

TH Nürnberg, istockphotos.com. Weitere Abbildungen: Die Rechte liegen bei den AutorInnen, soweit nicht anders angegeben.

Designkonzept

Federmann und Kampczyk design GmbH

Layout und Satz

Susanne Stumpf, Dipl. Designer (FH), Lauf a. d. Peg.

Druck

Dr. Mohr GmbH + Co., Naila

Diese DiNa-Sonderausgabe wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL16024 (Projekt QuL) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den jeweiligen AutorInnen.

