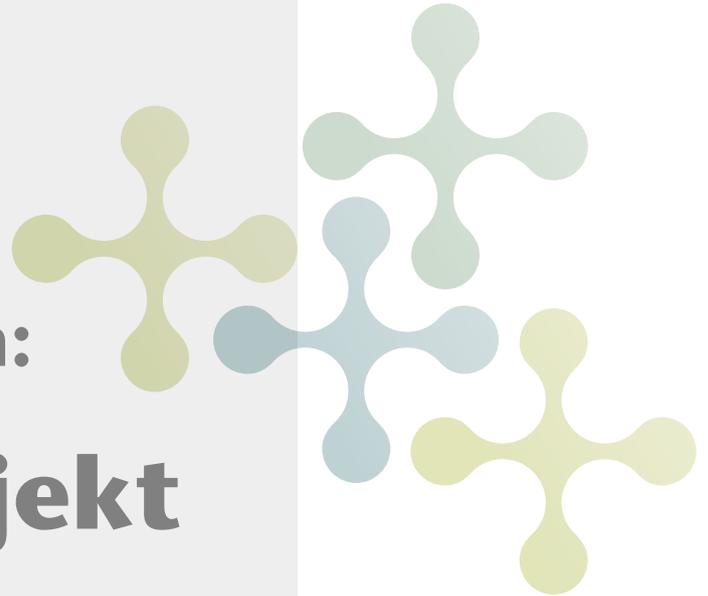


**Wege zum
Verständnis bauen:**

**Das Projekt
HD MINT**



GEFÖRDERT VOM



12/2016
DiNa Sonderausgabe

Wege zum Verständnis bauen:



Impressum

ISSN 1612-4537

Herausgeber

Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ)
Goldknopfgasse 7, 85049 Ingolstadt
Tel.: 0841/14296-0
Fax: 0841/14296-29
E-Mail: diz@diz-bayern.de
www.diz-bayern.de

Redaktion

Prof. Dr. Franz Waldherr,
Direktor des DiZ (V.i.S.d.P.),
Claudia Walter
Susanne Harlander
Claudia Dingeldey

Layout & Satz

Kommunikation & Design Susanne Stumpf,
Dipl. Designer (FH), Hutstraße 31, 91207 Lauf

Druck

Wiedemann & Dassow, Schwaig

Auflage 300 Stück

Beiträge der Autoren geben nicht unbedingt
die Meinung der Redaktion wieder.
Der Nachdruck von Beiträgen und Bildern
bedarf der Genehmigung des DiZ.



Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser,

wir freuen uns, in dieser DiNa-Sondernummer einige Ergebnisse des Projektes HD MINT vorstellen zu können. HD MINT – das war für uns die Gelegenheit, für Lehrende in den technischen Fächern ein Angebot zu schaffen, das langfristig eine

Veränderung der Lehrkultur herbeiführen könnte. Es ist unbestritten, dass es in der Palette der üblichen Hochschuldidaktik-Angebote zu wenig wirklich Passendes gab. Gleichzeitig sollte in diesem Projekt den Studierenden der Zugang zu der vielfach schwierigen Materie erleichtert werden. Die Hoffnung war auch, mit speziellen – verständnis- und damit auch kompetenzorientierten – Lehrmethoden geringere Abbruchquoten und vor allem interessanten, motivierenden Unterricht zu realisieren.

Wie das Leben so spielt, kam uns der Kollege Zufall mehrfach zu Hilfe: Er führte uns mit Spezialisten für diese Lehrmethoden zusammen. Nach einem Vortrag unsererseits auf einer Didaktik-Tagung, bei dem wir eigentlich ein ganz anderes Thema (Conceptual Change im Seminar für die Neuberufenen) präsentiert, und nebenbei darauf hingewiesen hatten, dass uns „da für die Technik noch geeignete Lehrmethoden fehlen“, stand Christian Kautz von der TU HH da und sagte, er habe da etwas für uns. Über ihn entstand auch der Kontakt mit Peter Riegler von der Ostfalia-Hochschule in Wolfenbüttel. Die beiden führten uns in die Welt der wissenschaftsbasierten MINT-Lehre ein, die in den USA bereits etabliert ist, und halfen uns, hier tatsächlich umwälzend Anderes anzubieten.

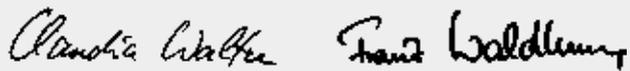
Das hätten wir aber in dem Umfang nicht geschafft, wenn nicht passend der Qualitätspakt Lehre des BMBF gekommen wäre, der insgesamt zwei Milliarden Euro für insgesamt zehn Jahre in die Hochschulwelt zur Verbesserung der Lehr-/Lernsituation gespült hat, und der unser Projekt in den Jahren 2012 bis 2016 mit immerhin rund 6,5 Millionen Euro ermöglicht hat – eine andernfalls unvorstellbare Summe.

Und das Projekt wäre auch nicht möglich gewesen ohne die rund 80 ProfessorInnen und die sechs HochschulpräsidentInnen, die uns im Prinzip blind vertraut haben und sich aktiv und intensiv beteiligt haben. Dank gebührt auch der Leitung des IHF, das sich als wissenschaftlicher Partner für die Untersuchung des Erfolges uns zur Seite gestellt und die Auswirkungen untersucht und dokumentiert hat.

Rückblickend meinen wir sagen zu können, dass es ein herausragendes Projekt für die Lehre in den MINT-Fächern war, und auch wenn das BMBF in der zweiten Runde des QPL unser Konsortium nicht mehr bedacht hat, bleibt die (dokumentierte) Gewissheit, dass wir für die Lehre in den MINT-Fächern mit all unseren Partnern tatsächlich Bahnbrechendes erreicht haben. Was bleibt, sind rund 80 ProfessorInnen, die in etwas über 140 Lehrveranstaltungen tatsächlich die Lehre zum Wohl heutiger und künftiger Studierendengenerationen verbessert haben, und damit mehr Studierenden einen guten Zugang zu MINT- bzw. Ingenieurfächern ermöglichen. Auch wenn das Projekt (und damit die rund 25 von uns intensiv geschulten und das Projekt dann tragenden Mitarbeitenden, denen wir ebenfalls sehr dankbar sind) nicht mehr finanziert wird, bleibt zumindest bis zur Pensionierung der beteiligten Lehrenden in zehn bis vielleicht 20 Jahren ein kleines Stück bessere Welt. Und vielleicht lässt sich manche/r Lehrende auf der Suche nach guten Lehrmethoden von diesem Band oder auch passender anderer Literatur davon überzeugen, dass es auch anders als mit klassischer Vorlesung, und dann sogar besser als damit, geht.

Viel Freude und Nutzen beim Lesen!

Ihre

Handwritten signatures of Claudia Walter and Franz Waldherr in black ink.

Claudia Walter und Franz Waldherr

■ Das Projekt HD MINT und seine Besonderheiten

Die Methoden des Projekts HD MINT	10
Lehrberatung im Projekt HD MINT – der Prozess und seine standort-spezifischen Facetten	17
Die Umsetzung des Projekts an den Verbundhochschulen – ein Überblick	30
Aktivierende Lehr- und Lernmethoden in der Ingenieurmathematik – Ein Erfahrungsbericht	40
Just-in-Time Teaching in der Lehrveranstaltung Wirtschaftsmathematik des Bachelorstudiengangs Betriebswirtschaft – Ein Erfahrungsbericht	53
Peer Instruction in der Ingenieurmathematik	63

■ Fallbeispiele zur Umsetzung

4 Jahre JiTT (Just-in-Time Teaching) an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf: Zwei Praxisbeispiele	74
Heterogene Umsetzung von Just-in-Time Teaching an der Technischen Hochschule Nürnberg GSO – eine kritische Reflexion	81
Einführung von Peer Instruction in der Ingenieurvorlesung „Mathematik 3 – Systemtheorie“	87
Tutorials in der Elektrotechnik	94
JiTT und PI im stürmischen Physikalltag: Warum, wie, weshalb? Ein Erlebnisbericht aus Sicht der Dozierenden	99

■ Angebote für Studierende

Mathematisches Problemlösen nach der Methode von Pólya – Erfahrungen aus einem Workshop für Studierende 118

Lernen lernen – individuell und vernetzt 123

■ Begleitforschung und Evaluation im Projekt

Aktivierende Lehrmethoden in MINT-Fächern: Einsatzvariationen und Wirkungen aus Sicht der Studierenden 132

Aktivierende Hochschuldidaktik aus Sicht der Studierenden 152

Die Studierenden, unbekannte Wesen? Eine Analyse ausgewählter Studienvoraussetzungen als Ausgangspunkt für die Neukonzeption einer Grundlagenlehrveranstaltung im Fach Chemie 172

Wie kommt Peer Instruction im Hörsaal an? 187

Erfahrungsbericht bei der Einführung von Just-in-Time Teaching in Software Engineering 191

■ Anhang

Die Verbundhochschulen im Porträt 196

Ostbayerische Technische
Hochschule Amberg-Weiden 197

Hochschule Rosenheim 198

Hochschule Augsburg 199

Hochschule Weihenstephan-
Triesdorf 201

Hochschule München 202

Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm 203

Das Projekt HD MINT und seine Besonderheiten



Die Methoden des Projekts HD MINT

U. Keller¹; B. Meissner²; J. Fleischer²
Hochschule Rosenheim / Zentrum für Hochschuldidaktik, Ingolstadt¹,
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm²

■ Abstract

Die Methoden des Projekts HD MINT stellen das Lernen der Studierenden in den Mittelpunkt und bieten viele Interaktionsmöglichkeiten zwischen Kommilitoninnen und Kommilitonen und den Lehrenden. So dient Peer Instruction (PI) dazu, die Studierenden in der Veranstaltung zu aktivieren, das Verständnis zu fördern und Rückmeldung über den aktuellen Leistungsstand zu geben. Bei der Methode Just-in-Time Teaching (JiTT) ist das Hauptanliegen, die Präsenzzeit effektiv zu nutzen und sie auf die fachlichen Bedürfnisse der Studierenden anzupassen. Problembasiertes Lernen (PBL) übt den Unterrichtsstoff anhand einer herausfordernden Aufgabenstellung („Problem“) ein, die mit einer klar strukturierten Herangehensweise einhergeht. Tutorials sind fachbezogene Arbeitsblätter, die Zusammenhänge im Fach sichtbar machen und Fehlkonzepte aufdecken können.

Hochschulen für angewandte Wissenschaften (früher: Fachhochschulen) bereiten durch anwendungsbezogene Lehre und praxisorientierte Studienpläne auf berufliche Tätigkeiten vor. Im Fokus von Hochschulen steht daher mehr die Lehre als die Forschung. Gute Lehre zeichnet sich nicht nur durch disziplinäre Kenntnisse des jeweiligen Berufsfeldes aus, sondern auch durch den didaktisch sinnvollen Einsatz von Lehrkonzepten.

Neuere Lehrkonzepte gehen davon aus, dass die Lernenden im Mittelpunkt der Lehre stehen. Sie sollen nicht passive Empfänger von Lehrangeboten sein, sondern die eigenen Lernprozesse aktiv gestalten. So werden Lernende in die Stoffauswahl, Planung, Durchführung und Auswertung von Lehrveranstaltungen mit einbezogen. Kommunikation und soziale Interaktion werden zum Beispiel durch die Arbeit in Kleingruppen zu einem Bestandteil des Lernens (Kraft, 1999).

Die Lehrenden haben dagegen die Aufgabe, als Coaches die Lernumgebung zu gestalten, zu beraten, zu moderieren und die Lernprozesse zu begleiten. Sie belehren nicht, sondern beraten vielmehr. Mit diesem Rollenverständnis ist es für die Lehrenden wichtig, geeignete neue Methoden zur Aktivierung der Lernenden zu kennen, sie für das Thema begeistern und ihre Eigenständigkeit fördern zu können. Dazu benötigen sie einen breiten Pool unterschiedlicher Methoden, die sie passend zum Fachinhalt einsetzen können. Denn gute

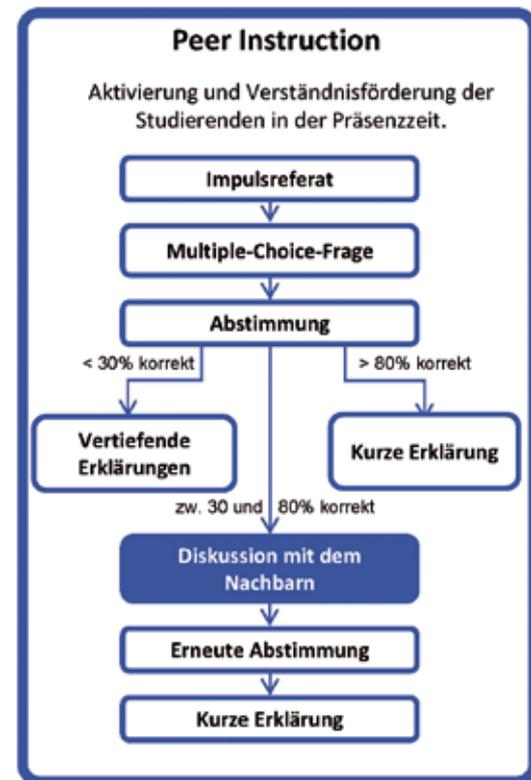
Lehre ist durch eine Vielfalt von Lernformen und Lernmethoden gekennzeichnet (Freeman et al., 2014). Eines der Ziele im HD-MINT-Projekt ist es, die Lehre zu optimieren und eine nachhaltige Sicherung der Lernerfolge zu fördern. Dabei werden Lehrmethoden ausgewählt, die gezielt Verständnisschwierigkeiten bei Studierenden aufdecken.

Peer Instruction

Von Eric Mazur, Professor an der Harvard University, wurde die Methode Peer Instruction entwickelt und erstmals in Physikvorlesungen eingesetzt (Mazur, 1997). Nach einem kurzen Impulsreferat über den zu vermittelnden Lehrstoff wird eine Multiple-Choice-Frage eingeblendet, welche die Studierenden mit Hilfe von Abstimmungskarten, kleinen Abstimmungsgeräten (sogenannte „Clicker“) oder mobilen Endgeräten für sich anonym beantworten. Dabei wird nicht Wissen abgefragt, sondern die Frage dient dazu, das Verständnis der Studierenden bezüglich des Sachverhaltes zu prüfen. Die Antworten zu dieser Frage werden mit entsprechender Software grafisch zusammengefasst eingeblendet. Liegt die Anzahl der richtigen Antworten zwischen 30 % und 80 %, schließt sich eine weitere Abstimmungsrunde an: Nun haben die Studierenden einige Minuten Zeit, andere Studierende (Peers) von der Richtigkeit der eigenen Antwort zu überzeugen. Peers – in diesem Fall die Kommilitoninnen und Kommilitonen – erklären sich also gegenseitig das Problem. Die Methode arbeitet somit mit einer Form des Lernens durch Lehren (Instruction; vgl. Renkl, 1997). Anschließend wird ein weiteres Mal abgestimmt und das Ergebnis erneut eingeblendet. Der Ablauf einer Peer-Instruction-Frage ist in Abbildung 1 zusammengefasst. Bei gelungenen Peer-Instruction-Fragen, die sowohl verständnisorientiert sind als auch einen angemessenen Schwierigkeitsgrad haben, fällt die zweite Abstimmungsrunde in der Regel besser aus.

Diese aktivierende Lehr-/Lernmethode animiert die Studierenden dazu, den Vorlesungsstoff nicht nur passiv aufzunehmen, sondern die Lerninhalte aktiv zu reflektieren, zu interpretieren und mit ihrem Vorwissen zu verbinden. Sie haben Erfolgserlebnisse und erhalten eine Rückmeldung zu ihrem Kenntnisstand direkt in der Vorlesung (Crouch und Mazur, 2001). Lehrende bekommen ein Feedback zum Verständnis der Studierenden und können leichter Fehlkonzepte und Missverständnisse identifizieren. Darüber hinaus ermöglicht diese Methode eine zielgruppengerechte Gestaltung des Lernstoffes. Sie ist in einer Vorlesungsstunde gut durchführbar und auch für große Gruppen (z. B. Vorlesungen mit 600 Studierenden und mehr) geeignet. Der Materialaufwand ist gering: Abstimmungskarten können mit einem Farbdrucker ausgedruckt werden.

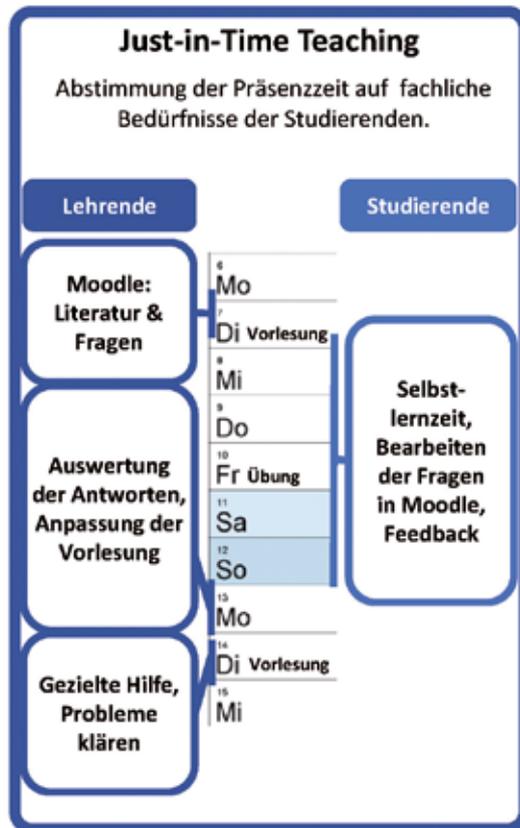
Abb. 1: Peer Instruction Ablaufdiagramm



Für den Einsatz von elektronischen Abstimmungssystemen werden Beamer, PC und ein Clickersystem (bestehend aus Abstimmungsgeräten, einem Empfänger und Software) oder mobile Endgeräte, eine (freie) Online-Software und ein WLAN-Zugang benötigt. Die Entwicklung der Multiple-Choice-Fragen bringt einen gewissen Zeitaufwand mit sich. Für die naturwissenschaftlichen Fächer finden sich aber viele Beispielfragen im Internet.

Insgesamt stellt Peer Instruction die im Projekt HD MINT am häufigsten umgesetzte didaktische Methode dar. Immer wieder wurde von Dozierenden und Studierenden gleichermaßen hervorgehoben, dass der Unterricht durch die Methode lebendiger würde und eine größere Aufmerksamkeit herrsche.

Abb. 2: Just-in-Time Teaching Ablaufdiagramm



Just-in-Time Teaching

Das Lehrkonzept des „Just-in-Time Teaching“ geht von den Studierenden als aktive Lernende aus und wird durch seine Vorgehensweise auch den Selbstlernzeiten der Studierenden gemäß ECTS gerecht: Die Studierenden sollen sich bereits vor Vorlesungsbeginn auf die dort zu behandelnden Themenbereiche und Inhalte vorbereiten (Novak, 2011).

Dazu erhalten sie Verständnisfragen, die vor Vorlesungsbeginn über das Internet und eine entsprechende Lernmanagementplattform wie Moodle innerhalb weniger Tage beantwortet werden müssen. Die Fragen sollten offen formuliert werden, so dass Studierende mit eigenen Worten plausible Lösungen ausformulieren müssen. Dadurch werden das Interesse der Studierenden am Stoff und die kritische, tiefere Auseinandersetzung damit gefördert.

Die Antworten können von den Lehrenden vor Unterrichtsbeginn eingesehen werden. Dies ermöglicht ihnen eine Abschätzung vorhandener Verständnisschwierigkeiten der Studierenden. Die eigentliche Unterrichtszeit wird dann dazu genutzt, offene Fragen oder Verständnisprobleme zu klären und gemeinsam zu bearbeiten. Ein möglicher zeitlicher Ablauf ist in Abbildung 2 zu sehen.

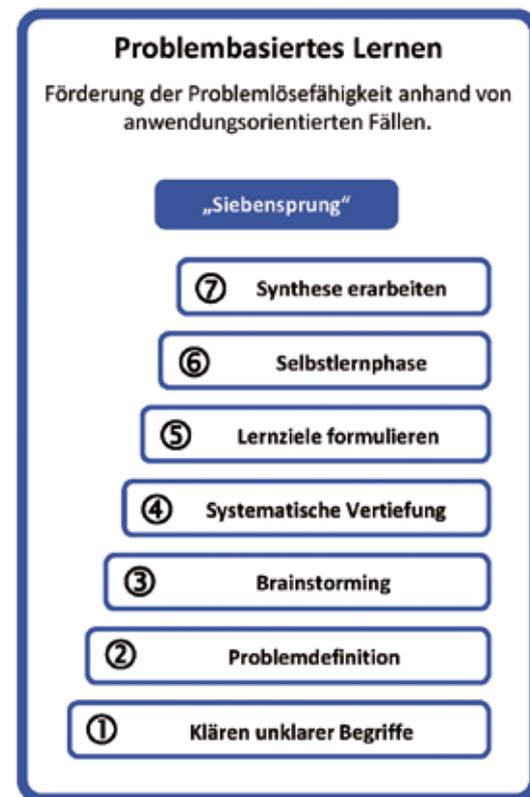
Indem die Studierenden den Unterricht interaktiv mitgestalten, werden die Motivation und das Interesse am Fach gefördert (Simkins und Maier, 2010). Die Bezeichnung dieser Lehrmethode als „Just-in-Time Teaching“ erklärt sich aus der Tatsache, dass sich der Unterricht unmittelbar an den Fragen und noch zu lösenden Problemen der Studierenden orientiert und nicht auf eine reine Stoffvermittlung ohne Rückkopplung abzielt (Wolf et al., 2014): Die Lehrperson kann sich „just in time“ vor der Vorlesung über Verständnisschwierigkeiten der Studierenden informieren und die Gestaltung der Präsenzzeit entsprechend anpassen. Die Methode ist auch für größere Gruppen geeignet. Eine einmalige Umstellung des methodischen Konzepts und die Aufgabenerstellung im Vorfeld des Unterrichts sind nötig und nehmen viel Zeit in Anspruch. Dieser hohe Initialaufwand relativiert sich dadurch, dass in den folgenden Semestern nur das Lehrmaterial an die Fragen der Studierenden angepasst werden muss.

Insgesamt wurde die Methode des Just-in-Time Teaching im Projekt HD MINT sehr häufig und in den unterschiedlichsten Fachbereichen eingesetzt. Es zeigte sich, dass eine komplette Umstellung der gesamten Veranstaltung oftmals nicht in einem Semester umsetzbar ist. Problematisch war es zum Teil, die Studierenden zur regelmäßigen Teilnahme an der Vorbereitung der Unterrichtssitzung zu motivieren. Nur bei konsequenter Umsetzung der Methode gelang eine tatsächliche Aktivierung der Studierenden.

Problembasiertes Lernen

Problembasiertes Lernen ist eine praxisorientierte Methode, die Studierende dazu befähigt, kritisch zu denken und eigene Fragen zu formulieren. Die Beantwortung dieser Fragen durch die Lösung eines zuvor gestellten Problems konstituiert und komplettiert das notwendige Hintergrundwissen. Die Vorgehensweise beim problembasierten Lernen baut auf einem siebenstufigen Problemlöse-schemata auf (Weber, 2007), das in Abbildung 3 zu sehen ist. Anhand von Fallskizzen geht es darum, eigene Problemlösestrategien zu entwickeln, fachorientiertes und pragmatisches Denken sowie die Zusammenarbeit in einer Arbeitsgruppe zu erproben und zu trainieren. Die Studierenden lösen durch Diskussion, selbst entwickelte Lernziele und eigenständige Themenerarbeitung in der Gruppe und in Phasen des Selbststudiums aktiv den Fall (Weber, 2014). Selbstgesteuert oder in Begleitung eines Tutors arbeiten Studierende an praxisrelevanten Problemstellungen; moderierte Gruppenarbeit, zum Beispiel mit Pinnwänden und Flipcharts, und individuelles Selbststudium wechseln sich ab.

Abb. 3: Problembasiertes Lernen
Ablaufdiagramm



Um das problembasierte Lernen gut durchführen zu können, sollte ein Team aus vier bis acht Teilnehmerinnen und Teilnehmern bestehen. Zu Beginn der Arbeit werden im Team Rollen wie Moderation und Protokollführung vergeben. Diese Rollen sollten aber regelmäßig wechseln. Lehrperson und gegebenenfalls Tutorinnen und Tutoren begleiten die Gruppen in fachlichen Fragen. Da die Arbeit mit problembasiertem Lernen gewöhnlich eine Vorlesung ersetzt, sollten die Fälle so gestaltet sein, dass die jeweiligen Lernziele für Studierende klar erkennbar sind (Meissner und Neng, 2014). Ein geeigneter Arbeitsraum mit Pinnwänden und Moderationsmaterial ist von Vorteil. Normalerweise werden die Schritte 1 bis 5 in einer Vorlesungsstunde durchgeführt, der Schritt 6 wird von den Studierenden in Heimarbeit erledigt und der Schritt 7 erfolgt in der nächsten Vorlesungsstunde. Ergänzend können in einem 8. Schritt die Gruppenarbeit und die Anwendung der Problemlösestrategie reflektiert werden. So entstehen ein abwechslungsreicher Veranstaltungsverlauf und eine aktivere Unterrichts Atmosphäre für Lehrende und Studierende.

Insgesamt hat das Projekt HD MINT gezeigt, dass die Methode des problembasierten Lernens nicht für jede Veranstaltung gleichermaßen geeignet ist. Zum einen spielt hierbei die Gruppengröße eine entscheidende Rolle. So müssen ausreichend Dozentinnen und Dozenten bzw. Tutorinnen und Tutoren anwesend sein, um die Gruppenphasen zu begleiten. Dadurch ist der Methode eine natürliche Obergrenze bezüglich der Teilnehmendenzahl gesetzt. Darüber hinaus zeigt sich, dass insbesondere in den MINT-Fächern die sehr kommunikative und textorientierte Methode umfassend eingeführt werden muss.

Tutorials

Bei den von McDermott, Shaffer und der Physics Education Group an der University of Washington entwickelten Tutorials handelt es sich um eine umfangreiche Sammlung von Arbeitsmaterialien, welche speziell für Studierende des Fachs Physik (Haupt- und Nebenfach) entwickelt wurden (McDermott et al., 2009). Inzwischen gibt es Tutorials auch für das Fach Elektrotechnik (Kautz, 2010). Ein bewährtes Konzept zu deren Einsatz ist in Abbildung 4 zu sehen.

Die Tutorials zielen vor allem auf das konzeptionelle Verständnis des Fachgebietes ab und sind in diesem Zusammenhang auch als Ergänzung und Unterstützung zum laufenden Unterricht zu verstehen (McDermott und Shaffer, 1999). Studierende führen hierbei in Kleingruppen kleinere Versuche durch und notieren ihre jeweiligen Beobachtungen dazu. Begleitet werden die Studierenden dabei von den Lehrenden bzw. Tutorinnen und Tutoren. Sie hinterfragen die Ergebnisse der Studierenden kritisch und helfen bei deren Reflexion, um physikalische Zusammenhänge aufzudecken. So unterstützen sie ein aktives und individuelles Lernen und fördern den nachhaltigen Wissenserwerb. Ziel dieser Versuche ist es, grundlegende Präkonzepte von Studierenden aufzudecken, zu hinterfragen und hin zu wissenschaftlichen Konzepten zu führen. Den Studierenden wird dabei niemals eine

Lösung präsentiert, sondern sie erarbeiten sich die richtigen Antworten jeweils selbst. Besonders wirksam sind die Tutorials vor allem deshalb, weil die einzelnen Aufgaben eines Themengebietes aufeinander aufbauen und in ihrem Schwierigkeitsgrad komplexer werden. Während die Studierenden möglicherweise die ersten Aufgaben noch mit ihren nicht-wissenschaftlichen Präkonzepten lösen können, stoßen sie bei schwierigeren Aufgaben mit diesen Vorstellungen bald an Grenzen. So erkennen sie selbst, dass ihre bisherigen Vorstellungen nicht mit den Anforderungen des Faches zusammenpassen, und der Weg wird frei für neue, wissenschaftlich fundierte Konzepte.

Ein weiterer Vorteil der Tutorials besteht darin, dass die Schwelle zwischen dem sehr umfangreichen Wissen der Lehrenden und den noch mangelnden Kenntnissen der Studierenden Schritt für Schritt überwunden wird, was den Studierenden das Nachvollziehen der Inhalte erleichtert.

Insgesamt wurden die Tutorials an verschiedenen Hochschulen sowohl im Fach Physik als auch in der Elektrotechnik eingesetzt. Im Austausch mit Dozierenden wurde deutlich, dass ein großer Bedarf an solchen angeleiteten Themenblöcken auch in anderen Fächern besteht. Hier fehlen jedoch bisher die strukturierten Arbeitsblätter.

Ausblick

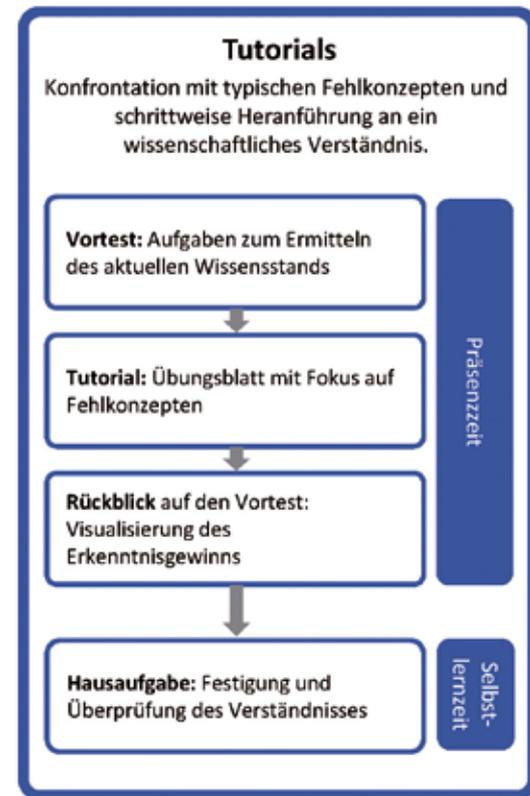
Dieser kompakte Überblick über die im Projekt verwendeten Lehrmethoden bildet die Grundlage für die weiteren in diesem Sonderband veröffentlichten Erfahrungsberichte und wissenschaftlichen Auswertungen.

Literatur

Crouch, C. H. und Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970–977.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. und Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415.

Abb. 4: Tutorials Ablaufdiagramm



- Kautz, C. (2010). Tutorien zur Elektrotechnik. München: Pearson Studium.
- Kraft, S. (1999). Selbstgesteuertes Lernen. Problembereiche in Theorie und Praxis. Zeitschrift für Pädagogik, 45, 833–845.
- Mazur, E. (1997). Peer instruction: A user's manual. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.
- McDermott, L. C. und Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. American Journal of Physics, 60, 994–1003.
- McDermott, L. C., Shaffer, P. S. und Kautz, C. H. (2009). Tutorien zur Physik. München, Boston: Pearson Studium.
- Meissner, B. und Neng, A. (2014). „Was brauchen wir in der Prüfung?“ Problembasiertes Lernen (PBL) im ersten Semester. Didaktik Nachrichten. (10), 18–24.
- Novak, G. M. (2011). Just-in-time teaching. New Directions for Teaching and Learning, 2011(128), 63–73.
- Renkl, A. (1997). Lernen durch Lehren: Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Simkins, S. und Maier, M. H. (2010). Just-in-time teaching: Across the disciplines, across the academy (1st ed). New pedagogies and practices for teaching in higher education series. Sterling, Va: Stylus Pub.
- Weber, A. (2007). Problem-based learning: Ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe II und der Tertiärstufe. Bern: H.e.p.-Verlag
- Weber, A. (2014). Mit Problem-Based Learning (PBL) zum Erfolg. Didaktik Nachrichten. (10), 3–11.
- Wolf, K., Nissler, A., Eich-Soellner, E. und Fischer, R. (2014). Mitmachen erwünscht – aktivierende Lehre mit Peer Instruction und Just-in-Time Teaching. ZFHE, 9(4), 131–156.

Lehrberatung im Projekt HD MINT – der Prozess und seine standortspezifischen Facetten

A. Nissler¹, J. Fleischer², A. Benedikt³, S. Reinhardt⁴
Hochschule München¹, Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm²,
Hochschule Augsburg³, Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden⁴

■ Abstract

Der Paradigmenwechsel in der Hochschullehre fordert von den Hochschullehrenden ein Umdenken und neue, studierendenzentrierte Ansätze für die Lehre. Um diesen Wandel nachhaltig an den Hochschulen zu verankern und die Lehrenden in diesem Prozess zu unterstützen, entwickelte das DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik Ingolstadt das Projekt „Hochschuldidaktik-Departement für die MINT-Fächer“ (HD MINT). Interdisziplinäre Teams beraten und unterstützen dabei Hochschullehrende bei der Neu- oder Umgestaltung ihrer Lehre auf fachlicher und didaktischer Ebene. Wie genau diese Lehrberatung ausgestaltet ist, welche standortspezifischen Besonderheiten realisiert wurden und wie das Angebot zum gewünschten Wandel beiträgt, beschreibt der nachfolgende Beitrag. Dabei gehen die AutorInnen auch auf die Erfahrungen und Erkenntnisse der HD-MINT-Mitarbeitenden ein und geben Empfehlungen für vergleichbare Initiativen.

Ausgangssituation und Zielsetzung

Im Rahmen des „Qualitätspakts Lehre“, einer Förderinitiative des BMBWF, wurde zwischen 2012 und 2016 das Projekt HD MINT initiiert. Ziel dieses Verbundprojekts ist es, die Lehre und die Studierbedingungen in den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) nachhaltig zu verbessern. Die Optimierung zielt auf eine stärker studierendenzentrierte und verständnisorientierte Lehre und folgt damit der viel zitierten Forderung nach einem „Shift from Teaching to Learning“ (u. a. Schaper, Reis, Wildt, Horvath und Bender, 2012; Jungmann, Müller und Schuster, 2010; Wildt, 2007). Die Studierenden und ihr Lernen sollen stärker in den Fokus gerückt und die Lehre durch den Kulturwandel nachhaltig verändert werden.

Im nachfolgenden Beitrag wird die Ausgestaltung des Beratungs- und Unterstützungsangebotes, wie es im Rahmen des HD-MINT-Projektes realisiert wurde, beleuchtet und es wird den Fragen nachgegangen, ob und wie diese hochschuldidaktische Maßnahme zum Wandel der Hochschullehre beiträgt.

Bedeutung der Lehrberatung für die Initiierung eines nachhaltigen Wandels in der Lehre

Mit dem Paradigmenwechsel vom Lehren zum Lernen sehen sich Lehrpersonen mit neuen Herausforderungen und einer veränderten Rollenerwartung konfrontiert. Häufig bringen Lehrpersonen für solche Veränderungen keine ausreichende didaktische Qualifizierung mit: „Professorinnen und Professoren an Fachhochschulen beginnen ihre Lehr-, Beratungs- und Prüfungstätigkeiten in der Regel ohne oder mit geringer hochschuldidaktischer Vorbildung und Erfahrung. Sie orientieren sich an ihren eigenen Erfahrungen und Modellen aus ihrer Studien- und Promotionszeit“ (Linde und Szczyrba, 2011, S. 129) und/oder folgen dem „Fahrwasser der jeweiligen fachlichen Gefilde“ (Wildt, 2011, S. 102). Die Erfahrung zeigt, dass es den klassischen Formaten der hochschuldidaktischen Weiterbildung bisher nicht gelungen ist, studierendenzentrierte Lehre nachhaltig in der Hochschullehre zu verankern (vgl. z.B. Devlin, 2006; Braun und Hannover, 2008; Ho, Watkins und Kelly, 2001). Daher wird aktuell nach geeigneteren Formaten und Angeboten gesucht, die einen solchen Wandel bewirken können. Ein vom Wissenschaftsrat sowie der Hochschulrektorenkonferenz empfohlener Ansatz ist der Einsatz von Beratung und Coaching für Hochschullehrende. Dieser gilt im Vergleich zu den klassischen hochschuldidaktischen Formaten als besser geeignet, die Hochschullehrenden im Ausbau ihrer didaktischen Kompetenz und der Entwicklung der Lehrqualität zu unterstützen. Der vermutete Mehrwert dieser Angebote begründet sich durch die spezifische Ausrichtung des Angebots auf die Bedürfnisse der zu beratenden Lehrperson. Dabei können sowohl die individuellen Veränderungswünsche zur Neuausrichtung der Lehrveranstaltung berücksichtigt werden, als auch die knappen zeitlichen Ressourcen der Dozierenden (Wissenschaftsrat, 2008; Hochschulrektorenkonferenz, 2008).

Begleitende Beratung und Betreuung von Lehrenden kann dabei sowohl „training on the job“-Elemente enthalten, bei denen studierendenzentrierte Lehrmethoden vermittelt werden und damit das didaktische Knowhow der Dozierenden erweitert wird, als auch Reflektions- und Feedbackelemente. Das Unterstützungs- und Beratungsangebot von HD MINT, das federführend von der pädagogischen Mitarbeiterin des HD-MINT-Teams an der HS München konzipiert und entwickelt wurde, knüpft an diese Herausforderungen, Überlegungen und Ansätze an. Vor allem die Studierenden profitieren von diesen Veränderungen in der Lehre und sind damit die größten Nutznießer der Lehrberatung (Linde und Szczyrba, 2011, S. 130).

Die Lehrberatung im Projekt HD MINT

Der Beratungsprozess

An den beteiligten Verbundstandorten wurden interdisziplinäre Teams eingestellt, die Hochschullehrende bei der Neu- oder Umgestaltung ihrer Lehre beraten und begleiten. Diese setzen sich aus Pädagoginnen und Pädagogen sowie MINT-Wissenschaftlern und -Wissenschaftlerinnen zusammen (vgl. Meissner, Hank, Wesp, Dölling, Bach und Wittkowski, 2016).

Bei ihrem Angebot handelt es sich um einen in der Regel zyklisch verlaufenden Prozess, der sich grob in folgende vier Phasen unterteilen lässt:

- 1) Einstiegsphase
- 2) Vorbereitungsphase
- 3) Arbeitsphase
- 4) Abschlussphase

Die einzelnen Phasen verfolgen jeweils unterschiedliche Zielsetzungen und beinhalten dementsprechend verschiedene Aufgaben und Tätigkeiten, die von den HD-MINT-Mitarbeitenden erfüllt werden. Typischerweise gehen einzelne Phasen in der Beratungspraxis ineinander über und sind nicht immer klar voneinander abgrenzbar. Um die Zielsetzung und Bedeutung der einzelnen Aspekte beschreiben und erläutern zu können, werden nachfolgend die vier Arbeitsschritte hinsichtlich ihrer Ziele, ihrer Funktionen und ihres Ablaufs separat voneinander betrachtet.

Einstiegsphase

Die Einstiegsphase beginnt mit der Kontaktaufnahme, die entweder seitens der Hochschullehrenden erfolgt oder durch die HD-MINT-Mitarbeitenden initiiert wird. Im Anschluss daran kommt es in der Regel zu einem persönlichen Treffen, bei dem Anliegen und Bedarf der Unterstützung analysiert und besprochen werden. In diesem Zusammenhang wird die Lehrperson über das gesamte Angebot des HD-MINT-Teams informiert und sie erhält Details zum möglichen Ablauf der Beratung.

Ziel dieser Phase ist es, abzuklären, ob und in welchem Rahmen eine Beratung und Unterstützung stattfinden soll. Außerdem soll ein gemeinsames Ziel zur Überarbeitung der Lehrveranstaltung definiert werden. Die Einstiegsphase erstreckt sich erfahrungsgemäß über mindestens ein persönliches Treffen und schließt mit der Entscheidung über eine Zusammenarbeit und der Zieldefinition ab.

Vorbereitungsphase

Die Vorbereitungsarbeiten schließen unmittelbar an die Einstiegsphase an. Im Wesentlichen fallen vier Arbeitsfelder in die Vorbereitungsphase: Erstens werden Lernziele formuliert. Aufbauend auf diesen werden im Sinne des Constructive Alignment (vgl. Biggs, 1999; Biggs und Tang, 2009) Lehrmethode, Prüfungsform und Prüfungsniveau ausgewählt und aufeinander abgestimmt. Zweitens werden geeignete Lehr-Lern-Materialien entwickelt und bereitgestellt. Hierzu recherchieren die HD-MINT-Teams nach geeigneten Quellen, überarbeiten bestehendes Material oder entwickeln dieses von Grund auf neu. Dabei stehen sie im ständigen Austausch mit den Hochschullehrenden. Drittens wird die mediale Anreicherung der Lehrveranstaltung geplant. Hierzu zählen beispielsweise das Aufsetzen und Bespielen eines Kurses auf eine Lernplattform oder die Beratung zum Einsatz von Classroom Response Systemen. Viertens, schließlich, wird geklärt, ob die Lehrperson einer Evaluation der Veranstaltung zustimmt und diese vorbereitet. In diesem Zusammenhang wird den Lehrenden die Bedeutung entsprechender Verfahren für die Optimierung der Lehrveranstaltung aufgezeigt.

Ziel dieser Phase ist es, die nötigen Voraussetzungen für die Optimierung der Lehrveranstaltung zu schaffen. Die Vorbereitungsphase erstreckt sich erfahrungsgemäß über mehrere persönliche Treffen und beinhaltet eine intensive Diskussion und Abstimmung zwischen der Lehrperson und dem HD-MINT-Team. Der Austausch erfolgt über verschiedene synchrone (z. B. telefonisch, in persönlichen Gesprächen) und asynchrone Kommunikationskanäle (z. B. E-Mail). Idealerweise sind die Vorbereitungen zum Beginn der Vorlesungszeit abgeschlossen. Dies ist jedoch nicht immer zu gewährleisten, so dass sich die genannten Arbeiten auch über die Vorlesungszeit erstrecken. In diesen Fällen vermischt sich in der Praxis die Vorbereitungs- mit der Arbeitsphase.

Arbeitsphase

In der Arbeitsphase wird das geplante Lehrveranstaltungskonzept realisiert. Hierfür werden erstmals die Adressaten der veränderten Lehre, die Studierenden, in den Prozess eingebunden. Um ihnen von vornherein zu verdeutlichen, wie die Lehrveranstaltung abläuft und was in diesem Zusammenhang von ihnen erwartet wird, werden die Lehr-Lern-Methoden und die Lernziele zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt. Dabei wird vor allem auf Sinn und Nutzen der Methoden und der Ziele eingegangen. Diese Vorstellung soll den Studierenden im Lernprozess Unterstützung und Orientierung bieten und gleichzeitig Akzeptanz für das neue Lehrformat schaffen (vgl. Nissler, 2016). Hierfür geeignete Lehr-Lern-Materialien stellen die HD-MINT-Teams den Lehrpersonen zur Verfügung.

Neben der Einbindung der Studierenden steht die permanente Reflexion der eigenen Lehre durch die Lehrpersonen im Vordergrund der Arbeitsphase. Insbesondere drei Strategien fördern eine solche Eigenanalyse. Zum einen regen die HD-MINT-Mitarbeitenden einen Erfahrungsaustausch der Lehrenden an (vgl. Abschnitt „Austausch- und Reflexionsangebote“). Berichte über eigene Erfahrungen mit neuen Lehr-Lern-Methoden, Ideen anderer Lehrpersonen, Nachfragen durch das HD-MINT-Team sowie eigens erstellte Zusatzmaterialien unterstützen diesen Vorgang. Zum zweiten erhalten die Lehrenden gezielt Feedback zum Einsatz neuer Lehr-Lernkonzepte in ihren Veranstaltungen. Dieses wird möglich durch regelmäßige Lehr-Hospitationen der HD-MINT-Mitarbeitenden. Mithilfe solcher Beobachtungen während einer Lehreinheit können die Teams Feedback zum Lehrhandeln geben und auf dieser Basis prozessbegleitende Optimierungsvorschläge erarbeiten. Eine Alternative dazu stellen „Begleitete Kollegiale Hospitationen“ dar (vgl. Abschnitt in diesem Beitrag, S. 24). Zum dritten kann durch formative Evaluationsverfahren, wie das „Teaching Analysis Poll“ (TAP; vgl. Abschnitt in diesem Beitrag, S. 26) während des Semesters sowie durch summative Evaluationen am Ende des Semesters studentisches Feedback eingeholt werden. Insbesondere dieses wird dann zur weiteren Optimierung der Lehre herangezogen.

Ziel der Arbeitsphase ist es, die Lehre aktivierend und studierendenzentriert umzusetzen, diese Umsetzung begleitend zu dokumentieren und laufend zu verbessern. Die Arbeitsphase dauert in der Regel das ganze Semester an und schließt üblicherweise mit der Prüfung der Studierenden am Semesterende ab.

Abschlussphase

Ziel der Abschlussphase ist es, den Verlauf der Beratung und den Erfolg der umgesetzten Maßnahmen abschließend zu reflektieren und Optimierungspotenzial für das Folgesemester abzuleiten. Erfahrungen und Erkenntnisse aus den vorausgegangenen Phasen werden spätestens jetzt dokumentiert, erneut gesichtet und sortiert. Darauf aufbauend werden Überlegungen zum Verbreitungspotenzial der erzielten Ergebnisse angestellt.

Typischerweise werden die genannten Aspekte während eines persönlichen Gesprächs eruiert: Die Lehrperson und die HD-MINT-Mitarbeitenden tauschen sich dabei über Erfahrungen mit den Methoden, über die Ergebnisse der Evaluation sowie der Prüfung aus und ziehen Bilanz. Dieses Gespräch kann entweder am Semesterende, in den Semesterferien oder zu Beginn des neuen Semesters stattfinden. Oft knüpft an die Abschlussphase die Planung für das weitere Vorgehen und zukünftige gemeinsame Arbeiten an der Lehrveranstaltung an, da für das nachfolgende Semester erneut die Voraussetzungen zur Umsetzung der geplanten Handlungsempfehlungen oder zur Implementation einer neuen Methode geschaffen werden müssen. Der Beratungsprozess beginnt damit aufs Neue und wird somit zyklisch fortgesetzt.

Insgesamt zeigt die Erfahrung im Projekt HD MINT, dass Beratungsleistungen häufig über drei Semester dauern, bevor alle Arbeiten an der Lehrveranstaltung abgeschlossen und alle Ziele erreicht sind. Durch die im Vergleich zu didaktischen Seminaren langfristige Begleitung und Beratung können sich Lehrpersonen intensiver mit didaktischen Themen beschäftigen und erleben deren Wirkungsweisen auch in der Praxis. Dadurch gelingt in der Regel der Transfer dieser Themen in die Lehrpraxis sowie auch auf andere Lehrveranstaltungen der Lehrenden besser und der Mehrwert von veränderten Lehrveranstaltungskonzepten wird für die Lehrpersonen unmittelbar erfahrbar. Zudem wird die Unterstützung direkt erlebt.

Aufgaben und Rollenverteilung in der Lehrberatung

Eine Besonderheit des HD-MINT-Projektes liegt, wie eingangs erwähnt, in der interdisziplinären Zusammensetzung der HD-MINT-Teams. Die Kombination aus fachdidaktisch und pädagogisch geschultem Personal bietet den teilnehmenden Dozierenden die bestmögliche Expertise zum Umgang mit dem eingebrachten Problem in der Lehre (vgl. Meissner et al., 2016).

Typischerweise war es an den Verbundstandorten Aufgabe der Pädagogin oder des Pädagogen, die Lernzielformulierung zu unterstützen und die Lehrenden auf deren Notwendigkeit und Mehrwert hinzuweisen. Weitere Aufgabenschwerpunkte der Pädagogin/des Pädagogen waren Reflexionsgespräche, Hospitationen mit anschließendem Feedback, Prüfung von Lehr-Lern-Materialien im Hinblick auf ihre didaktische Eignung sowie die Auswertung von Evaluationsergebnissen inklusive Ableitung von Optimierungspotenzial für die Lehrveranstaltung. Bei den MINT-Fachdidaktikerinnen und -Fachdidaktikern lag der Schwerpunkt auf der Entwicklung von Lehr-Lern-Materialien (z. B. Erstellen von Peer-Instruction-Fragen, Recherchieren für oder Schreiben von geeigneten Lesematerialien für die Methode Just-in-Time Teaching, Erstellung von Tests und Selbstlernkontrollen online oder offline). Auch die fachliche Beratung zum Aufbau und zur Auswahl der Inhalte der Lehrveranstaltung zählte zu ihren Tätigkeiten. Die Tätigkeitsschwerpunkte der Pädagogin oder des Pädagogen und der MINT-Kolleginnen und -Kollegen waren in der Praxis jedoch nicht strikt getrennt. Viele der genannten Aspekte wurden stattdessen gemeinsam bearbeitet.

Tandemberatung

Die Beratung in einem Tandem bietet den Vorteil, dass die betreuten MINT-Lehrenden zum einen auf eine fachlich spezialisierte Person treffen, die die inhaltlichen Fragen der Veranstaltung versteht und mit ihnen auf fachlicher Ebene diskutieren kann. Beide sprechen die gleiche Sprache, was den Einstieg in die Beratung erleichtert. Zum anderen steht

den Lehrpersonen im Gespräch eine pädagogische Fachkraft zur Verfügung, die ihnen auf ihre Bedürfnisse zugeschnittene didaktische Informationen gibt und ihnen Handlungsalternativen zur Optimierung ihrer Lehrveranstaltung aufzeigt.

Das Beraten im Tandem bietet zudem Vorteile für die Beratenden selbst: So kann in den Gesprächen mit verschiedenen Rollen gearbeitet werden. Während sich beispielsweise eine Person vorwiegend auf Inhalte und Gesprächsführung fokussiert, kann die andere Person die Beratung ergänzen, dokumentieren und den Gesprächsverlauf beobachten. Ein solches Vorgehen entlastet die Beratenden und hilft ihnen bei der Nachbereitung des Prozesses. Gespräche können so leichter rekonstruiert und reflektiert werden. Die Zusammenarbeit hilft zusätzlich bei der Weiterentwicklung von Ideen für die Lehrveranstaltung. Dabei bereichern die verschiedenen Vorerfahrungen die Konzeptentwicklung. Auch die Möglichkeit sich gegenseitig Feedback zu geben und damit die persönliche Beratungskompetenz und -qualität zu verbessern, stellt einen Mehrwert der Tandemberatung dar.

Abhängig von den Beratungsbedürfnissen der Lehrenden wurden immer wieder auch Einzelberatungen zu deren Unterstützung eingesetzt: So gab es Lehrende, deren Unterstützungsbedarf sich vor allem auf das Entwickeln von fachlichen Aufgaben oder die Strukturierung der Lehrveranstaltung nach der Fachlogik beschränkte. In diesen Fällen wurde die Beratung überwiegend von den jeweiligen MINT-Wissenschaftlerinnen oder -Wissenschaftlern durchgeführt. Bei anderen Lehrpersonen standen allgemeindidaktische Themen im Vordergrund. Sie diskutierten ihre Ideen verstärkt mit einer Pädagogin bzw. einem Pädagogen und entwickelten ihre Lehre mit dieser Person weiter. Einzelberatungen wurden aber auch dann durchgeführt, wenn niemand aus dem Team mit den Inhalten der Lehrveranstaltungen vertraut war. Die Beratungen beschränkten sich dann auf die rein didaktische Ebene und wurden i. d. R. durch die/den Pädagogin/en durchgeführt.

Ergänzende standortspezifische Maßnahmen

Unterschiede in HD MINT an den Standorten erforderten, dass ergänzende Maßnahmen oder zusätzliche Angebote im Rahmen der HD-MINT-Lehrberatung realisiert wurden. Diese werden nachfolgend beschrieben.

Unterstützung durch Tutorinnen und Tutoren sowie studentische Hilfskräfte

Immer wieder waren die HD-MINT-Teams mit Lehrinhalten konfrontiert, die durch die begrenzte Zahl der Fachdidaktik-Kräfte nicht abgedeckt werden konnten. So stand in Nürnberg etwa eine Fachdidaktikerin acht sehr unterschiedlichen MINT-Fakultäten gegenüber

(vgl. Meissner et al., 2016). Trotz der Möglichkeit einer Fokussierung auf didaktische Beratung, stellte die Erstellung neuer, auf die einzusetzende aktivierende Methode zugeschnittener Lehr-Lern-Materialien und/oder deren Umsetzung als Online-Begleitmaterialien im hochschuleigenen Lernmanagementsystem (z. B. Moodle) weiterhin ein zentrales und sehr zeitintensives Element der Arbeitsphase im Beratungsprozess bei HD MINT dar. Um dieser Problematik zu begegnen, wurde speziell an der TH Nürnberg GSO das HD-MINT-Team durch studentische Hilfskräfte, Tutorinnen und Tutoren verstärkt.

Für den Einsatz wurden insbesondere solche Studierenden ausgewählt, welche die zu überarbeitende Veranstaltung bereits gehört hatten – idealerweise bei der gleichen Dozentin bzw. dem gleichen Dozenten. Die Hilfskräfte konnten somit optimal die Studierendenperspektive in den Prozess der Lehrveranstaltungsüberarbeitung einbringen. Sie stellten in der betroffenen Veranstaltung zudem einen Kommunikationskanal zwischen der Lehrperson und den Studierenden dar. Durch ihre Rückmeldungen an die Lehrperson und das HD-MINT-Team konnte die Einführung aktivierender Methoden noch stärker an die Bedürfnisse der Studierenden angepasst werden. Auch die Lehr-Lern-Materialien konnten besser auf den Lebensalltag der Studierenden des jeweiligen Faches abgestimmt werden. Während die studentischen Hilfskräfte die Inhalte und die Kapazitäten stellten, brachten die HD-MINT-Mitarbeitenden die didaktische Expertise ein und leiteten die Studierenden bei ihrer Arbeit an.

Begleitete Kollegiale Hospitation

Parallel zur in diesem Beitrag beschriebenen „klassischen“ Beratung wurde am Standort Amberg-Weiden ab dem Wintersemester 2015/16 eine besondere Form der Lehrberatung, die „Begleitete Kollegiale Hospitation“, ins Leben gerufen. Die Pädagogin im HD-MINT-Team vor Ort leitet dabei Lehrenden-Tandems an, die gegenseitig in ihren Veranstaltungen hospitieren, um voneinander zu lernen.

In einer Einführungsveranstaltung gibt die Pädagogin Informationen zum Ablauf und zur Zielsetzung der Kollegialen Hospitation. Darüber hinaus beschäftigen sich die Teilnehmenden mit möglichen Beobachtungsschwerpunkten und dem Thema „Feedback geben und nehmen“.

Beim ersten Treffen bilden sich fachgleiche oder auch fachverschiedene Tandems und vereinbaren Hospitationstermine. Vor den gegenseitigen Hospitationen legen sie gemeinsam fest, worauf der Fokus der Beobachtung liegen soll. Möglichst zeitnah nach dem Besuch sollte das Feedback von der Partnerin oder dem Partner gegeben werden.

Gegen Semesterende findet eine Auswertungsveranstaltung statt, in der die Paare von ihren Erfahrungen berichten und jede Lehrperson die nächsten Schritte für die Weiterentwicklung ihrer eigenen Lehre festlegt. Auf Wunsch der Dozierenden wird dieses Treffen auch durch einen Input der Pädagogin, z. B. zu einer bestimmten Lehr- Lern-Methode aus dem HD MINT-Portfolio, angereichert.

Die Vorteile der Begleiteten Kollegialen Hospitation liegen auf der Hand: Die gemeinsamen Treffen und die Hospitationen sorgen bei den Dozierenden für eine Sensibilisierung für didaktische Überlegungen und Fragestellungen. Bisherige Unterrichtskonzepte werden überdacht und weiterentwickelt. Der Unterschied zur klassischen Beratung liegt im Voneinander-Lernen „auf Augenhöhe“, außerdem wird dem bei Professorinnen und Professoren verbreiteten „Einzelkämpfertum“ entgegengewirkt.

Austausch- und Reflexionsangebote

Reflexion und Austausch und das von- und miteinander Lernen sind zentrale Aspekte des Beratungsangebots von HD MINT. An einigen Verbundstandorten wurden daher über die individuelle Beratung hinausreichende Angebote entwickelt, im Rahmen derer sich Lehrpersonen fakultätsintern oder -übergreifend austauschen und vernetzen können.

So wurden an den Hochschulen München, Augsburg und Nürnberg ein- bis zweimal im Semester Austauschformate initiiert. Dabei trafen sich am HD-MINT-Projekt teilnehmende Lehrpersonen sowie zum Teil ein darüber hinausreichender Kreis Interessierter. Diese Formate reichen von Vorträgen von HD-MINT-Mitarbeitenden sowie von externen Referentinnen und Referenten über offene und geschlossene Diskussionsrunden bis hin zu eher informellen Gesprächsrunden. Ziel der Veranstaltungen ist es, einen Erfahrungsaustausch anzuregen, didaktisches Wissen zu vermitteln und über Projektangebote und -ergebnisse zu informieren. Dabei vernetzen sich die Lehrenden untereinander und (fach-)didaktische Themen werden stärker an der Hochschule verankert.

Besonderheit des entsprechenden Treffens („Didaktikstammtisch“) in Augsburg ist vor allem der ungezwungene Rahmen wie beispielsweise auch in Gaststätten, der es den Lehrenden leicht macht, sich vor allem informell über Fragen zu Lehr-Lern-Themen zu informieren. Nicht durch HD MINT vorgegebene Themen, sondern die aktuellen Ideen und Erfahrungen der Anwesenden sind das Thema der Gespräche. Kennzeichen der Nürnberger Treffen ist hingegen ein geschützter Rahmen, in welchem auch weniger gelungene Veränderungen diskutiert werden können. Das Alleinstellungsmerkmal der Münchner Hochschule ist die Einführung von Multiplikatoren, welche neue Lehr-Lern-Formate bereits erfolgreich einsetzen und bereit sind, ihre Erfahrung mit Kolleginnen und Kollegen zu teilen.

Teaching Analysis Poll (TAP)

Neben der Begleitevaluation im Projekt HD MINT, die vom Bayerischen Institut für Hochschulforschung und -entwicklung (IHF) durchgeführt wird, setzen einige Standorte ergänzend die Methode des Teaching Analysis Poll (TAP; Frank, Fröhlich und Lahm, 2011) ein. Ziel ist es dabei, von den Studierenden prozessbegleitendes Feedback zur Wahrnehmung der neuen Lehr-Lern-Formen zu erhalten.

Bei TAP handelt es sich um ein in den USA entwickeltes formatives Evaluationsverfahren. Studierende werden in der Präsenzzeit der Lehrveranstaltung, jedoch in Abwesenheit der Lehrperson aufgefordert, in Gruppen zu folgenden Fragen Stellung zu nehmen: „Wodurch lernen Sie in dieser Veranstaltung am meisten?“, „Was erschwert Ihr Lernen?“ und „Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie für die hinderlichen Punkte?“. Obwohl das Verfahren für viele Studierende ungewohnt ist, werden dadurch lebhaftere und offene Diskussionen gefördert, bei denen sich alle Studierenden einbringen können.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von HD MINT strukturieren im Anschluss das gesammelte studentische Feedback und bereiten es für die Besprechung mit der Lehrperson auf. Dieses wird dann gemeinsam mit der Lehrperson reflektiert und es wird das sich daraus ergebende Optimierungspotential abgeleitet. Die Methode erlaubt es den Lehrpersonen ein unverfälschtes, offenes Feedback der Studierenden zu erhalten. Der Einsatz dieser Methode soll zudem dazu führen, dass sich die Kommunikation zwischen Lehrperson und Studierenden verbessert.

Fazit

Die Erfahrungen aus dem Projekt HD MINT haben gezeigt, dass der Wunsch und das Ziel des Projektes, einen Wandel in der Lehre anzustoßen und dadurch die Lehrqualität zu steigern, nicht einfach zu realisieren ist. Es ist aber dennoch möglich. Drei wesentliche Erkenntnisse können aus den bisherigen Erfahrungen im HD-MINT-Projekt abgeleitet werden:

Erstens ist die erfolgreiche Organisation der Beratungsteams für einen gelungenen Anstoß neuer Lehr-Lernkonzepte unumgänglich. Die Möglichkeit im Tandem zu beraten, hat sich für viele Teams als herausfordernd, gleichzeitig jedoch in vielen Punkten als mehrwertstiftend erwiesen. Die Aufgabe bestand vor allem darin, sich als Team zu organisieren, die eigene Rolle zu definieren und auszufüllen sowie eine „gemeinsame“ Sprache zu finden. Die interdisziplinäre Teamorganisation war für die Zusammenarbeit mit den Lehrenden insofern sehr wichtig, als sie zu einer gesteigerten Sensibilität der Beratenden für interdisziplinäre Herausforderungen und Stolpersteine geführt hat. Ein ausdifferenziertes Rollen- und

Aufgabenprofil der Mitarbeitenden trägt hierzu ebenso bei, wie eine klare Struktur für den Ablauf der Beratung. Gleichzeitig muss das Konzept für ein solches Angebot Spielräume lassen, um der Individualität der Lehrberatung, die per Definition existiert, Raum zu geben.

Zweitens müssen Lehrpersonen den Mehrwert didaktisch begründeter Veränderung ihrer Lehre erkennen und einen eigenen Beitrag zu diesem Wandel leisten. Zwei Strategien haben sich hier als erfolgreich bewährt. Zum einen müssen Lehrpersonen die Anbindung didaktischer Entwicklungen an die eigenen Erfahrungen erkennen. Hierbei helfen ihnen regelmäßige Evaluationen, die ihnen die Studierendenperspektive auf ihre eigene Veranstaltung spiegeln ebenso, wie über individuelle Beratungen hinausgehende Austauschformate, bei denen sie Lehrende mit ähnlichen Problemen und Sorgen treffen. Zum anderen ist es elementar, dass HD-MINT-Mitarbeitende in Beratungssituationen „auf Augenhöhe“ mit der Lehrperson arbeiten. Nur so kann garantiert werden, dass die vom Team geleisteten Angebote der Erstellung von Lehr-Lern-Materialien oder der Vorstellung neuer Methoden weder durch die Lehrperson selbst noch durch die Studierenden als freiwilliges Add-on wahrgenommen werden.

Insgesamt haben sich die im vorliegenden Artikel beschriebenen Strategien bewährt. Mit der Zeit konnten sich die HD-MINT-Teams an den einzelnen Hochschulen etablieren. Das Projekt wurde zunehmend bekannter und der Zulauf stieg entsprechend kontinuierlich an. Daraus ergibt sich drittens, dass die Größe und die Zusammensetzung der Teams an die Nachfrage der Angebote bzw. an die zu beratende Zielgruppe angepasst werden müsste. Bei kleineren Teams umfasst dies unter anderem die Integration von studentischen Hilfskräften, den Einsatz Kollegialer Hospitationen oder die Unterstützung der HD-MINT-Mitarbeitenden durch Multiplikatoren.

Literatur

Biggs, J. (1999). What the Student Does – Teaching for enhanced learning. Higher Education Research & Development 18 (1), 57–75.

Biggs, J. B. und Tang, C. (2009). Teaching for quality learning at university: What the student does (3. ed., reprinted.). McGraw-Hill education. Maidenhead: McGraw-Hill.

Braun, E. und Hannover, B. (2009). Zum Zusammenhang zwischen Lehr-Orientierung und Lehr-Gestaltung von Hochschuldozierenden und subjektivem Kompetenzzuwachs bei Studierenden. In M. A. Meyer, S. Hellekamps und M. Prenzel (Eds.), Zeitschrift für Erziehungswissenschaft Sonderheft: Vol. 9. Perspektiven der Didaktik. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (pp. 277–291). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.

- Devlin, M. (2006). Challenging Accepted Wisdom about the Place of Conceptions of Teaching in University Teaching Improvement. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 18 (2), 112–119.
- Frank, A., Fröhlich, M. und Lahm, S. (2011). Zwischenauswertung im Semester: Lehrveranstaltungen gemeinsam verändern. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung* 3(6), 310–318.
- Ho, A., Watkins, D. und Kelly, M. (2001). The conceptual change approach to improving teaching and learning: An evaluation of a Hong Kong staff development programme. *Higher Education*, (42), 143–169.
- Hochschulrektorenkonferenz (2008). Für eine Reform der Lehre in den Hochschulen. Beschluss der Mitgliederversammlung vom 22. April. Abgerufen von https://www.hrk.de/uploads/tx_szconvention/Reform_in_der_Lehre_-_Beschluss_22-4-08.pdf.
- Jungmann, T., Müller, K. und Schuster, K. (2010). Shift from TeachING to LearnING: Anforderungen an die Ingenieurausbildung in Deutschland. *journal hochschuldidaktik*, 2, 6–8.
- Linde, F. und Szczyrba, B. (2011). Neuberufene vor neuen Herausforderungen – Coaching für gute Lehre von Anfang an. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 6 (3), 128–134.
- Meissner, B., Hank, B., Wesp, J., Dölling, H., Bach, S. und Wittkowski, M. (2016). Die Umsetzung des Projekts an den Verbundhochschulen – ein Überblick. In diesem Band, S. 30–37.
- Brunnhuber, M., Günther, J. (2016). Aktivierende Lehr- und Lernmethoden in der Ingenieurmathematik – Ein Erfahrungsbericht. In diesem Band, S. 40–52.
- Nissler, A. (2016). Mit Peer Instruction und Just-in-Time Teaching Studierende in ihrem Lernprozess unterstützen. (Schriften zur Hochschuldidaktik. Beiträge und Empfehlungen des Fortbildungszentrums Hochschullehre der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg). Abgerufen von http://www.blog.fbzhl.de/wp-content/uploads/2016/01/Berichte_10-2016-ZiLL_Studierende-beim-Lernen-unterst%C3%BCtzen_Nissler-1.pdf.
- Schaper, N., Reis, O., Wildt, J., Horvath, E. & und Bender, E. (2012). Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre. Abgerufen von https://www.hrk-nexus.de/fileadmin/redaktion/hrk-nexus/07-Downloads/07-02-Publikationen/fachgutachten_kompetenzorientierung.pdf.
- Tietze, K.-O. (2010): Wirkprozesse und personenbezogene Wirkungen von kollegialer Beratung. Theoretische Entwürfe und empirische Forschung. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss.
- Wildt, J. (2007). The Shift from Teaching to Learning. Essen. Abgerufen von http://www.egon-spiegel.net/fileadmin/user_upload/documents/Theologie/Spiegel/Tagungen_Kongresse/Wildt.pdf.

Wildt, J. (2011). Zwischen Skylla und Charybdis – Psychodramatische Reflexionen zur Kompetenzentwicklung am Beispiel von Hochschullehrenden. Zeitschrift für Psychodrama und Soziometrie, 10(1), 99–108.

Wissenschaftsrat (2008). Empfehlungen zur Qualitätsverbesserung von Lehre und Studium vom 4. Juli 2008. Abgerufen von <http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/8639-08.pdf>.

Die Umsetzung des Projekts an den Verbundhochschulen – ein Überblick

B. Meissner¹; B. Hank², J. Wesp³, H. Dölling⁴, S. Bach⁵, M. Wittkowski⁶
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm¹, Hochschule München²,
Hochschule Augsburg³, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf⁴,
Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden⁵, Hochschule Rosenheim⁶

■ Abstract

Im Projekt HD MINT setzen Lehrende mit der Hilfe von didaktisch qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aktivierende und studierendenzentrierte Methoden in Lehrveranstaltungen ein. Diese Idee wird an den sechs im Verbundprojekt kooperierenden Hochschulen realisiert, der Ostbayerischen Technischen Hochschule (OTH) Amberg-Weiden, der Hochschule (HS) Augsburg, der HS München, der Technischen Hochschule (TH) Nürnberg Georg Simon Ohm (GSO), der HS Rosenheim und der HS Weihenstephan-Triesdorf. Eine besondere Herausforderung ist die Umsetzung der Projektvorgaben in den Strukturen vor Ort. Insbesondere die unterschiedliche personelle Ausstattung, die Einbettung in den jeweiligen institutionellen Kontext und die hochschul- und fakultätsspezifischen Kulturen sind bestimmend für die Arbeit der Teams.

Ziel des vorliegenden Artikels ist es, die organisatorischen Besonderheiten an den einzelnen Hochschulen herauszuarbeiten und Gemeinsamkeiten und Unterschiede, Herausforderungen und Erfolge in der Arbeit an den Standorten im Überblick deutlich zu machen.

1. Arbeitsweise der Teams

Das Hauptaufgabengebiet im Rahmen des HD-MINT-Projekts ist die Beratung von Lehrenden und die Unterstützung bei der Anwendung der ausgewählten Lehrmethoden in der Lehrpraxis. Dabei wirken die Teams auch bei der Erstellung von Lernmaterialien, bei deren technischer Umsetzung und ggf. auch bei der entsprechenden Umgestaltung der Prüfungen mit.

Die Umstellung auf ein neues Lehrkonzept erfolgt zum Teil schrittweise (z. B. an der HS Augsburg und der TH Nürnberg GSO), zum Teil vollständig innerhalb eines Semesters (z. B. an der HS Weihenstephan).

An der HS Augsburg lässt sich die Umsetzung der Methoden in zwei Phasen unterteilen. Auf ein Informationsgespräch und ein Testen der Methode für ein Semester (erste Phase) folgen vertiefende Gespräche und eine erneute Umsetzung im darauf folgenden Semester (zweite Phase). Die Erfahrungen der Lehrenden fließen in diese Gespräche ein, ebenso wie eine detaillierte Ausarbeitung der Ziele durch das HD-MINT-Team. Für die Arbeit von HD MINT stehen insgesamt Kapazitäten im Umfang von 2,5 Stellen zur Verfügung. Dabei arbeiten die Pädagogin und die MINT-Vertreter anlassbezogen alleine oder im Team mit den Lehrpersonen zusammen. Aufgrund der Vakanz von Stellen erfolgte die Erstellung der Lernmaterialien zeitweise durch die Lehrenden selbst. Diese wurden durch beratende Gespräche begleitet, sodass sie ein Gefühl für qualitativ hochwertige Fragen entwickeln konnten.

Auch an der TH Nürnberg GSO werden Veranstaltungen in der Regel schrittweise umgestellt. Einer Zusammenarbeit mit Lehrenden gehen dabei häufig mehrere Planungsgespräche voraus. Eine wichtige Rolle spielt die Reflexion der Umsetzung auf Basis geeigneter Evaluationsmethoden, wie zum Beispiel Interviews mit Studierenden, methodenspezifischen Fragebögen oder Hospitationen. Für das Projekt HD MINT konnten insgesamt Kapazitäten im Umfang von 1,75 Stellen geschaffen werden. Damit werden die Bereiche MINT-Fachdidaktik und (Medien-)Pädagogik abgedeckt. Die Zusammenarbeit im Team erfolgt weitestgehend fach- und bereichsübergreifend. Die Ausgestaltung von Lernmaterialien erfolgt in der Regel durch die Fachdidaktikerin, häufig in Zusammenarbeit mit den Lehrenden selbst und studentischen Hilfskräften. Die Weiterentwicklung des Beratungskonzeptes sowie die Außendarstellung des Projektes werden überwiegend von der Pädagogin übernommen. Für technischen Support und Medienausleihe steht darüber hinaus ein medienpädagogischer Ansprechpartner zur Verfügung.

An der HS Weihenstephan-Triesdorf (Standort Weihenstephan) erfolgt die Umstellung von Lehrveranstaltungen auf eine neue Methode in der Regel vollständig in einem Semester. Dort umfasst das HD-MINT-Team drei Projektmitarbeiterinnen mit Kapazitäten im Umfang von insgesamt 1,5 Stellen. Die Mitarbeiterinnen treffen sich mit interessierten Lehrenden, präsentieren die Lehrmethoden, lernen die betroffenen Lehrveranstaltungen strukturell und inhaltlich kennen und wählen dann in Absprache mit den Lehrenden eine geeignete Methode aus dem Angebot von HD MINT aus. Die weitere Zusammenarbeit mit den Lehrenden gestaltet sich ebenfalls sehr individuell. Die Beratungstätigkeiten werden vom Team gemeinsam durchgeführt. Die inhaltliche Ausarbeitung von fachspezifischen Aufgaben und Lernmaterialien übernehmen in der Regel die Fachwissenschaftlerinnen. Die allgemeinen organisatorischen Aufgaben übernimmt meistens die Pädagogin. Auch in diesen spezifischen Aufgaben ergeben sich jedoch Überschneidungen und eine enge Zusammenarbeit aller im Projekt beteiligten Personen. Trotz der hohen Entfernung zum Standort Triesdorf stieß auch dort das Projekt auf Interesse. So wurde zum Beispiel ein eigenes Clickersystem zur Durchführung von Peer Instruction (vgl. Keller, Meissner und Fleischer, 2016) beschafft, und Lehrende werden telefonisch oder per E-Mail beraten.

An der OTH Amberg-Weiden und der HaW Rosenheim sind die HD-MINT-Teams direkt in den Fakultäten angesiedelt. Für das Team an der OTH Amberg-Weiden wurden dazu Kapazitäten im Umfang von zwei Stellen geschaffen. Diese verteilen sich auf zwei MINT-Vertreter und eine Pädagogin. Durch die direkte Anbindung der Personen an die Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen in Weiden und die Fakultät für Elektro- und Informationstechnik in Amberg ist das Team gut vertraut mit der jeweiligen Lehr- und Lernkultur und kann seine Maßnahmen gezielt an die spezifischen Bedürfnisse der Lehrenden und der Studierenden anpassen. An der HS Rosenheim besteht das HD-MINT-Team ebenfalls aus zwei MINT-Vertretern sowie einer Pädagogin, es ist an der Fakultät für angewandte Natur- und Geisteswissenschaften angesiedelt. Jedes Teammitglied arbeitet eng mit je einer Lehrperson zusammen, welche in Absprache mit den anderen betreuten Professoren die individuellen Aufgaben festlegt. An beiden Hochschulen erfolgt die Zusammenarbeit mit den Lehrenden daher meist durch eine Einzelperson. Die Pädagoginnen übernehmen dabei insbesondere Hospitationen, die Evaluation von Lehrveranstaltungen sowie die Beratung und Unterstützung bei fachübergreifenden pädagogischen Anliegen.

Die HaW München ist die bei weitem größte Hochschule im Verbund. Dort konnten sechs Vollzeitstellen mit den fachlichen Schwerpunkten Pädagogik, Mathematik, Physik, Informatik und Chemie für das HD-MINT-Team eingerichtet werden. Die Beratung in München erfolgt deshalb in der Regel durch ein Team, bestehend aus einer Pädagogin und einer MINT-Mitarbeiterin oder einem MINT-Mitarbeiter. Diese Vorgehensweise ermöglicht sowohl fachliche als auch didaktische Unterstützung für die Lehrenden. Die Erstellung und Überarbeitung von Lehr- und Lernmaterialien und die Pflege der Online-Lernplattformen erfolgen vorwiegend durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit MINT-Hintergrund. Besonders in den Phasen der Ideenentwicklung und Konzeption, aber auch der Reflexion arbeitet die Pädagogin des Teams intensiv mit den Lehrenden zusammen. Ihre Arbeit erfolgt fach- und fakultätsübergreifend und ist schwerpunktmäßig in der allgemein-didaktischen Beratung der Hochschullehrenden verortet. Durch die Beteiligung an vielen unterschiedlichen Lehrveranstaltungen wirkt sie als Nahtstelle innerhalb des Teams, aber auch zu anderen Teilen der Hochschule.

2. Einführung neuer Lehrkonzepte und Erstellung von Lernmaterialien

Im Projekt HD MINT liegt der Fokus auf der Implementation von studierendenzentrierten und aktivierenden Lehrmethoden. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter konzentrieren sich dabei vor allem auf die Methoden Just-in-Time Teaching, Peer Instruction, Problem-basiertes Lernen und Tutorials. In dem Beitrag von Keller, Meissner und Fleischer zu Beginn dieses Bandes werden diese Lehrmethoden ausführlich beschrieben. In den folgenden Abschnitten wird die genaue Umsetzung der Lehrmethoden an den Hochschulen beleuchtet. Gemeinsamkeiten und Unterschiede sowie Schwierigkeiten bei der Umsetzung werden dabei deutlich gemacht.

2.1 Just-in-Time Teaching

Die Methode Just-in-Time Teaching (JiTT) wird vor allem an der HS München und der HS Weihenstephan-Triesdorf von Lehrenden und Studierenden sehr gut angenommen. An der HS Augsburg, der TH Nürnberg GSO und der HS Rosenheim trifft die Methode bei den Lehrenden auf sehr unterschiedliche Akzeptanz. An der HS Rosenheim konnte JiTT als Methode etabliert werden, sie wird jedoch mit unterschiedlichem Umsetzungsgrad durchgeführt. An der OTH Amberg-Weiden und der TH Nürnberg GSO entschieden sich Lehrende, die JiTT erprobt bzw. sich mit der Methode auseinandergesetzt hatten, in der Regel für die Durchführung anderer Blended-Learning-Szenarien.

An der HaW Rosenheim und einigen Fachbereichen der HS München wird die Methode bevorzugt in Verbindung mit Peer Instruction eingesetzt, da sich die beiden Konzepte sehr gut ergänzen.

Besonders hilfreich bei der Einführung von JiTT ist die Unterstützung der Lehrenden bei der Auswahl und Erstellung von Lernmaterialien, da die erstmalige Umsetzung eines JiTT-Konzepts sehr zeitintensiv ist. Variationen in der Umsetzung von JiTT finden sich in erster Linie bei der Ausgestaltung des Medieneinsatzes (Lernmanagement-Systeme, Skripte, Lehrvideos etc.) und bei der zeitlichen Taktung (wöchentliche Vergabe von Aufträgen oder einmal pro Themenbereich). Entscheidend ist außerdem, dass der Umsetzung eine klare Lernzielformulierung vorausgeht. Auch hier hat sich die Unterstützung durch die HD-MINT-Teams als essentiell erwiesen.

2.2 Peer Instruction

Die Methode Peer Instruction (PI) findet an den Verbundhochschulen meist großen Anklang. An der HaW Augsburg zum Beispiel konnte PI an fast allen MINT-Fakultäten verankert werden. Selbst die nicht von dem Projekt angesprochene wirtschaftswissenschaftliche Fakultät erwarb die hierfür notwendigen Clicker-Systeme und führt die Methode, begleitet von Schulungen durch das HD-MINT-Team, eigenständig durch. Der Einsatz von PI-Fragen hat sich insbesondere als Bereicherung von JiTT-Konzepten an den Hochschulen München und Rosenheim sehr bewährt.

Eine zu beobachtende Schwierigkeit bei PI ist die Formulierung von Verständnisfragen (vgl. Bach, Gertis und Nissler, 2016). Oft wird hier unbewusst auf reine Wissensfragen ausgewichen. Hier erweist sich eine kontinuierliche Beratung und Reflexion mit den HD-MINT-Teams als wichtig. Auch bei der Auswahl eines geeigneten Abstimmungssystems sowie der technischen Umsetzung werden die HD-MINT-Teams in der Regel hinzugezogen.

2.3 Problem- und Projektbasiertes Lernen

Problem- und Projektbasiertes Lernen (PBL bzw. POL) konnte nur an der HS Weihenstephan-Triesdorf etabliert werden. Ansonsten wird es lediglich in einer Veranstaltung der TH Nürnberg GSO durchgeführt, und an der HS München werden in zwei Lehrveranstaltungen die Prinzipien des PBL eingesetzt. Die Implementation von PBL stößt zum Teil auf Vorbehalte (vgl. DiZ, 2014). Viele Lehrende befürchten zum Beispiel, dass die Vorkenntnisse der Studierenden gerade in den Anfangssemestern noch nicht ausreichen könnten, um komplexe Probleme in dieser Weise zu bearbeiten. Da die HD-MINT-Teams aber gerade in dieser Studienphase aktiv sind, wurde die Lehrmethode im Vergleich zu JiTT oder PI seltener angenommen. Als große Hürde gilt auch oft der umfassende Wechsel in der Rolle der Lehrperson: weg von der (scheinbar) kontrollierten Wissensvermittlung hin zur moderierenden Lernbegleitung. Aus Sicht der Studierenden wird die Methode mit ihrer strengen Schrittfolge einerseits als zu enges und unflexibles Korsett wahrgenommen. Auf der anderen Seite fällt es den Studierenden oft schwer, zielorientiert zu arbeiten, und sie kommen mit den Freiheiten, die die Methode bietet, nur schwer zurecht.

Es hat sich daher als besonders wichtig herausgestellt, dass die Studierenden vor der inhaltlichen Anwendung von PBL die Methode und den Ablauf näher kennenlernen. Dazu werden unterschiedliche Möglichkeiten angewendet, wie zum Beispiel eine JiTT-Einheit mit PBL-Unterlagen oder ein PBL-Workshop zum Kennenlernen der Methode ohne inhaltlichen Bezug zum Thema der Lehrveranstaltung. Zudem sollten die Studierenden Gelegenheit haben, die Arbeitsweise innerhalb der Gruppe und ihre eigene Rolle zu reflektieren. Diese methodischen Einführungen werden in der Regel von den HD-MINT-Teams übernommen.

2.4 Tutorials

Die Tutorials zur Physik sowie zur Elektrotechnik konnten an den meisten Hochschulen verankert werden. Während das Konzept von den Lehrenden sehr positiv aufgenommen wird, ist die Resonanz der Studierenden sehr unterschiedlich. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass die Tutorials zum Teil nur als freiwilliges Zusatzangebot in den Studienverlauf einfließen können. An der HS Augsburg und der HS Rosenheim zum Beispiel herrschte deshalb am Anfang reger Zulauf, im Verlauf des Semesters allerdings eine starke Abnahme der Teilnahme. Die Tutorials werden an der HaW Augsburg vor allem von Studierenden mit praktischer Erfahrung als uninteressant empfunden.

Im Gegensatz dazu stoßen die Tutorials an den Hochschulen Amberg-Weiden, München, Nürnberg und Rosenheim (Grundlagenvorlesung Physik) auf sehr positive Resonanz. An der TH Nürnberg GSO kommen vor allem auch von Studierenden mit praktischem technischem Hintergrund positive Rückmeldungen zu den Tutorials der Elektrotechnik. Diese

werden an zwei Einzelterminen zu Semesterbeginn im Rahmen der regulären, vorlesungsbegleitenden Übung durchgeführt. An der HS München werden Tutorials, mit denen die Übungsgruppen zu den Grundlagenvorlesungen Physik I und II gestaltet werden, von den Studierenden ebenfalls gut angenommen.

Bei der Durchführung von Tutorials ist ein sorgfältiger Einsatz der Lernmaterialien wichtig, um den angestrebten Zweck der kritischen Reflexion eigener Überlegungen bei den Studierenden zu erreichen. Hier haben sich eine Begleitung bei der erstmaligen Durchführung sowie eine (Mit-)Betreuung der Studierenden durch die HD-MINT-Teams als hilfreich erwiesen.

3. Weitere Formate für Lehrende

Über die individuellen Beratungs- und Unterstützungsleistungen hinaus werden in den Hochschulen häufig regelmäßige Treffen organisiert, die dem Erfahrungsaustausch und der Weiterbildung der an HD MINT beteiligten Lehrenden dienen. So findet zum Beispiel an der HS Augsburg etwa zweimal pro Semester ein Didaktik-Stammtisch zum kollegialen Austausch für Lehrpersonen, die am Projekt beteiligt sind, und andere Interessierte statt. An der HS Rosenheim werden auf Wunsch der Physik-Lehrenden alle zwei bis vier Wochen regelmäßige Treffen organisiert. An der HS München und der TH Nürnberg GSO gibt es ebenfalls regelmäßige Austauschtreffen. Diese haben jeweils ein Schwerpunktthema, zum Beispiel das Vorwissen von Studierenden oder Erfahrungen mit der Umsetzung und Nachhaltigkeit der Lehrmethoden. Außerdem dienen diese Treffen als Plattform für aktuelle Informationen zum Projekt und einen fakultätsübergreifenden Austausch.

Darüber hinaus werden die Methoden über Workshops für Lehrende bekannt gemacht, so zum Beispiel an der HaW Augsburg, der HS München und der TH Nürnberg GSO. Häufig sind die HD-MINT-Teams auch bei hochschulinternen Events vertreten, wie dem „E-Learning-Day“ oder dem „Tag der Lehre“ der HS München, dem „Blended-Learning-Event“ und dem „Tag des Lehrens und Lernens“ der TH Nürnberg GSO oder dem „Didaktikforum“ der OTH Amberg-Weiden. Dieses Forum kann von außenstehenden Teilnehmern besucht werden, zum Beispiel von Lehrpersonen örtlicher Schulen.

Neben methodenspezifischen Fragen haben die Lehrenden oft auch didaktische Anliegen allgemeiner Art, insbesondere an den Hochschulen Augsburg, München und Nürnberg. Diese werden im Projekt ebenso bedient, streckenweise über mehrere Semester hinweg. Beispiele hierfür sind:

- Weiterentwicklung der Chemiepraktika (HS München)
- Entwicklung von Designs zur Evaluation der Lehrveranstaltungen vor dem Hintergrund von Forschungsfragen (HS München)

- Evaluation von Lehrveranstaltungen auf Basis geeigneter Methoden (TH Nürnberg, HaW Rosenheim, OTH Amberg-Weiden, HS München)
- Kollegiale Beratung (vgl. Tietze, 2012; OTH Amberg-Weiden)
- Mediendidaktische Beratung sowie technische und didaktische Fragen zur sinnvollen Nutzung des Lernmanagement-Systems Moodle (TH Nürnberg, HS München)

4. Angebote für Studierende

Die Angebote für Studierende im Rahmen des HD MINT-Projekts ergänzen die bereits an den Hochschulen vorhandenen Angebote. Dies umfasst an der HS München zum Beispiel die Durchführung von Vorkursen im Fach Mathematik sowie Workshops zu Schlüsselkompetenzen, beispielsweise zum problemlösenden Denken (nach Pólya, 1995) oder zur Gruppendynamik. An der TH Nürnberg GSO wird ein Blended-Learning-Seminar zu Selbstlernkompetenzen als allgemeinwissenschaftliches Wahlpflichtfach angeboten, und die Tutorenqualifizierung wird mit Workshops und Hospitationen unterstützt. Tutorenschulungen, die Studierende sowohl für die Durchführung klassischer Tutorien als auch für die Anwendung von Tutorials qualifizieren, wurden auch an der OTH Amberg-Weiden etabliert. An der HaW Rosenheim wird sowohl ein Fachtutorium zu den Vorlesungen Analysis I und Analysis II angeboten sowie ein Mathematik-Basiskurs, der sich hauptsächlich an Absolventinnen und Absolventen aus beruflicher Qualifikation richtet.

5. Fazit

Die Projektvorgaben im Rahmen von HD MINT beziehen sich in erster Linie auf die zu implementierenden Lehrmethoden (s. Keller, Meissner und Fleischer, 2016) und, damit zusammenhängend, die Realisierung des Constructive-Alignment-Ansatzes (Biggs, 1999). Ein großer Spielraum ergibt sich in der individuellen Ausgestaltung der Angebote an den Hochschulen und in der konkreten Beratungsarbeit. So kann an den einzelnen Standorten auf den Bedarf vor Ort eingegangen werden. Angebote für Studierende und Lehrende werden flexibel der Nachfrage und den Rahmenbedingungen angepasst. Die Zusammenarbeit innerhalb der HD-MINT-Teams erfolgt meist übergreifend, so dass sich pädagogische und fachwissenschaftliche Kompetenzen konstruktiv ergänzen.

Die hochschulspezifische Arbeit der Teams zeigt sich in der variierenden Akzeptanz der angebotenen Lehrmethoden. Diese scheint bei Peer Instruction sowohl bei Lehrenden wie auch Studierenden gleichermaßen am höchsten zu sein. Auch Just-in-Time Teaching und die Tutorials konnten vielfach erfolgreich verankert werden. Diese Methoden bringen aber Herausforderungen mit sich, die einer reibungslosen Umsetzung häufig im Weg stehen, wie zum Beispiel die hohe Eigenverantwortung der Studierenden beim Just-in-Time Teaching

oder der zusätzliche Zeitaufwand für die Studierenden bei der Teilnahme an Tutorials. Am schwierigsten ist es, problembasiertes Lernen zu verankern, da sich hier häufig auf Grund der Rahmenbedingungen keine passenden Einsatzszenarien finden und die veränderte Rolle der Lehrperson sehr hohe Anforderungen mit sich bringt.

Die verschiedenen Kapazitäten der Teams und die unterschiedlichen organisatorischen Strukturen sind im Verbund immer wieder Gegenstand der Diskussion. Dieser Austausch zwischen den Hochschulen ermöglicht die Weitergabe von Erfahrungen und Materialien und stellt eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Arbeit im Projekt sicher.

Literatur

Bach, S., Gertis, J. und Nissler, A. (2016). Peer Instruction in der Ingenieurmathematik. In diesem Band, S. 63–72.

Biggs, J. (1999). What the Student Does – Teaching for enhanced learning. Higher Education Research & Development 18 (1), 57–75.

DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik (Hrsg.). (2014). Praxisnah und vielfältig: Problem-basiertes Lernen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Sonderausgabe der Didaktiknachrichten (DiNa), Ausgabe 10/2014.

Keller, U., Meissner, B. und Fleischer, J. (2016). Die Methoden des Projekts HD MINT. In diesem Band, S. 10–16.

Pólya, G. (1995). Die Schule des Denkens: Vom Lösen mathematischer Probleme. Marburg: Francke.

Tietze, K.-O. (2012). Kollegiale Beratung: Problemlösungen gemeinsam entwickeln. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Abb. 1: Die Hochschulen im HD-MINT-Projektverbund im Überblick

HaW Augsburg

- 6000 Studierende
- 30 Bachelor-/Masterstudiengänge

Als eine von wenigen Hochschulen in Deutschland hat die Hochschule Augsburg im Dezember 2010 einen

hochschulweiten Qualitätskodex unterzeichnet. Der Kodex formuliert einen fakultätsübergreifenden Konsens über das Verständnis von inhaltlich-fachlicher, didaktischer, betreuungsspezifischer und berufsvorbereitender Qualität in der Lehre. Diese Vereinbarung geht konform mit den Zielen von HD MINT und wird von diesen vorangetrieben. Das Projekt HD MINT ist im Referat Studium und Lehre unter Leitung des Vizepräsidenten, Herrn Prof. Ulrich Thalhofer, jedoch mit eigener Projektleitung durch Herrn Prof. Dr. Martin Bayer, verankert.

HaW Weihenstephan-Triesdorf

- 6500 Studierende
- 30 Bachelor-/Masterstudiengänge

Das Profil der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) ist ganz klar auf die so genannten „grünen

Fächer“ ausgerichtet und die Hochschule wirbt mit den Schlagworten Grün – Innovativ – praxisnah. Ziel in Forschung und Lehre ist der effiziente und schonende Umgang mit Natur und natürlichen Ressourcen. In den Zielvereinbarungen mit dem Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst hat sich die Hochschule 2014 das Ziel gesetzt die Qualität des Studiums zu verbessern. In Zusammenhang mit diesem Ziel sollen die Erkenntnisse aus dem HD-MINT-Projekt in allen Studiengängen umgesetzt werden.

Das HD-MINT-Projekt ist an der HSWT an der Fakultät Biotechnologie und Bioprozessinformatik angesiedelt, arbeitet allerdings fakultätsübergreifend auch mit Lehrenden der anderen Fakultäten zusammen. Dies ergab sich daraus, dass der Projektverantwortliche für das HD-MINT Projekt Professor im Studiengang Bioprozessinformatik ist.

Didaktikzentrum (DiZ),
Institut für Hochschulforschung
und -planung (IHF),
Wissenschaftlicher Beirat

HaW Rosenheim

- 5800 Studierende
- 30 Bachelor-/Masterstudiengänge

Die Hochschule Rosenheim leitet den Projektverbund. Sie übernimmt damit die hochschulübergreifenden Projektaufgaben in Organisation,

Verwaltung und Koordination. Die Projektreferentin und die Verwaltungsfachangestellte haben ihren Arbeitsplatz im Projektbüro in Ingolstadt und pflegen engen Kontakt zu den (Verbund-)Hochschulen und zum DiZ.

Das HD-MINT-Projekt ist unmittelbar in der Hochschulleitung beim Vizepräsidenten, dem Verantwortlichen für Qualität in Lehre und Studium, angesiedelt.

OTH Amberg-Weiden

- 3300 Studierende
- 20 Bachelor-/Masterstudiengänge

Disziplinen, in Weiden stärker auf den Wirtschaftswissenschaften. Das HD-MINT-Team ist direkt an zwei Fakultäten verankert: an der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik in Amberg sowie an der Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen in Weiden. Hier gibt es jeweils einen für die Projektkoordination zuständigen Professor; von Seiten der Hochschulleitung ist die Präsidentin für das Projekt verantwortlich.

Ein besonderes Merkmal der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden ist die sehr gute Vernetzung mit der regionalen Wirtschaft, die vielen Studierenden Praktikumsplätze bietet und für Absolventinnen und Absolventen einen problemlosen Übergang zwischen Studium und Arbeitswelt ermöglicht.

An den beiden etwa 40 km voneinander entfernten Standorten Amberg und Weiden gibt es jeweils 2 Fakultäten. Dabei liegt der Fokus in Amberg eher auf den technischen

HaW München

- 17500 Studierende
- 80 Bachelor-/Masterstudiengänge

Das HD-MINT-Team der Hochschule München ist direkt dem Präsidium unterstellt, konkret dem Vizepräsidenten für Innovation und Qualität der wissenschaftlichen Lehre. Die Koordination und Leitung des Projekts liegt bei einer Referentin, die in der Abteilung Hochschulentwicklung angesiedelt ist. Innerhalb der Hochschule München besteht eine enge Zusammenarbeit mit weiteren Projekten (z. B. „Offene Hochschule Oberbayern (OHO)“, „Für die Zukunft gerüstet“ (ZUG)) und Einrichtungen wie dem Weiterbildungszentrum und dem E-Learning-Center. Zur Vernetzung dient der „Didaktik-Round-Table“, eine lose Folge von Treffen von Lehrenden, Vertretern aus Hochschuldidaktik, Verwaltung und third space, die sich zu didaktischen Fragen informieren und austauschen. Die Expertise des Teams war auch bei der Durchführung von Brückenkursen und in der strategischen Beratung gefragt (z. B. zur innovativen Gestaltung von Lehrräumen und zur Förderung von Profilerkmalen).

Das HD-MINT-Team der Hochschule München ist direkt dem Präsidium unterstellt, konkret dem Vizepräsidenten für Innovation und Qualität der wissenschaftlichen Lehre. Die Koordination und Leitung des

TH Nürnberg

- 13100 Studierende
- 40 Bachelor-/Masterstudiengänge

für Studierende im Bereich der überfachlichen Kompetenzen. Auf diese Weise soll eine gemeinsame strategische Gesamtausrichtung unterstützt werden. HD MINT war von Anfang an bei der Entwicklung des Service Lehren und Lernen beteiligt. Mit dem Projekt wird dem Schwerpunkt der technischen Fächer an der TH Nürnberg sowie deren Ausrichtung als technische Hochschule Rechnung getragen. Das Projekt ist unmittelbar in der Hochschulleitung beim Vizepräsidenten für Studium und Lehre verankert. Die Steuerung und Leitung wird von dem Projektleiter des QPL-Einzelvorhabens der TH Nürnberg übernommen.

Die TH Nürnberg bündelt seit 2014 im „Service Lehren und Lernen“ Maßnahmen für Lehrende im Bereich der Hochschuldidaktik und Maßnahmen

Aktivierende Lehr- und Lernmethoden in der Ingenieurmathematik – Ein Erfahrungsbericht

J. Günther, M. Brunnhuber
Hochschule München

■ Abstract

Für das Grundlagenmodul „Mathematik I für Wirtschaftsingenieure“ wurde über fünf Semester hinweg ein didaktisches Gesamtkonzept entwickelt, in dem verschiedene Lehrmethoden erprobt, aufeinander abgestimmt und schließlich als fester Bestandteil in die Lehrveranstaltung eingeflossen sind. Die primären Zielsetzungen in der Lehre waren hierbei: Impulse zu Eigeninitiative und selbständigem Lernen in einer motivierenden Lernumgebung zu geben, die Bedeutung der Mathematik für den Ingenieurberuf verständnisorientiert und lernerzentriert zu vermitteln und dabei gleichzeitig die Studienzufriedenheit zu steigern. Die Vorlesung wurde hierfür durch folgende Lehrmethoden angereichert:

1. Veranschaulichungsexperimente (VE)
2. Peer Instruction (PI)
3. Just-in-Time Teaching (JiTT)
4. Onlinetests (OT)

In diesem Beitrag werden die Entwicklung und Konzeption der Lehrveranstaltung, die Umsetzung der Lehrmethoden, Rückmeldungen der Studierenden sowie eigene Erfahrungen beschrieben.

1. Allgemeines zur Vorlesung „Mathematik 1“, Rahmenbedingungen

An der Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen der HAW München werden die mathematischen Grundlagen in den ersten beiden Semestern in den beiden Pflichtveranstaltungen „Mathematik 1“ und „Mathematik 2“ behandelt.

Das Vorlesungssemester in „Mathematik 1“, das wir hier **behandeln** dauert etwa 15 Wochen und teilt sich in fünf Kapitel auf:

1. Funktionen und Kurven
2. Differentialrechnung (mit einer bzw. mehreren Variablen)

3. Integralrechnung
4. Vektoralgebra
5. Vektoranalysis

Das Modul umfasst 4 SWS seminaristischen Unterricht und 2 SWS Übungen. Die Vorlesung wird im Wintersemester von vier Dozenten in vier parallelen Kursen angeboten, die am Semesterende auch eine gemeinsame Prüfung stellen. Jeder Dozent betreut damit etwa 50 Studierende.

Eine der Vorlesungen „Mathematik 1“ wurde erstmals im Sommersemester 2013 von Prof. Dr. Joachim Günther übernommen und bis zum WS 15/16 in Zusammenarbeit mit Michael Brunnhuber im Rahmen des HD-MINT-Projektes fortlaufend gestaltet.

2. Entwicklungsverlauf der Veranstaltung

Im ersten Semester wurden primär der Vorlesungsstoff strukturiert, Vorlesungsmaterial, Vortragsfolien und Übungsaufgaben erstellt. In unserer Zusammenarbeit haben wir unterschiedliche Herangehensweisen an den Mathematikstoff und die Schwerpunktsetzung der Lernziele diskutiert sowie die Themen fachdidaktisch aufbereitet. Um dabei ein besseres Gefühl für die Verständnisschwierigkeiten und Denkweisen der Studierenden zu erhalten, haben wir bspw. einen konzeptorientierten Kurztest zum Thema „Divergenz und Rotation“ durchgeführt und ausgewertet. Der zugehörige Themenabschnitt Vektoranalysis ist der letzte und schwierigste Themenblock in „Mathematik 1“.

Bei der fachdidaktischen Aufbereitung wurde besonderer Wert auf Verständnis und Anschauung gelegt. Hierzu wurden Veranschaulichungsexperimente (VE) und Peer Instruction (PI) eingesetzt. Im Gegensatz zu theoretischen Anwendungsbeispielen wie Rechenbeispielen sind hier praktische Anwendungen ähnlich einem Physikexperiment gemeint. Parallel dazu wurde die Methode PI eingeführt, um in der Präsenzveranstaltung verständnisorientiertes aktives Lernen zu ermöglichen. Nachdem sich sowohl PI als auch die VE bei ersten „Tastversuchen“ im Sommersemester 2013 bewährten, wurden beide Ansätze in den Folgesemestern fest in die Vorlesung eingebaut.

Ab dem Wintersemester 2014/15 haben wir außerdem die Methode Just-in-Time Teaching (JiTT) sowie Onlinetests (OT) schrittweise mit in die Vorlesung eingebaut. Zusätzlich wurden sowohl die eingesetzten Methoden als auch die gesamte Lehrveranstaltung von den Studierenden evaluiert.

Am Ende ist ein Vorlesungskonzept entstanden, das sich durch verschiedene didaktisch aufeinander abgestimmte Maßnahmen auszeichnet. Der Studierende kann Methoden „pflücken wie auf einer Blumenwiese“ und sich den persönlichen Lernblumenstrauß zusammenstellen, der ihm zusagt.

3. Konzept der Veranstaltung

In der Veranstaltung „Mathematik 1 für Wirtschaftsingenieure“ wurde sehr viel Wert auf Anschaulichkeit und Praxisbezug gelegt. Es steht die Anwendung der Mathematik als Werkzeug für den Ingenieurberuf im Vordergrund. Beweise und Herleitungen werden deshalb nur behandelt, wenn sie für das Verständnis notwendig sind. Um die Heterogenität der Studierenden und die unterschiedlichen Lerntypen zu berücksichtigen, wurde die Vorlesung bewusst mit einem Bündel von Lehrmaßnahmen gestaltet, damit für jeden Studierenden „etwas dabei ist“. Im Folgenden werden die eingesetzten Methoden kurz beschrieben.

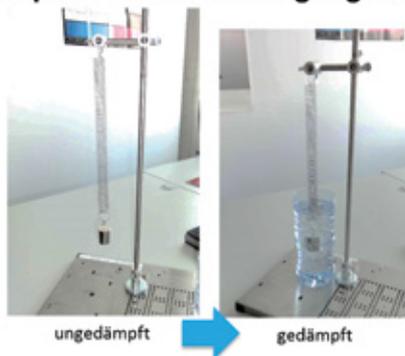
3.1 Lehrmethoden

Veranschaulichungsexperimente

Zu ausgewählten Themen wird die Theorie in unserer Vorlesung durch Experimente veranschaulicht. Ein solches Vorgehen ist in der Physik im Schul- und Hochschulbereich üblich und weit verbreitet. In der Mathematik findet man solche Veranschaulichungen extrem selten, uns sind keine Mathematikvorlesungen bekannt, in denen Experimente zum Standardrepertoire gehören. Wir sind aber der Meinung, dass gerade solche kleinen Experimente in der Lage sind, einen teils abstrakten Stoff mit Leben zu füllen und bei Lernenden günstige Verknüpfungen herzustellen. Die Literatur zur Physikdidaktik stellt eine gute Quelle für Demonstrationsexperimente in Mathematikvorlesungen dar, z. B. A. Strahl, R. Franz (2013).

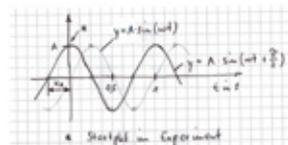
Abb. 1: Ungedämpfter und gedämpfter Feder-Masse-Schwinger

Experiment zu Schwingungen: Feder-Masse-Schwinger



$$y(t) = a \cdot \sin(b \cdot t + c)$$

$$y(t) = A \cdot (e^{-\delta \cdot t}) \sin(\omega \cdot t + \varphi)$$



ungedämpft

gedämpft

Bestimmung der Parameter in der Vorlesung.

Als Beispiel für Demonstrationsexperimente wird im Folgenden die Veranschaulichung der Themen Sinus-, Kosinus- und Exponentialfunktionen beschrieben.

Die Sinus- und Kosinusschwingung wird zuerst anhand eines einfachen „Feder-Masse-Schwingers“ demonstriert (s. Abb. 1). In der Vorlesung wird dazu für alle sichtbar ein harmonischer Oszillator aufgebaut.

Mit Hilfe einer Kamera kann man das Experiment in groß auf die Leinwand projizieren. Die Studierenden bestimmen in Gruppenarbeit die Amplitude, die Schwingungsdauer und die Phasenverschiebung der Schwingung und somit ein konkretes Beispiel für eine Funktion der Form:

$$y(t) = a \cdot \sin(b \cdot t + c)$$

Eine Woche später wird der „Feder-Masse-Schwinger“ in der Folgeveranstaltung wieder aufgebaut. Dieses Mal wird die Schwingung aber in Wasser gedämpft. Als erstes sind die Studierenden aufgefordert herauszufinden, welcher Funktionstyp eine solche Dämpfung beschreiben könnte. Sobald die Exponentialfunktion seitens der Studierenden ins Feld geführt wird und sich in der Diskussionsphase die allgemeine Form einer gedämpften Schwingung $y(t) = a \cdot \sin(b \cdot t + c)e^{-\delta t}$ herauskristallisiert, werden die Studierenden aufgefordert den Dämpfungsparameter δ und die konkrete Funktion zum Experiment zu bestimmen.

Peer Instruction

Die Methode PI soll nur kurz beschrieben werden, zur Vertiefung sei auf Mazur (1997) verwiesen.

Bei PI wird den Studierenden eine Verständnisfrage in Multiple-Choice-Form gestellt. Zuerst soll jeder die Frage für sich beantworten. Anschließend gibt es eine erste Abstimmung, in der sich die Studierenden für eine Antwort entscheiden. Die Teilnehmenden werden aufgefordert, untereinander über ihre Entscheidungen zu diskutieren. Das Herzstück der Methode ist diese aktive Diskussionsphase, in der eine Vertiefung der Lerninhalte stattfindet. Am Ende findet eine erneute Abstimmung statt. PI ist für Mathematik und Physik eine sehr effektive Methode, um das Verständnis zu vertiefen und dem Dozenten gleichzeitig eine unmittelbare Rückmeldung zu geben, inwieweit der Stoff verstanden wurde. Der Ablauf einer PI Einheit ist in Abb. 2 dargestellt.

Häufig werden die Abstimmungen bei PI mit Hilfe elektronischer Votingsysteme durchgeführt. In unserer Veranstaltung haben wir die Methode mit einer Vierfeldertafel auf Papier als Stimmzettel umgesetzt. Bei der Abstimmung wird von den Studierenden einfach der entsprechende Buchstabe (A, B, C oder D) hochgehalten. Ein organisatorischer Vorteil der Vierfeldertafel ist, dass die Methode keine zusätzliche technische Hardware („Clicker“) benötigt.

Just-in-Time Teaching

Die Lehrmethode „Just-in-Time Teaching“ soll im Folgenden kurz dargestellt werden, für eine ausführliche Beschreibung sei auf Watkins und Mazur (2010) verwiesen.

Studierende erarbeiten sich in ihrer Selbstlernzeit einen Teil des Vorlesungsstoffes mit Hilfe von ausgewähltem Lernmaterial und Begleitaufgaben auf Moodle. Die anschließende Vorlesung wird entsprechend der Rückmeldungen an die Vorlesung angepasst. Der zeitliche Ablauf der Methode ist in Abb. 3 dargestellt.

Abb. 2: Ablauf von Peer Instruction



Abb. 3: Zeitablauf für eine JiTT Einheit

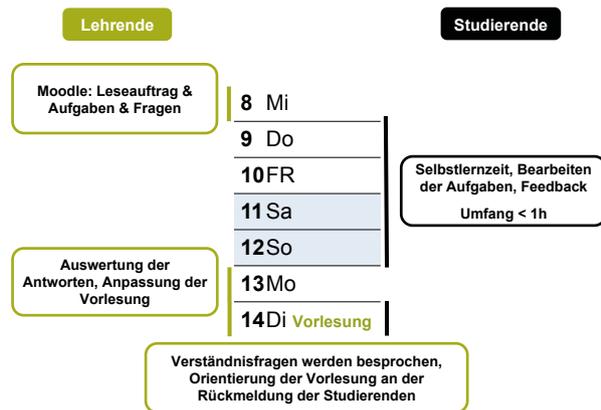
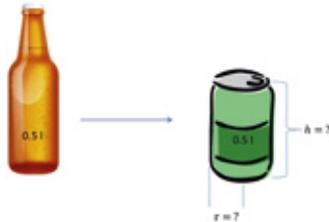


Abb. 4: JiTT Begleitaufgabe

Die Getränkefirma Augustinix möchte für ihren Produktbestseller Maximatorix die Verpackung ändern. Das Getränk soll in zylinderförmigen Dosen, und nicht wie bisher nur in Flaschen ausgeliefert werden. Das Füllvolumen von 0,5 Liter soll dabei gleich bleiben. Um Material zu sparen, wird dafür eine Dose in **Zylinderform** mit **minimaler Oberfläche** benötigt. Lösen Sie das Problem für einen idealen Zylinder mit einem Fassungsvermögen von 0,5 Litern.



Berechnen Sie den Radius des Zylinders.
Geben Sie das gerundete Ergebnis mit einer Nachkommastelle in cm an (ohne Einheit).

Antwort:

Abb. 5: Frageteil am Ende der JiTT Begleitaufgaben

Bitte beschreiben Sie kurz

1. welche konkreten Fragen Sie zu diesem Leseauftrag und den Begleitaufgaben haben
2. welche Punkte Ihnen wichtig erscheinen und was Sie dabei gelernt haben



Die JiTT-Arbeitspakete und Lernziele werden den Studierenden in der Vorlesung kommuniziert. Als Lesematerial für JiTT wurden geeignete Abschnitte aus den Lehrbüchern Papula, Band 1 bis 3 (2014, 2015, 2011), ausgewählt. Diese Bücher werden in der Vorlesung auch als Hauptlehrwerk verwendet.

Als Beispiel wird kurz der JiTT-Auftrag zum Thema Extremwertaufgaben (aus dem Kapitel Differentialrechnung) beschrieben. In der Selbstlernzeit sollen die Studierenden die ersten 4 Seiten des Unterkapitels „Extremwertaufgaben“ im Lehrbuch durcharbeiten. Hier werden Theorie und Anwendungsbeispiele erklärt. Auf Moodle finden die Studierenden unter den Begleitaufgaben ein vergleichbares Anwendungsbeispiel, das sie lösen sollen (s. Abb. 4). Die Ergebnisse werden von Moodle automatisch ausgewertet und eine Rückmeldung (Ergebnis richtig bzw. falsch) an die Studierenden gegeben. Am Ende der Begleitaufgaben werden die Studierenden aufgefordert, konkrete Fragen zum Lernstoff an den Dozierenden zu richten (s. Abb. 5). Aufgrund der Ergebnisse und Rückmeldungen der Studierenden kann die Folgeveranstaltung durch die JiTT-Besprechung an die Bedürfnisse der Lernenden angepasst werden.

Es wurden vier JiTT-Einheiten zu Hauptthemen der Vorlesungen im Laufe des Semesters eingesetzt (Funktionen und Koordinatensysteme, Differentialrechnung, Integralrechnung und Vektoralgebra).

Online-Tests

Zusätzlich zu den JiTT-Einheiten werden Übungsaufgaben auf Moodle zur Verfügung gestellt, anhand derer die Studierenden ihren Lernstand überprüfen können. Diese Online-Tests dienen verschiedenen Zwecken. Zum einen stellen sie eine zusätzliche Übungsmöglichkeit und Rückmeldung für die Studierenden dar, zum anderen geht dadurch in der Präsenzphase weniger Zeit für Übungsaufgaben verloren. In der Vorlesung finden weniger Beispielrechnungen statt, da ein Teil über die Online-Tests in die Selbstlernzeit verlagert wird. Die Präsenzphase kann so besser für andere Inhalte genutzt werden.

3.2 Einbettung der Methoden und Aufbau der Veranstaltung

Im Folgenden wird anhand von Beispielen aufgezeigt, wie die oben genannten Methoden im Laufe des Semesters Einsatz finden. In Abbildung 6 wird die Verzahnung der Lehrmethoden skizziert.

In der Vorlesung, die sich grob in Theorieabschnitte und zugehörige Anwendungsbeispiele gliedert, werden an geeigneten Stellen die **Veranschaulichungsexperimente** eingebaut. So wird z. B. das Fadenpendel (s. Abb. 7) in der zweiten Vorlesungswoche vorgestellt, dabei werden die relevanten Parameter mit den Studierenden diskutiert. Es werden einfache Messungen zur Schwingungsdauer bei unterschiedlicher Fadenlänge durchgeführt und die Schwingungsdauer als Beispiel einer Wurzelfunktion behandelt.

In der dritten Woche startet **Peer Instruction (PI)**. Diese Methode wird einmal pro Woche am Ende einer Vorlesung in Blockform mit 4 bis 5 PI-Aufgaben eingebaut. So verwenden wir etwa 30 Minuten pro Woche für die Methode PI.

Die PI Fragen beziehen sich immer auf den Stoff der Vorwoche und haben Bezug zu den Inhalten der Demonstrationsexperimente. In der dritten Woche taucht folgende Aufgabenstellung (s. Abb. 8) unter den PI Fragen auf.

Diese Aufgabe erscheint für einen Leser dieses Beitrags trivial, da er oben den funktionalen Zusammenhang gerade gelesen hat. Im Rahmen eines PI-Blockes, wenn der praktische Versuch bereits eine Woche zurückliegt, wählen jedoch weniger als 50 % der Studierenden die richtige Antwort C. Hier ist eine Diskussionsrunde nach unseren Erfahrungen immer sinnvoll.

Die JiTT-Themen wurden so ausgewählt, dass es für die Studierenden einfach ist, sich den jeweiligen Theoriebaustein selbst zu erarbeiten. Ein verwendeter JiTT-Baustein ist die Definition von Polarkoordinaten und ihre Transformation in kartesische Koordinaten und umgekehrt. Dazu bearbeiten die Studierenden einen Text aus Papula (2014) und rechnen einige Übungsaufgaben.

Abb. 6: Kopplung der Lehrmethoden

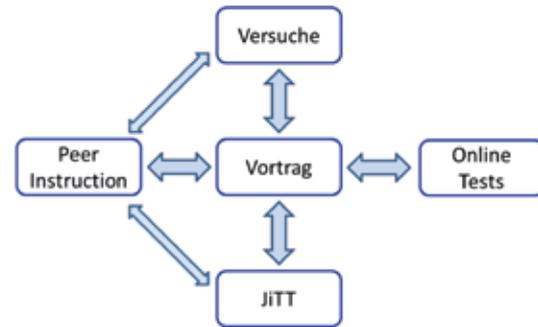
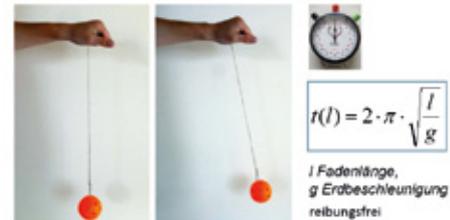


Abb. 7: Das Fadenpendel als Demonstrationsexperiment

Das Fadenpendel



Galileischer Pendelversuch: Abhängigkeit der Schwingungsdauer von Masse und Fadenlänge.

Abb. 8: Beispiel einer PI-Aufgabe

Wie muss die Länge eines idealen Fadenpendels verändert werden, damit sich die Schwingungsdauer verdoppelt?

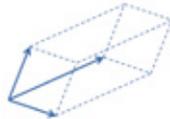
- A** um den Faktor 0,5
- B** um den Faktor 2
- C** um den Faktor 4
- D** um den Faktor $\frac{1}{4}$



Abb. 9: Beispiel einer Online-Aufgabe zum Spatprodukt

Berechnen Sie das Volumen des Spates, der durch die Vektoren $\vec{u} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 5 \end{pmatrix}$, $\vec{v} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ und $\vec{w} = \begin{pmatrix} -1 \\ 5 \\ -2 \end{pmatrix}$ gebildet wird.

Antwort:



In der JiTT-Besprechung werden zum Vorlesungsauftritt ausgewählte Originalfragen von Studierenden anonym am Beamer vorgestellt und behandelt. Die Projektion der Originalzitate hat den positiven Effekt, dass für die Studierenden deutlich wird, dass ihre Fragen ernstgenommen werden und sie so einen Einfluss auf die Gestaltung der Vorlesung haben. Ein Beispiel für eine solche Studierendenfrage ist: „In welchem Zusammenhang werden Polarkoordinaten in der Praxis eingesetzt?“

Diese Frage wurde bspw. in der Vorlesung aufgegriffen, indem Polarkoordinaten anhand der technischen Anwendung des Schiffsradars erläutert wurden.

Zu den **Onlinetests** wurden fünf Pakete mit mehreren Aufgaben erstellt, die den Kapiteln der Vorlesung zuzuordnen sind. Diese werden für die Studierenden jeweils am Kapitelende auf Moodle freigeschaltet und stehen dann für 10 Tage zur Verfügung. Der Endtermin wird ebenfalls explizit kommuniziert.

Der Arbeitsumfang pro Aufgabenpaket beträgt etwa eine Stunde. Der Lernende kann seine Ergebnisse in Moodle eingeben und dann absenden. Moodle gibt sofort eine Rückmeldung: Das Ergebnis ist korrekt bzw. nicht korrekt. Durch dieses schnelle Feedback können die Studierenden fehlerhafte Lösungswege überprüfen und korrigieren.

Außerdem zählt Moodle die Zahl der Teilnehmer an den Online-Tests. So erhält der Dozent eine Orientierung, wie viele seiner Kursteilnehmer die Online-Aufgaben bearbeiten. Ein interessanter Aspekt ist, dass etwa 50 % der Teilnahmen am letzten Tag, also am Endtermin erfolgen.

Tab. 1: Zwischenevaluation mit drei Fragen und skaliertem Frageblock

Ich habe in Vorlesung + Übung bisher viel gelernt.	trifft voll zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich würde die Veranstaltung weiterempfehlen.	trifft voll zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Die Methode Peer Instruction (ABCD Karten + Diskussion) unterstützt meinen Lernfortschritt.	trifft voll zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Die Methode JiTT (Lese- und Rechenauftrag in Moodle) unterstützt meinen Lernfortschritt.	trifft voll zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Die Online-Tests in Moodle unterstützen meinen Lernfortschritt.	trifft voll zu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Bisher gebe ich der Lehrveranstaltung die Note	1,0	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	5,0

4. Evaluation der Methoden

Seit dem Wintersemester 14/15 haben wir zwei methodenspezifische einseitige Fragebögen eingesetzt. Eine **Zwischenevaluation** wird in der Mitte des Semesters und eine **qualitative Befragung** am Ende des Semesters durchgeführt.

Zwischenevaluation

Auf einer Seite wurden drei offene Fragen zur Veranstaltung und ein skaliertes Frageblock zu den Lehrmethoden gestellt. Die offenen Fragen und der Frageblock lauten:

1. Was mir bisher in der Vorlesung/ Übung gefallen hat.

2. Was mir bisher in der Vorlesung/ Übung nicht gefallen hat.
3. Was ich sonst noch anmerken möchte.

Die Zwischenevaluation wurde in den drei Semestern WS14/15, SoSe 15, WS15/16 durchgeführt. Die Vergleichbarkeit der drei Semestergruppen wurde mit Hilfe einer Varianzanalyse (ANOVA) überprüft. Da sich keine signifikanten Unterschiede ergaben, wurden die Gruppen anschließend zusammen ausgewertet (s. Abb. 10).

Die Studierenden nehmen einen positiven Lernerfolg durch die Vorlesung und Übung wahr (Mittelwert 1,9) und würden die Veranstaltung weiterempfehlen (MW 1,6). Bei den eingesetzten Methoden zeichnet sich ein leichter Trend ab: Peer Instruction (MW 1,7) wird am besten angenommen, gefolgt von den Onlinetests (MW 1,9) und JiTT (MW 2,1). Die Lehrveranstaltung ist insgesamt mit einem Mittelwert von 1,8 bewertet worden. Dieser positive Eindruck bestätigt sich auch in der Semesterendbefragung.

Semesterendbefragung

Am Semesterende wurde (zusätzlich zur fakultätsübergreifenden Pflichtevaluation der Lehrveranstaltung) ein methodenspezifischer einseitiger Fragebogen eingesetzt. In den offenen Fragen wurde zu jeder Methode (PI, JiTT und OT) nach dem Nutzen für die Studierenden gefragt:

Abb. 10: Auswertung des skalierten Frageblockes

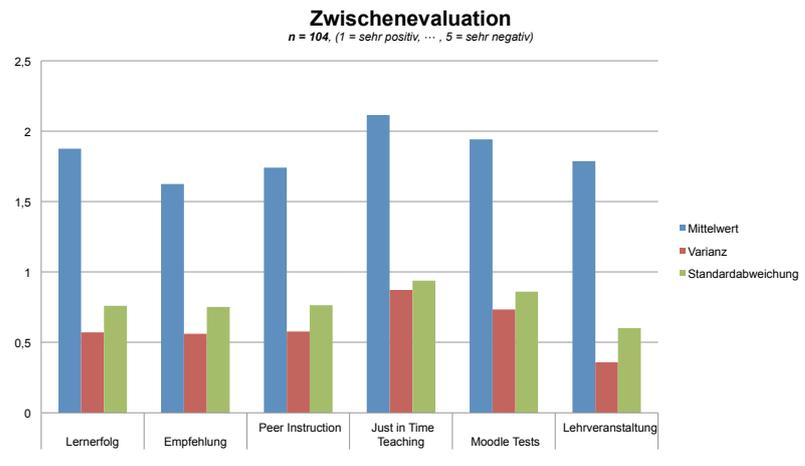
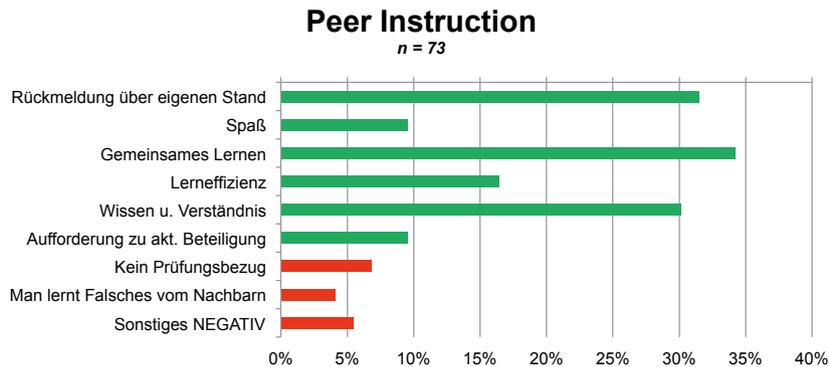


Abb. 11: Qualitative Auswertung zu PI / Semesterendbefragung



Tab. 2: Ankerbeispiele zu den Kategorien bei PI

Rückmeldung	Rückmeldung zu „was man selbst kann“ Rückmeldung zu „was die anderen können“
Spaß	„Auflockerung“ „motivierendes Lehrkonzept“
Gemeinsames Lernen	„...Hilfe von Kollegen...“ dass man „...mit Studierenden diskutieren kann“
Lerneffizienz	„schneller Vorgang“ „Viele Fragen auf einen Schlag“
Wissen u. Verständnis	„Gute Wiederholung“ „dass es „klick“ macht“
Aktive Beteiligung	dass „ich mich aktiv mit dem Stoff auseinandersetze“
Prüfungsbezug	„zu leicht im Vergleich“... „Aufgaben z.T. komplett anders als in Prüfung“
Negative Beeinflussung durch Nachbarn	„weil man oft einfach die Antwort gibt die der Nachbar auch gewählt hat“

- Die Methode Peer Instruction bringt mir einen Nutzen beim Lernfortschritt, weil ...
- Die Methode Peer Instruction bringt mir **keinen** Nutzen beim Lernfortschritt, weil...

Die gleichen Fragen wurden für JITT und OT gestellt.

Zusätzlich gab es im SoSe15 noch ein Feld für „Sonstige Anmerkungen“. Die Auswertung der offenen Rückmeldungen fand mittels qualitativer Datenanalyse mit induktiver Kategorienbildung statt, vgl. Ramsenthaler (2013). Dabei werden die Antworten der Studierenden einem Kategoriensystem zugeordnet, das während der Auswertung erarbeitet und mit Ankerbeispielen definiert wird.

Peer Instruction

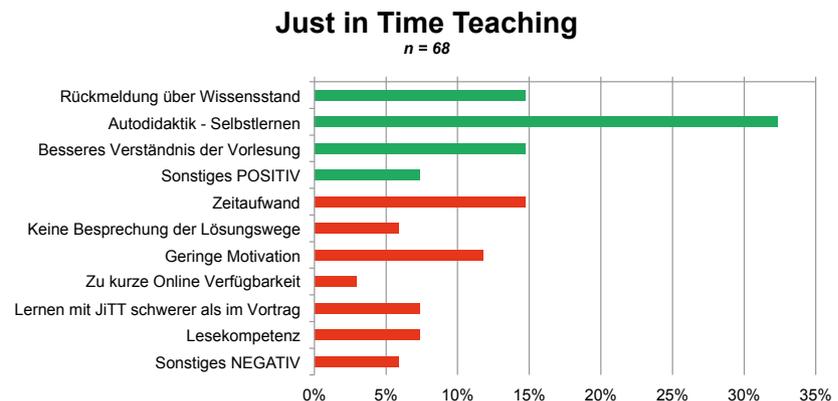
Für Peer Instruction waren von den 78 abgegebenen Fragebögen 73 auswertbar.

Die Methode Peer Instruction wurde überwiegend gut angenommen. Dies macht sich auch an den Kategorien bemerkbar. Es haben sich sechs positive und nur zwei negative abgrenzbare Kategorien herausgestellt. Vier unterschiedliche negative Rückmeldungen wurden in die Kategorie „Sonstiges negativ“ eingeordnet. In Abbildung 11 ist der prozentuale Anteil der Kategorien an den 73 auswertbaren Rückmeldungen dargestellt.

Eine in Textform gegebene Rückmeldung eines Studierenden kann dabei in mehrere Kategorien fallen. In Tabelle 2 werden Ankerbeispiele für die Kategorien gegeben.

Am häufigsten werden als Rückmeldung der Nutzen des „gemeinsamen Lernens“ in der Diskussionsphase, der Nutzen als Rückmeldung über den eigenen Lernstand und die Vertiefung des Verständnisses genannt. Diese Ergebnisse spiegeln die Intentionen der Methode wieder, das Verständnis in der aktiven Diskussionsphase zu vertiefen.

Abb. 12: Qualitative Auswertung zu JiTT / Semesterendbefragung

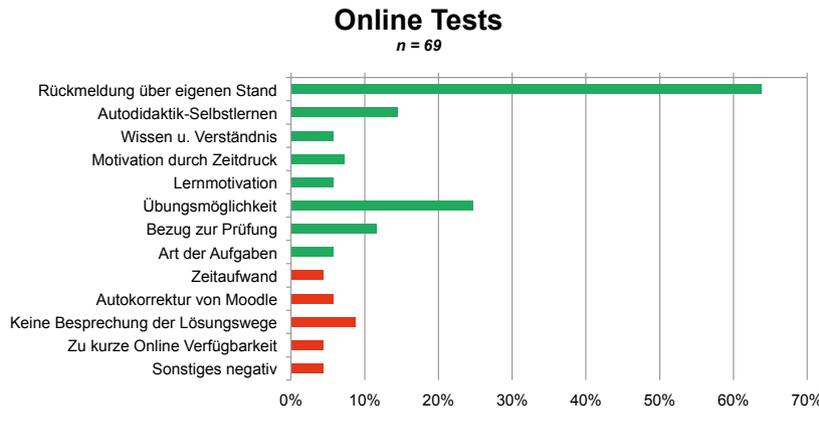


Just-in-Time Teaching

Für Just-in-Time Teaching waren von den 78 abgegebenen Fragebögen 68 auswertbar. Im Vergleich zu Peer Instruction wird JiTT auch positiv, jedoch kritischer als PI von den Studierenden wahrgenommen. Dies macht sich auch im Verhältnis von drei abgrenzbaren positiven zu vier negativen Kategorien bemerkbar. Wie für PI wurden auch für JiTT und OT jeweils eine Liste mit Ankerbeispielen erstellt. In Abbildung 12 ist der prozentuale Anteil der Kategorien an den 68 auswertbaren Rückmeldungen dargestellt.

Am häufigsten wurde im Feedback der Nutzen von JiTT für die Autodidaktik (32 %) genannt. Dies ist erfreulich, da die Selbstlernzeit ein wesentlicher Bestandteil der Methode und deren Förderung auch ein Ziel von JiTT ist. Ein hoher Zeitaufwand (15 %) und eine zu geringe persönliche Motivation (12 %) für die Teilnahme an JiTT wurden als häufigste negative Rückmeldungen genannt. Einige Studierende bewerteten JiTT als Lernmethode negativ und gaben explizit an, dass sie damit Schwierigkeiten hätten. Als Grund wurde beispielsweise fehlende Lesekompetenz (7 %), also Schwierigkeiten beim Lesen und Erfassen von Texten genannt. 7 % empfanden das Lernen mit JiTT schwieriger als das Lernen in der übrigen Vorlesung. Die Gründe hierfür wurden häufig nicht genauer erläutert. Die Ablehnung von JiTT als Lernmethode hängt möglicherweise mit unterschiedlichen Lerntypen zusammen. Dies lässt sich aus Aussagen zu fehlender Lesekompetenz sowie der Aussage eines Studierenden, beim „Zuhören in der Vorlesung“ mehr zu verstehen, interpretieren. Zwei Studierende lehnten „Lernen am Computer“ explizit ab. Die Qualität der JiTT Einheiten (Lesematerial und Aufgaben) wurde in der Kategorie „Sonstiges Positiv“ als gut befunden.

Abb. 13: Qualitative Auswertung zu OT/Semesterendbefragung



Online Tests

Für die Online Tests waren von 78 Fragebögen 69 auswertbar. Die Online-tests werden von den Studierenden im Gesamteindruck positiver als JiTT bewertet. Dies macht sich auch in der Ausprägung der Kategorien bemerkbar.

Bei den Online-Tests dominiert der Nutzen, den die Studierenden in der Rückmeldung über ihren Lernstand sehen, mit 64 % sehr deutlich. Die zweithäufigste Kategorie betrifft den Vorteil der zusätzlichen Übungsmöglichkeit (24 %). Dass die Lösungswege zu den Online-Aufgaben in der Vorlesung nicht zusätzlich besprochen werden, ist der häufigste Kritikpunkt an dem Zusatzangebot (9 %).

Insgesamt wurden die Online-Tests sehr positiv angenommen. Auffallend ist, dass der Aspekt der „Autodidaktik“ im Gegensatz zu JiTT hier nicht im Vordergrund steht. Dieses Ergebnis überrascht nicht, wenn man bedenkt, dass sich die Studierenden bei JiTT mit wirklich neuem Stoff beschäftigen, während bei den Online-Tests Übungen zu bereits bekanntem Stoff angeboten werden.

Sonstige Anmerkungen

Von der Möglichkeit, weitere allgemeine Rückmeldungen zu geben, machten 15 von 41 Studierenden im Wintersemester 2015/16 Gebrauch. Die Rückmeldungen kann man in drei grobe Kategorien einteilen:

- Positive Rückmeldung für Methoden, Dozenten oder Lehrveranstaltung (10 von 15)
- Negative Rückmeldung für Methoden, Dozenten oder Lehrveranstaltung (2 von 15)
- Neutrale Rückmeldung, z. B. spezielle Wünsche (3 von 15)

Einige Originalzitate sind:

- „Ich finde die Vorlesung sehr gut!/abwechslungsreich!“
- „Notenbonus auf Online-Tests wäre wünschenswert“
- „Ich möchte mehr Übung, weniger Theorie“
- „Ich unterstütze die Vorlesungsmethoden voll und ganz, weiter so!“

Fazit

Welche Folgerungen können wir aus unserer Vorlesung und Untersuchung für die Studierenden ziehen?

- Die Studierenden nehmen die Vorlesung gesamtheitlich als attraktiv war.
- Alle drei verwendeten Methoden PI, JiTT und OT werden von den Studierenden überwiegend positiv beurteilt.
- Je mehr negative Kategorien bei der Auswertung auftreten, desto kritischer sehen die Studierenden eine Methode.
- Die drei beurteilten Methoden werden von den Studierenden unterschiedlich wahrgenommen, am besten schnitt in unserer Untersuchung Peer Instruction ab, am schwächsten JiTT.
- Die Studierenden sind besonders interessiert an Übungsmöglichkeiten mit schnellem Feedback und Rückmeldungen über den eigenen Wissensstand. Die Kategorie „Rückmeldung über den eigenen Wissensstand“ tritt bei der Auswertung aller drei Methoden mit hohen Prozentanteilen auf.
- Faktoren, die den Lernfortschritt hemmen können, sind eine geringe persönliche Motivation, der geforderte Zeiteinsatz und Schwierigkeiten beim Textverständnis. Dazu kann unsere Untersuchung jedoch nur erste Hinweise geben, es kann daraus jedoch ein Thema für Folgeuntersuchungen zu JiTT adressiert werden.

Welche Folgerungen können wir aus unserer Vorlesung und Untersuchung für den Lehrenden ziehen?

- Man kann eine Vorlesung nicht innerhalb eines Semesters auf neue Lehrmethoden umstellen. Eine schrittweise Erarbeitung und Einführung über drei bis fünf Semester ist aufgrund des Arbeitsaufwandes realistisch.
- Eine Verwendung von vielfältigen Methoden in der Vorlesung („Blumenstrauß an Methoden“) ist gerechtfertigt. Dadurch können unterschiedliche Lerntypen angesprochen werden und auch verschiedene Kompetenzen gefördert werden. Der Medienwechsel ist ebenso ein aktivierendes Element.
- Eine Evaluation der Methoden – vor allem der qualitative Teil – liefert dem Dozenten einen guten Einblick, was die Studierenden bewegt und wie sie denken.

Abschließend ist zu bemerken, dass besonders in den ersten Semestern, in denen viele Studierenden sich erarbeiten, wie und mit welchen Hilfsmitteln sie im Studium lernen, der Einsatz von aktivierenden Lehrmethoden auf fruchtbaren Boden fällt.

Literatur

- E. Mazur (1997): „Peer Instruction: A User’s Manual.“, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- G. Novak, E. Patterson, A. Gavrin, W. Christian (1999). Just-in-time teaching: Blending active learning with web technology. Prentice Hall series in educational innovation. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- L. Papula (2014): „Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1“ 14. Auflage, Viewig-Teubner-Verlag.
- L. Papula (2015): „Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2“ 14. Auflage, Viewig-Teubner-Verlag.
- L. Papula (2011): „Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 3“, 6. Auflage, Viewig-Teubner-Verlag.
- C. Ramsenthaler (2013): „Was ist „Qualitative Inhaltsanalyse““, in M. Schnell et al. (Hrsg.), „Der Patient am Lebensende“, Springer Fachmedien.
- A. Strahl, R. Franz (2013): „Unterschiedliche Herangehensweisen in der Experimental und Theoretischen Physik am Beispiel des Faden-Pendels“, PdN PHYSIK in der Schule/PHYSIK UND MATHEMATIK, Heft 2/62. JAHRGANG/2013.
- J. Watkins, E. Mazur (2010): „Just-in-Time Teaching and Peer Instruction“, in „Just-in-Time Teaching: across the disciplines, across the academy / edited by S. Simkins, M. Maier, Sterling, Virginia: Stylus Publishing, LLC.

Just-in-Time Teaching in der Lehrveranstaltung Wirtschaftsmathematik des Bachelorstudiengangs Betriebswirtschaft – Ein Erfahrungsbericht

A. Nissler, L. Riedl, H. Röpcke, M. Wessler, K. Wolf
Hochschule München

■ Abstract

Der Einsatz der Methode Just-in-Time Teaching trägt zu einer studierendenzentrierten und verständnisorientierten Lehrgestaltung bei. Daher wurde das Lehrveranstaltungskonzept einer Wirtschaftsmathematik-Vorlesung in Zusammenarbeit mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des HD-MINT-Projekts auf diese Methode umgestellt und wissenschaftlich begleitet. Neben der Beschreibung der inhaltlichen, strukturellen und medialen Umsetzung der Lehrveranstaltung wird in diesem Beitrag auch von den Erfahrungen und Erkenntnissen aus dem Überarbeitungsprozess berichtet und auf die Rückmeldungen der Studierenden zum neuen Konzept eingegangen.

1. Allgemeines und Problemstellung

Die Veranstaltung Wirtschaftsmathematik ist ein Pflichtfach im ersten Semester des Bachelorstudiengangs Betriebswirtschaft an der HS München. Sie umfasst sechs Semesterwochenstunden (SWS) seminaristischen Unterricht, von denen zwei SWS mit Vorlesungscharakter für alle gemeinsam und die übrigen vier SWS für konkrete Übungen in vier Gruppen zu je etwa 50 Studierenden verwendet werden. Die Veranstaltung geht bei erfolgreicher Teilnahme mit fünf ECTS-Punkten in den Studienfortschritt ein. In den letzten drei Semestern (WiSe 2014/15, SoSe 2015 und WiSe 2015/16) waren durchschnittlich 220 Studierende im zugehörigen Moodle-Kurs eingeschrieben, darunter auch Studierende, die die Veranstaltung wiederholten.

Inhalte

Die Veranstaltung weist folgende inhaltliche Schwerpunkte auf (vgl. Röpcke & Wessler, 2012):

- Differenzialrechnung und Integralrechnung einer Variablen mit besonderem Gewicht auf der Anwendung auf ökonomische Fragestellungen
- Lineare Algebra, insbesondere Gleichungssysteme und Matrizenrechnung mit ökonomischen Anwendungen wie beispielsweise Input-Output-Analyse oder Markow-Ketten
- Lineare Optimierung mithilfe der graphischen Methode und Simplexalgorithmus
- Optimierung in mehreren Variablen mithilfe von Substitutionsmethode und Lagrange-Methode

Ausgangssituation

Vor dem Wintersemester 2014/15 wurde die Lehrveranstaltung als seminaristischer Unterricht (also ein klassischer Vorlesungsteil mit integrierten Übungen) abgehalten; dabei kamen vereinzelt Peer-Instruction-Aufgaben zum Einsatz, um die Studierenden zu aktivieren. Die Dozierenden hatten das Anliegen, die Lernenden noch aktiver in die Lehrveranstaltung einzubinden, um den seminaristischen Unterricht lebendiger zu gestalten und verständnisorientierter auszurichten. Um diesen zeitlichen Mehraufwand handhaben zu können, wurde das HD-MINT-Team zur Unterstützung einbezogen.

Ab dem Wintersemester 2014/15 wurden daher in enger Zusammenarbeit mit dem HD-MINT-Team Lernziele für die Lehrveranstaltung formuliert und die Methode Just-in-Time Teaching (JiTT) (vgl. Novak, Patterson, Gavrín & Christian, 1999) in den Unterricht integriert. Ferner wurde die Kooperation durch fachdidaktische Beratung, Hospitationen mit Feedback, Erstellung von Lehr- und Lernmaterial und das Einrichten eines Moodle-Kurses komplettiert. Insgesamt erstreckte sich die Zusammenarbeit zwischen den Dozierenden der Veranstaltung Wirtschaftsmathematik des Bachelorstudiengangs Betriebswirtschaft und dem HD-MINT-Team über drei Semester (WiSe 2014/15, SoSe 2015 und WiSe 2015/16). Die Dozierenden äußerten anfänglich gewisse Bedenken hinsichtlich der Methode JiTT: Sie zweifelten, ob Studierende sich durch den Einsatz der Methode aktiver am Unterrichtsgeschehen beteiligen und sich im Selbststudium Inhalte aneignen sowie vorbereitend Aufgaben bearbeiten würden. Eine intensive fachdidaktische Beratung zeigte auf, welches Potential diese aktivierende Methode den Studierenden und den Dozierenden bieten kann. Prozessbegleitend wurden Nutzen und Mehrwert dieser Methode wissenschaftlich evaluiert (vgl. Kapitel 3).

2. Konzept der Lehrveranstaltung

Die Neukonzeption der Veranstaltung Wirtschaftsmathematik konzentrierte sich zum einen auf die Formulierung überprüfbarer und realistischer Lernziele und zum anderen auf die Eingliederung der Methode JiTT in den seminaristischen Unterricht.

Lernziele

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem HD-MINT-Team wurden für diejenigen Abschnitte der Veranstaltung Lernziele formuliert, die im Selbststudium von den Studierenden bearbeitet werden sollten. Die Abstimmung von Lernzielen, Prüfung und Lehr- und Lernmethoden aufeinander stellt die Grundlage jeder Lehrveranstaltungskonzeption im Sinne des Constructive Alignment dar (vgl. Biggs & Tang, 2009). Diese Lernziele wurden von den Dozierenden mit Unterstützung und Feedback des HD-MINT-Teams kapitelweise formuliert und auf Moodle zur Verfügung gestellt. Sie bieten den Studierenden die Möglichkeit, Rückmeldung über den eigenen Lernstand zu erhalten, und zeigen ihnen auf, welche Inhalte in welcher Tiefe erworben werden sollen. Für die Dozierenden bilden die Lernziele eine Struktur, um die Inhalte in der entsprechenden Ausführlichkeit zu thematisieren. Die Prüfung wurde im Sinne des Constructive Alignment durch verständnisorientierte Fragen angereichert.

Integration von Just-in-Time Teaching

Neben der Einführung von überprüfbaren Lernzielen kam die aktivierende Lehrmethode JiTT zum Einsatz. Die Grundlage für das Lesematerial zum Selbststudium der JiTT-Aufträge bildet das Buch „Wirtschaftsmathematik. Methoden – Beispiele – Anwendungen“, welches von den Dozierenden selbst verfasst wurde (vgl. Röpcke & Wessler, 2012). Die Studierenden eigneten sich im wöchentlichen Rhythmus vorgegebene Inhalte der jeweiligen Buchkapitel an und bearbeiteten begleitend dazu Fragen und Aufgaben auf Moodle. Im Anschluss an die Abgabe aller Aufgaben erhielten die Studierenden ein ausführliches inhaltliches Feedback zu den Lösungswegen (über Moodle). Durch diese Rückmeldung konnten die Studierenden ihren aktuellen Lernstand besser

Abb. 1: Aufbau der JiTT-Einheit zu Monotonie und Krümmung aus dem Themenbereich Differenzialrechnung (Darstellung in Moodle)



The screenshot shows a Moodle page titled "Eigenständige Lerneinheit: Monotonie und Krümmung". Below the title, there is a section for "Leseauftrag und Begleitaufgaben". The text instructs students to work on section 2.3 (pages 63-69) by October 20, 2015, and answer accompanying questions. There are three links: "Lernziele", "Link zu den Buchseiten", and "Begleitfragen und -aufgaben: Monotonie und Krümmung". A note explains that the material will not be repeated in the lecture and asks for specific questions. A warning states that general questions like "I don't understand chapter 1" will not be answered.

Eigenständige Lerneinheit: Monotonie und Krümmung

Leseauftrag und Begleitaufgaben

Bitte bearbeiten Sie bis zum 20. Oktober 2015, 10 Uhr, den Abschnitt 2.3 (S.63 - 69) und beantworten Sie die dazugehörigen Begleitfragen.

-  Lernziele
-  Link zu den Buchseiten
-  Begleitfragen und -aufgaben: Monotonie und Krümmung

Hier finden Sie Fragen zum Themenbereich "Monotonie & Krümmung". Lesen Sie zuerst die angegebenen Seiten im Buch und beantworten Sie anschließend die Fragen.

WICHTIG: Der Stoff wird in der Vorlesung nicht noch einmal komplett von vorne wiederholt, sondern es werden nur Ihre Fragen besprochen. Daher ist es wichtig, dass Sie in das Freitextfeld konkret eintragen, was Sie nicht verstanden haben und wo Sie sich eine ausführlichere Erklärung wünschen. (Formulieren Sie die Fragen bitte **konkret**. Auf allgemeine Punkte, wie: "Ich habe Kapitel 1 nicht verstanden." kann nicht eingegangen werden.)

Abb. 2: Beispielaufgabe mit Antwortauswahl zu Monotonie und Krümmung mit Lösungsvorschlag als Feedback (Darstellung in Moodle)

Wenn eine Funktion $f(x)$ an der Stelle x_0 die Steigung 0 hat, dann ...

Wählen Sie eine Antwort:

- a. ... verläuft der Graph in der Nähe von x_0 immer wie eine Gerade.
- b. ... hat der Graph an der Stelle x_0 die kleinstmögliche Steigung.
- c. ... hat der Graph an der Stelle x_0 immer eine waagerechte Tangente.

Lösungsvorschlag:

Wenn eine Funktion f an der Stelle x_0 die Steigung 0 hat, gilt $f'(x_0) = 0$.

Dann hat Graph der Funktion f an der Stelle x_0 stets eine waagerechte Tangente.

Abb. 3: Beispielaufgabe mit Angabe von Zahlenwerten zu Monotonie und Krümmung mit Lösungsvorschlag als Feedback (Darstellung in Moodle)

Die Kostenfunktion $K(x) = x^2 - 6x^2 + 13x + 10$ wächst streng monoton für $x > \square$ und progressiv für $x > \square$

Lösungsvorschlag

Kostenfunktionen wachsen für alle Werte $x > 0$ streng monoton. Vergleichen Sie dazu den Graph auf Seite 69 (Bild 2.13).

Es ist $K''(x) = 6x - 12$ und damit $K''(x) = 0$ für $x = 2$.

Im Intervall $] -\infty; 2[$ ist $K''(x) < 0$ und damit K rechtsgekrümmt, also degressiv.

Im Intervall $] 2; \infty[$ ist $K''(x) > 0$ und damit K linksgekrümmt, also progressiv.

Abb. 4: Möglichkeit zur Rückmeldung von Verständnisproblemen und Fragen als Freitextfrage (Darstellung in Moodle)

Hier können Sie konkrete Fragen stellen:

Was haben Sie noch nicht verstanden?

Welches Problem würden Sie gerne in der nächsten Vorlesung/Übung ansprechen?

Alternativ (wenn Sie keine Fragen haben):

Welchen Aspekt des Materials fanden Sie besonders interessant?

einschätzen und bei Schwierigkeiten mithilfe des vorgeschlagenen Lösungswegs, selbstständig versuchen, die Lösung nachzuvollziehen. Zudem hatten die Studierenden die Möglichkeit, in einem Freitextfeld Verständnisprobleme zurückzumelden und Fragen zum Selbstlernstoff zu stellen. Unmittelbar vor der Vorlesung wurden diese Fragen der Studierenden und ihr Abschneiden bei den Aufgaben von den Dozierenden gesichtet. In anonymisierter Form wurden die Hauptprobleme und Fragen der Studierenden in den ersten 15 bis 20 Minuten der Vorlesung aufgegriffen und erläutert bzw. ergänzende Hilfestellungen und Erklärungen gegeben. Wichtige Inhalte der JiTT-Einheiten wurden zudem in den Übungsgruppen vertieft.

Aufbau einer Just-in-Time-Teaching-Einheit

Die Lernziele, das Lesematerial und die entsprechenden Begleitfragen sind auf der Lernplattform Moodle für die Studierenden zugänglich. Abbildung 1 zeigt dies beispielhaft für den Themenbereich Monotonie und Krümmung.

Der Moodle-Kurs ist in thematische Blöcke gegliedert, die wöchentlich wechseln. Insgesamt wurden über das ganze Semester sieben JiTT-Aufträge gestellt, die sich inhaltlich folgendermaßen aufteilen: zwei Einheiten zum Themenblock Differenzialrechnung, eine zur Integralrechnung, zwei zu linearen Gleichungssystemen und Matrizen, eine zur linearen Optimierung und eine zur Optimierung in mehreren Variablen. Komplettiert wurde dieses Angebot durch einen Eingangstest zum mathematischen Vorwissen und einen Zwischentest, der die bisherigen JiTT-Begleitfragen wiederholte.

Beispielaufgaben aus einer Just-in-Time-Teaching-Einheit

Um einen besseren Eindruck in die Aufgabenkultur zu geben, werden beispielhaft zwei Aufgaben sowie der Freitextbereich für Verständnisprobleme und Fragen zum Selbstlernstoff vorgestellt (vgl. Abb. 2, 3 und 4). Die Aufgaben beziehen sich auf die Lerneinheit Monotonie und Krümmung.

Wie in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt, werden Lösungsvorschläge zu den Aufgaben zur Verfügung gestellt, und zwar für Aufgaben mit Antwortmöglichkeiten ebenso wie für Rechenaufgaben mit Angabe eines konkreten Zahlenwerts. Die ausführlichen Lösungsvorschläge wurden vom HD-MINT-Team in Absprache mit den Dozierenden erstellt und sind für die Studierenden erst nach der Bearbeitung aller Aufgaben sichtbar, da diese in der Moodle-Einstellung „allgemeines Feedback“ verankert sind. Die Feedback-Funktion in Moodle birgt aktuell noch einige Schwierigkeiten bei der Umsetzung und könnte komfortabler gestaltet sein.

Die Lernenden sollen dadurch unterstützt werden, Verständnisprobleme selbstständig mit Hilfe der Lösung zu beheben. Von zentraler Bedeutung für die Methode JiTT ist es, den Studierenden die Möglichkeit zur Rückmeldung von Verständnisproblemen bezüglich des Lesematerials und der Aufgaben zu geben (vgl. Abb. 4). Damit können die Lehrenden feststellen, wo Verständnisschwierigkeiten liegen und diese gezielt in der Präsenzphase für alle Studierenden thematisieren.

3. Evaluation

Um den Nutzen für die Studierenden und die Akzeptanz des neuen Lehrkonzepts zu analysieren, wurde die Lehrveranstaltung prozessbegleitend evaluiert. Außerdem sollte überprüft werden, ob sich die Studierenden in ausreichendem Maß aktiv mit den JiTT-Materialien auseinandersetzen und ob die Umstellung des Lehrveranstaltungskonzepts von den Studierenden angenommen wird. Darüber hinaus wurde erfasst, wie die Studierenden bei den Begleitfragen abschneiden, um Aussagen über die Schwierigkeit der Lehr-Lernmaterialien sowie über das Verständnisniveau der Studierenden im Semesterverlauf treffen zu können.

Hierzu wurden während des Wintersemesters 2014/15, des Sommersemesters 2015 und des Wintersemesters 2015/16 Daten aus Moodle über die Teilnahmehäufigkeit der Studierenden an den einzelnen JiTT-Einheiten, die durchschnittliche Beteiligungsquote der Studierenden im Semesterverlauf sowie die durchschnittliche Bewertung der Studierenden bei der Bearbeitung der Begleitfragen erhoben und ausgewertet.

Ergänzend dazu wurden die Durchfallquoten in den Lehrveranstaltungen und die durchschnittlich erzielten Noten der Studierenden betrachtet. Ziel war es dabei herauszufinden, ob das angestrebte Verständnis bei den Studierenden eingetreten ist. Um das Bild

Tab 1: Übersicht zu den Themen der JiTT-Einheiten und Tests in den drei Semestern

Bezeichnung	Thema der JiTT-Einheiten und Tests
E	Einstiegstest*
1	Monotonie und Krümmung
2	Betriebsoptimum
3	Uneigentliche Integrale
4	Grundlagen der Matrizenrechnung
5	Markow-Ketten
Z	Zwischentest**
6	Simplex-Algorithmus***
7	Substitutionsmethode

*) In allen drei Semestern keine Freitextfrage

**) Im Sommersemester 2015 keine Freitextfrage

***) Nur im Sommersemester 2015 und Wintersemester 2015/16 als JiTT-Einheit, jedoch keine Freitextfrage in beiden Semestern

abzurunden, wurden Aussagen der beiden Lehrpersonen zu ihrer Wahrnehmung und Einschätzung von Veränderungen der Leistung der Studierenden hinzugezogen und ausgewertet.

Vergleichbarkeit der Daten

Während der drei Semester wurde die Lehrveranstaltung von den gleichen Lehrpersonen betreut und durchgeführt. Die inhaltliche Struktur der Lehrveranstaltung (vgl. Tab. 1) war über diesen Zeitraum weitgehend identisch. Daher lassen sich diese drei Semester gut miteinander vergleichen.

Beschreibung der Grundgesamtheit

Als Grundgesamtheit der nachfolgenden Auswertung werden die Studierenden gezählt, die mindestens einmal im Semester einen JiTT-Auftrag bearbeitet haben. Diese Gruppe wird im Folgenden als „aktive User“ bezeichnet. Eine Übersicht zu den Daten der drei Semester findet sich in der nachfolgenden Tabelle 2:

Tab 2: Übersicht über die Teilnahme der Studierenden in absoluten Zahlen zur Beschreibung der Grundgesamtheit und der Gruppe der aktiven User

	WiSe 2014/15	SoSe2015	WiSe2015/16
Gesamtanzahl Studierende in Moodle	228	195	239
davon Anzahl der weibl. Stud.	129	119	144
davon Anzahl der männl. Stud.	99	76	95
Anzahl der Studierenden ohne Moodle-Aktivität während des gesamten Semesters	48	33	63
davon Anzahl der weibl. Stud.	25	21	26
davon Anzahl der männl. Stud.	23	12	37
Anzahl aktiver User (Grundgesamtheit)	180	162	176
davon Anzahl der weibl. Stud.	104	98	118
davon Anzahl der männl. Stud.	76	64	58

Teilnahmehäufigkeit der Studierenden an den JiTT-Begleitfragen

Betrachtet man die Beteiligung an den Begleitfragen in den drei Semestern, zeigt sich, dass diese über alle drei Semester bei den aktiven Usern bei über 50 Prozent liegt.

Während im Wintersemester 2014/15 durchschnittlich über alle JiTT-Einheiten hinweg 58,6 Prozent der aktiven User im Semesterverlauf die Begleitfragen vollständig beantwortet und den Test online abgegeben haben, ist diese Quote im Sommersemester 2015 auf 51,4 Prozent gesunken. Im Wintersemester 2015/16 konnte wiederum eine Steigerung in der Teilnahme verzeichnet werden (60,9 Prozent). Einen direkten Vergleich der drei Semester bei der Bearbeitung der JiTT-Einheiten zu den verschiedenen Themenblöcken veranschaulicht die nachfolgende Grafik (vgl. Abb. 5).

Hinsichtlich der Regelmäßigkeit der Teilnahme zeigt sich in allen drei Semestern, dass die Studierenden tendenziell zwei große Gruppen bilden: diejenigen, die selten oder nie an JiTT teilnehmen (weniger als 20 Prozent der JiTT-Einheiten werden bearbeitet) und diejenigen, die regelmäßig bzw. immer mitmachen (mehr als 80 Prozent der JiTT-Einheiten werden bearbeitet). Das Mittelfeld (also die Gruppe, die manchmal mitmacht und manchmal nicht) ist eher klein (vgl. Abb. 6).

Wie in Kapitel 2 beschrieben, haben die Studierenden jeweils am Ende der Begleitfragen die Möglichkeit, im Rahmen einer Freitextfrage Verständnisprobleme zu äußern oder Feedback zu dem Themenpunkt zu geben. Diese Option war bedauerlicherweise nicht bei allen Einheiten gegeben, wie in Abbildung 7 zu sehen ist. Die Studierenden konnten bei Einstiegs- und

Abb. 5: Vergleich der Teilnahme an den Begleitfragen über die drei Semester nach JiTT-Themen in Prozent

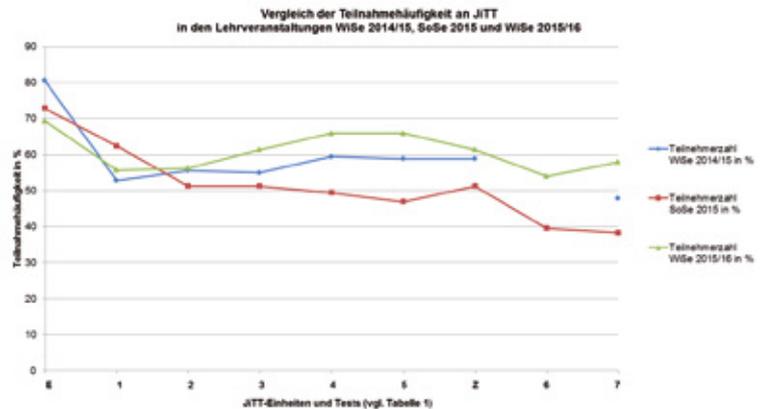


Abb. 6: Übersicht über die Regelmäßigkeit der Teilnahme der Studierenden an JiTT im Semesterverlauf (Angaben in Prozent)

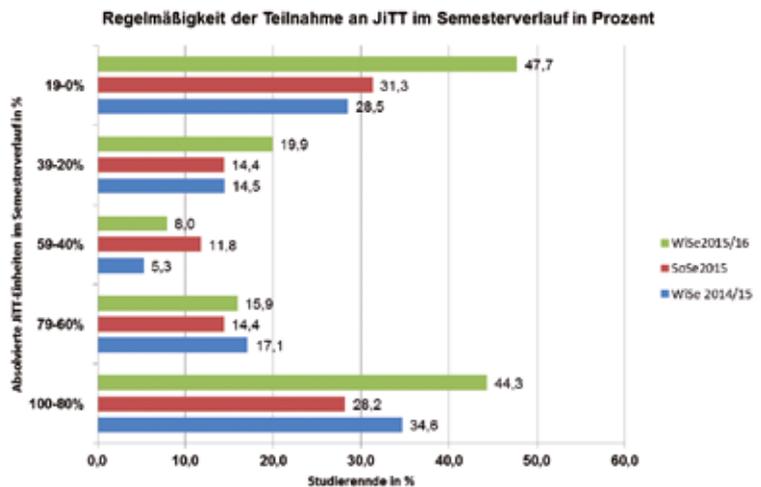


Abb. 7: Vergleich der drei Semester hinsichtlich der Beantwortung der Freitextfrage im Semesterverlauf

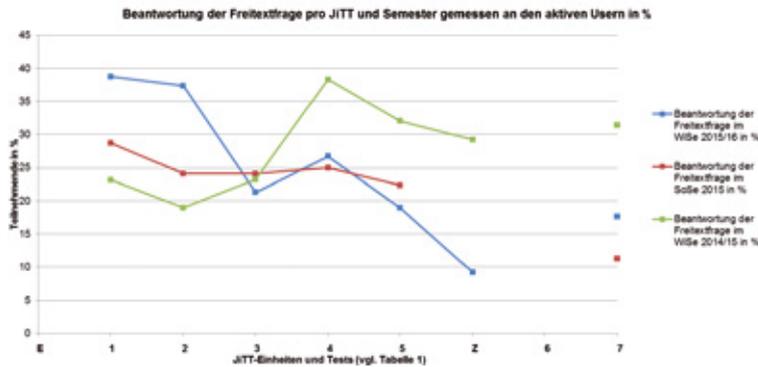
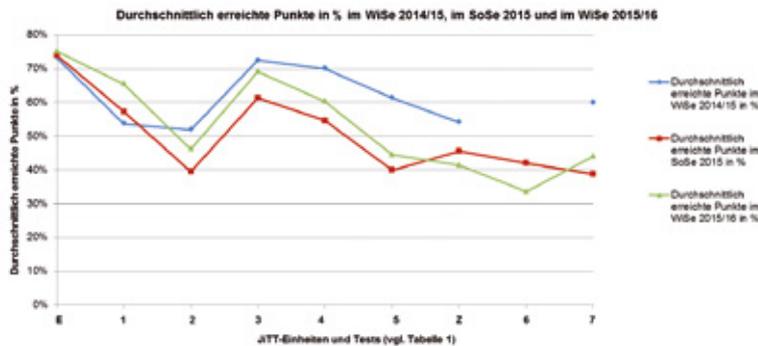


Abb. 8: Vergleich der durchschnittlich erreichten Punkte der Studierenden in % während der drei Semester WiSe 2014/15, SoSe 2015 und WiSe 2015/16



Zwischentest sowie beim Thema „Simplex-Algorithmus“ (vgl. Tab. 1) keine Fragen stellen.

Die Heterogenität der Studierenden spiegelt sich auch in der unterschiedlich starken Nutzung dieser Methode wider. Die Lehrpersonen können basierend auf den Antworten und Kommentaren sehr gezielt auf die Fragen, Bedürfnisse und Verständnisprobleme der Studierenden eingehen.

Insgesamt zeigt sich eine sehr zufriedenstellende Teilnahme der Studierenden bei der Beantwortung der Begleitfragen sowie bei der Nutzung der Option, zu unklaren Punkten Fragen zu stellen. Dies ist v. a. deswegen zu betonen, da in der Lehrveranstaltung ohne Bonussystem gearbeitet wurde. Vielmehr wurde darauf gesetzt, die Studierenden vom eigenen Mehrwert durch die Beteiligung an der Methode zu überzeugen. Eine durchweg stabile und mittlere Teilnahme der Studierenden an der Methode lässt auch auf die Akzeptanz des Lehrveranstaltungskonzepts schließen. Möglicherweise ist dies in der Tatsache begründet, dass die Kommunikation der Methode durch die Lehrenden in der ersten Veranstaltung sehr klar und verbindlich war. Hinzu kommt, dass es sich um Erstsemesterstudierende handelte, deren Bereitschaft und Akzeptanz unvertrauter Konzepte noch sehr hoch ist.

Schwierigkeit der Lehr-Lern-Materialien und durchschnittlich erreichte Punktzahl der Studierenden

Bei der Datenerhebung wurde auch erfasst, wie die Studierenden bei den einzelnen JiTT-Aufträgen und -Begleitfragen abschneiden. Die Intention bei der Entwicklung der Begleitfragen war, die Lernziele abzubilden und eine mittlere Schwierigkeit anzustreben. Die Studierenden sollen sich bei der Bearbeitung anstrengen, jedoch nicht überfordert sein. Dies ist auch für die Motivation der Studierenden von Bedeutung (vgl. Rheinberg, 2010).

Aus den Ergebnissen der Studierenden geht hervor, dass im Schnitt über alle Themen und über alle drei Semester zwischen 30 Prozent und 75 Prozent der möglichen Punktzahlen von den Studierenden erreicht wurden (vgl. Abb. 8). Aus der durchschnittlich erreichten Punktzahl der Studierenden bei der JiTT-Einheit lässt sich auch das Anforderungsniveau für die Studierenden ablesen: So zeigt sich, dass beispielsweise die JiTT-Einheit 2 „Betriebsoptimum“ für die Studierenden anspruchsvoller war und die erreichte Punktzahl niedriger ist, als bei der JiTT-Einheit 3 „Uneigentliche Integrale“. Durch die über die drei Semester hinweg eher gleichförmig verlaufenden Ergebniskurven kann insgesamt angenommen werden, dass die Fragen für die Lernenden nicht zu einfach waren und einen herausfordernden Charakter hatten. Dies kann eine positive Wirkung auf die Lernmotivation der Studierenden haben (vgl. Rheinberg, 2010).

Veränderung der Studierendenleistung

Die Prüfung wurde für diese Lehrveranstaltung von den Lehrpersonen bereits zu Beginn der Zusammenarbeit mit dem HD-MINT-Team verändert und noch stärker verständnisorientiert ausgerichtet. Aus den Rückmeldungen der Lehrpersonen zum Ende des Sommersemester 2015 geht hervor, dass sie den Eindruck hatten, dass die Antwortqualität der Studierenden bei den Prüfungsfragen zugenommen hat. Diese Wahrnehmung passt zu dem Ziel und Mehrwert der Methode JiTT, die zu einer stärker verständnisorientierten Lehre beitragen soll. Die Prüfungsergebnisse gestalteten sich mit einer Durchfallquote unter 10 Prozent ebenfalls sehr erfreulich. Nach Aussage der Lehrpersonen ist dies eine deutliche Verbesserung zu vergangenen Veranstaltungen. Verglichen mit der Notenverteilung von vor zwei Jahren zeigt sich bei der Prüfung aus dem Wintersemester 2014/15 eine Verbesserung des Notendurchschnitts von 0,4. Der Modus in der Notenverteilung hat sich gar um eine ganze Notenstufe verändert. Leider war eine Verknüpfung der unterschiedlichen Daten und Ergebnisse aus Datenschutzgründen nicht möglich, so dass man einen Zusammenhang zwischen der Teilnahme an JiTT und der Prüfungsnote nicht untersuchen konnte. Die Lehrpersonen meldeten in den darauffolgenden Semestern zurück, dass sich ein Trend einer „umgekehrten Normalverteilung“ – viele gute, wenige im Mittelfeld, dann wieder mehr schwache – abzeichnet.

Fazit

Aus den Reflexionsgesprächen mit den beiden Dozierenden, aus den Hospitationen bei den Lehrpersonen in der Vorlesung und in den Übungen sowie aus den Ergebnissen der formativen und summativen Evaluationen lässt sich schlussfolgern, dass die Einführung und Umsetzung der Methode JiTT sowie die Integration des Constructive Alignment in der Lehrveranstaltung Wirtschaftsmathematik sehr erfolgreich verlaufen sind. Die erhobenen Daten (vgl. Kapitel 3) belegen, dass es eine kontinuierlich hohe Beteiligung der Studierenden an den JiTT-Einheiten gegeben hat und die Studierenden das neue

Lehrveranstaltungskonzept positiv angenommen haben. Dies deckt sich auch mit den Erfahrungen der Lehrpersonen. Besonders erfreulich ist dieses Ergebnis vor dem Hintergrund, dass die Studierenden – anders als es häufig in der einschlägigen Literatur im Zusammenhang mit der Methode JiTT propagiert wird (z. B. Marrs & Novak, 2004, S. 53; Camp, Middendorf & Sullivan Subino, 2010, S. 27; Novak et al., 1999, S. 34) – für ihre Teilnahme keinerlei Bonuspunkte erhalten haben und ihre Beteiligung nicht verpflichtend war.

Eine Neuerung im Lehrveranstaltungskonzept war auch die stärker verständnisorientierte Ausrichtung der Prüfung. Aus den Reflexionsgesprächen mit den Lehrenden in den vergangenen drei Semestern geht hervor, dass sich diese Änderung zu größerer Verständnisorientiertheit bewährt hat und folglich beibehalten wird. Gemäß den Aussagen der Dozierenden ist die Durchfallquote in den vergangenen Semestern auf unter 10 Prozent gesunken und die Antwortqualität der Studierenden in den Prüfungen durch den Einsatz der Methode gestiegen, allerdings mit oben beschriebenen Trend. Die Analyse der Ursachen dafür bzw. inwieweit JiTT für diese Phänomene verantwortlich ist, bietet Raum für weitere Untersuchungen.

Nach Aussagen der Dozierenden war die Überarbeitung der Lehrveranstaltung und Umstellung auf JiTT in Zusammenarbeit mit dem HD-MINT-Team ein voller Erfolg und hat die ursprünglichen Erwartungen übertroffen.

Literatur

Biggs, J. B. & Tang, C. (2009). *Teaching for quality learning at university: What the student does* (3. ed., reprinted.). McGraw-Hill education. Maidenhead: McGraw-Hill.

Camp, M. E., Middendorf, J., & Sullivan Subino, C. (2010). Using Just-in-Time Teaching to Motivate Student Learning. In S. Simkins & M. H. Maier (Eds.), *New pedagogies and practices for teaching in higher education series. Just-in-time teaching. Across the disciplines, across the academy* (1st ed., pp. 25–38). Sterling, Va.: Stylus Pub.

Marrs, K. A. & Novak, G. (2004). Just-in-Time Teaching in biology: Creating an active learner classroom using the internet. *Cell Biology Education*, 3(1), 49–61.

Novak, G. M., Patterson, E. T., Gavrin, A. D. & Christian, W. (1999). *Just-in-time teaching: Blending active learning with web technology*. Prentice Hall series in educational innovation. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Rheinberg, F. (2010). Intrinsic Motivation und Flow-Erleben. In J. Heckhausen (Ed.), *Motivation und Handeln* (pp. 365–387). Springer Berlin Heidelberg.

Röpcke, H. & Wessler, M. (2012). *Wirtschaftsmathematik: Methoden – Beispiele – Anwendungen; mit 113 durchgerechneten Beispielen und 94 Aufgaben mit ausführlichen Lösungen im Internet*. (Erschienen in der Buchreihe *Quantitative Methoden*, Hrsg: Galata, R., Wessler, M.). München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl-Hanser-Verlag

Peer Instruction in der Ingenieurmathematik

S. Bach¹, J. Gertis², A. Nissler²

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden¹, Hochschule München²

■ Abstract

Peer Instruction (PI) zählt zu den aktivierenden und verständnisorientierten Methoden, die im Rahmen des Projekts HD MINT zum Einsatz gekommen sind. Am Beispiel von vier Lehrveranstaltungen zur Ingenieurmathematik an der HS München und der OTH Amberg-Weiden wird beschrieben, wie die Methode eingesetzt werden kann und welche Erfahrungen damit gemacht wurden. Besonderes Augenmerk wird in diesem Beitrag darauf gelegt, was man bei der Entwicklung bzw. Auswahl von Peer-Instruction-Fragen für die Mathematik beachten sollte, damit der Einsatz erfolgreich verläuft und das didaktische Potenzial der Methode ausgeschöpft werden kann. Diese Kriterien werden an konkreten Beispielen erläutert.

Ausgangssituation

Im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundprojekts HD MINT wurden an den Hochschulstandorten Amberg-Weiden und München vier Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Ingenieurmathematik überarbeitet und das Lehrveranstaltungskonzept auf die Methode Peer Instruction (vgl. Keller, Meissner und Fleischer, 2016) umgestellt.

Tab. 1: Themen der Ingenieurmathematik im 1. und 2. Semester an der HS München und der OTH Amberg-Weiden

Themen der Ingenieurmathematik	
Ingenieurmathematik (1. Semester)	Ingenieurmathematik (2. Semester)
Lineare Algebra <ul style="list-style-type: none">• Vektoren• Matrizen• Determinanten• Lineare Gleichungssysteme• Eigenwerte und Eigenvektoren• Koordinatentransformation*	Ebene Kurven* <ul style="list-style-type: none">• Differentiation• Flächen• Bogenlänge• Krümmung
Analysis <ul style="list-style-type: none">• Mengen*• Komplexe Zahlen (in AW erst in II)• Reelle Zahlenfolgen• Konvergenz von Reihen (in AW erst in II)• Funktionen einer Variablen<ul style="list-style-type: none">· Differenzialrechnung· Integralrechnung	Funktionen mehrerer Veränderlicher <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen• Differentialrechnung• Integralrechnung• Vektorfelder und Kurvenintegrale• Integralsubstitutionen
	Gewöhnliche Differenzialgleichungen (DGL) <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen• Gewöhnliche DGL 1. Ordnung• Gewöhnliche DGL 2. Ordnung• Lineare Systeme von DGL mit konstanten Koeffizienten

* Themen, die nur an der Hochschule München unterrichtet wurden.

Die jeweils zweisemestrigen Lehrveranstaltungen sind inhaltlich sehr ähnlich aufgebaut (vgl. Tab. 1). An der Hochschule München werden die Ingenieurmathematik-Veranstaltungen für die Bachelorstudiengänge Fahrzeugtechnik, Luft- und Raumfahrttechnik sowie Maschinenbau angeboten. Sie umfassen jeweils zwölf Semesterwochenstunden (SWS; im ersten und zweiten Semester je sechs SWS); an der OTH Amberg-Weiden sind sie Teil der Studiengänge Wirtschaftsingenieurwesen und Medizintechnik, dort haben sie einen Umfang von jeweils zehn SWS (sechs SWS im ersten, vier im zweiten Semester).

Motivation zum Einsatz von Peer Instruction und Umsetzung der Methode

Erfahrungsgemäß unterscheiden sich die mathematischen Vorkenntnisse der Studienanfängerinnen und Studienanfänger in den Grundlagenveranstaltungen der Ingenieurwissenschaften sehr stark. Durch ihren heterogenen Ausbildungshintergrund haben die Studierenden einen äußerst unterschiedlichen Kenntnisstand in der Mathematik, sie verbinden mit Mathematik hauptsächlich algorithmische Rechenoperationen. Dadurch haben die Studierenden aus Sicht der Lehrpersonen teilweise große Schwierigkeiten beim strukturierten Problemlösen und beim Transfer des mathematischen Stoffes in Anwendungsgebiete ihres ingenieurwissenschaftlichen Studiums.

Oftmals ist diese mangelnde Vorkenntnis mit einer eher oberflächlichen Herangehensweise an die Mathematik und fehlender Begeisterung gepaart. Mathematikveranstaltungen sind bei Studierenden in der Regel nicht besonders beliebt und werden als schwierig eingeschätzt. Dies bedingt eine eher niedrige Motivation zur aktiven Teilnahme an der Lehrveranstaltung.

Während des Semesters setzen sich die Studierenden folglich selten aktiv mit den Übungsaufgaben auseinander, auch ihre Prüfungsvorbereitung besteht oft nur aus intensivem Bearbeiten oder sogar Auswendiglernen alter Prüfungsfragen. Damit kommt das Verständnis mathematischer Konzepte, das für deren erfolgreiche Anwendung in darauf aufbauenden Veranstaltungen essentiell ist, häufig zu kurz.

Der Einsatz der Methode Peer Instruction in den Grundlagenveranstaltungen zur Ingenieurmathematik setzt genau an diesem Punkt an, mit dem Ziel, das Verständnis der Studierenden für die mathematischen Konzepte zu verbessern. Die Teilnehmenden sollen motiviert werden, sich aktiv mit den Inhalten einer Lehrveranstaltung auseinanderzusetzen. Durch die Beschäftigung mit den PI-Fragen und die fachlichen Diskussionen mit Kommilitoninnen und Kommilitonen werden die Studierenden kognitiv angeregt. In den Diskussionsphasen kann der heterogene Wissensstand der Studierenden berücksichtigt werden, da die Studierenden sich in dieser Phase die Inhalte und Problemstellungen gegenseitig

erklären. Durch den Einsatz der Methode sollen die Studierenden auch Feedback zu ihrem Lösungsvorschlag erhalten und folglich ihren Lernfortschritt besser kontrollieren und steuern können (zur Wahrnehmung und Akzeptanz der Methode durch die Studierenden vgl. Nissler, Hank, Kämper, Gertis, Riedl und Brunnhuber, 2016).

Auch die Lehrpersonen profitieren von ihrem Einsatz, denn sie erhalten über die Abstimmung und die Diskussionen Rückmeldung zum Wissensstand und zu eventuellen Fehlverständnissen ihrer Studierenden. Darauf aufbauend können sie anschließend den Veranstaltungsverlauf fachlich und didaktisch an ihr Publikum anpassen.

An beiden Hochschulen wurde Peer Instruction von den Dozierenden regelmäßig zur Wiederholung und Vertiefung des aktuellen Stoffes in den Vorlesungen eingesetzt. An der OTH Amberg-Weiden diente sie zusätzlich der Auswertung von wöchentlich auf Moodle gestellten Begleitfragen. An beiden Hochschulen wurden im Zuge der Neu- und Umgestaltung auch die Prüfungen im Sinne der Constructive-Alignment-Idee überarbeitet. Dazu wurden verstärkt verständnisorientierte Aufgaben in die Prüfung aufgenommen.

Die Dozierenden der Mathematik wurden bei der Um- und Neugestaltung ihrer Lehrveranstaltung fachlich und didaktisch beraten. Sie erhielten Unterstützung z. B. bei der Formulierung der Lernziele für die Lehrveranstaltung, bei der Konzeption neuer Peer-Instruction-Fragen und/oder bei der Umsetzung der Methode in der Praxis (vgl. Nissler, Fleischer, Benedikt und Reinhardt, 2016).

Um die Akzeptanz des neuen Lehrkonzepts und die Wirksamkeit der Methode aus Sicht der Studierenden zu überprüfen, wurden die Lehrveranstaltungen evaluiert. Die Evaluation bestand aus einer summativen, schriftlichen Befragung der Studierenden an beiden Hochschulstandorten. Ergänzend wurden Rückmeldungen von Dozierenden zum Einsatz der Methode Peer Instruction eingeholt. Die Ergebnisse und Erkenntnisse der Evaluation werden im letzten Abschnitt dieses Beitrags exemplarisch thematisiert.

Besonderheiten bei der Entwicklung von PI-Fragen in der Mathematik

Will man mit Hilfe von Peer Instruction ein vertieftes Verständnis der Lerninhalte fördern und Fehlkonzepte der Studierenden aufdecken, so ist die Qualität der eingesetzten Fragen von großer Bedeutung.

Basierend auf den Erfahrungen an den beiden Hochschulen sollen im Folgenden zunächst einige Anhaltspunkte für die Entwicklung von PI-Fragen in der Mathematik gegeben werden. Im Anschluss daran werden konkrete Beispiele aus den Ingenieurmathematik-Lehrveranstaltungen der beiden Hochschulen aufgeführt.

Das Fach Mathematik hat bei der Entwicklung von PI-Fragen den entscheidenden Vorteil, dass eine klare Einteilung von Aussagen in „richtig“ und „falsch“ möglich ist. Damit kann aus fast jedem Lehrinhalt auch eine Multiple-Choice-Frage mit einer oder mehreren richtigen Antworten erstellt werden. Doch nicht jede dieser Fragestellungen eignet sich automatisch für den Einsatz als Peer-Instruction-Frage. Lediglich bei Fragen, die verständnisorientiert und kognitiv aktivierend ausgerichtet sind sowie die Möglichkeit zur Diskussion bieten, kann das didaktische Potenzial der Methode Peer Instruction ausgeschöpft werden.

Formulierungen, die die Kenntnis vieler neu eingeführter Definitionen voraussetzen, oder zeitaufwändige Rechenaufgaben erweisen sich oft als hinderlich bei der Förderung und Überprüfung des Verständnisses grundlegender mathematischer Konzepte. Häufig führen solche Fragetypen bei Studierenden dazu, dass die Aufgabe nicht gelöst, sondern die Lösung blind erraten wird. Bei der Formulierung der Frage sollte daher darauf geachtet werden, dass der Fragetext möglichst klar und kurz gehalten ist. Das erleichtert den Studierenden das Erfassen der Frage und verhindert, dass die Beantwortung einer Frage schon am Verständnis ihrer Formulierung scheitert. Grafische Darstellungen können das Verständnis der Frage und die Erfassung des vorliegenden Problems ebenfalls erleichtern. Daher sollte stets geprüft werden, ob sich eine Visualisierung bei der Entwicklung einer PI-Frage anbietet.

Erfahrungsgemäß haben viele Lehrende den Anspruch, ihre Studierenden mit besonders anspruchsvollen oder fachlich interessanten Aufgaben zu begeistern. Steht für das Erfassen und Bearbeiten der Aufgabenstellung nur wenig Zeit zur Verfügung, wie es z. B. beim Einsatz der Methode Peer Instruction der Fall ist, sind viele Studierende von der Lösung der Aufgabe überfordert. Viele der Konzepte, die der Aufgabe zugrunde liegen, haben sie noch nicht ausreichend verinnerlicht, sie benötigen daher mehr Zeit zum Bearbeiten und Nachdenken. Bei der Entwicklung von PI-Fragen ist es daher wichtig darauf zu achten, dass die Studierenden von den Fragen weder stark über- noch unterfordert werden, sonst verlieren sie schnell die Motivation aktiv mitzuarbeiten. Bei anspruchsvollen Fragen profitiert die Diskussion in den Gruppen besonders von einer heterogenen Verteilung des Vorwissens der Studierenden.

Wird die Schwierigkeit von PI-Fragen unterschiedlich wahrgenommen, kann das ein Hinweis auf tief sitzende Fehlkonzepte sein. Diese falschen Auffassungen müssen schrittweise durch die Anwendung der korrekten Konzepte ersetzt werden. Entscheidend dabei ist, dass man sich bei der Fragestellung auf einzelne grundlegende Konzepte konzentriert und nicht zu viele verschiedene Konzepte in einer Frage abprüft. Wenn viele Nebenschauplätze durch die Frage geöffnet werden, macht das die Interpretation eines Abstimmungsergebnisses für den Lehrenden unnötig kompliziert, und auch den Studierenden wird der Verständnis- und Erkenntnisprozess erschwert (vgl. Abschnitt „Exemplarische Fragen“, z. B. Frage 7 und 8). Allgemein gilt es beim Einsatz von Peer Instruction in der Mathematik, die Fragen auf den mathematischen Hintergrund der Studierenden anzupassen.

Bei der Entwicklung von PI-Fragen sollte zudem auf deren Darstellung geachtet werden. Wenn beispielsweise mehrere Eigenschaften zugeordnet werden sollen, ist eine Multiple-Choice-Frage (Auswahl mehrerer richtiger Antwortmöglichkeiten) besser geeignet als das Aufzählen aller Kombinationen in einer Single Choice Frage (nur eine richtige Antwortmöglichkeit). Durch diese Reduzierung der Anzahl an Antwortoptionen wird die Übersichtlichkeit erhöht.

Eine weitere Option, um die Ratehäufigkeit bei den Studierenden zu senken, ist das Einführen der Antwortoption „Weiß ich nicht“. Die Studierenden haben dann eine Ausweichmöglichkeit bei ihrer Antwort, wenn sie gar keinen Anhaltspunkt haben, wie die Aufgabe gelöst werden könnte. Beim Abstimmungsergebnis kann dann besser geschlussfolgert werden, welcher Wissenstand bei den Studierenden vorliegt. Diese Option wird aber auch kritisch diskutiert. Sie hat den Nachteil, dass die Studierenden den „bequemeren“ Weg gehen können und womöglich gar nicht erst über die Frage sowie die Antwortoptionen nachdenken. Damit würde ein zentrales Ziel der Methode, nämlich die Studierenden dazu zu bringen, sich aktiv mit den Inhalten zu beschäftigen und sich begründet für eine Antwortoption zu entscheiden, ausgehebelt. Der Einsatz der Antwortmöglichkeit „Weiß ich nicht“ sollte deshalb im Einzelfall abgewogen und hinsichtlich der verfolgten Zielstellung der Frage überprüft werden.

Das Herzstück guter PI-Fragen in der Mathematik sind die Distraktoren, also die falschen Antwortmöglichkeiten. Sind diese nicht sorgfältig gewählt, wird die Aufgabe häufig gelöst, ohne das zu Grunde liegende Konzept zu verwenden. Die richtige Antwort wird dann durch eine Kombination von Ausschlussverfahren und Raten gefunden. Um geeignete Distraktoren zu finden, können – wenn vorhanden – Antworten vorangegangener Jahrgänge auf alte Klausur- oder Übungsaufgaben herangezogen werden, um typische Fehler der Studierenden zu identifizieren. Zu manchen Fachgebieten existieren auch wissenschaftliche Untersuchungen zu Fehlkzepten bei Studierenden, an denen man sich orientieren kann. Aus diesen können dann die falschen Antwortoptionen entwickelt werden. Ein anderer Weg, gute Distraktoren zu finden, ist das absichtliche Einführen von häufig auftretenden Denkfehlern bei der Lösung der Aufgabenstellung. Durch geschickt gewählte Distraktoren erhält die Lehrperson nicht nur die Information, ob ein bestimmtes Konzept verstanden wurde, sondern erfährt auch, welche Fehlvorstellungen auf Seiten der Studierenden stattdessen existieren (vgl. Abschnitt „Exemplarische Fragen“, Frage 2 und 8).

Für einen erfolgreichen Einsatz der Methode PI sind also gut formulierte Fragen und die umfassende Diskussion aller angebotenen Ergebnisse die entscheidende Voraussetzung. Werden schon bestehende PI-Fragen verwendet oder wird die Lehrperson bei der Erstellung durch z. B. hochschuldidaktische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter oder vom Fachkollegium unterstützt, so ist die ausgiebige Analyse und Diskussion der Fragen und Distraktoren daher dennoch sehr wichtig, damit sie in der Veranstaltung richtig präsentiert und aufgelöst werden können.

Abb. 1: Frage 1 – Skalarprodukt von Vektoren, Rechenaufgabe

Was ist das Skalarprodukt der Vektoren $\begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$ und $\begin{pmatrix} 3 \\ -1 \\ 4 \end{pmatrix}$?

- A. $\begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 4 \end{pmatrix}$
- B. 2
- C. 0
- D. 6

Abb. 2: Frage 2 – Skalarprodukt von Vektoren, Verständnisaufgabe

Ordnen Sie die Skalarprodukte $\vec{b} \cdot \vec{a}$, $\vec{b} \cdot \vec{b}$, $\vec{b} \cdot \vec{c}$ und $\vec{b} \cdot \vec{d}$.

- A. $\vec{b} \cdot \vec{d} < \vec{b} \cdot \vec{c} < \vec{b} \cdot \vec{a} < \vec{b} \cdot \vec{b}$
- B. $\vec{b} \cdot \vec{b} < \vec{b} \cdot \vec{c} < \vec{b} \cdot \vec{d} < \vec{b} \cdot \vec{a}$
- C. $\vec{b} \cdot \vec{a} < \vec{b} \cdot \vec{d} < \vec{b} \cdot \vec{c} < \vec{b} \cdot \vec{b}$
- D. $\vec{b} \cdot \vec{c} < \vec{b} \cdot \vec{d} < \vec{b} \cdot \vec{b} < \vec{b} \cdot \vec{a}$
- E. $\vec{b} \cdot \vec{d} < \vec{b} \cdot \vec{a} = \vec{b} \cdot \vec{c} < \vec{b} \cdot \vec{b}$

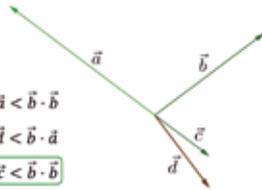
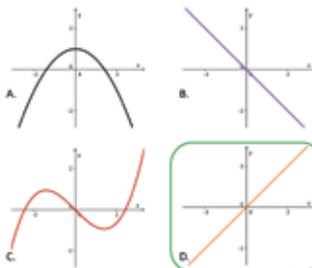


Abb. 3: Frage 3 – Ableitungsfunktion, geringe Komplexität

Welcher der folgenden Graphen kann die Ableitung des rechts zu sehenden Funktionsgraphen darstellen?



Exemplarische Fragen

Nachdem die Qualität und die Entwicklung von PI-Fragen thematisiert wurde, sollen nun einige konkrete Multiple-Choice-Fragen aus dem Bereich der Ingenieurmathematik vorgestellt und im Hinblick auf ihre Eignung für den Einsatz als PI-Fragen analysiert werden.

Bei Frage 1 handelt es sich um eine Rechenaufgabe zum Skalarprodukt von Vektoren. Sie liefert der Lehrperson zwar die Information, ob ihre Studierenden ein Skalarprodukt berechnen können oder nicht, das Maß an kognitiver Aktivierung ist jedoch gering. Schließlich geht es nur darum, eine Definition korrekt anzuwenden. Damit ist eine Peer Diskussion, die ja von kontroversen Meinungen und guten Argumenten lebt, hier kaum lohnenswert.

Frage 2 bezieht sich auf den gleichen mathematischen Inhalt, die kognitive Aktivierung ist dort jedoch deutlich höher, auch weil die verschiedenen Antwortoptionen gezielt mögliche Fehlvorstellungen der Studierenden adressieren. Zu den Antwortmöglichkeiten A und E könnte man gelangen, wenn man das Vorzeichen des Skalarproduktes nicht beachtet. Ginge man davon aus, dass das Skalarprodukt nur vom Betrag der beiden Vektoren abhängt, würde man annehmen, Antwortmöglichkeit D wäre korrekt. Die falsche Annahme, nicht der Cosinus sondern der Sinus des Winkels zwischen den beiden Vektoren sei entscheidend für das Skalarprodukt, würde zu Antwortmöglichkeit B führen.

Ein guter Weg, reine Rechenaufgaben zu vermeiden, ist die Verbildlichung der Frage. Damit ist es möglich, in der Fragestellung auf konkrete Zahlenwerte, Funktionsterme etc. zu verzichten, die für eine rechnerische Lösung notwendig wären. Ohne diese Zusatzinformationen muss zur Lösung der Aufgabe auf das zugrunde liegende mathematische Konzept zurückzugegriffen werden, welches unabhängig von konkreten Zahlenwerten gilt.

Allerdings kann auch bei Verbildlichung einer Frage die Antwort durch Berechnung möglich und vielleicht sogar naheliegend sein. Frage 3 lässt sich demnach lösen, indem man das Konzept „Ableitung entspricht

Steigung der Tangente“ anwendet oder indem man sich an die in der Schule gelernte Ableitungsregel für eine quadratische Funktion erinnert. Bei dieser Fragendarstellung ist der Wert der Rückmeldung an die Lehrperson reduziert, da nicht eindeutig geklärt ist, ob die Studierenden wirklich das dahinterstehende Konzept verstanden haben oder ob ihnen (nur) die entsprechende Ableitungsregel bekannt ist. Bei **Frage 4** hingegen, bei der die Funktionsgleichung des gegebenen Graphen weniger offensichtlich ist, ist es wahrscheinlich, dass eine richtige Antwort tatsächlich durch Anwendung des Konzepts der Steigung der Tangente zustande kommt.

Die beiden **Fragen 5 und 6** zeigen, wie die Verbildlichung von Inhalten helfen kann: Durch die Visualisierung wirkt Frage 6 übersichtlicher und die Konzentration ist auf das mathematische Problem gerichtet und nicht auf die Formulierung der Fragestellung (vgl. Frage 5).

Bei einigen Themen ist es naturgemäß schwer, die Inhalte durch Abbildungen zu veranschaulichen, so z. B. bei der Invertierbarkeit von Matrizen. In diesem Fall kommt der Auswahl der Problemstellung besondere Bedeutung zu, da keine grafische Darstellung möglich ist. Eine stärkere Verbalisierung kann den Studierenden bei diesen Aufgaben helfen, das Konzept hinter der Frage zu erkennen und sie dazu zu bringen, sich konkret mit dem gewünschten Konzept auseinanderzusetzen. An zwei konkreten Beispielen soll dies aufgezeigt werden:

Die beiden **Fragen 7 und 8** befassen sich damit, dass eine quadratische Matrix genau dann eine Inverse besitzt, wenn ihre Determinante verschieden von Null ist. Bei Frage 7 muss – das Wissen um diese Äquivalenz vorausgesetzt – nur eine Rechenaufgabe gelöst werden. (Im Grunde genommen müssten sich die Studierenden die Antworten B bis E nicht einmal mehr anschauen, da nur nach einer richtigen Antwort gefragt wird.) Bei Frage 8 hingegen muss tiefer gegangen und gefragt werden, was Invertierbarkeit darüber hinaus bedeutet. Demzufolge erhält die Lehrperson mehr Information aus den Antworten. Antwort A weist darauf hin, dass die Studierenden die Produktformel für Determinanten kennen, nicht aber die oben erwähnte Äquivalenz. Antwort C würde ein Studierender wählen, der versucht, aus der Nichtgültigkeit von $AB = \mathbf{0} \rightarrow A = \mathbf{0}$ oder $B = \mathbf{0}$ für Matrizen auf einen ähnlichen Zusammenhang für die Determinanten zu schließen.

Abb. 4: Frage 4 – Ableitungsfunktion, mittlere Komplexität

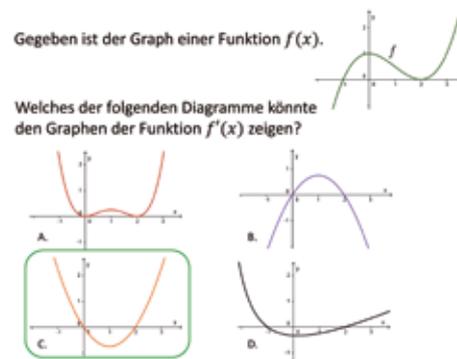


Abb. 5: Frage 5 – Komplexe Zahlenebene, verbale Darstellung

$|z - 1| = 2$ bedeutet anschaulich in der Gaußschen Zahlenebene:

- A. Rand eines Kreises mit Radius 2 um den Punkt $(1|0)$.
- B. Rand eines Kreises mit Radius 2 um den Punkt $(0|1)$.
- C. Rand eines Kreises mit Radius 2 um den Punkt $(-1|0)$.
- D. Rand eines Kreises mit Radius 2 um den Punkt $(0|-1)$.

Abb. 6: Frage 6 – Komplexe Zahlenebene, grafische Darstellung

Bei welcher der abgebildeten Punktmenge handelt es sich um die Lösungsmenge der Gleichung $|z - i + 1| = 1$?

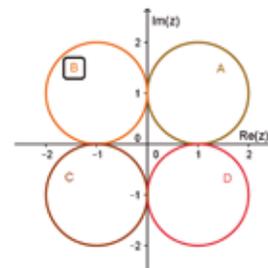


Abb. 7: Frage 7 – Invertierbarkeit regulärer Matrizen, Wissens- und Rechenfrage

Welche der folgenden Matrizen ist nicht invertierbar?

A. $\begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$

B. $\begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$

C. $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$

D. $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$

E. Jede der angegebenen Matrizen besitzt eine Inverse.

Abb. 8: Frage 8 – Invertierbarkeit regulärer Matrizen, komplexe Aufgabe

Gegeben seien zwei (n,n) -Matrizen $A, B \neq \mathbf{0}$ mit $AB = \mathbf{0}$.

Was lässt sich dann über die Determinanten von A und B sagen?

A. Eine der beiden Determinanten muss Null sein.

B. Beide Determinanten müssen Null sein.

C. Ohne Kenntnis von A und B ist keine Aussage möglich.

D. Das weiß ich nicht.

Überblick wichtiger Merkmale von PI Fragen

Zusammenfassend sollte bei PI-Fragen, die selbst entwickelt werden oder die aus einer anderen Quelle übernommen werden, auf folgende Kriterien geachtet werden:

Abb. 9: Tipps für die Erstellung von PI-Fragen in der Mathematik

- Verständnisorientiertheit und kognitive Aktivierung
- Mittlerer Schwierigkeitsgrad (herausfordernd, jedoch nicht über- oder unterfordernd)
- Anpassung der PI-Frage an Wissenstand/Vorkenntnisse der Studierenden
- Gute Distraktoren
 - typische Fehler oder Fehlvorstellungen von Studierenden
 - unauffällige Formulierung und Aufbau
 - Diskussionspotenzial
- Kurze, klar formulierte Fragestellungen, ggf. Mehrfachantworten
- Beschränkung auf ein Konzept pro Frage
- Nach Möglichkeit grafische Darstellung des mathematischen Problems

Evaluationsergebnisse und Fazit

Um zu überprüfen, ob die angestrebten Ziele der Einführung von PI auch erreicht werden konnten, wurden mündliche und schriftliche Rückmeldungen von Studierenden sowie Dozierenden herangezogen und ausgewertet. Exemplarisch sollen hier einige der Ergebnisse vorgestellt werden:

Aus der Evaluation der Ingenieurmathematik-Lehrveranstaltung im ersten Semester an der Hochschule München geht hervor, dass die Studierenden mehrheitlich (63 % der 57 befragten Studierenden) die Methode als „sehr nützlich“ einstufen.

Dies spiegelt sich auch in den Aussagen der Studierenden zur Beteiligung an PI wider: 80 % geben an, „immer“ an PI teilgenommen zu haben; weitere 11 % haben dies nach eigener Angabe „manchmal“ oder „meistens“ getan.

Auf die Frage, was die Studierenden an der Methode schätzen bzw. warum sie ihnen nützlich erscheint, nennen die Studierenden vorwiegend das Feedback und die Rückmeldung zum eigenen Lernstand. Sie argumentieren weiterhin, dass der Einsatz von Peer Instruction das Verständnis mathematischer Themen unterstützt und ihnen hilft, das eigene Wissen zu reflektieren. Aus den Ergebnissen lässt sich auch ablesen, dass die Diskussion mit anderen Studierenden als fruchtbar wahrgenommen wird und die Fragen für eine willkommene Abwechslung und Auflockerung sorgen. Als positive Argumente geben die Studierenden außerdem an, dass alle aufgefordert sind mitzuarbeiten und dass sie sich stärker an der Lehrveranstaltung beteiligt fühlen.

Eher kritisch merken die Studierenden beim Einsatz der Methode den Zeitfaktor an („Es kostet viel Zeit“). Aus Evaluationsergebnissen der Mathematikveranstaltungen der OTH Amberg-Weiden geht ergänzend hervor, dass auch das Schwierigkeitsniveau der Fragen zu Problemen führen kann. Teilweise empfanden Studierende PI-Fragen als „zu schwer“ oder „zu unklar“ formuliert, was bei ihnen einen Motivationsverlust nach sich ziehen kann (vgl. Tipps für die Erstellung von PI-Fragen in diesem Beitrag, Abb. 9).

Verglichen mit den zahlreichen positiven Rückmeldungen sind diese Aussagen aber eher in der Minderheit. Auf die Frage „Wenn Sie die Wahl hätten, für welche Lehrveranstaltungsform würden Sie sich entscheiden?“ sprechen sich 93 % der befragten Studierenden (n = 57) an der Hochschule München für eine Lehrveranstaltung mit Peer Instruction aus im Vergleich zu einer solchen ohne PI (2 %). 5 % der Befragten machten hierzu keine Angaben.

Aus Sicht der Dozierenden ist durch den Einsatz von PI bei den Studierenden eine größere Freude am Lernen erkennbar, was wiederum den eigenen Spaß an der Lehre erhöht. Hinzu kommt der als wertvoll eingeschätzte Einblick in die Denkweise der Studierenden. Von einer Lehrperson wird als weiterer Vorteil angeführt, dass man einzelne Themen mithilfe von PI effektiver durcharbeiten kann.

Abb. 10: Einschätzung der Nützlichkeit von PI aus Sicht der Studierenden in Prozent (n = 57) (Evaluationsergebnisse aus der Ingenieurmathematik im ersten Semester an der HS München)



Abb. 11: Beteiligung an PI in Prozent aus Sicht der Studierenden (n = 57) (Evaluationsergebnisse aus der Ingenieurmathematik im ersten Semester an der HS München)

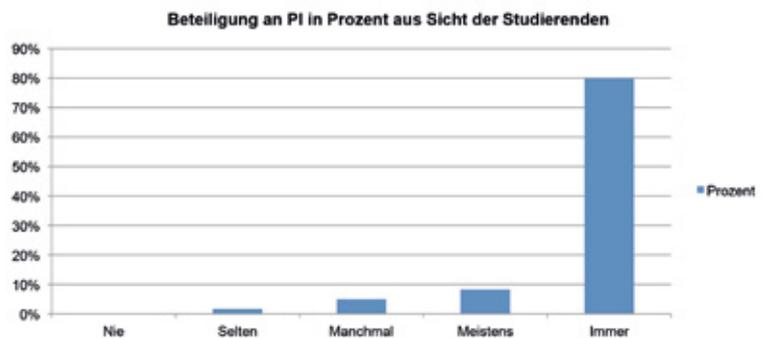


Abb. 12: Präferenz der Studierenden für oder gegen eine Lehrveranstaltung mit PI (n = 57) (Evaluationsergebnisse aus der Ingenieurmathematik im ersten Semester an der HS München)



Beim Einsatz von PI-Fragen ist den Lehrenden auch bewusst geworden, wie schwierig das Ändern von Fehlvorstellungen sein kann und dass dies nicht immer gelingt. So berichtete eine Lehrperson, dass einige Fragen, die zu Wiederholungszwecken erneut eingesetzt worden waren, zum Teil im Durchschnitt schlechter beantwortet wurden als bei der ersten Durchführung. Hierzu muss angemerkt werden, dass Peer Instruction eine wertvolle Methode darstellt, um Fehlvorstellungen aufzudecken und anzugehen; deren Ausräumen gelingt jedoch nur, wenn sie nicht zu fest verankert sind. Das Beseitigen von Fehlkonzepen ist jedoch ein langwieriger Prozess, für den der Einsatz von Peer Instruction nicht ausreicht.

Die Dozierenden schätzen bei dieser Methode auch den geringen Aufwand beim Einsatz: Es bedarf keiner größeren Neukonzeption der Lehrveranstaltung, um die Methode zu nutzen. Die PI-Fragen können einfach in den häufig schon bestehenden Vortrag integriert werden. Einzig der Zeitaufwand für die Durchführung der

Methode in der Präsenzzeit (etwa 10 bis 15 Minuten pro Frage) sowie das Erstellen und Auswählen geeigneter PI-Fragen muss mitberücksichtigt werden. Letzteres hat einige Tücken, wie in diesem Beitrag beschrieben wird: Es bedarf großer Sorgfalt bei der Auswahl der Distraktoren sowie der Darstellung und Formulierung der Fragen. Auch wenn man sich auf bestehende Fragen aus Büchern oder Internetquellen bezieht, sollten diese sorgfältig und hinsichtlich der hier beschriebenen Kriterien geprüft werden, bevor sie zum Einsatz kommen.

Insgesamt zeichnen die Erfahrungen an den beiden Hochschulen sowie die Rückmeldungen der Studierenden ein sehr positives Bild von dem Einsatz von Peer Instruction in der Ingenieurmathematik. Die Methode wird nach Angaben der Dozierenden weiterhin einen festen Platz in der Lehrveranstaltung behalten.

Literatur

Keller, U., Meissner, B. und Fleischer, J. (2016). Die Methoden des Projekts HD MINT. In diesem Band, S. 10–16.

Nissler, A., Fleischer, J., Benedikt, A. und Reinhardt, S. (2016). Lehrberatung im Projekt HD MINT – der Prozess und seine standortspezifischen Facetten. In diesem Band, S. 17–29.

Nissler, A., Hank, B., Kämper, A., Gertis, J., Riedl, L. und Brunnhuber, M. (2016). Aktivierende Hochschuldidaktik aus Sicht der Studierenden. In diesem Band, S. 152–171.

Fallbeispiele zur Umsetzung



4 Jahre JiTT (Just-in-Time Teaching) an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf: Zwei Praxisbeispiele

J. Ewald; C. Brand; H. Dölling, V. Orsic Muthig; M. Serbu
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

■ Abstract

Im Rahmen des HD-MINT-Projektes wurden an der HSWT insgesamt 7 Lehrveranstaltungen mit der Lehrmethode JiTT umgesetzt. Die ersten JiTT-Kurse starteten im Sommersemester 2013 und wurden in den folgenden Semestern kontinuierlich mit der Lehrmethode weitergeführt.

Generell war JiTT unter den anderen im HD-MINT Projekt unterstützten Methoden eine der Beliebtesten. Die Lehrenden zeigten sich sehr interessiert, Präsenzlehre mit E-Learning-Konzepten zu Blended-Learning Szenarien zu kombinieren. Durch die Unterstützung des HD-MINT-Projektes konnte dieser Prozess der Umgestaltung von klassischen Frontalvorlesungen zu JiTT-Lehrformaten strukturiert geplant und umgesetzt werden. Die JiTT-Veranstaltungen wurden mit der Lernplattform Moodle gestaltet und durchgeführt. Im Artikel werden zwei der an der HSWT umgesetzten JiTT-Kurse aus der Sicht der Lehrenden vorgestellt: Allgemeine Botanik von Professor Jörg Ewald und Software Engineering von Dr. Claudia Brand.

Die Umsetzung von JiTT an der HSWT

Bei den an der HSWT umgesetzten JiTT-Kursen ist das Fächerspektrum sehr umfangreich: Es wurden die Kurse Allgemeine Zoologie, Wildtierökologie, Waldgesellschaften, Physikalisch-technische Grundlagen sowie Kommunikation und Software Engineering mit JiTT gestaltet. Die Struktur, der Umsetzungsgrad und der Ablauf dieser genannten JiTT-Kurse ist sehr unterschiedlich und hängt sowohl von den jeweiligen Rahmenbedingungen der Lehrveranstaltungen als auch von den individuellen Lernzielen der Lehrenden ab. Allgemein haben sich alle Kurse im Verlauf der Semester weiterentwickelt. Es wurden kontinuierlich Fragen ausgewechselt, die Feedbackinstrumente erneuert und der Ablaufplan angepasst.

Der JiTT-Kurs Allgemeine Botanik im Bachelor Forst- ingenieurwesen der HSWT

Biologisches Grundwissen ist ein Pfeiler in der akademischen Ausbildung von Landnutzern. Dass Forstingenieure in der Lage sein müssen, Bäume und andere Waldpflanzen zu erkennen und ihre Reaktionen auf Umweltbedingungen einzuschätzen, leuchtet unmittelbar ein. So formuliert der Studienplan für Weihenstephaner Forstingenieure folgende Kompetenzziele des Moduls „Biologische Grundlagen“:

- biologische Strukturen und Prozesse auf unterschiedlichen Maßstabsebenen verstehen
- Anpassungen an die Umwelt erkennen
- biologische Argumentationen prüfen, abwägen und formulieren
- Wechselbeziehungen zwischen Morphologie, Physiologie und Ökologie verstehen
- Konsequenzen von Ressourcenmangel und Stress auf das Baumwachstum einschätzen
- Entstehung und Bedeutung genetischer Variabilität verstehen

Das hört sich alles plausibel und vernünftig an. Nur – müsste man nicht eigentlich Biologie studieren, um diese Ziele zu erreichen? Die Studienanfänger an einer HAW kommen mit extrem unterschiedlichen Schulabschlüssen und Motivationen: Vom gelernten Forstwirt ohne Abitur, über den Absolventen einer Fachoberschule für Sozialwesen bis hin zum Abiturienten mit Biologie-Leistungskurs ist alles vertreten. Für viele sind die naturwissenschaftlichen Grundlagenmodule die größte Hürde ihres Studiums.

Als ich 2001 auf das Lehrgebiet Botanik berufen wurde, war ich zunächst froh, das didaktische Konzept meines Vorgängers, Gründungsvater der Fakultät Wald und Forstwirtschaft und wie ich einziger Biologe im Kollegium, übernehmen zu können. In der Aufbauphase programmierte ich einen Satz von animierten Vorlesungen. Rückblickend war das PPT-Kino sehr hilfreich für die Struktur der Lehrveranstaltung, für die Aktivierung der Studierenden

Abb. 1: Verständnisfrage aus der JiTT-Runde „Sekundäre Sprossachse“;
Bild: Ohser (2003)

Das in der Bildergeschichte von E. O. Papen Dargestellte ist biologisch unmöglich; welche Begründungen treffen zu?



Wählen Sie eine oder mehrere Antworten:

- Der Nagel bringt den Baum zum Absterben
- Kinder schrumpfen normalerweise nicht
- Laubbäume wachsen im Winter nicht
- Im ausdifferenzierten Xylem ist Zellstreckung unmöglich
- Ein so junger Baum kann in einem Jahr allenfalls 2-3 cm wachsen
- Verholzte sekundäre Gewebe sind nicht zum Längenwachstum befähigt

dagegen weniger. Also wanderte das Gros der Folien ins Intranet, ich nutzte den Beamer nur noch für wenige wichtige Bilder, erklärte die Zusammenhänge an der Kreidetafel und suchte das seminaristische Gespräch mit meinen rund 120 Hörern. Dafür gab es überwiegend positive („lebhafter Vortragsstil“), vereinzelt kritische („chaotisches Tafelbild“), wenige ablehnende („Lernstoff klarer definieren“) Rückmeldungen. Zu Beginn jedes Semesters schleppte ich einen Stapel Botanik-Lehrbücher in den Hörsaal und versuchte zur selbstständigen Lektüre zu animieren. „Es wäre sehr hilfreich, wenn Sie dieses Thema selbst vertiefen würden.“ – spätestens im Korsett des Bachelors klang das wie ein frommer Wunsch. Trotzdem wollte ich in der Prüfung nicht auf Transfer-Fragen verzichten und musste am Ende des Semesters feststellen, wie wenig hängen geblieben war. Nach zehn Jahren hatte ich mich ganz gut in diesem Zyklus eingerichtet, die Vorbereitungszeit hielt sich in Grenzen, die Vorlesung machte viel Spaß, die Ergebnisse waren ernüchternd.

Die Teilnahme am HD-MINT-Projekt seit 2013 hat diese Alte-Hasen-Routine gründlich aufgemischt. Die Projektmitarbeiterinnen überredeten mich, trotz des abschreckenden Titels, die JiTT- („Just-in-Time Teaching“-) Methode auszuprobieren. Ich sah darin eine Chance, das Selbststudium, insbesondere die Auseinandersetzung mit Fachtexten, zu stärken und die Vorlesung zu Gunsten der Diskussion von Verständnisfragen von der Vermittlung des in der Biologie berüchtigten Faktenwissens zu entlasten. Trotz umfassender Hilfe durch das HD-MINT-Team und den Moodle-Beauftragten meiner Hochschule war es stressig wie im ersten Semester, jede Woche einen passenden Lehrbuchausschnitt zu suchen und Verständnisfragen zu programmieren. Am Ende standen 11 funktionierende JiTT-Runden von „Prinzip der Photosynthese“ bis „Evolution und Fortpflanzungssystem“. Jede Woche wird ein Thema freigeschaltet, die Studierenden lesen 8–10 Druckseiten, beantworten Lese- und Verständnisfragen und geben Feedback über Zeitaufwand und Schwierigkeitsgrad. Am Vorabend der Vorlesung wird die Runde geschlossen, ich sehe mir die Statistik der Ergebnisse und das Feedback an und am folgenden Morgen widmen wir eine von drei Stunden der Besprechung der schwierigsten Fragen. Nach der Runde werden alle Fragen zum freien Üben in den Abschnitt „Prüfungsvorbereitung“ gestellt.

Das Feedback durch die Studierenden war so positiv, dass ich die Methode nun schon im dritten Durchgang beibehalten habe. Die Beteiligung an den Fragerunden ist anhaltend hoch (Abb. 2). Jede Woche nehmen sich 60–100 der 130–140 eingeschriebenen Studierenden ein bis zwei Stunden Zeit, die Vorlesung vorzubereiten. Von fast allen wurde dieser Zeitaufwand als angemessen angesehen. Zahlreiche Studierende kauften sich ohne Aufforderung ein Lehrbuch, mit dessen Texten sie besonders gut zurechtgekommen waren. In der allgemeinen Lehrveranstaltungsevaluation wurde die JiTT-Methode unter „Besonders gut fand ich ...“ häufig genannt, nicht wenige Studierende schlugen vor, sie auch in anderen Fächern einzuführen. Im letzten Jahrgang ist der Anteil der sehr guten Leistungen in der Abschlussklausur deutlich angestiegen.

Für mich waren die Ergebnisse der projektbegleitenden Evaluation dagegen ebenso ernüchternd wie lehrreich. Trotz des überzeugenden Verlaufs verminderte die Methode die

allgemeine Zufriedenheit gegenüber konventionellen Veranstaltungen. Trotzdem waren die Didaktiker angetan, weil die Studierenden ihre lernfördernde Wirkung anerkannten („der Geist ist willig, das Fleisch ist schwach“). Enttäuschend ist, dass eine Verminderung der Durchfallquote ausgeblieben ist. Sie mag zum einen die treffen, die nicht aktiv mitarbeiten. Ohne dass ich dies messen kann, vermute ich jedoch, dass sie auch engagierte Studierende trifft, die mit dem Lerntempo und der Komplexität der Themen Schwierigkeiten haben. Gleichwohl wurde mir im persönlichen Gespräch gesagt, die Methode biete gerade für wenig Vorgebildete eine Chance, Rückstände durch Eigenarbeit aufzuholen. Manche brauchen dazu mehr Zeit als das erste Semester und bringen im zweiten Durchgang respektable Leistungen. Ohne Zweifel stellt der Moodle-Kursraum mit Texten und Prüfungsfragen für jene, die sich ohne Vorlesung auf einen Zweit- oder Drittversuch vorbereiten, eine gute Übungsmöglichkeit dar.

Mein Fazit zu HD-MINT und JiTT ist positiv. Es hat meine Arbeit als Dozent bereichert und mir die Möglichkeiten gegeben, klassische Lektüre, seminaristischen Unterricht und E-Learning zusammenzubringen. Dass es mich bewegt hat, kann ich daran messen, wie vielen KollegInnen und Bekannten ich davon erzählt habe. Heute möchte ich die Methode nicht mehr missen und hoffe, dass nach Projektende der technische Support erhalten bleibt.

Software Engineering mit JiTT

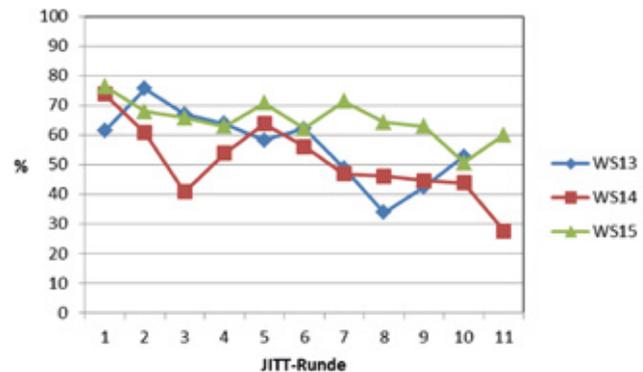
Zum Sommersemester 2013 wurde in der Lehrveranstaltung „Software Engineering“ im Studiengang Bioprocessinformatik an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf mit Unterstützung des Projektes HD-MINT die Methode Just-in-Time Teaching verwendet und auf die Bedürfnisse des Software Engineering zugeschnitten. Dabei handelt es sich um eine Lehrveranstaltung im 4. Fachsemester mit 4 Semesterwochenstunden.

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

Als Lernziel dieser Lehrveranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein,

- Methoden und Werkzeuge der Softwareentwicklung auszuwählen und anzuwenden und
- eigene Problemlösungen eigenständig zu entwickeln

Abb. 2: Entwicklung der Beteiligung an den JiTT-Runden in drei Jahrgängen



Dazu reicht die pure Vermittlung der Theorie nicht aus. Vielmehr muss die Theorie in der Praxis angewandt werden – es müssen Erfahrungen gesammelt werden. Erfahrungen wiederum können am besten dann gesammelt werden, wenn man die Dinge selbst tut. Die Studierenden sollen sich also selbständig mit dem Lernstoff auseinandersetzen. Dies war der Hauptgedanke, der zum Einsatz von JiTT führte.

Dazu musste das Vorlesungsskript in geeignete JiTT-Kapitel unterteilt werden. Zu jedem Kapitel mussten Fragen zum Lernstoff formuliert werden. Über die Online-Lernplattform Moodle wurden den Studierenden dann die JiTT-Kapitel mit zugehörigem Fragenkatalog zur Verfügung gestellt. Das Feedback zu den Fragen sowie zu eventuellen Schwierigkeiten mit dem Lernstoff wurde ebenfalls auf Moodle eingeholt. In den Vorlesungsstunden wurde nicht der Skriptinhalt, sondern das Feedback besprochen. Da die Studierenden sich durch das selbständige Erlesen des Skriptes bereits zuvor mit dem Lernstoff auseinandergesetzt hatten, entstand eine gewinnbringende Diskussion. Somit fand kein pures Vermitteln von Lernstoff statt, sondern ein gezieltes Eingehen auf die Interessen und auf die Schwierigkeiten der Studierenden mit dem Lernstoff.

Die Grundvoraussetzung für die Diskussion im Plenum stellte das Feedback der Studierenden dar: wurde kein Feedback eingereicht, so fand auch keine Diskussion des Lernstoffes statt.

Die Art und Weise des Fragenkatalogs änderte sich im Laufe der Jahre: im ersten Jahr war noch der komplette Fragenkatalog als Moodle-Test eingestellt, die Anzahl der Fragen war von Kapitel zu Kapitel unterschiedlich.

Nach und nach wurde das komplette Skript überarbeitet: jedes Kapitel bekam einen Fragenkatalog, bestehend aus 4 Lesefragen und 4 Verständnisfragen. Dabei ist es bei den Lesefragen möglich, die Fragen zu beantworten, indem man das Skript liest. Die Verständnisfragen gehen über das Gelesene hinaus und verlangen eigene Recherche bzw. das Anwenden des gelesenen Wissens. Im Moodle-Feedback musste dann nur noch angegeben werden, welche Fragen in der Vorlesung behandelt werden sollten, sowie ob Schwierigkeiten mit dem Lernstoff bestanden oder ob auf weitere Themen eingegangen werden sollte. Darüber hinaus wurde zu jeder Frage eine Beurteilung des Schwierigkeitsgrads verlangt. Ergänzt wurde die JiTT-Methode durch ein wöchentliches Praktikum, in welchem der Lernstoff durch praktische Übungen vertieft wurde. Das selbstständige Bearbeiten von Übungsaufgaben wurde durch Testate eingefordert. Um zur Prüfung zugelassen zu werden, mussten 75 % der Testate bearbeitet und eingereicht werden.

Am Beispiel des JiTT-Kapitels zum Thema „UseCase-Diagramme“ werden im Folgenden die einzelnen Bestandteile der Lehrveranstaltung veranschaulicht:

Das Lesematerial führt diese Diagrammart ein.

- Was sind UseCases?
- Wozu benötige ich das Diagramm?
- Welche Notationen stehen mir zur Verfügung?
- Beispiele
- Tipps

Eine beispielhafte Lesefrage zu diesem Thema lautet:

Welche Assoziation in einem UseCase-Diagramm visualisiert, dass ein UseCase A das Verhalten eines anderen UseCase B importiert?

- a. <<include>>-Beziehung
- b. <<extend>>-Beziehung
- c. Gerichtete Assoziation
- d. Generalisierung

Eine beispielhafte Verständnisfrage lautet:

Vergleichen Sie die <<include>>-Beziehung mit der <<extend>>-Beziehung hinsichtlich ihrer Bedeutung und Nutzung!

Im Praktikum wurden gemeinsam UseCase-Diagramme aus (Kunden-)Beschreibungen erstellt.

Das Testat verlangte das eigenständige Erstellen eines UseCase-Diagramms anhand einer Kunden-Beschreibung.

Betrachtet man die Prüfungsergebnisse, so ergibt sich nachfolgende Zusammenfassung aus den letzten drei Jahren (bei 20–25 Studierenden pro Jahr):

- 75 % der Studierenden traten die Prüfung an
- 10 % wurden nicht zugelassen
- 15 % traten nicht an
- Durchschnittsnote: 2,6
- Durchfallquote: 2 %

Zusammenfassende Bewertung

Mehrwert für mich:

Mit JiTT bin ich als Dozentin nicht die alleinige Vortragende, sondern eher eine Mit-Diskutierende. Die Lehrveranstaltung ist aktiver und an den Bedürfnissen der Studierenden orientiert. So diskutiert man auch einmal Themen, die nicht geplant, aber aus dem Zusammenhang heraus sehr interessant sind. Das hilft wiederum, die Lehrveranstaltung weiter zu entwickeln und neue Aspekte zu integrieren.

Größte Herausforderung für mich:

Der Einführungsaufwand ist sehr hoch: Aufteilen des Skripts, Entwerfen der Fragen, Auswerten des Feedbacks. Ohne die Unterstützung des HD-Mint-Teams wäre die Umstellung sehr schwer, wenn nicht gar unmöglich gewesen.

Größte Herausforderung für Studierende:

Die/Der Studierende muss während des Semesters mehr tun als gewohnt und muss sich trauen, Fragen zu stellen bzw. auf Verständnisschwierigkeiten aufmerksam zu machen, was nicht immer leicht fällt.

Die Studierenden profitieren am meisten davon, dass sie am Ende des Semesters optimal für die Prüfung vorbereitet sind, da sie sich mit den Themen bereits aktiv auseinandergesetzt haben. Die Prüfung ist im Grunde nichts anderes als ein großer Fragenkatalog über alle JiTT-Einheiten.

Stimmen der Studierenden aus der Evaluierung:

Gut fand ich ...

„Testate, die abzugeben sind. So ist man gezwungen, sich mit der Thematik zu beschäftigen“

„Testate, um zu überprüfen, was man schon weiß“

„selbständiges Arbeiten, aber auch im Team“

„dass man für jedes Kapitel praxisbezogene Aufgaben bekommen hat.“

Anregen möchte ich ...

„dass JiTT auch in anderen Vorlesungen, z. B. Theoretische Informatik, eingesetzt wird“

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass JiTT eine Methode ist, die sich in verschiedenen Lehrszenarien umsetzen lässt. Unsere Erfahrung innerhalb des HD-MINT-Projektes an der HSWT hat gezeigt, dass JiTT eine umfassende Strukturierung von E-Learning-Angeboten bietet und diese hervorragend mit der Präsenzlehre kombiniert. Wie in den beiden Beiträgen der Lehrenden in diesem Artikel dargestellt wurde, sind die Umsetzungsarten der Methode von Lehrveranstaltung zu Lehrveranstaltung sehr unterschiedlich und hängen stark von den Erwartungen der Lehrenden, den Rahmenbedingungen der Veranstaltungen und der Motivation der Studierenden ab. JiTT ist eine Lehrmethode, die sich an diese unterschiedlichen Bedingungen anpassen kann und sehr gut mit den individuellen Anforderungen der unterschiedlichen Fächer harmoniert.

Unsere Erfahrung hat gezeigt, dass die JiTT-Kurse in der Praxis sehr unterschiedlich verlaufen. Zum einen wechseln die Studierendengruppen von Semester zu Semester und zum anderen entwickeln die Lehrenden ihre Erfahrungen mit JiTT und gehen im Laufe der Semester immer sicherer mit der Methode um.

Besonders attraktiv ist die Lehrmethode für die Lehrenden aufgrund der Flexibilität, die JiTT mit sich bringt und welche es erlaubt, auf die individuellen Bedürfnisse der Studierenden einzugehen, sowie auch den Ablauf an die äußeren Bedingungen immer wieder anzupassen.

Literatur

Ohser, E. (Hrsg.). (2003). Vater und Sohn – Sämtliche Streiche und Abenteuer. Konstanz: Südverlag GmbH.

Heterogene Umsetzung von Just-in-Time Teaching an der Technischen Hochschule Nürnberg GSO – eine kritische Reflexion

J. Fleischer
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

■ Abstract

Neben Peer Instruction stellte Just-in-Time Teaching an der TH Nürnberg GSO das am häufigsten umgesetzte aktivierende Konzept im Rahmen des Projektes HD MINT dar. Insgesamt in sechs Veranstaltungen setzten Lehrende die Methode umfassend ein. Dabei wurden sie vom HD-MINT-Team zwischen einem und sieben Semester lang unterstützt – je nachdem, ob die Lehrperson der Veranstaltung während dieser Zeit wechselte. Der Artikel fasst die wesentlichen Unterschiede dieser Einsatzszenarien zusammen. Er beleuchtet die Elemente, welche sich als förderlich für die Erreichung der gesetzten Ziele erwiesen haben, setzt sich zudem aber auch mit solchen Aspekten auseinander, welche die Umsetzung dieses aktivierenden Konzeptes behinderten. Der Artikel kommt zu dem Schluss, dass Just-in-Time Teaching nicht beliebig an die unterschiedlichen Bedürfnisse verschiedener Lehrpersonen und/oder Veranstaltungen angepasst werden kann, ohne dass darunter die wesentliche Konzeption – und damit die Wirksamkeit – der Methodik leidet.

Die flipped-classroom-Methode Just-in-Time Teaching (JiTT) weist den Studierenden eine aktive Rolle im Lehr-Lern-Prozess zu. Sie legt die Verantwortung für das Lernen in ihre Hände und geht damit mit einem umfassenden Rollenwandel im Vorlesungs- bzw. Seminarraum einher. Der Artikel „Die Methoden des Projekts HD MINT“ (vgl. Keller, Meissner und Fleischer, 2016) stellt die Methode ausführlich vor. Im Vergleich zu traditionell organisierten Lehrveranstaltungen kennzeichnen drei wesentliche Veränderungen die Methode:

- In der **Vorbereitungsphase** werden die Selbstlernzeiten der Studierenden aktiv in das Unterrichtsgeschehen einbezogen und hierfür durch die Lehrperson vorab geplant und strukturiert.
- Die **Präsenzphase** der Lehrveranstaltung dient nicht der Inhaltsvermittlung, sondern der Vertiefung des selbst erarbeiteten Wissens.
- Die **Lehrperson** wird ein **Lern-Coach**, der sich flexibel auf die konkreten Bedingungen des jeweiligen Kurses und der darin sitzenden Studierenden einstellt.

Alle drei Bereiche bergen gewisse Schwierigkeiten sowohl für Lehrpersonen als auch für Studierende – insbesondere wenn sie erstmals mit dieser Methode in Berührung kommen. Im Folgenden illustrieren vier Beispiele die Umsetzung und damit einhergehende Schwierigkeiten an der TH Nürnberg GSO. Dabei stellen die Beispiele 1 und 4 Veranstaltungen vor, bei denen mit JiTT die gesetzten Ziele nicht erreicht werden konnten. Die Beispiele 2 und 3 hingegen veranschaulichen, inwiefern die Methode individuell angepasst werden kann und dennoch ihre Wirksamkeit entfaltet.

Vorbereitungsphase

Die kontinuierliche Einbindung und Planung der Selbstlernzeiten ist mit einer ganzen Reihe von Herausforderungen verknüpft. Methodisch üblich ist es, den Studierenden hier einen inhaltlichen Input (in Form von Texten, Videos o. ä.) zur Verfügung zu stellen und dazu Fragen zu stellen. Seitens der Lehrpersonen muss der Input verschiedenen Anforderungen genügen: Er muss neue Informationen für die Studierenden bereithalten. Dabei muss er für diese weitestgehend verständlich und nachvollziehbar sein. Er sollte insbesondere vom Umfang so geplant werden, dass die Studierenden den gesamten Inhalt in einem angemessenen Zeitrahmen durcharbeiten können. Die Fragen zum Inhalt müssen dann vor allem zwei Ansprüchen genügen:

- Sie müssen auf Verständnis abzielen, und
- möglichst offen formuliert sein.

Nur so ist es der Lehrperson möglich, (systematische) Fehler in den Antworten zu erkennen. Auch der Umfang der Fragen muss innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit zu bewältigen sein.

Auf der Seite der Studierenden ist es in dieser Lernphase wichtig, dass sich eine möglichst große Gruppe der Veranstaltungsteilnehmenden an der Unterrichtsvorbereitung beteiligt. Auch ist der Erfolg der Veranstaltung unmittelbar davon abhängig, dass die Antworten pünktlich bei der Lehrperson abgegeben werden. Für beide beteiligte Gruppen ergibt sich aus der neuen Methode ein erhöhter Vorbereitungsaufwand für die einzelne Veranstaltung.

An der TH Nürnberg GSO äußerten sich diese ungewohnten Veränderungen in ganz konkreten Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Methode. Vor allem zwei Beispiele können diese Probleme der Vorbereitungsphase illustrieren:

Beispiel 1

In einem ersten Kurs verursachte der hohe zeitliche Aufwand sowohl auf Lehrenden- als auch auf Studierendenseite eine Reihe von Unwägbarkeiten, die einer adäquaten Umsetzung von JiTT im Weg standen. Dabei fiel in diesem Beispiel der hohe Vorbereitungsaufwand der Methode mit der grundsätzlichen Neu-Übernahme der Veranstaltung durch die

Lehrperson zusammen. Eine Folge daraus war, dass der Inhalt zur Vorbereitung der nächsten Unterrichtssitzung oft sehr spät – teilweise erst zwei Werkzeuge vor der Veranstaltung – bereitgestellt wurde. Die Studierenden hatten deshalb mitunter weniger Zeit zur Bearbeitung als ursprünglich vorgesehen. In Einzelfällen konnte kein Vorbereitungsinput zur Verfügung gestellt werden, so dass die Präsenzzeit nicht zum Beantworten von Fragen genutzt werden konnte, sondern klassisch als frontaler Vortrag gehalten werden musste.

Als eine weitere Folge aus der beschriebenen Situation fehlte der Lehrperson zudem die Zeit, ausführliche offene Antworten vor den einzelnen Sitzungen zu sichten. Um dieses Zeitproblem zu lösen, wurden vermehrt auf dem Multiple-Choice-Prinzip basierende Aufgaben gestellt, welche durch die Lernmanagementsoftware der Hochschule automatisch ausgewertet wurden. Dadurch war es nur schwer möglich, Verständnisfehler in Bezug auf den Input herauszufiltern. Insbesondere Fehler bei Lösungswegen konnten auf diesem Weg nicht erkannt werden.

Seitens der Teilnehmerinnen und Teilnehmer fiel die JiTT-Veranstaltung in ein sehr arbeitsintensives Semester mit verschiedenen Praktika. Diese Situation veranlasste einen großen Teil der Studierenden dazu, die Vorbereitungsaufgaben nachrangig zu priorisieren – wohl auch, weil diese Vorbereitung keinen (direkten) Einfluss auf die Notengebung in der Veranstaltung hatte.

Alles in allem stellten die dargestellten Faktoren zu viele Hindernisse für einen gewinnbringenden JiTT-Einsatz dar. Entsprechend wurde die Veranstaltung im folgenden Semester unter Einsatz eines traditionellen didaktischen Konzeptes durchgeführt.

Beispiel 2

Auch in einem zweiten Beispiel führte der hohe Zeitaufwand der Methode zu einem angepassten Einsatz von JiTT in der Veranstaltung. Im Gegensatz zum Beispiel 1 wurde die Methode hier nur punktuell eingesetzt, um den Zeitaufwand im Bereich des für die Lehrperson Machbaren zu halten. Dabei wurden im Semesterplan die Themen identifiziert, welche für den Einsatz von JiTT besonders geeignet waren. Hier rückten Themen in den Fokus, die bereits in vorangegangenen Semestern eine deutliche Fehlerquelle in der Abschlussprüfung darstellten. Diese sehr komplexen Themen sollten deshalb besonders intensiv behandelt werden. Gleichzeitig sollten vor allem Schwierigkeiten der Studierenden Beachtung finden.

Es zeigte sich, dass mit einem Einsatz der Methode in wenigen Veranstaltungssitzungen sowohl aus Sicht der Lehrperson als auch aus Sicht der Studierenden der gefühlte Aufwand abnahm. Sowohl die Lehrperson als auch die Studierenden konnten dadurch die Vorbereitung der jeweiligen Sitzungen gut bewältigen. Die Beteiligung der Studierenden war in den Unterrichtsstunden entsprechend hoch.

Präsenzphase

In der an die Vorbereitung anschließenden Präsenzphase wird mit den Ergebnissen der Selbstlernphase weiter gearbeitet. Insbesondere diese enge Verzahnung der beiden Arbeitsphasen kann jedoch zu Schwierigkeiten während der Präsenz führen: Haben nicht genügend Studierende die Vorbereitung abgegeben oder sind keine offenen Fragen an die Lehrperson herangetragen worden, so kann auf die spezifischen Bedürfnisse der Studierenden nicht eingegangen werden. Das Unterrichtsgeschehen muss davon zwar vordergründig nicht eingeschränkt werden – die Lehrperson geht im Stoff weiter, wenn alle offenen Fragen beantwortet sind – jedoch sind Unklarheiten im erwähnten Fall nur theoretisch beseitigt. Durch die fehlende Beteiligung der Studierenden sind sie wahrscheinlich nicht bekannt geworden und kommen so möglicherweise erst bei der Prüfung am Semesterende zum Ausdruck.

Ein weiteres Problem, das während der Präsenzphase auftreten kann, kann an der Gewöhnung an traditionelle Veranstaltungsformen liegen: Durch teilweise jahrelangen Einsatz beispielsweise frontaler Unterrichtsszenarien ist es möglicherweise sowohl für Lehrpersonen als auch für Studierende sehr schwierig, mit dem neuen „umgekehrten Klassenraum“ umzugehen. Dies birgt vor allem die Gefahr, schnell in alte Muster der Inhaltsvermittlung zu verfallen. Die Antwort auf eine Frage der Studierenden kann dann schnell zur Kurzvorlesung ausgedehnt werden. Riskant ist, wenn der Inhalt der Vorbereitungsphase durch die Lehrperson (erneut) vorgetragen wird. Dies tritt vor allem dann auf, wenn nur wenige offene Fragen an die Lehrperson gesendet wurden. Ein solches Vorgehen widerspricht dem Vorgehen bei JiTT, denn es beinhaltet eine Wiederholung, die den Sinn der Vorbereitungsphase in Frage stellt. Auch hier kann ein Beispiel den Umgang mit den beschriebenen Schwierigkeiten illustrieren. Es zeigt vor allem, wie mit geringer Beteiligung der Studierenden bei JiTT didaktisch sinnvoll umgegangen werden kann:

Beispiel 3

In dieser dritten Beispiel-Veranstaltung gelang in der Präsenzphase ein sinnvoller Kompromiss zwischen wenigen Abgaben der Studierenden und einem Festhalten an traditionellen Veranstaltungskonzepten auf der einen Seite, und dem Einsatz von JiTT auf der anderen Seite. In dieser Veranstaltung beteiligten sich die Studierenden mäßig an der Vorbereitung der einzelnen Sitzungen. Dabei beantworteten sie insbesondere geschlossene Fragen. Antworten auf verständnisorientierte, offene Fragen gaben dagegen nur wenige Personen ab. Der Lehrperson gelang es vor diesem Hintergrund dennoch, die eigene Veranstaltung für die Bedürfnisse der Lernenden zu öffnen. Sie erweiterte das Verständnis aus der Vorbereitungsphase vor allem durch den Stoff vertiefende Übungen und Anwendungsbeispiele. Dabei behielt die Lehrperson ein eher klassisches Vorlesungskonzept bei, ging aber wo immer möglich auf die Abgaben der Studierenden ein. So schaffte sie für die Studierenden Möglichkeiten, auch bei nicht (vollständig) eingereichter Vorbereitung, eigene Fragen zu erkennen und in den Unterricht einzubringen.

Die Lehrperson als Lerncoach

Neben der Schwierigkeit, existierende Veranstaltungskonzepte auf die neue Methode JiTT umzustellen, zeigte sich, dass auch der Rollenwechsel einigen Lehrpersonen Probleme bereitet. Ebenso wie bei den bereits existierenden Lehrkonzepten fußt auch dieses Problem auf einem sehr traditionellen Lehrverständnis. Vor allem zwei Aspekte waren hier zusätzlich kompliziert: Zum einen ist es für Lehrpersonen weder selbstverständlich noch einfach, mit der mit JiTT einhergehenden größeren Nähe zu den Studierenden umzugehen. Nicht nur die geringere räumliche Distanz gestaltet sich schwierig, auch die Kommunikation „auf Augenhöhe“ ist hier nicht leicht. Zum anderen ändert sich das Selbstverständnis der Lehrenden mit dem Einsatz von JiTT: Sind sie in traditionellen Veranstaltungen noch die wichtigste Instanz für neue Inhalte, so konkurrieren sie durch die neue Methode scheinbar mit Fachbüchern und/oder gut vorbereiteten Studierenden. In der Konsequenz der dargestellten Probleme verzichteten einige Dozierende auf den notwendigen Rollenwechsel, was die JiTT-Einführung schwierig bis unmöglich macht. Gelegentlich wird der Rollenwechsel der Lehrperson auch insofern erschwert, als dass diese die entsprechende Veranstaltung bereits nach einem Semester wieder abgeben müssen. So kann keine Vertrautheit mit der neuen Situation entstehen. Auch diese Schwierigkeiten sollen exemplarisch an einem Beispiel der TH Nürnberg GSO illustriert werden:

Beispiel 4

In diesem Kurs wurden umfassende Materialien und ausführliche Fragen über die hochschulweite Lernmanagement-Plattform bereitgestellt. Eine ausreichende Zahl Studierender war bereit, die Materialien zu nutzen und die offenen Fragen zu beantworten. In den Präsenzphasen selbst bestand dann jedoch eine große Distanz zwischen Lehrperson und Studierenden, die sich darin äußerte, dass offene Fragen nicht angesprochen oder diskutiert wurden, sondern eine „klassische“ Vorlesung gehalten wurde. Dieses Vorgehen führte dazu, dass auch die Beteiligung an den Vorbereitungsaufgaben abnahm. Diese wurden von den Studierenden bald als optionales Zusatzangebot behandelt und entsprechend nur noch von wenigen Studierenden genutzt.

Fazit

Ziel des vorliegenden Beitrages war es herauszuarbeiten, welche Fallstricke die Methode JiTT im Lehralltag bereit hält und inwiefern Anpassungen der Methode sinnvoll sein können oder nicht. Zu diesem Zweck wurden die wesentlichen an der TH Nürnberg GSO beobachteten Wandlungsprozesse, welche mit der Methode verbunden sind, anhand von vier Beispielen herausgearbeitet.

Insgesamt zeigt der Beitrag, dass die Methode JiTT einer intensiven Vorbereitung Bedarf, sowohl im Hinblick auf die eingesetzten Materialien, als auch im Hinblick auf die Veränderung des Rollenverständnisses. Eine spontane Einführung ist aufgrund des hohen didaktischen Anspruchs und des großen zeitlichen Aufwandes nicht sinnvoll. Auch braucht die Methode eine sehr sorgfältige didaktische Begleitung, um die Rollenwechsel der Studierenden und der Lehrperson zu unterstützen. Anpassungsfähig ist das Verfahren vor allem insofern, als nicht gleich alle Veranstaltungssitzungen eines Semesters auf einmal umgestaltet werden müssen: Zur Gewöhnung ist es unter Umständen sinnvoll, zunächst nur einzelne Sitzungen zu verändern.

Literatur

Keller, U., Meissner, B. und Fleischer, J. (2016). Die Methoden des Projekts HD MINT. In diesem Band, S. 10–16.

Einführung von Peer Instruction in der Ingenieurvorlesung „Mathematik 3 – Systemtheorie“

J. Wesp, F. Kerber
Hochschule Augsburg

■ Abstract

Der Artikel befasst sich mit der Einführung der Methode Peer Instruction (PI) in der Vorlesung Mathematik 3 – Systemtheorie an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Augsburg in den Studiengängen Elektrotechnik und Mechatronik. Um das didaktische Konzept systematisch umsetzen zu können, arbeiteten das wissenschaftlich beratende Team HD MINT und der Dozent semesterübergreifend zusammen: Die Beratungsphase umfasste die Methodenauswahl und Konzeption von Fragestellungen, die im darauffolgenden Semester während des laufenden Vorlesungsbetriebes eingesetzt und ausgewertet wurden. In diesem Artikel werden insbesondere die Stärken und Schwächen näher beleuchtet, die dabei zutage traten.

Die Vorlesung Mathematik 3 – Systemtheorie (kurz Systemtheorie) ist an der Hochschule Augsburg fester Bestandteil der Ausbildung zum Bachelor of Engineering in den Studiengängen Elektrotechnik und Mechatronik. Im Studiengang Elektrotechnik ist Systemtheorie ein Pflichtfach im dritten Fachsemester, während Studierende im Fach Mechatronik das Fach freiwillig belegen können. Aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Studiengängen wird die Vorlesung Systemtheorie im jährlichen Turnus gehalten, wobei durchschnittlich jeweils 80 Studierende an der Vorlesung teilnehmen. Der Lehrumfang beträgt dabei 2 SWS, die Veranstaltung ist mit 3 Credits in der Prüfungsordnung veranschlagt.

Inhalt der Vorlesung Systemtheorie

Wie der Name bereits suggeriert, lässt sich der Inhalt der Vorlesung als eine Fortsetzung der Mathematik-Vorlesungen aus den ersten beiden Fachsemestern auffassen. Die Schwerpunkte liegen im Bereich der Funktionaltransformationen, dabei hauptsächlich in der Fourier-Analyse sowie der Laplace-Transformation. Hierbei werden anhand praktischer Beispiele aus der Elektrotechnik zunächst Fourierreihen zur Auswertung periodischer Signale behandelt, danach die Fourier-Transformation zur Frequenzanalyse allgemeiner Signale wiederholt und deren Relevanz bei systemtheoretischen Fragestellungen, insbesondere für

die in der Ingenieurpraxis relevante Analyse linearer zeitinvarianter Systeme, erläutert. Abschließend wird die Laplace-Transformation, die in Vertiefungsfächern wie der Regelungstechnik große Bedeutung hat, am Beispiel elementarer Übertragungssysteme und konkret für die Analyse von Einschaltvorgängen in elektrischen Netzwerken eingeführt. Als Lehr- und Lernhilfen stehen den Studierenden neben einem ausführlichen Skript Übungsaufgaben zur Verfügung, deren Lösungen in zusätzlichen Tutorien sowie für ausgewählte Aufgaben innerhalb der Vorlesung besprochen werden.

Beratungsphase

Bereits ein Semester vor der geplanten Durchführung im Vorlesungsbetrieb begann die Beratungsphase. Diese bestand aus drei Terminen, die nachfolgend beschrieben werden. An der ersten Sitzung nahm neben dem Fachwissenschaftler auch die Pädagogin teil, um den Dozenten über potentielle Methoden zu unterrichten und bereits vorab den Umfang möglicher Unterstützung durch das Didaktikteam HD-MINT abzuklären. Ferner konnte dabei bereits auf den notwendigen zeitlichen Mehraufwand eingegangen werden, welchen der Einsatz einer Methode mit sich bringt. Zudem wurde der Dozierende gebeten, bis zum zweiten Termin eine kompetenzorientierte Lernziel-Matrix zu erstellen (vgl. Tab. 1). Der damit einhergehende zeitliche Aufwand – der Dozent benötigte dafür nach eigenen Auskünften 16 Stunden – beim Einsatz der Methode wurde hierbei bereits deutlich und erfordert deshalb seitens der Unterstützer überzeugende Argumente, welche Vorteile sich aus der detaillierten Beschreibung ziehen lassen. Neben der didaktischen Konzeption von Vorlesung, Übung und Prüfung lässt sich durch die Lernziel-Matrix die zu verwendende Lehrmethode besser identifizieren.

Im Mittelpunkt des zweiten Gesprächs in der Vorbereitungsphase stand die erstellte Lernziel-Matrix. Diese wurde – abermals in der Dreierunde aus Pädagogin und Fachwissenschaftler – ausgiebig diskutiert, wobei bereits die ersten Methoden aufgrund der Vorstellungen des Dozenten ausgeschlossen werden konnten. Vor dem abschließenden dritten Zusammentreffen wurden nochmals sämtliche Gesichtspunkte aus den vorangegangenen Unterhaltungen zusammengetragen und in der Zweiergruppe aus Fachwissenschaftler und Pädagogin reflektiert. Dabei erfolgte auch eine konkrete Auswahl der Methode. In diesem Fall fiel die Wahl auf Peer Instruction. Diese Methode eignet sich insbesondere für die Identifizierung von Fehlkonzepten und Missverständnissen und macht diese durch unmittelbares Feedback deutlich. Da die Matrix schwerpunktmäßig komplexere Lernziele wie die Analyse und Anwendung von Methoden beinhaltet, steigt das Risiko, dass Fehlkonzeptionen zu Kompetenzdefiziten bei Studierenden führen. Die Auswertung ehemaliger Klausuraufgaben lieferte zahlreiche Anhaltspunkte dafür, zum Beispiel bei der Anwendung des Dirac-Impulses und bei der Nutzung von Linearitätseigenschaften für die Berechnung von Systemantworten. Im Idealfall kommt es somit zu einer besseren Übereinstimmung von Lehrinhalten, Lernzielen und Lernstand der Studierenden im Sinne des Constructive Alignment (Biggs & Tang, 2011).

Tab. 1: Lernzielmatrix für Vorlesung Systemtheorie (Auszug)

Einheit	Thema	Lernziele
1. Vorlesung	Darstellungsformen harmonischer Signale	Harmonische Signale in unterschiedlichen Darstellungsformen (reine Sinus- oder Cosinusschwingung, komplexe Darstellung, Zeiger) beschreiben können
2. Vorlesung	Kennlinien und dynamische Systeme	Merkmale statischer und dynamischer Systeme unterscheiden können
3. Vorlesung	Testsignale	Eigenschaften und Definitionen impulsförmiger Signale kennen, Testsignale formelmäßig beschreiben, analysieren und zur Beschreibung nicht-stetiger Signale anwenden können
4. Vorlesung	Dirac-Impuls	Eigenschaften des Dirac-Impulses kennen und als Testsignal anwenden können
5. + 6. Vorlesung (2 Termine)	Fourierreihen	Fourierkoeffizienten und Fourierreihen berechnen sowie Koeffizienten- und Signaleigenschaften kennen und anwenden können, Begriffe Spektrum und Harmonische definieren können
7. + 8. Vorlesung (2 Termine)	Fouriertransformation	Fouriertransformierte und inverse Fouriertransformierte berechnen können, Eigenschaften der Fouriertransformation anwenden können, Zusammenhang zwischen Fourierkoeffizienten und Fouriertransformierten herstellen können, Abtastbedingung überprüfen können
9. Vorlesung	LTI-Systeme	Eigenschaften von LTI Systemen (Linearität, Zeitinvarianz, Kausalität) kennen und für gegebene Systeme prüfen können Systemantworten für spezielle Testsignale (Impuls, Sprung, harmonische Anregung) und allgemeine Signale (Faltung) bestimmen können
10. Vorlesung	Filter	Kontinuierliche Filtertypen im Frequenzbereich zuordnen können
11. + 12. Vorlesung (2 Termine)	Laplace-Transformation	Laplace-transformierte und inverse Laplace-transformierte berechnen können, Eigenschaften der Laplace-Transformation anwenden können
13. + 14. Vorlesung (2 Termine)	Einschaltvorgänge	Lineare elektrische Netzwerke im Zeit- und Frequenzbereich modellieren können, Anfangsbedingungen für Einschaltvorgänge bestimmen können, Partialbruchzerlegungen und Rücktransformationen berechnen können

Das finale Gespräch in der Vorbereitung beinhaltete die Präsentation der in Betracht gezogenen Methode und deren Vor- und Nachteile hinsichtlich der Verwendung im Vorlesungsbetrieb, des Zeitaufwands und der Fragenerstellung. Zudem wurden anhand des Vorlesungsskriptes diejenigen Kapitel ausgewählt, die für die Verwendung der Methode Peer Instruction von Bedeutung sind bzw. sich für die Methode am besten eignen. Diese Auswahl wurde zum einen aufgrund der Erfahrungen des Dozenten, aber auch anhand alter Klausuren getroffen, die dem Fachwissenschaftler vorlagen.

Umsetzung in der Vorlesung

Jeweils zwei Wochen vor der geplanten Vorlesungsveranstaltung, in der Peer Instruction zum Einsatz kommen sollte, wurde zwischen dem Fachwissenschaftler und dem Dozenten ein Termin vereinbart. Hierbei wurden die Vorschläge für mögliche Peer-Instruction-Fragen diskutiert. Die Fragen wurden hierzu vom Fachwissenschaftler ausgearbeitet und ggf. durch rege Rücksprache mit dem Dozenten weiter verbessert.

Bei der Betreuung dieser Vorlesung kam entgegen, dass aufgrund der sehr begrenzten zeitlichen Möglichkeiten von 2 SWS lediglich gewisse Themengebiete mit Peer Instruction abgedeckt wurden. Folglich konnte auch noch während des Semesters ausgiebig Zeit für die Erstellung der Fragen investiert werden.

Da die Fragenstellung als iterativer Prozess zu verstehen ist, wurden nach einer Vorlesung die Sitzungsdaten in dem eingesetzten System Turning-Point der Firma Turning Technologies gespeichert und im Anschluss daran ausgewertet. Diese Auswertung geschah zum einen im direkten Gespräch mit dem Dozenten, aber auch alleine durch den Fachwissenschaftler. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden dann in den weiteren Verlauf der Fragenerstellung einbezogen und die bereits gestellten Fragen unter diesen neugewonnenen Gesichtspunkten überarbeitet.

Hinweise für die Erstellung von PI-Fragen und weitere Beispiele

Die Auswertung alter Klausuraufgaben sowie die Erfahrungen im Lehrbetrieb ergaben, dass einzelne Lernziele in der Vergangenheit nur mit Einschränkungen erreicht wurden. Die PI-Fragen wurden deshalb dahingehend konzipiert, Missverständnisse zu vermeiden und direkt auf Kompetenzlücken aufmerksam zu machen. Im Nachfolgenden werden einzelne Beispielfragen mit Auswertung präsentiert.

Das erste Beispiel entspricht in der Fragestellung einer alten Klausuraufgabe. Als Antwortmöglichkeiten wurden mehrfach auftretende Falschantworten aus Klausuren ausgewählt. Entsprechend der Lernzielmatrix sollte damit das Verständnis abgeprüft werden, elementare Signale (Einheiten 3 und 4 zu Delta-, Signum- und Rechtecksignalen) formelmäßig

definieren und auf die Beschreibung von beliebigen stückweise definierten Signalen anwenden zu können (Abb. 1).

Die richtige Antwort konnten dabei lediglich 45 % der Studierenden nach der Peer Discussion herausfinden. Der restliche Teil lag bei seinem Lösungsvorschlag erneut nicht richtig.

Obwohl diese Aufgabe direkt aus dem Kurzaufgabenteil der Klausur Systemtheorie entnommen wurde, scheint sie aufgrund des hohen Rechenaufwands zu umfangreich und somit für die Verwendung als PI-Frage ungeeignet zu sein.

Die Aufgabe wurde in Folge durch die unten aufgeführte Aufgabe ersetzt, in der das zu beschreibende Signal lediglich aus zwei elementaren Grundfunktionen zusammengesetzt werden kann (Abb. 2).

Diese Aufgabe überprüft dieselben Lernziele wie die Aufgabe zuvor und ist aufgrund der Anschaulichkeit der Lösung besser als PI-Aufgabe geeignet. Zudem kann anhand dieser Fragestellung auch aufgezeigt werden, dass die Beschreibungsform in der Regel nicht eindeutig ist und somit mehrere korrekte Antwortmöglichkeiten zulässig sind, in diesem Fall C und E.

Die nachfolgende Frage stellt ein Musterbeispiel für eine PI-Frage dar. Sie behandelt das Themengebiet des Abtasttheorems von Shannon, vgl. Einheit 7 und 8 der Lernzielmatrix (Abb. 3).

Abb. 1: Beispiel einer Klausuraufgabe als Verwendung für die PI (links: Fragestellung; rechts: Ergebnis der zweiten Abstimmung)

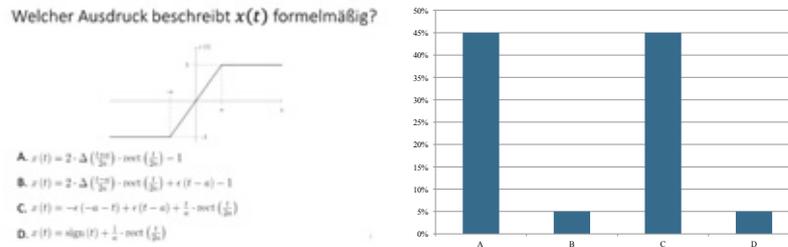


Abb. 2: Anpassung der Fragen an PI

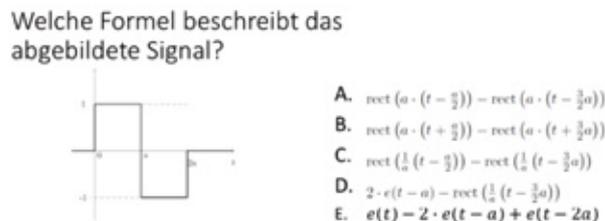


Abb. 3: Musterbeispiel einer PI-Frage (links: Fragestellung; mittig: Ergebnis der ersten Abstimmung; rechts: Ergebnis der zweiten Abstimmung)

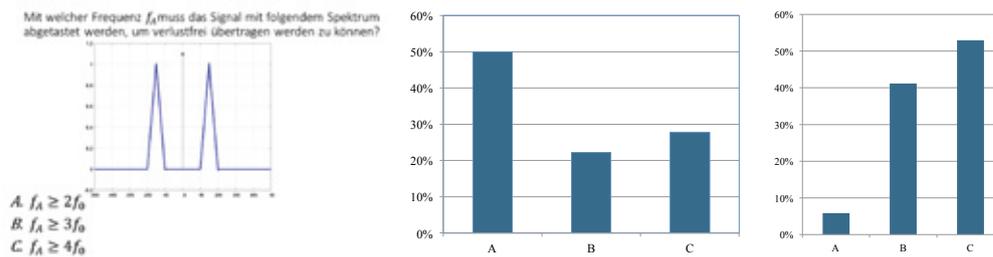


Abb. 4: Feststellung von Schwierigkeiten der Studierenden
(links: Fragestellung; mittig: Ergebnis nach der ersten Abstimmung;
rechts: Ergebnis nach der Peer Discussion)

Wie lässt sich der Ausdruck $x(t) = t^2 \cdot \delta(t - 2t_0)$ vereinfachen?

- A. $x(t) = (2t_0)^2$
- B. Gar nicht
- C. $x(t) = (t - 2t_0)^2 \cdot \delta(t - 2t_0)$
- D. $x(t) = (2t_0)^2 \cdot \delta(t - 2t_0)$

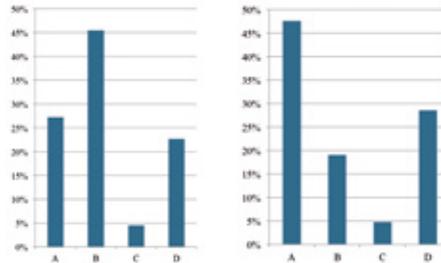
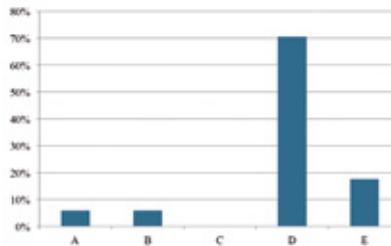


Abb. 5: Beispiel für einen durchdrungenen Themenkomplex
(links: Fragestellung; rechts: Ergebnis der ersten Abstimmung)

Welche Aussagen über die Fourierkoeffizienten des Signals $x(t)$ sind zutreffend?



- A. Die reellen Koeffizienten β_k sind Null
- B. Es treten keine geradzahigen Harmonischen auf
- C. Der Gleichanteil C_0 ist Null
- D. Alle drei Aussagen treffen zu
- E. A und B treffen zu



Bei der Abstimmung wählten zwar einige Studierende die Antwort A, was darauf schließen lässt, dass sie lediglich die Formel des Shannon-Theorems kennen, diese aber nicht am Beispiel anwenden können. Jedoch entschieden sich bereits bei der ersten Abstimmung ca. 28 % für die richtige Antwort und nach der Peer-Discussion 53 % für die richtige Lösung des Problems.

Hiermit wurde den Studierenden auch das Gefühl des Verständnisses und eines Lernerfolges bereits während der Vorlesung gegeben. Zudem konnte der Dozent aufgrund der ersten Antwortrunde nochmals auf die Schwierigkeiten des Lernstoffes eingehen.

Da sich die Methode Peer Instruction auch zur Erkennung von Themengebieten eignet, die seitens der Studierenden nicht verstanden wurden bzw. bereits sehr gut erfasst wurden, sind die beiden folgenden Aufgaben exemplarisch aufgeführt.

In der obigen Abbildung 4 ist eine Frage aus dem Themengebiet der Dirac-Impulse aufgeführt. Die richtige Antwort ist D. In der ersten Abstimmungsphase entschieden sich die Studierenden mit ca. 23 % für die richtige Antwort. Jedoch konnten sich diejenigen, die zunächst die richtige Antwort gegeben hatten, in der zweiten Abstimmrunde mit ihrer Meinung nicht durchsetzen und die anderen überzeugen. Nach der Peer Discussion entschieden sich lediglich 29 % für die richtige Antwort. Dies lässt vermuten, dass die richtigen Antworten eher dem Zufall geschuldet waren und sich deshalb nach der Peer Discussion nicht weiter durchsetzen konnten.

Dieses Ergebnis gibt jedoch dem Dozierenden unmittelbar die Rückmeldung, dass die Studierenden mit dem Themenkomplex nicht vertraut sind und dieser weiter vertieft werden muss.

Den umgekehrten Fall demonstriert die unten aufgeführte Aufgabe, in der Symmetrieeigenschaften von Fourier-Koeffizienten abgeprüft werden (Abb. 5).

Diese Frage konnten bereits bei der ersten Abstimmung ca. 71 % der Studierenden richtig beantworten, weshalb auf eine zweite Abstimmungsrunde verzichtet wurde und direkt die Lösung durch die Studierenden erläutert wurde.

Fazit

Die Einführung der Methode Peer Instruction in die Vorlesung Systemtheorie zeigt den Umfang auf, der dabei zusätzlich auf den Dozierenden zukommt. Zumal ist nicht gewährleistet (wie das Negativbeispiel aufzeigt), dass eine zuvor ausgedachte Frage dem Zweck der Verständnisverbesserung im Vorherein zuträglich ist. Deshalb muss der Erstellungsprozess der Fragen als iterativer Prozess verstanden werden, um dem eingangs gestellten Ziel der Auflösung von Fehlvorstellungen gerecht zu werden.

In den meisten Fällen lässt sich jedoch aufgrund des Abstimmungsergebnisses ein Rückschluss auf die Durchdringung eines Themenkomplexes seitens der Studierenden ziehen. Dies ermöglicht dem Dozierenden, unmittelbar auf etwaige Verständnisprobleme einzugehen, oder in der Vorlesung fortzufahren. Zudem lässt sich anhand geeigneter Fragen das Erreichen der zuvor definierten Lernziele überprüfen.

Literatur

Biggs, J., Tang, C. (2011). Teaching for Quality Learning at University, Open University Press, 4. Auflage.

Tutorials in der Elektrotechnik

S. Bach¹, J. Wesp²

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden¹, Hochschule Augsburg²

■ Abstract

Tutorials sind leitfragengelenkte Arbeitsblätter, welche von Studierenden in kleinen Gruppen weitgehend eigenständig bearbeitet werden. Dabei steht das Verständnis grundlegender Begriffe und Modelle im Vordergrund. Im vorliegenden Artikel wird von den Erfahrungen berichtet, die beim Einsatz von Tutorials im Fach Elektrotechnik an den Hochschulen Augsburg und Amberg-Weiden gemacht wurden. Neben Details zur Umsetzung wird dabei auf das Potential der Methode sowie auf organisatorische Schwierigkeiten bei deren Einsatz eingegangen. Damit möchte der Beitrag Lehrenden, die Tutorials im Rahmen eigener Veranstaltungen einsetzen wollen, eine Orientierungshilfe geben.

Ausgangssituation

An den Hochschulen Amberg-Weiden und Augsburg wurden im Rahmen des HD-MINT-Projekts Tutorials jeweils als Ergänzung zu Grundlagenvorlesungen in der Elektrotechnik angeboten. An der OTH Amberg-Weiden richtete sich dieses Angebot an Studienanfänger im Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen. Dort führt die Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik“ (4 SWS, 5 ECTS-Punkte, zwei Semester) in wesentliche Gesetze und Analysemethoden von Gleich- und Wechselstromkreisen ein. In dem interdisziplinär ausgerichteten Studiengang gibt es eine Vielzahl von Studierenden, die nur über geringes technisches Vorwissen verfügen.

An der Hochschule Augsburg wurden Tutorials als Zusatzangebot in den Studiengängen Elektrotechnik und Mechatronik eingesetzt. In diesen stärker technisch geprägten Studiengängen stellt das Fach Elektrotechnik einen größeren Schwerpunkt im Studienverlauf dar. Dementsprechend wird in der einführenden Vorlesung Elektrotechnik 1 (ebenfalls 4 SWS, 5 ECTS-Punkte, ein Semester) zunächst lediglich der Themenkomplex Gleichstromlehre unterrichtet. Die Erstsemester bringen hier sehr unterschiedliche Vorkenntnisse mit: Es gibt zahlreiche Studierende, die bereits über einen Berufsabschluss im technischen Bereich verfügen, aber auch solche mit einem Schulabschluss mit sozialer Ausrichtung.

Trotz der unterschiedlichen Studiengänge an den beiden Standorten bestehen im Zusammenhang mit den Grundlagenveranstaltungen in der Elektrotechnik vergleichbare Probleme. Einige Studierende bringen Fehlvorstellungen zu grundlegenden Begriffen wie Strom,

Spannung und Widerstand mit (vgl. auch Kautz 2010, S. 10) und haben Schwierigkeiten, diese Vorstellungen durch fachlich fundierte und wissenschaftlich tragfähige Konzepte zu ersetzen. Teilweise gibt es Berührungsängste beim Umgang mit elektrischen Schaltungen oder Messgeräten. In den Prüfungen sind letztlich hohe Durchfallquoten zu verzeichnen, die auch Studienabbrüche nach sich ziehen.

Motivation und Details zum Einsatz

Durch den Einsatz von Tutorials wurde versucht, die negativen Auswirkungen der oben aufgeführten Probleme zu reduzieren. An der Hochschule Augsburg verfolgte man insbesondere das Ziel, die Lücke zwischen Unerfahrenen und schon Berufserfahrenen zu verringern.

Als Ergänzung zu konventionellen Rechenaufgaben, etwa zur Analyse elektrischer Netzwerke, setzen die Tutorials einen Schwerpunkt auf das konzeptionelle Verständnis der Lerninhalte. Fehlvorstellungen sollen zum gedanklichen Widerspruch geführt oder in Kleinexperimenten mit der Realität konfrontiert werden. Um zu unterstützen, dass sich die Studierenden die Lösungen der Aufgaben in der Diskussion mit Peers selbst erarbeiten, wird auf Muster- oder Beispiellösungen bewusst verzichtet. Außerdem gibt es bei vielen der häufig offen formulierten Aufgaben (z. B. „Argumentieren Sie ...“, „Diskutieren Sie ...“) ohnehin nicht die eine richtige Antwort (vgl. Kautz 2010, S.11).

Den Tutoren kommt die Aufgabe zu, die Studiengruppen durch kleine Hinweise oder kritisches Nachfragen bei der selbstständigen Bearbeitung der Aufgaben zu unterstützen.

An beiden Hochschulen wurden Tutorials im Rahmen von zusätzlichen, freiwilligen Veranstaltungen eingesetzt. Diese wurden in Augsburg wöchentlich in einem Zeitrahmen von 60 Minuten und in Weiden 14-tägig über jeweils 90 Minuten angeboten. Um eine ausreichende Betreuung zu gewährleisten, wurden Gruppengrößen von nicht mehr als 24 Studierenden angestrebt.

In den Veranstaltungen wurden sowohl klassische Rechenaufgaben als auch konzeptionelle Aufgaben thematisiert. In Augsburg traten die beiden Aufgabentypen meist gemischt innerhalb derselben Veranstaltung auf, in Weiden wurde eher ein Schwerpunkt auf einen der beiden Aspekte gelegt.

Die konzeptionellen Aufgaben orientierten sich dabei an beiden Hochschulen stark an den „Tutorien zur Elektrotechnik“ (Kautz 2010). Fachwissenschaftler der HD-MINT-Teams waren für die Vorbereitung und Auswahl bzw. Erstellung der Tutorials zuständig und erarbeiteten im Austausch mit den Lehrenden ergänzende Rechenaufgaben. Außerdem übernahmen sie zum Teil selbst die Tutorenrolle. In Weiden konnten überwiegend studentische Tutorinnen gewonnen werden, die durch den dortigen HD-MINT-Mitarbeiter betreut wurden.

In den Tutorials spielen zur Überprüfung von Modellen oder theoretischen Vorstellungen einfache, oft qualitative Experimente eine zentrale Rolle. Damit die Studierenden diese Versuche in kleinen Gruppen eigenständig durchführen können, wird eine ausreichende

Tab. 1: Verwendetes Experimentiermaterial

Experimentiermaterial je Arbeitsgruppe (3-4 Studierende)	
OTH Amberg-Weiden	Hochschule Augsburg
<ul style="list-style-type: none"> • drei 1,5 V-Mignonbatterien mit Batteriehalter • 3 Glühlampen (1,5 V; 0,2 A, Sockel E10) mit Fassung • Je 1 Doppelschicht-Kondensator 1 F und 4,7 F • 1 Kippschalter • 1 Digitalmultimeter mit Prüfspitzen • Lüsterklemmen und Verbindungsdrähte • 2 Schraubendreher • 1 Digitalmultimeter mit Prüfspitzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Zwei 4,5 V-Flachbatterien • Krokodilklemmen • Glühlampen (3,8 V, 0,3 A, E10) • Gold-Cap Kondensator 1 F • Schichtwiderstände (12 Ohm, 100 Ohm) • 2 Digitalmultimeter (VC270 von Voltcraft) mit Prüfspitzen

Anzahl von entsprechenden Experimentier-Sets benötigt. Diese bestehen aus verschiedenen elektrischen Bauelementen sowie Messgeräten (s. Abb. 1–4). Das Ziel war, möglichst elementare Bauelemente zu verwenden, die auch Unerfahrenen leicht zugänglich sind¹. Zudem wurde auf kostengünstige Lösungen gesetzt. Tabelle 1 zeigt einen Überblick über die verwendeten Materialien pro Set.

Erfahrungen

Die Erfahrungen, welche an den beiden Hochschulen mit dem Einsatz von Tutorials gemacht wurden, sind vielfältig. Zunächst wurde deutlich, dass die Tutorials eine gewisse Reife der Studierenden erfordern. Schließlich ist die Bereitschaft notwendig, sich auf die zum Teil elementaren Experimente einzulassen und die zugehörigen

Aufgaben weitgehend eigenständig zu bearbeiten. Dies kann gerade in der Auftaktveranstaltung zu Schwierigkeiten führen, wenn dort auch Studierende mit Berufserfahrung teilnehmen. In Augsburg waren für diese Teilnehmenden einige Versuche so trivial, dass sie sich teilweise spöttisch darüber äußerten und damit anderen die Motivation raubten. Deshalb ist gerade zu Beginn darauf zu achten, dass nur interessierte Studierende an den Tutorials teilnehmen. Dazu kann beispielsweise in der Vorlesung die Idee der Tutorials vorgestellt und gegebenenfalls auf eine bestimmte Zielgruppe verwiesen werden.

An beiden Hochschulen führte jedoch eine Mehrzahl der Teilnehmenden die Experimente motiviert durch und nahm diese zum Anlass, erlernte Konzepte anzuwenden und eigene Vorstellungen zu hinterfragen.

Bei einigen Studierenden konnte ein mangelhaftes selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsinhalte ausgemacht werden. Dies wurde zum Beispiel deutlich, wenn sich Teilnehmende statt vor der Veranstaltung erst währenddessen mit den Skripten und dem Stoff aus der Vorlesung

Abb. 1: Experimentierset Weiden



¹ Daher kamen zum Beispiel Verbindungsdrähte anstelle von Steckbrettern zum Einsatz.

auseinandersetzen. Dies trug dazu bei, dass die zur Verfügung stehende Arbeitszeit teilweise nicht ausreichte. Einige Studierende äußerten explizit den Wunsch nach einer „Musterlösung“ zu den Aufgaben. Da dies jedoch, wie oben beschrieben, im Widerspruch zum didaktischen Ansatz der Tutorials steht, sollte dem Anliegen keinesfalls entsprochen und den Studierenden stattdessen der Sinn des Vorgehens erklärt werden.

Die Mischung von konzeptionellen und konventionellen Aufgaben in den Tutorien hat sich an beiden Standorten im Wesentlichen bewährt. Schließlich können die Studierenden auf diese Weise ein und dasselbe Problem sowohl qualitativ als auch rechnerisch untersuchen. Jedoch sollte dabei der zusätzliche zeitliche Aufwand, sowohl bei der Aufgabenerstellung als auch bei der Bearbeitung, nicht unterschätzt werden.

Neben den genannten Erfahrungen sollen einige Aspekte zur urheberrechtsgemäßen Nutzung vorhandener Lernmaterialien nicht unerwähnt bleiben.

Im Rahmen des geltenden Urheberrechts ist es nicht einfach, eine pragmatische und zugleich didaktisch sinnvolle Lösung zur Nutzung der Arbeitsblätter aus den „Tutorien zur Elektrotechnik“ (Kautz 2010) zu finden. Eine Verwendung von Kopien der Arbeitsblätter ist laut Urheberrecht nur zulässig, wenn jeder Studierende diese für sich selbst anfertigt. Das ist aber gerade in den ersten Studiensemestern erfahrungsgemäß nicht realistisch und würde einem reibungslosen Ablauf der Veranstaltungen entgegenstehen. Entweder müssten sich also alle Teilnehmenden ein eigenes Exemplar des Buches kaufen, was nur bei einer intensiven Nutzung der Tutorials durch die jeweiligen Lehrenden verhältnismäßig ist, oder die Hochschule erwirbt selbst in ausreichender Zahl Lehrmaterialien bzw. Lizenzen. Auch dies ist im Rahmen eines Pilotprojektes jedoch nicht in jedem Fall sinnvoll und setzt voraus, dass eine langfristige Nutzung geplant ist. Beide Varianten haben zudem den Nachteil, dass eine Erweiterung der Tutorials mit zusätzlichen Aufgaben und eine inhaltliche Anpassung an die konkrete Lehrveranstaltung erschwert werden.

An der OTH Amberg-Weiden wurden letztlich kleine Teile der „Tutorien zur Elektrotechnik“ den Teilnehmenden auf einem Lernmanagementsystem zugänglich gemacht. Die meisten Studierenden hatten die Materialien in der Veranstaltung dann jedoch nicht in gedruckter Form vorliegen, was den Ablauf behinderte. Einige Materialien wurden selbst erstellt.

In Augsburg wurden alle Materialien selbst erstellt. Dies war mit einem großen zeitlichen Aufwand verbunden, ermöglichte aber eine einfache Nutzung.

Abb. 2: Beispielversuchsaufbau Weiden

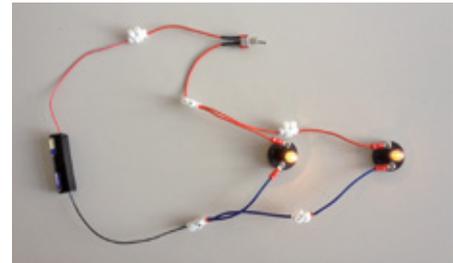


Abb. 3: Experimentierset Augsburg



Abb. 4: Beispielversuchsaufbau Augsburg



Fazit

Das Fazit zum Einsatz der Tutorials fällt gemischt aus. Einerseits gewährleisteten Tutorials ein außerordentlich hohes Maß an Aktivierung und es erfolgt eine intensive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten. Die Resonanz der Studierenden fiel überwiegend positiv aus und einige wünschten ein vergleichbares Angebot auch für andere Veranstaltungen. Die Studierenden schätzten insbesondere die Verbindung von Theorie und Praxis in Form der Messungen an konkreten Schaltungen. Zudem nahmen die Teilnehmenden die für sie oft überraschenden Ergebnisse zum Anlass, weitere, eigene Fragen zu stellen und zu untersuchen.

Andererseits gibt es gewisse organisatorische Hürden, die eine effektive Durchführung der Tutorials und ihre nachhaltige Verankerung im Angebot der jeweiligen Fakultäten erschweren. Insbesondere ist der zeitliche und personelle Aufwand für die Vorbereitung und Durchführung eines solchen Angebots sehr hoch. Falls überhaupt studentische Tutoren gewonnen werden können (in Augsburg gelang dies trotz intensiver Suche nicht), sollten diese geschult und betreut werden. Hinzu kommen die beschriebenen Probleme bei der urheberrechtskonformen Nutzung bereits verfügbarer Materialien.

Die Frage, inwieweit der Einsatz von Tutorials tatsächlich der Beseitigung von Fehlvorstellungen dient und zu besseren Lernleistungen und Prüfungsergebnissen² führt, wurde im Rahmen von HD MINT nicht untersucht. Studien im Rahmen von Physikvorlesungen in den USA zeigen jedoch, dass Tutorials geeignet sind, insbesondere das konzeptuelle Verständnis von Lerninhalten deutlich zu verbessern (Deslauriers, Schelew & Wiemann, 2011; Pollock & Finkelstein, 2008).

Literatur

Deslauriers, L., Schelew, E. und Wiemann, C. (2011). Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. *Science*, vol. 332, no. 6031, 862–864.
doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1201783>

Kautz, C. H. (2010). *Tutorien zur Elektrotechnik*. München: Pearson Studium.

Pollock, S. J. und Finkelstein, N. D. (2008). Sustaining educational reforms in introductory physics. *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 4, 010110.
doi: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.010110>

² Bessere Prüfungsergebnisse sind unmittelbar nicht unbedingt zu erwarten. Um den Einfluss der Tutorials in den Prüfungen aufzuzeigen, wären diese zunächst im Sinne des Constructive Alignment anzupassen und ein stärkerer Schwerpunkt auf verständnisorientierte Aufgaben zu setzen. Damit könnte zudem die Akzeptanz der Tutorials seitens der Studierenden erhöht werden.

JiTt und PI im stürmischen Physikalltag: Warum, wie, weshalb? Ein Erlebnisbericht aus Sicht der Dozierenden.

E. Junker, C. Schäfle, S. Stanzel
Hochschule Rosenheim

■ Abstract

Wir sind begeisterte JiTTler. Nach mehr als drei Jahren JiTT (Just-In-Time Teaching) und PI (Peer Instruction) in sechs verschiedenen Physik- oder Bauphysik-Anfängervorlesungen wollen wir Ihnen unsere praktischen Erfahrungen vorstellen, die Sie als KollegInnen einladen und ermutigen könnten, sich auch auf dieses Experiment in Ihrer Grundlagenlehrveranstaltung einzulassen. Dabei ist JiTT die Basis und PI eine wesentliche Ergänzung für den Unterrichtsablauf. Die Methoden JiTT und PI sind in diesem Heft (vgl. Keller, Meissner und Fleischer, 2016) kurz erklärt mit entsprechenden Verweisen auf Literaturangaben, Details zu den Methoden finden sich auf der Seite des Projekts (HD MINT, 2016) und unsere Art der Umsetzung im zweiten Abschnitt.

Wie sind wir vorgegangen? Wir haben unsere Lehrveranstaltungen als „didaktisches Labor“ betrachtet und verschiedene Methoden mit Varianten getestet. Bei der einen Lehrveranstaltung (LV) wurde der seminaristische Unterricht gleich als Ganzes auf die neue Methode umgestellt, während bei den anderen LVen JiTT und PI sukzessive eingeführt wurden. Über Studentenumfragen (Fragebogen im Rahmen der Evaluation und über Sonderfragebögen) sowie durch Einzelinterviews wurde Feedback eingeholt und der Unterricht angepasst. Der Konzept-Test über Mechanik „Force Concept Inventory“ (FCI; Hestenes et al. 1992) dient als Instrument, um das Vorwissen der Studierenden und ihren Lernfortschritt zu messen. Er wird seit 2013 jedes Semester durchgeführt.

1. Warum JiTT?

1.1 Grundprinzip und Hauptargumente

Das zentrale Element des JiTT ist, dass sich Studierende bereits vor der Lehrveranstaltung mit dem Thema beschäftigen, Fragen und Aufgaben bearbeiten müssen und selbst Fragen stellen sollen. Es wird dabei nicht erwartet, dass die Studierenden durch die eigene

Vorbereitung das Thema vollständig durchdrungen haben, sondern dass sie in einer ersten Auseinandersetzung mit dem Stoff bereits Verknüpfungen zu Bekanntem entwickeln konnten, um anschließend in der Lehrveranstaltung aus einer gewissen Fachkenntnis heraus Fragen stellen und mit dem Dozierenden und den „peers“ diskutieren zu können. Dies kann zu einem tieferen Verständnis der Zusammenhänge führen. Den Dozierenden hilft die Methodik, nichtverstandene Themen zu identifizieren, die häufig an anderer Stelle als erwartet liegen.

Vorteile:

- Einfache Inhalte und Definitionen können im Unterricht vorausgesetzt werden.
- Die Studierenden wissen, was sie lernen sollen, d. h. die Lernziele sind klar kommuniziert.
- Die Lehrenden erhalten vor dem Unterricht Informationen über Verständnisschwierigkeiten der Studierenden.
- Die Zeit in der Lehrveranstaltung kann effektiver verwendet werden zur Klärung schwieriger Zusammenhänge.

Das Lernen findet kontinuierlich während des ganzen Semesters statt.

Im Sinne des Einforderns einer Vorbereitungszeit vor der Lehrveranstaltung ist JiTT eine Variante des „Inverted Classroom“ oder „Flipped Classroom“, mit dem wesentlichen Merkmal, dass der Dozierende vor der eigentlichen Unterrichtsstunde eine Rückmeldung über die Verständnisprobleme der Studierenden erhält und seine Lehrveranstaltung aufgrund dieser Erkenntnisse entsprechend gestaltet

1.2 Weitere Argumente aus Didaktik und Gehirnforschung

Dilemma der Lehre – heterogene Gruppen

Man kann klassischen Unterricht didaktisch unter dem Stichwort „Belehrungsdidaktik“ sehen (Zimmermann und Junker, 2016): die Dozierenden suchen den Stoff aus, ohne im Detail die Vorkenntnisse der Studierenden samt deren Streuung zu kennen. Bei homogenen Gruppen mit ähnlichem Vorwissen kann dies recht gut funktionieren.

Das physikalisch-mathematische Vorwissen ist jedoch, auch bedingt durch den politischen Willen, den Hochschulzugang für größere Bevölkerungsgruppen zu öffnen, in den letzten Jahren deutlich heterogener und im Gesamtschnitt auch schlechter geworden (s. Abb. 3 und auch Henry-Huthmacher und Hofmann, 2016). Die klassische Belehrungsdidaktik stößt hier insbesondere im Studienanfängerbereich an ihre Grenzen und wird ineffizienter. Das Dilemma in der Lehre an Fachhochschulen ist heute die Tatsache, dass viele Studierende auf dem Weg zum Ziel an ganz unterschiedlichen Stellen stehen (Abb. 1).

JiTT und PI fallen in die Kategorie der „Ermöglichungsdidaktik“ (Zimmermann und Junker 2016). Den Studierenden wird die Möglichkeit geboten, sich vorab mit den Inhalten zu beschäftigen. Der Vorteil ist, dass Studierende dort „abgeholt“ werden können, wo sie mit ihrem Vorwissen und ihren Lernmöglichkeiten stehen. Die Schwächeren können erkennen,

wo Vorwissen fehlt und können dies nachholen, während diejenigen mit größeren Vorkenntnissen schneller voranschreiten. Die Studierenden lernen auch, was Studieren eigentlich bedeutet, nämlich „sich bemühen“ und wie sie sich durch Lesen von Fachbüchern Wissen selbst erarbeiten können. Aufgrund des individuell möglichen Lerntempos sind diese Methoden für heterogene Studierendengruppen ein Vorteil.

Neurodidaktik

Die Neurodidaktik kennt das Prinzip „wer hat dem wird gegeben“ (Hille, 2007; Spitzer, 2008). Wer schon Vorwissen, d. h. „Andockplätze“ für Wissen hat, kann viel leichter weitere Verknüpfungen aufbauen und neues Wissen aufnehmen. Diese „Andockplätze“ können durch JITT im Vorfeld der Lehrveranstaltung aufgebaut werden.

Durch die Methode PI (Mazur, 1997) kann erreicht werden, dass die Studierenden miteinander über die Inhalte reden. Sie lernen sich in der Fachsprache auszudrücken, können an ihr gegenseitiges Vorwissen andocken und dieses gemeinsam – u. U. mit Unterstützung des Dozierenden – erweitern. PI-Clickerfragen sind auch als Tool für Wiederholungen geeignet, sie geben den Studierenden ein direktes Feedback über ihren aktuellen Wissensstand.

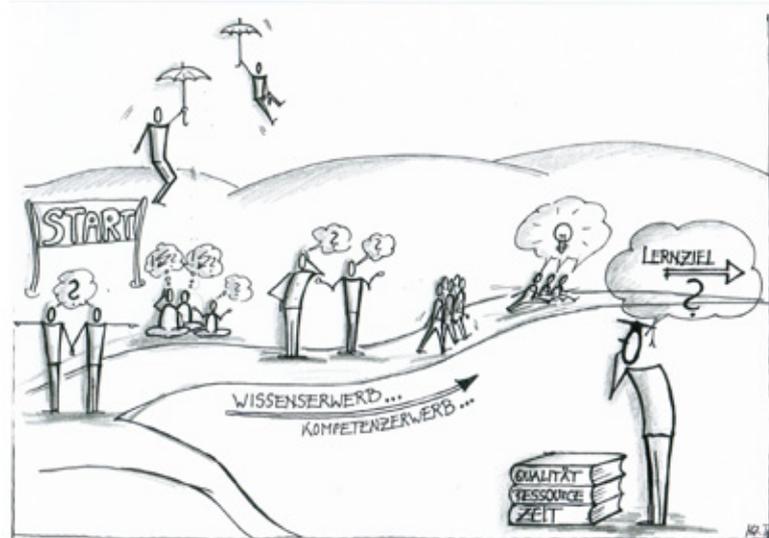
Definition der Lernziele

Durch das Erstellen von JITT- und Clickerfragen und das Heraussuchen der Lesetexte werden Dozierende von selbst an die Frage herangeführt, was genau die Lernziele sind und ob die Art des Unterrichts und die Prüfung zu den Lernzielen passt („Constructive Alignment“).

Aufteilung der Verantwortlichkeiten – Haltung der Dozierenden

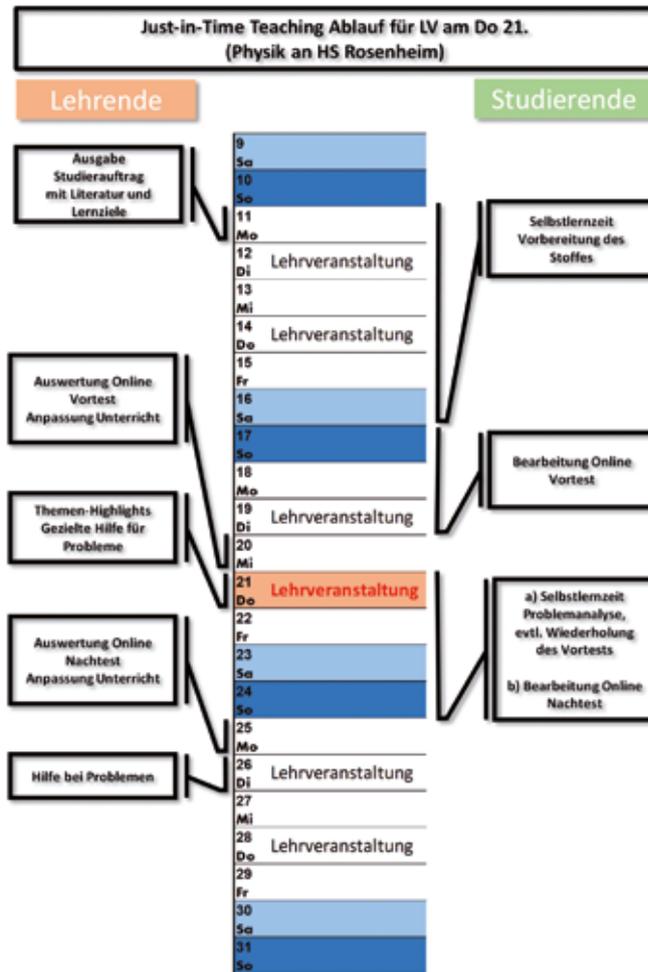
Die Studierenden erfahren frühzeitig durch die JITT-Methode, dass sie selbst für den Lernprozess verantwortlich sind und selbst lernen müssen. Wichtig ist dabei die Haltung der Dozierenden: sie können die Studierenden dabei unterstützen, den Rahmen und die Inhalte

Abb. 1:



Ein Dozierender beobachtet die unterschiedlichen Positionen der Studierenden auf dem Weg zum Ziel in den Anfangssemestern: Während einige hochmotivierte Studierende mit sehr guten Vorkenntnissen schnell voranschreiten, fallen andere zurück oder bleiben gar rätselnd auf der Stelle stehen und diskutieren orientierungslos den Weg. Wieder andere fragen sich noch, ob sie überhaupt den für sie richtigen Studiengang ausgewählt haben, während andere z. B. ohne wirkliches Interesse nur aufgrund des persönlichen Umfelds das Studium begonnen haben und in der Tat noch nicht „gelandet“ sind (Grafik aus Zimmermann und Junker, 2016).

Abb. 2:



Ablaufplan für eine JiTT-Stunde, die beispielsweise an einem Donnerstag, dem 21. eines Monats in der Lehrveranstaltung stattfindet mit Vor- und Nachbereitungen. Im Beispiel handelt es sich um eine LV mit 4 SWS. Falls man jede Woche JiTT-Stunden macht, überlappen sich diese Ablaufschemata zeitlich versetzt.

zur Verfügung stellen sowie Rückmeldung geben. Ihre Aufgabe ist es u. a. zu erkennen und zu erforschen, wo genau die Verständnisschwierigkeiten und „Fehlkonzepte“ („misconceptions“) liegen, damit sie Fragen und Aufgaben stellen können, die diesen entgegenwirken. Günstig ist, wenn Studierende einen Prozess gedanklicher Vorstellungen durchlaufen, der in der Literatur mit den Stichworten „elicit – confront – resolve“ beschrieben wird (Mc Dermott, 1991). So gesehen ist JiTT/PI nicht eine „Methode“ sondern eine „Lehr-Haltung“ oder „Lehr-Philosophie“ (Simkins und Maier, 2010).

2. Wie funktioniert JiTT bei uns?

Hier möchten wir das „Kochrezept“ für unseren neuen Unterricht skizzieren, Varianten sind natürlich möglich. Nutzen Sie Ihre Lehrveranstaltung als didaktisches Labor und experimentieren Sie! Zum zeitlichen Ablaufplan s. Abb. 2. Eine JiTT-Einheit besteht dabei aus (D = Dozierender, S = Studierende, LV = Lehrveranstaltung):

- (D) Ausgabe Studierauftrag:** Literaturangaben und Lernziele z. B. für das Kapitel „Hydrodynamik“ der LV mit Bekanntgabe des Termins für den dazugehörigen Online-Vortest.
- (S) Selbstlernzeit der Studierenden:** Die Zeit bis zum Start des Online-Vortests sollten die Studierenden zur Vorbereitung des Stoffes nutzen. Hier wird nicht erwartet, dass der Stoff vollständig verstanden wird, aber Definitionen und Grundprinzipien bieten wichtige „Andockstellen“ zur weiteren Durchdringung der Inhalte.
- (S) Bearbeitung des Online-Vortests zum Studierauftrag in Moodle.** Hier wird der „Durchdringungsgrad“ des Stoffes gemessen. Je nach Lernziel gibt es unterschiedliche Fragearten: Lesefragen, Fragen nach Grundprinzipien, Verständnisfragen, kleinere Rechnungen; und als letztes sollen die Studierenden selbst eine Freitextfrage über

Unverstandenes zum Stoff stellen. Es wird ein Zeitraum festgelegt, wann der Test offen zur Abgabe ist (z. B. von Fr. 08 Uhr bis Di. 21 Uhr für die LV am Donnerstag, evtl. Bearbeitungszeitbeschränkung auf z. B. eine Stunde). **Bonussystem:** Wir greifen auf Erfahrungen aus anderen Hochschulen zurück (Riegler, 2014): JiTT-Tests ohne Bonuspunkte haben eine Teilnahmequote von ca. 45 %. Diese kann durch ein Bonussystem auf über 90 % Teilnahmequote erhöht werden, wenn Bonuspunkte für die Prüfung gegeben werden. Bei uns variiert der Bonus zwischen 3 % und 15 % der Maximalpunktzahl der Prüfung (rechtlich korrekt in der Studien- und Prüfungsordnung als „mid-term“ tests angekündigt).

4. **(D) Auswertung der Ergebnisse des Onlinetests als Vorbereitungsgrundlage zur Lehrveranstaltung.** Der Dozierende schaut sich die Ergebnisse des Online-Tests an und kann dabei erkennen, welche Themen Verständnisschwierigkeiten bereiten. Er kann PI-Clickerfragen erstellen, um den Studierenden Fehlkonzepte bewusst zu machen und abbauen zu helfen. Es gibt eine statistische Auswertung der Antworten in Moodle, die die Vorbereitung der Lehrveranstaltung erleichtert. Moodle bietet die Option, direkt aus der Software heraus den Studierenden per E-Mail eine Antwort zu ihren Freitextfragen zu schicken.

5. **(D) Die Lehrveranstaltung nach dem Online-Test**

Die Vorbereitung der LV: Hier geht es um das Zusammenstellen der Lehrveranstaltung, die nicht auf einem Vortrag beruht, der das Thema von Anfang bis Ende abdeckt. Das ist auch nicht notwendig, denn viele Details zum Faktenwissen haben die Studierenden bereits gelesen. Stattdessen wird die Zeit dafür verwendet, auf Basis der Rückmeldungen im Test das Allerwichtigste nochmal zu besprechen, Verständnisschwierigkeiten aufzuheben und die aufgetretenen Fragen als Diskussionsgrundlage zu verwenden sowie durch PI-Einheiten die Themen zu vertiefen, die sich im Online-Test als schwierig herausgestellt haben.

Die Durchführung der LV: Durch verschiedene Variationen haben wir festgestellt, dass unsere Studierenden einen roten Faden durch den Stoff benötigen, der sich auch in einem Aufschrieb und in einer Struktur der Lehrveranstaltung niederschlägt. Das heißt, die Lehrveranstaltung wird nicht, wie bei E. Mazur (Mazur, 1997) vorgeschlagen, als reine PI durchgeführt. Es gibt eine nummerierte Kapitelstruktur, es gibt auch Phasen der Erklärung des Dozierenden einschließlich Tafelanschrieb, oder Arbeitsblätter, wo die wichtigsten Punkte des Stoffes hervorgehoben werden. In dieses Gerüst werden die PI-Einheiten und die Besprechung der JiTT-Fragen eingewoben. Das ist individuell je nach Studierendengruppe und Fragen, die aufkommen. Außerdem ermöglicht JiTT, der Bearbeitung von Aufgaben mehr Unterrichtszeit zu widmen als im herkömmlichen Unterricht. Im Sinne von Abschnitt 1.2 könnte man das eine nützliche Kombination von Belehrungs- und Ermöglichungsdidaktik nennen.

Wichtig für den Erfolg und die positive Teilnahme der Studierenden am Unterricht ist, dass die Dozierenden auf die Ergebnisse des Tests eingehen, damit die Studierenden merken, dass gesehen wird, was sie tun, dass sie auch Antworten auf ihre Fragen erhalten und dass ein paar der studentischen Fragen in der Lehrveranstaltung für alle diskutiert werden.

Es empfiehlt sich, keine zu langen Zeiträume zwischen dem Ende des Vortests und der Lehrveranstaltung verstreichen zu lassen (höchstens ca. drei Tage), dann ist der Stoff noch aktuell.

6. **(S) Nacharbeitung der LV.** Vertiefung der Inhalte. Evtl. Wiederholung des Vortests zur Übung als Vorbereitung für den Nachtest.
7. **(S) Bearbeitung des Online-Nachtests (optional angeboten):** In einem Nachtest werden bis zur nächsten LV etwas anspruchsvollere Fragen zum Stoff gestellt, so dass der Studierende eine Rückmeldung bekommt, ob das Thema auf dem geforderten Niveau begriffen wurde.
8. **(D) Auswertung des Nachtests.** Die noch nicht verstandenen Themen werden in der nächsten Lehrveranstaltung aufgegriffen.
9. **Extra Übung mit den Online-Tests (im Hinblick auf die Prüfung).** Die Tests werden nach der Besprechung zur wiederholten Bearbeitung und Übung für die Studierenden wieder freigeschaltet und können beliebig oft durchgeführt werden. Moodle erlaubt auch, Feedback für falsche Antworten einzuprogrammieren, um den Lernenden „auf die Sprünge zu helfen“. Dies wird von Studierenden sehr geschätzt.

3. Weshalb ist JiTT gut?

3.1 Dozierendensicht

Die klassischen Vorteile der didaktischen Methoden JiTT und PI (Details s. Keller, Meissner und Fleischer, 2016 und Abschnitt 1) können wir mit unseren Erfahrungen bestätigen. Dazu haben wir aber noch weitere positive Aspekte festgestellt.

Hohe Beteiligung

Vielleicht der wichtigste Aspekt: Uns als Dozierenden macht der Unterricht einfach mehr Spaß und ist viel lebendiger, denn es beteiligen sich nicht nur die üblichen ca. 2 % Studierenden im Hörsaal sehr aktiv am Unterricht, sondern etwa 35 %. Gefühlt etwa 80 % der Anwesenden sind aufmerksam dabei und damit ernsthaft interessiert, die für sie noch unverständlichen Zusammenhänge zu klären. Der Dozierende weiß vorab, wo die Schwierigkeiten und Fragen der Studierenden liegen, und was sie an diesem Thema interessiert. Als Lehrender lernt man viel durch die Fragen der Studierenden und man muss sich viel genauer und intensiver der Diskussion stellen, da die Studierenden vorbereitet sind. Die Lehrveranstaltung wird deutlich kommunikativer. Man wird sich automatisch viel expliziter klar über die Lernziele, und man hat individuelle Rückmeldemöglichkeiten an die Studierenden. Ziel sollte sein, dass es sich für jeden, der in die Lehrveranstaltung kommt, gelohnt hat.

Heterogenitäten

In den Grundlagenfächern der ersten Semester erleben wir im besonderen Maße die zunehmend ungleichen Voraussetzungen, mit denen Studierende ein Studium beginnen (s. Abschnitt 1.2). So haben bei uns 38 % der Studierenden in Studiengängen der Ingenieurwissenschaften vor Studienbeginn in den letzten beiden Schuljahren keinen Physikunterricht (Abb. 3a). Dies spiegelt sich auch im Mechanik-Eingangstest (FCI) wider, den wir mit diesen Studierendengruppen durchgeführt haben (Abb. 3b). Aufgeschlüsselt nach Hochschulzugangsberechtigung erzielen die Studierenden aus der FOS/BOS Technik die gleiche Punktezahl (13,9) wie die Studierenden im Jahr 2001/02 (Girwidz et al., 2003), als nur FOS/BOS Technik-Absolventen an den Hochschulen für ein Ingenieurstudium zugelassen wurden. Bei den Abiturienten beobachten wir eine breite Streuung, die häufig mit der Anzahl der Physikstunden in der Oberstufe korreliert. Hingegen schneiden 26 % der Studierenden mit den Abschlüssen FOS/BOS Sozial, Wirtschaft und berufsqualifiziert bei diesem Test sehr schlecht ab (nur leicht über der Zufallsquote von ≤ 6 Punkten)

Unsere Erfahrung zeigt, dass wir mit der Methode JiTT diesem Problem recht gut begegnen können. Die Studierenden mit geringen Vorkenntnissen können diese in der für sie passenden Geschwindigkeit aufholen, sofern sie sich entsprechend dahinterklemmen und die Fähigkeiten dazu haben. Auf der anderen Seite werden die Studierenden mit sehr guten Vorkenntnissen nicht demotiviert durch langweiliges Wiederholen des für sie Altbekanntes. Im Gegenteil, ihr Interesse wird häufig durch das Eigenstudium weiter verstärkt.

Abb. 3: Physikvorwissen der Studierenden in fünf unterschiedlichen technischen Studiengängen an der Hochschule Rosenheim zu Beginn des ersten Semesters – drei Jahre akkumuliert (Okt. 2013/2014/2015)

3a) nach Anzahl der wöchentlichen Physikstunden in den letzten beiden Schuljahren

Durchschnittliche wöchentliche Physikstunden der letzten Schuljahre	Anzahl Studierende	%-Anteil
Physik 0 Stunden	588	38 %
Physik 1–2 Stunden	436	28 %
Physik 3–4 Stunden	509	33 %

Physikkenntnisse der Studierenden in fünf unterschiedlichen Studiengängen zu Beginn des ersten Semesters

3b) Physikvorkenntnisse in Abhängigkeit der Art der Hochschulzugangsberechtigung, gemessen mit Mechanik-Konzepttest FCI (Hestenens et al., 1992), maximale Punktezahl ist 30. Dieser Wert kann mit dem einer großangelegten Studie (1125 Teilnehmer) aus dem Jahr 2001/02 verglichen werden. Dort betrug der Durchschnittswert bei Fachhochschulreife (damals nur FOS/BOS Technik!): 13,8 (Girwidz et al., 2003).

Art des Hochschulzugangs	Anzahl Studenten	Prozentsatz der Studenten	Mechanik-Eingangstest (FCI) von max. 30
berufsqualifiziert	93	6 %	9,9
FOS/BOS andere	285	20 %	8,6
FOS/BOS Technik	449	31 %	13,9
Gymnasium	612	43 %	12,2
alle	1439	100 %	11,9

Physikvorkenntnisse der Studierenden in fünf unterschiedlichen Studiengängen

Kompetenzerwerb: Fachliteratur lesen, Fachsprache sprechen und schreiben

Durch die notwendige Vorbereitung des Unterrichts mit Hilfe der angegebenen Literatur werden die Studierenden befähigt, sich Wissen selbstständig aus Fachbüchern anzueignen. Dies sehen wir heutzutage als zusätzliche Qualifikation für angehende IngenieurInnen, denn z. B. aus den Praktikumsvorbereitungen wissen wir, dass die Generationen Y und Z, die zur Zeit studieren, lieber eine Information googeln, als ein Fachbuch benutzen.

Im Unterricht bleibt genügend Zeit, Fragen zu klären, Anwendungsbeispiele zu erläutern und weitere Aufgaben zu rechnen sowie fachlich zu diskutieren. Dies schult das fachliche Kommunikationsvermögen. Eine Untersuchung (Schäfle, 2016) an zwei Gruppen eines geteilten Studiengangs mit zwei unterschiedlichen Unterrichtsstilen (klassischer seminaristischer Unterricht und JiTT/PI) zeigt, dass in der Lehrveranstaltung JiTT mit PI-Fragen deutlich mehr Studierende ihre Antwort richtig begründen und sich in der Fachsprache besser ausdrücken können.

Roter Faden

Aus den Evaluationen konnten wir lernen, dass wir ein besonderes Augenmerk darauf legen sollen, dass die Studierenden den roten Faden behalten oder noch besser, für sich spinnen können. Insbesondere beim Einstieg ins Studium benötigen viele Studierende noch viel Halt und Orientierung. Diese muss durch sehr klare Studienaufträge gegeben werden. Es empfiehlt sich außerdem, im Unterricht den Zusammenhang der verschiedenen Themenblöcke darzustellen und die Einbindung ins „große Ganze“ im Auge zu behalten.

3.2 Studierendensicht

Ein paar Aussagen aus dem schriftlichen und mündlichen Feedback zur JiTT- Methode von unseren Studierenden:

„Bitte geben Sie an, was Sie in Ihrem Lernprozess am meisten unterstützt und begründen Sie warum.“

- „Die Leseaufträge sind gut. **Sonst hätte ich dieses Wochenende nichts gemacht.** So weiß ich, wo wir in der Vorlesung sind.“
- „Die JiTT-Tests helfen definitiv extrem! Zugegebenermaßen sind sie sehr **zeitaufwendig und nervig aber sie zwingen einen am Ball zu bleiben!**“
- „JiTT-Test, auf alle Fälle. Die Tests **zwingen** mich faule Sau dazu, mich mit dem Lerninhalt zu beschäftigen. Daumen hoch!“
- „Man sich in das Thema **bereits eingearbeitet** hat und dadurch leichter in der Vorlesung mit kommt. Darüber hinaus erhält man mit dem JiTT eine kurze **Rückmeldung, ob man es verstanden hat.**“

- „Die JiTT-Tests helfen extrem, weil man **Initiative** ergreifen muss und sich **nicht nur „berieseln“** lassen kann.“
- „JiTT Test, da man quasi **zum Lernen „gezwungen“** wird. Der JiTT Test hilft enorm einen kontinuierlichen Lernfluss aufrecht zu erhalten.“
- „Am meisten haben mich tatsächlich die JiTT- und **Verständnis-Aufgaben** in Moodle unterstützt.“
- „Die JiTT-Tests helfen sehr. Man liest zwar das Buch und das Skript und denkt man hat alles einigermaßen verstanden, doch dann wird einem durch die Tests erst bewusst wie alles wirklich zusammenhängt. Und vor allem was die Schwerpunkte sind.“
- „Die JiTT-Tests, da ich dadurch **Grundverständnis** bekomme, weil durch Vor- und Nachtest die Aufgaben zum Einstieg leichter sind und dann schwerer werden. Dadurch wird man gut ans Thema ran geführt.“
- „JiTT-Tests, weil man dazu aufgefordert wird, sich mit den Themen auseinander zu setzen und meistens etwas Interessantes dabei entdeckt.“
- „**Die Vorlesung nach einem JiTT Vortest** in der der bereits vorbereitete Stoff noch einmal vollständig erklärt wird und somit meistens alle Wissenslücken geschlossen werden.“
- „Die normalen Vorlesungen, sie vertiefen das durch die „JiTT-Methode“ Gelernte und veranschaulichen es durch Versuche und praxisbezogenen Beispiele“

Studentenantworten auf konkrete Fragen zu JiTT: Antwort auf die folgenden Fragen mit „stimme völlig zu“ oder „stimme zu“, d. h. **Top-2-Box (Low-2-Box in Klammern** mit „Stimme eher nicht zu“ und „stimme überhaupt nicht zu“), exemplarisch für Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen, SS 2015, 101 Studierende:

- JiTT-Online-Tests nutze ich als Indikator für meinen persönlichen Lernfortschritt: 62 % (19 %)
- Aufgrund der Online-Lerntests arbeite ich auftretende fachliche Defizite nach: 54 % (19 %)
- Die verwendete Lehrmethode animiert mich zu einer intensiven Auseinandersetzung mit dem jeweiligen fachspezifischen Thema: 70 % (14 %)
- JiTT Bonuspunkte motivieren mich, kontinuierlich mit zu lernen: 78 % (8 %)
- Durch JiTT vertieft sich mein Verständnis für Lehrinhalte besser als in der klassischen seminaristischen „Vorlesung“: 66 % (14 %)
- Durch JiTT fällt es mir vergleichsweise zur klassischen seminaristischen „Vorlesung“ leichter, Querverbindungen zu bereits behandelten Themen der Lehrveranstaltung herzustellen: 49 % (16 %)
- Durch JiTT gehe ich im Vergleich zur klassischen seminaristischen „Vorlesung“ strukturierter und selbständiger an neue Themen heran: 55 % (18 %)

- Durch JiTT arbeite ich im Unterricht im Vergleich zur klassischen seminaristischen „Vorlesung“ motivierter mit: 50 % (16 %).
- Durch JiTT lerne ich Fragen konkret zu formulieren, wenn ich Inhalte nicht verstanden habe: 52 % (14 %)

Wir erlebten auch, dass Studierende, die JiTT aus der Physik-Lehrveranstaltung im ersten Semester kannten, sich enttäuscht zeigten, dass der Unterricht im Wahlfach im höheren Semester bei der gleichen Dozierenden nicht auch als JiTT aufgebaut war.

Eine andere Studierendengruppe beklagte sich, als in einer Lehrveranstaltung die beiden letzten Kapitel als klassischer seminaristischer Unterricht gehalten wurden und noch nicht auf JiTT umgestellt waren. O-Ton: „Jetzt wo wir uns endlich an die JiTTs gewöhnt haben, hören Sie leider auf damit... Schade!“

3.3 Einfluss auf das Können der Studierenden

Unsere Klausurergebnisse zeigen aufgrund der großen Streuung der Vorkenntnisse der Studierenden und der von Semestergruppe zu Semestergruppe stark schwankenden Heterogenität keine signifikanten Veränderungen bezüglich Durchfallraten, Durchschnittsnoten und Verteilungen, seit wir JiTT/PI einsetzen.

Wir haben über drei Jahre hinweg den standardisierten Mechanik-Konzepttest FCI als Eingangstest und am Ende der Lehrveranstaltung als Abschlusstest (Ende Wintersemester oder Ende Sommersemester) eingesetzt, um den Lernfortschritt der Studierenden bezüglich des konzeptionellen Verständnisses der Newtonschen Mechanik zu untersuchen. Aus diesen beiden Tests kann ein sogenannter Gain-Faktor errechnet werden, der nach Hake (Hake, 1998) als Maß für den Lernzuwachs verwendet werden kann. Der Gain setzt den erreichten Punktezugewinn in Relation zu dem maximal möglichen Punktezugewinn und wird wie folgt errechnet:

$$g = \frac{n_{\text{Ende}} - n_{\text{Beginn}}}{n_{\text{ges}} - n_{\text{Beginn}}}, \text{ wobei } n \text{ die Anzahl Punkte jeweils beschreibt.}$$

Hake berichtet von Unterschieden im Gain zwischen traditionellen Lehrveranstaltungen von $0,23 \pm 0,04$ und Lehrveranstaltungen mit aktivierenden Lehrmethoden mit $0,48 \pm 0,14$. Ähnlich große Steigerungen bei aktivierenden Lehrmethoden berichten Girwidz, Kurz und Kautz (Girwidz et al., 2003).

Mittelt man die Daten der HS Rosenheim über alle Lehrveranstaltungen, dann erhält man einen Gain-Faktor von $0,17 \pm 0,07$ für traditionelle Lehre, für die Veranstaltungen mit JiTT/PI ergibt sich ein Gain-Faktor von $0,26 \pm 0,07$.

In Abb. 4 sind die ermittelten Gain-Werte nach Studiengängen und Lehrmethoden aufgeschlüsselt. Aus den Mittelwerten der Gains allein ergibt sich bezüglich der Lehrmethode kein klares Bild. Während es Studiengänge gibt, bei denen der Gain vergleichsweise hoch ist und sich über die drei Jahre noch gesteigert hat (WI, Wirtschaftsingenieurwesen, MB: Maschinenbau), ist der Unterschied in den anderen Studiengängen weniger eindeutig. Einige Daten im Detail:

- Die Studierenden ohne Schulphysik in den letzten beiden Schuljahren bei WI zeigen das schlechteste FCI-Ergebnis. Aber auch sie profitieren von der neuen Lehrmethode (Gain Anstieg von 0,25 auf 0,31 in der Auswertung über drei Jahrgänge).
- Studierende aus FOS/BOS Soziales/Wirtschaft, die Wirtschaftsingenieurwesen studieren, haben die schlechtesten Vorkenntnisse. Der Abstand zu den anderen Semestergruppen bleibt im Abschlusstest in etwa gleich groß. Dies ist erfreulich, da man aus neurodidaktischer Sicht auch erwarten könnte, dass der Lernfortschritt geringer ausfällt als bei den Studierenden mit Vorwissen. JITT/PI bietet offenbar auch schwächeren Studierenden die Chance, den Anschluss zu behalten. Dies fällt bei reinem seminaristischem Unterricht sicher deutlich schwerer, da den schwachen Studierenden die Andockpunkte an den Stoff überhaupt fehlen und sie daher oft noch nicht mal in der Lage sind, eine Frage zu formulieren.

Die Erhebung der Daten aus solchen Tests ist komplex, einzelne Zahlenwerte herauszugreifen möglicherweise irreführend, da mehrere Effekte überlagert sein können. Ein Beispiel: Betrachtet man die Studierendenzahlen beim Eingangs- und beim Abschlusstest, so erkennt man, dass zum Teil nur noch 50 % der Studierenden von Anfang an teilnehmen. Bei beruflich Qualifizierten ist die Schwundrate noch viel höher. Bleiben nur die Besseren und Motivierteren zum Abschlusstest übrig, ergibt sich automatisch ein besserer Mittelwert des Gain, im Vergleich dazu, wenn die Schwächeren (noch) nicht abgebrochen haben.

Außerdem sollte man sehen, dass die Studierenden andere Fähigkeiten erhalten, komplexere Zusammenhänge besser darstellen und erklären können, besseres Grundverständnis für die Inhalte mitbringen (Abschnitt 3.1, Schäfle, 2016).

Abb. 4: Gain-Faktor nach Hake (1998) im FCI-Mechanik-Test für verschiedene Studiengänge an der HS Rosenheim. In den oberen drei Studiengängen fand traditionell seminaristischer Unterricht statt, bei den unteren fünf Studiengängen wurde vermehrt JITT und PI eingesetzt.

Gain nach Hake für FCI						
	Studien- gang	#Sem. Ph	SS 2014	SS 2015	SS 2016	Mittel- werte
traditionell	EIT	1	0,21	0,16	0,27	0,21
	HA	2	0,09		0,09	0,09
	IAB	2	0,25	0,19	0,10	0,18
vermehrt JITT/PI	EGT	2		0,24	0,19	0,22
	HT	2		0,20		0,20
	KT	2	0,23	0,18	0,26	0,22
	MB	1		0,36	0,38	0,37
	WI	2	0,25	0,26	0,34	0,28

Auch wenn das Können der Studierenden in Bezug auf messbare Größen nur wenig gestiegen ist, so rechtfertigen die in Abschnitt 3.1 und 3.2 genannten sehr positiven Erfahrungen in unseren Augen den Mehraufwand für die Methode JiTT/PI selbst dann, wenn sich ein Zuwachs an fachlichem Können (noch?) nicht eindeutig nachweisen lässt.

JiTT unterstützt das kontinuierliche Lernen der Studierenden, da sie durch das Bonussystem auch eine kontinuierliche Bewertung für ihr Studieren erhalten. Dies ist auch laut Heikkinen und Jaako (Heikkinen und Jaako, 2011; Jaako, 2014) der entscheidende Schlüssel zum Studierfolg. Wir teilen allerdings nicht deren Meinung, dass die Abschlussprüfungen am Ende des Vorlesungsmoduls zu Gunsten von mehreren Zwischenprüfungen abgeschafft werden sollten, denn Teilprüfungen alleine verhindern unserer Meinung nach einen guten Gesamtüberblick der Studierenden über das Fachgebiet.

4. Eine gelungene Lehrveranstaltung

4.1 Beispiel-Ablauf

Abb. 5a:

Wie heisst folgende Gleichung und unter welchen Voraussetzungen gilt sie?

$$\dot{V} = const.$$

ID:082DL012 © HS Rosenheim

Abb. 5b:

Auf welchem physikalischen Prinzip beruht die Kontinuitätsgleichung für Strömungen?

ID:082DV002 (c) HS Rosenheim

Wählen Sie eine oder mehrere Antworten:

- Druckgleichgewicht
- Kräftegleichgewicht
- Energieerhaltung
- Massenerhaltung
- Impulserhaltung

Beispiel einer Original-JiTT-Lehrveranstaltung zum Thema „Rohrströmung“ – Ablauf s. Abschnitt 2 und Abb. 2.

zu 1. Ausgabe Studierauftrag und Lernziele

Literatur:

Kuypers, Physik für Ingenieure: Kap. 8.1-3, zusätzlich Hering noch Abb. 2.108

ODER

Hering, Martin Stohrer, Physik für Ingenieure: Kap. 2.12.2, 2.12.2.1 einfach durchlesen; 2.12.2.2.

genauer studieren: insbesondere Kontinuitätsgleichung und Bernoulligleichung, Abb. 2.108 genau verstehen. Anwendung der Bernoulligleichung; Laminare Rohrströmung durchlesen.

Lernziele:

- Kennen der Definitionen folgender Begriffe:
- inkompressible Strömung – (wann ist eine Gasströmung inkompressibel?)
- stationäre Strömung
- Stromlinien

- Stromröhren und Stromfäden
- Volumenstrom
- Physikalisches Prinzip der Kontinuitätsgleichung verstehen und auf Rohrleitungen anwenden können
- Physikalisches Prinzip der Bernoulligleichung für stationäre, inkompressible Rohrströmung verstehen und die Begriffe: statischer Druck, dynamischer Druck, geodätischer Druck und Gesamtdruck auf die Berechnung eines Rohrleitungssystems richtig anwenden können.
- Den durch eine laminare Strömung erzeugten Druckverlust in der Anwendung der Bernoulligleichung berücksichtigen können.

zu 3. Bearbeitung des Online-Vortests zum Studierauftrag in Moodle

Frage 1: Die Lesefrage stellt eine spezifische Frage zum Text. Dadurch wird eingefordert, dass der Studierauftrag auch wirklich gelesen wird und die Antwort nicht nur „gegoogelt“ wird. Falls zwei Werke optional verwendet werden (e-Book und Print), können auch zwei unterschiedliche Fragen hier gestellt werden. Abb. 5a

Frage 2: Fragen zum physikalischen Prinzip
Abb. 5b

Frage 3, 4, 5: Fragen zum Verständnis
Abb. 5c, 5d1, 5d2

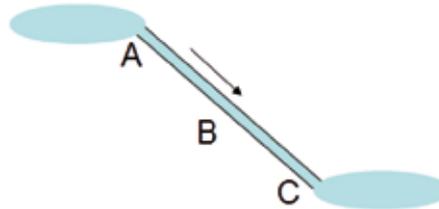
Frage 6: Kleine Rechnungen
Abb. 5e

Frage 7: Die Frage nach der Frage: „Stellen Sie eine Frage zum Leseauftrag“
Abb. 5f

zu 4. Auswertung der Ergebnisse

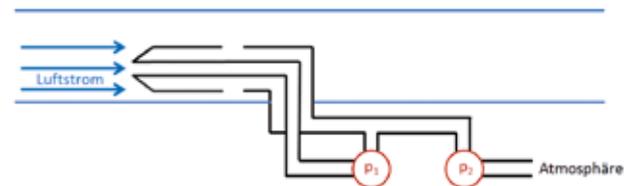
Die Ergebnisse der Onlinetest-Fragen werden angeschaut und es wird herausgelesen, an welcher Stelle Verständnisschwierigkeiten auftraten. Eine große Hilfe sind die studentischen Fragen, die uns eine Rückmeldung geben, wo die Studierenden stehen. Ein Teil der Fragen wird direkt in Moodle beantwortet, das den Studierenden die Antwort als E-Mail schickt. Ein anderer Teil wird aufgegriffen und in der Lehrveranstaltung besprochen.

Abb. 5c:



Wasser strömt mit Reibungsverlust durch ein gefülltes Rohr konstanten Querschnitts vom Stausee ins Tal. In welchem Punkt ist die Strömungsgeschwindigkeit am größten?

Abb. 5d1:



Ein Prandtl-Rohr mit zwei Differenzdruckmessern p_1 und p_2 wird in den Luftstrom in einem Rohr gehalten.

(Hinweis: Die Zeichnung ist nicht maßstabsgerecht: Der Durchmesser des Prandtl-Rohres ist viel kleiner als der Innendurchmesser des Rohrs)

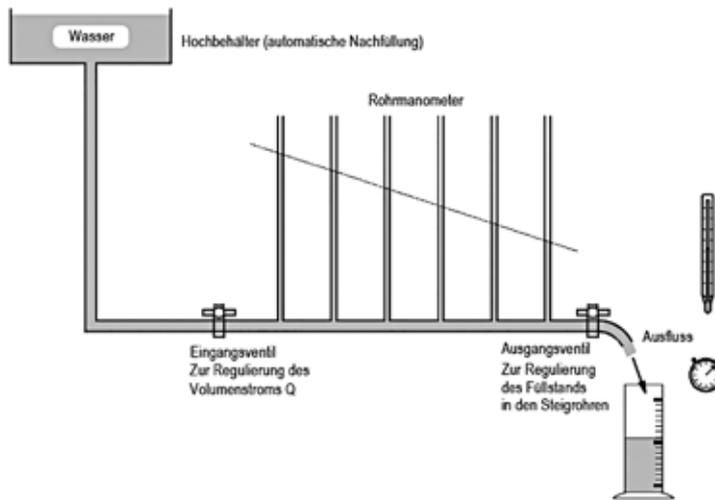
ID:083D/V002 © HS Rosenheim

Welchen Druck zeigt p_2 an?

Welchen Druck zeigt p_1 an?

- Auswählen...
- Den statischen Druck.
- Den dynamischen Druck.
- Den Gesamtdruck.
- Keinen der angegebenen Drücke.
- Den Schwebedruck.
- Den Atmosphärendruck.
- Den geodätischen Druck.

Abb. 5d2:



Im Rohrströmungsversuch des Physikpraktikums (s. Skizze) strömt Wasser durch ein ebenes Rohr mit konstantem Rohrquerschnitt. Die Rohrmanometer zeigen einen entlang der Strömung abfallenden Pegel an.

Kreuzen Sie die richtige/n Antwort/en an.

© 084DV002 © HS Rosenheim

Wählen Sie eine oder mehrere Antworten:

- Der dynamische Druck längs des Rohres nimmt ab.
- Der dynamische Druck bleibt konstant.
- Der dynamische Druck nimmt zu.
- Die Abnahme des Wasserstandes in den Rohrmanometern liegt an der inneren Reibung des Fluids.
- Die Abnahme des Wasserstandes in den Rohrmanometern liegt an der Oberflächenspannung des Wassers (Unterschied zwischen Kohäsions- und Adhäsionskräften).

Abb. 5e:

Die neue Lüftungsanlage im Raum S1.01 der Hochschule kann eine Luftwechsellrate von 4,5 1/h erzeugen, d.h. das gesamte Raumvolumen von 330 m³ wird 4,5 mal pro Stunde ausgewechselt.

Wie groß ist die dann die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in dem Rohr bei einem quadratischem Querschnitt (Kantenlänge 45 cm)?

© 082DV004 © HS Rosenheim

Beispiele studentischer Fragen zu diesem Thema:

- „Ist der statische Druck gleich dem geodätischen Druck: $\rho \cdot g \cdot h$?“
- „In Kuypers 8.2 erster Absatz steht: Wenn ein durch ein Rohr strömendes Fluid durch eine Engstelle kommt, muss der Druck abnehmen, damit die Strömungsgeschwindigkeit zunimmt und die Kontinuität erfüllt ist. In meinen Augen steht das im Widerspruch zu Bernoulli Gleichung (Summe der Drücke ist in jeder Stelle konstant.). Oder ist im Kuypers nicht der Gesamtdruck gemeint, sondern nur einzelne Drücke und im Endeffekt ist der Gesamtdruck trotzdem konstant, wenn man Druckverlust durch Reibung mit einbezieht?“
- „Ich habe die Definition für stationär nicht richtig verstanden, was bedeutet das zeitlich konstant? Und ist eine Strömung, bei der das Rohr eine kurze Engstelle besitzt, in der die Strömungsgeschwindigkeit die kritische Geschwindigkeit überschreitet und die Strömung somit kurzzeitig turbulent ist, trotzdem stationär?“
- „Ich habe nicht genau verstanden was die sogenannte Schubspannung ist.“
- „Wäre super wenn wir die ganzen Begriffe wie statisch, dynamisch, Atmosphären sowie den Gesamtdruck gut erklärt bekommen (Definition und jeweils Formeln dazu).“
- „Bei meiner Gartenteichpumpe ist ein gewölbter Schlauch bzw. Rohr (mit Rillen innen) angeschlossen, und somit hab ich mich gefragt ob da denn keine Reibung entsteht, denn wenn es um eine Kurve geht, prallt die Geschwindigkeit (ist ja tangential) gegen das Schlauchinnere.“

zu 5. Die Lehrveranstaltung nach dem Online-Test

In der Lehrveranstaltung folgt eine seminaristische Kurzpräsentation der wichtigsten Zusammenhänge dieses Kapitels bzw. eine gemeinsame Erarbeitung eines Tafelanschiebs der wichtigsten Zusammenhänge mit Kapitelnummerierungen (roter Faden!). Dabei werden die Fragen der Studierenden, die schlecht gelösten Online-Aufgaben und weitere Beispiele eingeflochten und besprochen. An wichtigen Stellen oder am Ende als Zusammenfassung werden PI-Clicker-Fragen als Vertiefung zum Thema gestellt.

Abb. 5f:

Formulieren Sie mindestens eine Frage zu dem von Ihnen durchgearbeiteten Stoff. Was haben Sie (noch) nicht richtig verstanden? Bitte achten Sie darauf, dass Sie konkrete Fragen formulieren, die schon ein Durchdenken des Stoffes aufzeigen, Beispiele siehe hier in einem Paper von Henderson & Rosenthal ("Reading Questions". J.Coll.Science Teach, 07/2006, p.46-50):

Reading questions

A physics text cannot be read like a cheap novel. Reading it requires active engagement and is best done with pencil in hand. Keep notes of the important ideas and any questions that come to your mind. Make sure you understand all the worked examples, not just their algebraic details but also more importantly the strategy that is used to work them out. At the end of a section of text you will almost certainly have unanswered questions about the material. You are asked to submit one or more of these "reading questions" by e-mail.

Reading questions will be judged on the seriousness of thought that goes into them. A casual reading several minutes before class and an in-depth reading the previous night will result in different kinds of questions. These differences will be reflected in the grading.

0 = nothing turned in
1 = no evidence of significant thought
2 = evidence of significant thought
3 = shows deep and sustained thought

Examples of good and poor questions

Good:

"In figure 5, how can the same electric current go through resistors #1 and #2? Doesn't some of the current get used up in heating resistor #1?"

Poor:

"In figure 5, how can the same electric current go through resistors #1 and #2?"

Good:

"I didn't understand the minus sign in equation 15. The sign should describe the velocity of the ball in figure 12, and because the ball is moving to the right, in the positive x direction, I think the sign should be positive."

Poor:

"I didn't understand the minus sign in equation 15."

(Es geht um Ihre eigenen noch offenen Fragen und Unklarheiten. Bitte hier keine Übungsaufgaben für andere kreieren).

(Sollte wider Erwarten schon alles klar sein: Was haben Sie in diesem Kapitel gelernt (die zwei wichtigsten Lernergebnisse für Sie)?)

zu 7. Nachtest (hier nicht gezeigt)

4.2 Survival-Tipps für die ersten JiTT-Versuche

- JiTT funktioniert gut, wenn es ab dem ersten Semestertag wöchentlich eingesetzt wird. Wir vergeben pro Semester ca. 10 JiTT- Studieraufträge einschließlich Vor- und Nachtests. Wir haben aber dazwischen auch Phasen des klassischen seminaristischen Unterrichts, insbesondere gegen Ende des Semesters, wenn die Studierenden für Prüfungen lernen.
- Setzen Sie JiTT in größerem Umfang am besten nur in einer Lehrveranstaltung ein, die Sie schon mindestens einmal, besser schon mehrere Male, gehalten haben. Eine gewisse Erfahrung über die spezifischen Verständnisschwierigkeiten der Studierenden Ihrerseits in dem betreffenden Lehrgebiet ist sehr empfehlenswert, um sich gute Testfragen ausdenken zu können.
- Ohne die Hilfe eines Mitarbeiters ist JiTT in der ersten Runde aufwändig. Stellen Sie beim ersten Mal nicht gleich die ganze Lehrveranstaltung auf JiTT um, sondern nur drei oder vier Themen. Sie müssen selbst erst Erfahrungen sammeln.
- Im ersten Jahr reichen Vortests zu den Leseaufträgen. Im Laufe der Zeit sind Nachtests zur Absicherung des Gelernten sinnvoll.

- Geschickt ist es, wenn Sie neben Print Literatur auch E-Books einsetzen können. Evtl. macht es sogar Sinn, wirklich nur ein bis zwei Bücher als Hauptliteratur vorzugeben.
- Es hat sich bewährt, im wöchentlichen Abstand einen festen Rhythmus mit gleichbleibenden Terminen zu setzen: also z. B. Online-Test immer von Freitagmorgen bis Dienstagabend.
- Unser Ziel ist es, dass die Studierenden mitmachen und kontinuierlich lernen – sie sollen durch das JiTT nicht „rausgeprüft“ werden. D. h. es sollten möglichst alle die Tests bestehen können, die sich mit dem Thema beschäftigen. Deswegen haben wir eine sehr geringe Hürde (25 bis 30 % um den Test zu bestehen). Die vollen Bonuspunkte bekommt man nur, wenn man fast alle (80–90 %) der Tests bestanden hat.
- Die Studierenden machen fast vollständig mit, wenn sie einen minimalen Bonus dafür in der Klausur bekommen. Erfahrungen aus anderen Hochschulen zeigen, dass ohne Bonussystem die Teilnahmequote viel geringer ist (mit Bonus ca. 80–90 %, ohne Bonus ca. 40–50 %).
- Tauschen Sie sich mit KollegInnen aus oder entwickeln Sie es zusammen. Es macht mehr Spaß und man kommt weiter als alleine.
- Moodle als Plattform hat viele Vorteile und als „Poweruser“ hat man schnell Wünsche für Verbesserungen. Aber wir glauben, dass man dieses Problem mit jeder Lernplattform haben wird. Auf jeden Fall ist Moodle für JiTT in Physik gut geeignet. Wir haben dabei einige Work-Arounds „erfunden“, z. B. beim Umgang mit Einheiten, Toleranzen oder signifikanten Stellen.

5. Zusammenfassung

JiTT in Kombination mit PI sind aktivierende Lehrmethoden, die sich in der Praxis für fünf verschiedene Physikanfängerlehrveranstaltungen an der HS Rosenheim gut bewährt haben. 80 bis 90 % der Studierenden eines Semesters nehmen teil und bereiten sich wöchentlich durch einen Studierauftrag und einen Online-Test auf die Lehrveranstaltung vor. Ein minimales Anreizsystem genügt hierfür. Die Ergebnisse der Online-Tests dienen den Dozierenden als Grundlage für die Vorbereitung der Lehrveranstaltung, da sie daraus die Verständnisschwierigkeiten der Studierenden erfahren und auf diese durch gezielte Aufgaben, Fragen, PI-Fragen und Erklärungen eingehen können.

Neben der erhöhten Beteiligung der Studierenden und mehr Spaß in der Lehrveranstaltung kann die allgegenwärtige Heterogenität der Studierendengruppen durch diese Methode besser abgefangen und ein kontinuierliches Lernen unterstützt werden. Weitere Wirkungen auf das studentische Können sind: Verbesserung der fachspezifischen Kommunikation, genaueres Formulieren und damit auch Durchdenken physikalischer Zusammenhänge, selbständiges Lernen aus Büchern.

Eine signifikante Verbesserung der durchschnittlichen Prüfungsergebnisse konnten wir nicht feststellen, da die Semestergruppen und auch die Klausuraufgaben zu unterschiedlich sind.

Durch einen standardisierten Mechanik-Konzepttest FCI konnte ein im Durchschnitt höherer Lernzuwachs im Vergleich zu Lehrveranstaltungen mit klassischem seminaristischem Unterricht nachgewiesen werden.

Trotz des deutlich erhöhten Aufwandes im Vergleich zu einer traditionellen Lehrveranstaltung freuen wir uns über die vielen Vorteile, die das JiTT uns bietet – insbesondere der viel bessere Bezug zu den Studierenden und dem aktuellen Lernstand.

Das heißt, unsere Kurzantworten auf die Fragen im Titel lauten:

JiTT und PI im stürmischen Physikalltag:

Warum? Die Studierenden kommen vorbereitet in den Unterricht und können an einfache Inhalte mit den Erklärungen der Dozierenden viel besser andocken, weil Sie schon Anknüpfungspunkte haben. Sie lernen nicht nur vor der Prüfung.

Wie? Es ist gar nicht so schwer, man muss einige Grundregeln einhalten und selber experimentieren. Nichts ist in Blei gegossen, viel ist möglich.

Weshalb? Die Studierenden lernen mehr, haben mehr Verständnis der Inhalte, sind weniger auf Reproduktion getrimmt und können selbst besser erklären. Und ach ja: es macht uns viel mehr Spaß.

Danke

Wir bedanken uns besonders bei den HD-MINT MitarbeiterInnen Markus Wittkowski und Manuela Zimmermann sowie bei unserem Physikmitarbeiter Josip Lacković für ihre wertvolle praktische und inhaltliche Unterstützung.

Ein großer Dank geht an unsere Studierenden, die geduldig unsere vielen Tests und Fragebögen ausgefüllt haben und die uns durch ihre Fragen immer weiter lernen lassen!

Literatur

Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32(3), 347–364

Girwidz, R., Kurz, G. und Kautz, C. (2003). Zum Verständnis der newtonschen Mechanik bei Studienanfängern – der Test ‚Force Concept Inventory – FCI‘. In: Nordmeier, V. (Red.): *Didaktik der Physik. Beiträge der Frühjahrstagung der DPG – Augsburg*

Hake, R. 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), 64–74

HD MINT, Projekt Hochschuldidaktik-Department für die MINT-Fächer. Abgerufen am 05.07.2016; www.hd-mint.de

- Heikkinen, E.-P. und Jaako, J: (2011) Continuous Assessment in Process Engineering Education – Two Case Studies. Report A No 48, November 2011, Control Engineering Laboratory, Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu, Finland
- Henry-Huthmacher, C. und Hoffmann, E. (Hrsg.) (2016) Ausbildungsreife und Studierfähigkeit. 2016, Konrad-Adenauer-Stiftung e.V., Sankt Augustin/Berlin; <http://www.kas.de/wf/de/33.44796/>
- Hestenes, D., Wells, M. und Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. The physics teacher, 30(3), 141–158
- Hille, K. (2007). Was haben Neurowissenschaften mit Lernen zu tun? Vortrag beim Fachdidaktik-Arbeitskreis Mathe-Physik der bayerischen Hochschulen am DiZ, Mai 2007
- Jaako, J. (2014). Controlling the didactic relation: a case in process engineering education. European Journal of Engineering Education, 39(4), 448–462
- Keller, U., Meissner, B. und Fleischer, J. (2016). Die Methoden des Projektes HD MINT. In diesem Band, S. 10–16.
- Mazur, E. (1997). Peer instruction: A user's manual. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall
- McDermott, L. C. (1991). Millikan Lecture 1990. What we teach and what is learned – closing the gap. American Journal of Physics, 59(4), 301–315
- Novak, G., Gavrin, A., Christian, W. und Patterson, E. (1999). Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology. Upper Saddle River, NJ: Benjamin Cummings.
- Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften. ZeLL Abgerufen am 05.07.2016 www.ostfalia.de/zell/Innovative_Lehre/JustInTimeTeaching.html
- Riegler, P. (2014). JiTT. Vortrag beim Fachdidaktik-Arbeitskreis Mathe-Physik der bayerischen Hochschulen am DiZ. Mai 2014.
- Simkins, S. und Maier, M. H. (2010). Just-in-time teaching: Across the disciplines, across the academy (1st ed). New pedagogies and practices for teaching in higher education series. Sterling, Va: Stylus Pub.
- Schäfle, C. (2016). Fehlkonzepte der Studierenden in der Hydrodynamik. Vortrag beim Fachdidaktik-Arbeitskreis Mathe-Physik der bayerischen Hochschulen am DiZ. April 2016 – in Kooperation mit C. Kautz.
- Spitzer, M. (2008). Lernen und Gehirn. Vortrag am Forum der Lehre der bayerischen Hochschulen, April 2008, Augsburg.
- Zimmermann, M. und Junker, E. (2016). Kompetenzerwerb der Studierenden – der Spagat zwischen Belehrungs- und Ermöglichungsdidaktik. Ein Erfahrungsbericht Physik bei WI. Fachdidaktik-Arbeitskreis Mathe-Physik der bayerischen Hochschulen am DiZ. April 2016

Angebote für Studierende



Mathematisches Problemlösen nach der Methode von Pólya – Erfahrungen aus einem Workshop für Studierende

L. Riedl, J. Gertis, M. Brunnhuber
Hochschule München

■ Abstract

Studierende der Hochschule München haben oft große Schwierigkeiten bei der systematischen Lösung mathematischer Probleme. Daher wurde ein Angebot eingerichtet, welches die Motivation und die Kompetenz der Studierenden zur Problemlösung fördern soll. In der Veranstaltung erproben die Teilnehmenden Lösungsstrategien und reflektieren ihre eigenen Methoden bei der Bearbeitung von Problemen. Das Angebot orientiert sich an der von Pólya (1949) entwickelten Methode zur Problemlösung, es wurde bereits mehrfach durchgeführt und evaluiert. Sowohl die Selbstwirksamkeit der Studierenden als auch die Freude am Lösen mathematischer Aufgaben werden dadurch gesteigert.

1. Problemlösung im Studium

Die Fähigkeit Probleme zu lösen ist eine Kernkompetenz in der Mathematik, den Natur- und den Ingenieurwissenschaften, die im Studium üblicherweise durch das selbstständige Bearbeiten von Übungsaufgaben erworben wird. Problemlösekompetenz als eigenständiges Lernziel steht dabei selten im Blickpunkt. An der Hochschule München wurde im Rahmen des Projektes HD MINT ein Workshop zum Thema Problemlösestrategien für Studierende angeboten (vgl. Riedl & Lermer 2016). Der Konzeption und Gestaltung des Workshops liegt die Methode von Pólya zugrunde (vgl. Pólya 1949). Dieser Artikel beschreibt die Methode und den Workshop samt Erfahrungen.

Ein wichtiges Ziel des Projektes HD MINT ist die Verbesserung und nachhaltige Sicherung der Lernerfolge der Studierenden. Gespräche mit Lehrenden und Lernenden deuten darauf hin, dass Studierende oft Schwierigkeiten bei der Lösung von mathematischen Problemen haben und daher Unterstützungsbedarf besteht. Dies hat sich auch in der Evaluation

bestätigt, die vor Beginn der Veranstaltung durchgeführt wurde. Als Motivation für die freiwillige Teilnahme an diesem Angebot wurde dort unter anderem genannt, den Studierenden fehle „die systematische Herangehensweise an mathematische und naturwissenschaftliche Probleme“.

2. Problemlösemethodik von Pólya

George Pólya hat sich in seinem Buch „Schule des Denkens – Vom Lösen mathematischer Probleme“ (vgl. Pólya 1949) mit der systematischen Beschreibung von Problemlöseprozessen in der Mathematik beschäftigt. Neben allgemeinen Strategien zur Lösung mathematischer Probleme beschreibt er auch die Ausbildung Lernender in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen. Vier wichtige Phasen charakterisieren das Vorgehen beim Lösen mathematischer Probleme: Das Verstehen der Aufgabe, das Ausdenken eines Planes, das Ausführen dieses Planes und eine abschließende Rückschau. Die Durchführung des so strukturierten Problemlöseprozesses kann von Lehrenden durch Fragen unterstützt werden, welche den Lernenden bei der Ideenfindung für die selbstständige Lösung der Aufgabe helfen. In seinem Buch führt Pólya eine Sammlung geeigneter Fragen auf. Diese Kunst, die richtigen Fragen zu stellen, ist bei der erfolgreichen Umsetzung der Methode von zentraler Bedeutung.

3. Zielsetzung und Konzeption des Workshops

Problemlösekompetenz wird im Wesentlichen durch Anwendung, Nachahmung und Übung in einem fortlaufenden Prozess erworben (vgl. Pólya 1949). Diese Fähigkeit in einer einmaligen Veranstaltung zu vermitteln, ist nicht realistisch. Das Ziel des Workshops ist vielmehr, die Einstellung zum Problemlösen positiv zu beeinflussen und den Studierenden Selbstvertrauen und Freude bei der Bearbeitung mathematischer Probleme zu vermitteln. Für eine erfolgreiche Umsetzung der Veranstaltung im Sinne von Pólya sollte der Unterricht möglichst aktivierend und lernerzentriert sein. Die Studierenden sollen einen „möglichst großen Anteil an der Arbeit“ haben (vgl. Pólya 1949). Der Workshop enthält daher hauptsächlich Arbeitsphasen, in denen die Studierenden verschiedene Problemstellungen bearbeiten (vgl. Abb. 2). Die sorgfältige Auswahl der gestellten Probleme ist sehr wichtig, da diese interessant und herausfordernd, gleichzeitig aber nicht zu schwer sein sollen.

In der Vorbereitung des Workshops wurden deshalb verschiedene Aufgabentypen aus dem Kontext des Studiums der Zielgruppe analysiert. Anschließend wurden Fragestellungen herausgearbeitet, mit deren Hilfe die Studierenden bei der Problemlösung unterstützt werden sollten. Die ausgewählten Aufgaben wurden daraufhin testweise eingesetzt und fortlaufend angepasst. Ziel der Problemstellungen ist neben der Lösung der Aufgabe auch ein

Abb. 1: Beispielaufgabe „Pinguin“

Aufgabenstellung:

Ein Pinguin läuft genau 1 km nach Süden, anschließend genau 1 km nach Westen und dann genau 1 km nach Norden. Erstaunt stellt er fest, dass er wieder an seinem Ausgangspunkt angekommen ist. Worauf sollte er achten?

Arbeitsauftrag:

Lösen Sie die Aufgabe und dokumentieren Sie Ihre Vorgehensweisen und dabei auftretenden Gedanken.



bewusstes und reflektiertes Studieren des eigenen Lösungsprozesses. Der besondere Schwerpunkt des Problemlöseprozesses wurde deshalb schon in der Aufgabenstellung optisch hervorgehoben (vgl. Abb. 1).

Auf der linken Seite der Aufgabenstellung sollte der Lösungsweg skizziert werden, während auf der rechten Seite die relevanten Gedankengänge, Fragen und Schlüsselideen festgehalten werden sollten. Diese gesammelten Gedanken wurden nach einer kurzen Bearbeitungszeit im Plenum besprochen und strukturiert. Im weiteren Verlauf der Veranstaltung konnten die Studierenden in Gruppenarbeitsphasen die unterschiedlichen Lösungsansätze und Denkweisen ihrer Kommilitoninnen und Kommilitonen kennenlernen. Der Einsatz der Methode „Think-Pair-Share“ sicherte eine ausgewogene Mischung von Einzel- und Gruppenarbeit. In der Gruppenarbeit wurden die Studierenden dezent durch die vorbereiteten Fragen der Dozierenden unterstützt.

Abb. 2: Zeitlicher und inhaltlicher Aufbau der Veranstaltung



Eine Präsentation der Ergebnisse der Gruppenarbeit sowie eine gemeinsame Rückschau zu jedem der Probleme festigten das Erlernete durch Anwendung und Wiederholung. Im Anschluss an den Workshop wurden wöchentlich mathematische Aufgaben und Rätsel gestellt. Nach der Bearbeitungszeit standen ausführliche Lösungswege mit Bezugnahme auf die Methode von Pólya auf Moodle zur Verfügung. Der dreistündige Workshop wurde bisher dreimal für jeweils etwa 20 Studierende fakultäts- und semesterübergreifend angeboten.

4. Evaluation und Feedback

Um den Erfolg der Veranstaltung bewerten zu können, wurde vor und nach dem Workshop eine quantitative und qualitative Evaluation durchgeführt. Die Teilnehmenden wurden zur wahrgenommenen Qualität der Veranstaltung und zu ihrer Selbstwirksamkeitserwartung befragt. Alle quantitativen Aspekte der Evaluation wurden mit Hilfe einer sechsstufigen Likert-Skala erhoben (1 = ich stimme gar nicht zu, 6 = ich stimme völlig zu). Die Rückmeldung der Studierenden am Ende des Workshops ist überwiegend positiv. Bei der Frage nach der Selbstwirksamkeitserwartung („Ich fühle mich in der Lage, Probleme in angemessener Zeit zu lösen“) ist von der ersten zur zweiten Evaluation ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. Vor dem Workshop wurde die Frage durchschnittlich mit $\bar{x}_V = 3,18$ bewertet, wohingegen der Mittelwert nach der Veranstaltung bei $\bar{x}_N = 4,04$ liegt. Abgesehen von der angestiegenen Selbstwirksamkeitserwartung geben die Studierenden mit $\bar{x}_N = 5,15$ an, der Workshop – und damit das Lösen mathematischer Probleme – habe ihnen gut gefallen. Auch in den Freitextrückmeldungen spiegelt sich diese positive Wahrnehmung der Problemlösung wider. So äußern die Studierenden, es habe ihnen „gut gefallen, dass durch konkretes Lösen von Aufgaben Methoden für das Problemlösen aufgezeigt wurden. Learning by Doing.“ Die „aktive Hilfestellung [bewirke] mehr Motivation und weniger Angst, Mathematikaufgaben zu lösen.“

Erfahrungen und Fazit

Die Fähigkeit, Probleme mathematisch zu lösen, ist eine der allgemeinen Kompetenzen im Rahmen der Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss (vgl. Beschlüsse der Kultusministerkonferenz 2004). Als Kernkompetenz in Studium und Beruf muss diese Fertigkeit auch weiterhin geschult werden. Die Methode von Pólya fördert die Fähigkeit, den Problemlöseprozess zu reflektieren und bewusst zu erleben. Die unterstützenden Fragen der Lehrenden können Studierende beim Problemlöseprozess lenken, sofern sie sorgfältig ausgewählt und an die Situation des einzelnen Lernenden angepasst werden. Offene Fragen können bei Studierenden Denkprozesse und Diskussionen in Gang setzen, die den Lernprozess fördern. Der lernerzentrierte Ansatz im Workshop, bei dem die Studierenden mathematische Problemstellungen aktiv und eigenständig bearbeitet haben, ist bei den Teilnehmenden auf großen Zuspruch gestoßen. Die Dokumentation von wichtigen Gedanken und Schlüsselideen während des Lösungsprozesses hat den Studierenden dabei geholfen, die Aufgabenstellung auf der Metaebene zu reflektieren. Eine besondere Bedeutung hatte auch das Einüben der Rückschau, da diese Phase beim Problemlösen oft vernachlässigt wird, aber vor allem für das Transferdenken für die Lösung weiterer Aufgaben sehr wichtig ist. Die Evaluation zeigt, dass das gemeinsame Problemlösen den

Studierenden geholfen hat, mathematische Aufgabenstellungen in Zukunft systematisch und mit Selbstvertrauen anzugehen. Sowohl den Studierenden als auch den Dozierenden des Kurses hat das Problemlösen sehr viel Freude gemacht. Um Problemlösekompetenz nachhaltig zu fördern, wäre es sinnvoll, den Workshop zu einer eigenen Vorlesung auszubauen oder den Übungsbetrieb stärker an der Methode von Pólya auszurichten.

Literatur

Beschlüsse der Kultusministerkonferenz (2004). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss – Beschluss vom 04.12.2003. München: Luchterhand Verlag.

Pólya, G. (1949). Schule des Denkens – Vom Lösen mathematischer Probleme. Francke Verlag. Titel der engl. Originalausgabe: How to solve it.

Riedl, L. & Lerner, S. (Im Druck). Aktivierende Methoden für heterogene Lerngruppen – ein Vergleich zweier konzeptioneller Ansätze. In: Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht 2016. Münster: WTM-Verlag.

Lernen lernen – individuell und vernetzt

B. Meissner; J. Fleischer; S. Roderus
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

■ Abstract

Neue Lehrmethoden stellen erhöhte Anforderungen an die Selbstlernkompetenz und Eigenverantwortung von Studierenden. Zur Vorbereitung darauf bieten wir an der TH Nürnberg den Kurs „Lernen lernen“ an. Der Kurs will Studierende dazu befähigen, ihr Lernverhalten kritisch zu beurteilen und weiterzuentwickeln. Er umfasst die Themenstränge Lernprozesse und Lerntechniken; Motivation, Prokrastination und Stress sowie Ziele und Zeitplanung.

Der Kurs ist im Blended-Learning-Format konzipiert und durch drei Ebenen der Vernetzung charakterisiert: (1) Methodische Vernetzung: systematische Verbindung von Online- und Präsenzphasen durch gezielten Einsatz von Inverted-Classroom-Elementen, (2) Inhaltliche Vernetzung: Themenstränge über vier Selbstlern- und Präsenz-Phasen hinweg, (3) Strukturelle Vernetzung der Lernphasen: Portfolio mit Leitfragen für Orientierung und Verbindlichkeit.

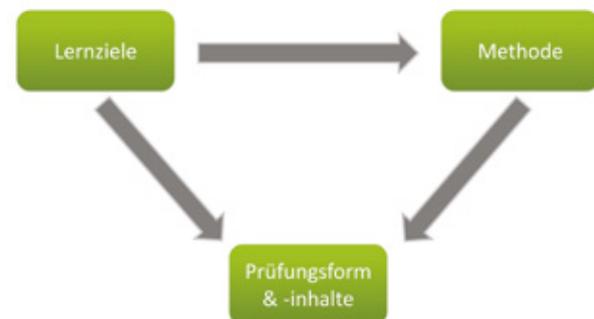
Im vorliegenden Beitrag beschreiben wir diese drei Ebenen der Vernetzung. Wir zeigen, wie die Prinzipien des Constructive Alignment im Kurskonzept berücksichtigt wurden.

Constructive Alignment als Prozess-Schema: Didaktische Begründung des Veranstaltungskonzeptes

Der Constructive-Alignment-Ansatz nach Biggs (1996) beschreibt einen Wechselwirkungs-Prozess, der als Grundlage einer Lehrveranstaltungs-Konzeption herangezogen werden kann. In diesem Prozess werden die angestrebten Lernziele und die Methode einer Lehrveranstaltung sowie die zugehörige Prüfung zueinander in Beziehung gesetzt (vgl. Abb. 1). Ziel ist es dabei, möglichst allen Studierenden akademische bzw. vertiefte Lernstrategien (Biggs, 1999) zu ermöglichen.

Dieser Beitrag ist eine gekürzte Fassung des Artikels: Meissner, B.; Roderus, S.; Fleischer, J. (2016). „Lernen lernen“ – individuell und vernetzt. In: Haag, J.; Freisleben-Teutscher, C. (Hrsg.): Das Inverted Classroom Modell – Begleitband zur 5. Konferenz „Inverted Classroom And Beyond“. (23./24.2.2016, FH St. Pölten, <http://bit.ly/icm-beyond16>). Brunn am Gebirge: ikon. S. 93–100.

Abb. 1: Wechselwirkungen bei der konsistenten Gestaltung von Lehrveranstaltungen



Die Lernziele einer Veranstaltung orientieren sich an der Zielgruppe, dem Bedarf der Studierenden und den Ausbildungszielen. Sie legen fest, welches Wissen und welche Kompetenzen die Studierenden aus Sicht der Lehrperson nach Besuch der Lehrveranstaltung erworben haben sollten. Aus diesen Lernzielen lässt sich ableiten, welche Methoden für die Lehrveranstaltung geeignet sein könnten – welche Methoden es Studierenden also ermöglichen, diese Lernziele innerhalb des Zeitbudgets zu erreichen.

Lernziele und Methoden gemeinsam bedingen wiederum die Rahmenbedingungen für die Prüfungsform und -inhalte. Die Inhalte der Prüfung lassen sich direkt aus den Lernzielen ableiten, denn Zweck der Prüfung sollte sein, festzustellen, ob die Studierenden diese Ziele erreicht haben. Die Prüfungsform resultiert also aus der fachlichen Breite und den Kompetenzebenen der Lernziele sowie aus der eingesetzten Methode. Lernziele und Methode sind dabei daran orientiert, allen Studierenden vertieftes Lernen und ein umfassendes Verständnis der Lerninhalte zu ermöglichen (Biggs, 1999).

Im nächsten Kapitel stellen wir die diesem Prozess folgende Konzeptentwicklung des Kurses „Lernen lernen – Kompetenzen für Studium, Alltag und Beruf“ dar.

Thematische Vernetzung: Auswahl der Lehrinhalte aus den Lernzielen

In Tabelle 1 sind exemplarisch einige Lernziele des Kurses aufgelistet, aus denen die Themenschwerpunkte des Kurses, (I) Lernprozesse und Lerntechniken, (II) Motivation, Prokrastination und Stress und (III) Ziele und Zeitplanung, ersichtlich werden.

Tab. 1: Ausgewählte Lernziele des Kurses „Lernen lernen – Kompetenzen für Studium, Alltag und Beruf“, auf der Ebene der Themenschwerpunkte

Kompetenzbereich	Lernzielbeschreibung	
Fachkompetenz	Sie zählen wesentliche Faktoren und Anforderungen des Lernprozesses auf.	Sie nennen allgemeine Ursachen und Auswirkungen von Stress, Motivationskonflikten und Prokrastination.
Methodenkompetenz ↓ Reflexionsfähigkeit	Sie wählen geeignete Lerntechniken und Strategien für Ihre eigenen Lernprozesse aus.	Sie beurteilen kritisch Ihr Selbst- und Zeitmanagement in Ihrem eigenen Lernverhalten.
Handlungskompetenz ↓ Transfer	Sie formulieren klare Ziele und strukturieren und planen damit Ihre Lernprozesse.	Sie wenden Maßnahmen des Selbst- und Zeitmanagements auf Ihre persönliche Situation an.

Die Themen werden in den Kurs als ineinandergreifende Konzepte eingebettet, da sie sich in der Praxis immer wieder als solche verbundenen Komplexe zeigen. So geht etwa der Schwerpunkt „Lernprozesse und Lerntechniken“ über eine qualitative Stärken-Schwächen-Analyse in den Themenbereich „Ziele und Zeitplanung“ über. Den Abschluss dieses Bereiches bildet die Diskussion über Zielkonflikte, die die Studierenden bei sich selbst identifizieren. Die Entwicklung von Lösungsstrategien bildet einen Einstieg in den Schwerpunkt „Motivation, Prokrastination und Stress“. Auf diese Weise wird den Studierenden ein ganzheitlicher, umfassender Blick auf ihr persönliches Lernverhalten ermöglicht, bei dem das Zusammenspiel verschiedener Faktoren berücksichtigt wird. Die thematische Vernetzung ist in Abb. 2 visualisiert.

Abb. 2: Thematische Vernetzung der Themenschwerpunkte im Kurs Lernen lernen

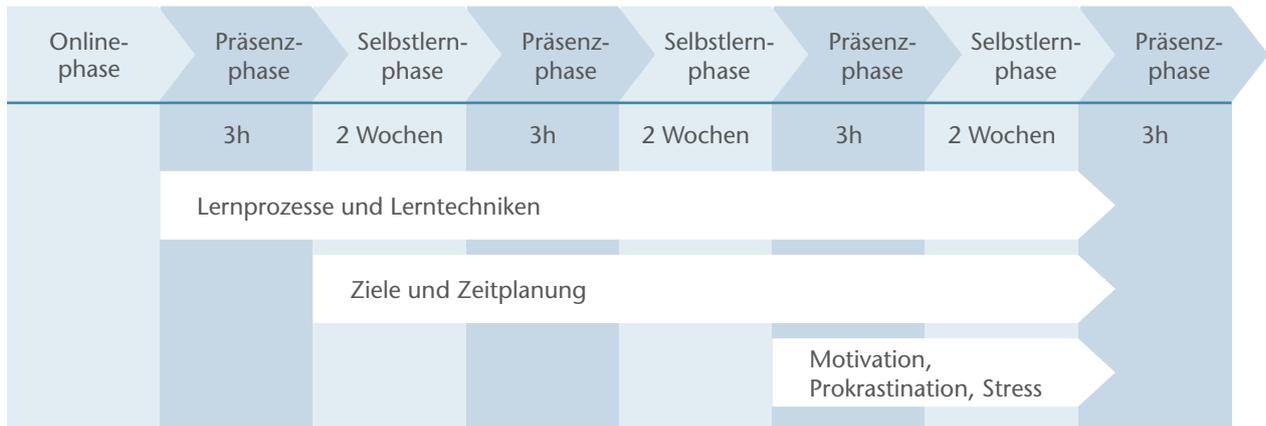


Methodische Vernetzung: Ableitung der Lehrmethodik aus den Lernzielen

Die verwendete Lehrmethode wurde anhand der Lernziele auf den Ebenen Fach-, Methoden- und Handlungskompetenz gewählt. Da die Lernziele unseres Kurses (vgl. Tab. 1) sehr stark auf die Ebene der Handlungskompetenz fokussieren, haben wir uns für das Format des Blended Learning (vgl. z. B. Garrison & Vaughan 2008, Graham 2006; Osguthorpe & Graham 2003) entschieden. Dieses verknüpft Präsenzlehre mit Selbstlernphasen in einer didaktisch sinnvollen Weise.

In Abbildung 3 ist die Einordnung der thematischen Stränge unseres Kurses, bezogen auf den Wechsel aus Präsenz- und Selbstlernphasen, dargestellt. In jeder der Selbstlernphasen sind mehrere Lerneinheiten zu bearbeiten. Diese bestehen meist aus einem kurzen inhaltlichen Einstieg in Form von Videoclips oder Texten sowie aus darauf abgestimmten Quizzes mit Multiple-Choice-Fragen und Lückentexten. Die Studierenden müssen die Inhalte der Selbstlernphase bis zu einem definierten Zeitpunkt bearbeiten und die zugehörigen Quizzes mit mindestens 80 % richtigen Antworten lösen. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Inhalte aufmerksam verfolgt werden und wesentliche Lerninhalte wiedergegeben werden können.

Abb. 3: Einordnung der Themenstränge in den Wechsel aus Online- und Präsenzphasen



Damit ein solches Blended-Learning-Konzept gut funktioniert, müssen mehrere Voraussetzungen erfüllt sein. Auf der Seite der Lehrenden betont Strayer (2012), wie wichtig es ist, Online- und Präsenzphasen nicht um ihrer selbst willen zu gestalten. Vielmehr muss darauf geachtet werden, die Vorteile der verschiedenen Arbeits- und Herangehensweisen zu identifizieren und sinnvoll für die Ziele der Lehrveranstaltung zu nutzen (Osguthorpe & Graham 2003).

Beispielhaft steht hierfür der Einstieg in den Themenstrang „Ziele und Zeitplanung“ (vgl. Abb. 3). Die Studierenden können dabei den räumlichen und zeitlichen Freiraum der Selbstlernphase nutzen, um ihr Zeitmanagement anhand eines Videos mit Quizfragen sowie einer Checkliste unter die Lupe zu nehmen und Schwachstellen zu identifizieren. In der folgenden Präsenzphase werden Lösungsstrategien aufgezeigt (z. B. Zielformulierung, Priorisierung), und deren Anwendung wird an den individuellen Beispielen geübt. Hier bietet der persönliche Kontakt zu den Studierenden deutliche Vorteile, um einen Lernerfolg zu ermöglichen und durch direktes Feedback eine hohe Qualität bei der Umsetzung sicherzustellen.

Die daran anschließende Selbstlernphase bietet Gelegenheit, die Anwendung in Form eines Portfoliobeitrags zu vertiefen. Mit dieser Möglichkeit des selbstbestimmten Lernens können Studierende ihren Lernerfolg aus der Präsenzphase durch die unmittelbare Anwendung des Gelernten auf das eigene Lernen sichern. Definierte Leitfragen geben dabei

den Rahmen vor und helfen den Studierenden, den Bezug zu den Inhalten der Präsenzphase herzustellen. Eine solche Wiederholung von Inhalten durch selbstgesteuertes, hinweisgestütztes Erarbeiten hat sich als besonders effiziente Strategie erwiesen, um Lernerfolge nachhaltig zu sichern (Karpicke & Blunt 2011).

Strukturelle Vernetzung: Ableitung der Prüfungsform aus Lehrmethodik und Lernzielen

Das Grobziel des Kurses liegt darin, Studierende dazu zu befähigen, ihr eigenes Lernverhalten kritisch zu beurteilen und weiterzuentwickeln. Dieses Ziel steuert auch die Wahl der Prüfungsmethode, in der die Selbstreflexion und die Umsetzung von Veränderungen im Vordergrund stehen sollen. Ein leitfragengestütztes Lernportfolio setzt diese Anforderungen am besten um und wurde deshalb als Prüfungsform ausgewählt.

Durch gezielte Fragestellungen werden die Studierenden dazu angehalten, ihr Verhalten vor dem Hintergrund der zuvor vorgestellten Themen kritisch zu reflektieren, Ansatzpunkte für Veränderungen zu definieren und diese umzusetzen sowie über den Erfolg der Veränderungsmaßnahmen Bilanz zu ziehen. Auf diese Weise wird dokumentiert, inwiefern die Studierenden in der Lage sind, das Grobziel des Kurses zu erreichen. Beispielsweise erhalten sie in der Online-Phase zum Einstieg in das Thema „Zeitmanagement“ Informationen und mehrere Arbeitsaufträge, um sich mit ihrer Zeitplanung auseinanderzusetzen. Anschließend erhalten sie die in Tabelle 2 zusammengefassten Leitfragen zur Bearbeitung.

Die Studierenden können bereits während des Kurses Teilabschnitte des Portfolios für ein individuelles Feedback einreichen. Das Portfolio dient also neben der Bewertung zugleich als Instrument formativen Assessments. Das Zwischenfeedback ermöglicht mehr Transparenz bei und weniger Angst vor der Bewertung. Nach Erhalt des Feedbacks können die Studierenden ihre Portfolioeinträge überarbeiten, bevor sie sie für die endgültige Bewertung einreichen. So steht die Verbesserung der eigenen Leistung im Vordergrund.

Tab. 2: Auszug aus dem Lernportfolio, Kapitel Selbstmanagement, Teil I, in der Fassung vom WS 2015–16

Sie haben sich mit Hilfe des Videos, der Checkliste und des Lernprotokolls mit Ihrem Lernverhalten auseinandergesetzt.

- a) Was stört Sie an Ihrem Verhalten?
- b) Was können Sie tun, um dieses Verhalten zu ändern?

Nennen Sie einen Ansatzpunkt. Setzen Sie diesen in die Tat um und beschreiben Sie die Umsetzung.

- c) Dokumentieren Sie, wie gut die Veränderung für Sie funktioniert hat und warum Sie sie (nicht) beibehalten wollen.

Zusammenfassung und Ergebnisse der Evaluation

In diesem Beitrag wurde gezeigt, wie die Prinzipien des Constructive Alignment im Blended-Learning-Format am Beispiel der Lehrveranstaltung „Lernen lernen“ berücksichtigt wurden. Es wurden drei Ebenen der Vernetzung betrachtet.

Auf der inhaltlichen Ebene zeigt sich diese durch Themenstränge, die sich durch die Selbstlern- und Präsenzphasen des Kurses ziehen. Einen Einblick in die Wahrnehmung der Vernetzung gibt die Online-Evaluation, die in der letzten Kurswoche des Wintersemesters 2015/16 durchgeführt wurde. Vier von sechs Personen nahmen die Struktur der Themen überwiegend als zusammenhängend wahr.

Die methodische Vernetzung kennzeichnet eine Anreicherung der Präsenzlehre durch den Einsatz von Blended Learning. In der abschließenden Evaluation wurde das Zusammenspiel von Selbstlern- und Präsenzphasen überwiegend als hilfreich bewertet. Als besonders lernförderlich wurde beurteilt, wenn ein Thema in einer Präsenzphase eingeführt und in der folgenden Selbstlernphase vertieft wurde. Als Vorteil der Selbstlernphasen wurde die intensive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten genannt. In den Präsenzphasen profitierten die Studierenden vom Austausch und der Klärung aufgekommener Fragen.

Schließlich stellt das begleitende Lernportfolio die strukturelle Vernetzung sicher und unterstützt den Transfer des Gelernten in den (Lern-)Alltag. Weil das Portfolio auch als Prüfungsleistung gewertet wird, sorgt es für eine hohe Verbindlichkeit bei der tatsächlichen Umsetzung von Veränderungen. In der Evaluation gaben die meisten Personen an, dass die Struktur des Portfolios (Formulieren von Zielen, Überprüfen und Bilanzieren der Zielerreichung) deutlich wurde. Der Aussage „Das Lernportfolio hat mir dabei geholfen, mir konkrete Ziele zu setzen.“ stimmten alle eher oder vollständig zu. Jedoch stimmte nur eine Person voll und ganz zu, das Lernportfolio habe sie beim regelmäßigen Lernen unterstützt. Fünf der sechs Teilnehmerinnen und Teilnehmer schätzten die Wahrscheinlichkeit, im Kurs begonnene Änderungen beizubehalten, als hoch (≥ 80 Prozent) ein. Der Einfluss des Lernportfolios darauf wurde von zwei Personen als eher gering eingeschätzt, vier Personen schätzten den Einfluss als hoch ein.

Insgesamt nahmen inzwischen ca. 40 Studierende am Kurs „Lernen lernen“ teil. Auch wenn die Teilnehmerzahlen mit durchschnittlich 7 Personen durchgehend gering sind, sehen wir einen großen Nutzen in diesem Kursformat: Die Evaluation im Wintersemester 2015/16 bestätigt, dass die Kombination der Vernetzungsebenen eine intensive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten und eine große Nachhaltigkeit der Veränderungen

fördert. Die Studierenden arbeiten in den Selbstlern- ebenso wie in den Präsenzphasen rege mit. Auch die Möglichkeit, ein Zwischenfeedback zu Teilabschnitten des Portfolios einzuholen, wird gerne genutzt. Insbesondere Studierende, die den Kurs vollständig absolviert haben, können von den Inhalten profitieren und empfehlen den Kurs ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen weiter.

Literatur

Biggs, J. (1996). Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education* 32, 347–364.

Biggs, J. (1999). What the Student Does: teaching for enhanced learning. *Higher Education Research & Development* 18:1, 57–75.

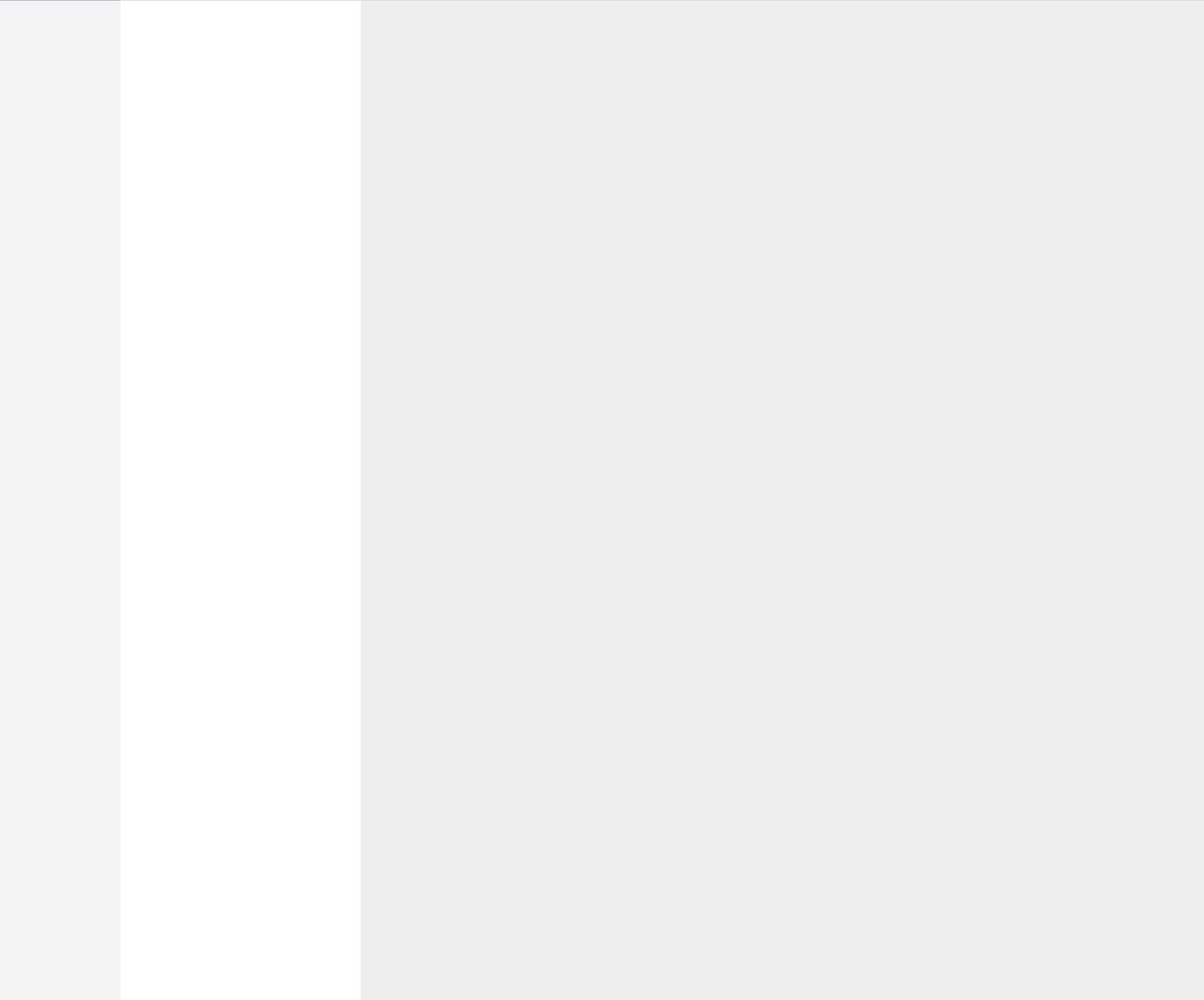
Garrison, D. & Vaughan, N. (2008). *Blended Learning in Higher Education – Framework, Principles, and Guidelines*. San Francisco: Jossey-Bass/ A Wiley Imprint.

Graham, C. (2006). Blended Learning Systems– Definition, Current Trends, and Future Directions. In: C. Bonk & C. Graham (Hrsg.). *The Handbook of Blended Learning – Global Perspectives, Local Designs*. San Francisco: Pfeiffer/ A Wiley Imprint.

Karpicke, J. & Blunt, J. (2011). Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping. *Science* 331, 772–775.

Osguthorpe, R. & Graham, C. (2003). Blended Learning Environments – Definitions and Directions. *The Quarterly Review of Distance Education* 4(3), 227–233.

Strayer, J. F. (2012). How Learning in an Inverted Classroom Influences Cooperation, Innovation and Task Orientation. *Learning Environment Research* 15, 171–193.



Begleitforschung und Evaluation im Projekt



Aktivierende Lehrmethoden in MINT-Fächern: Einsatzvariationen und Wirkungen aus Sicht der Studierenden

Y. E. Hofmann; T. Köhler

Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (IHF), München

■ Abstract

Die wissenschaftliche Begleitung des Verbundprojekts HD MINT zur Verbesserung der Hochschuldidaktik in mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern war getragen von dem Gedanken, dass angesichts der hohen Studienabbruchquoten in MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) das Studium in diesen Fachbereichen attraktiver gestaltet und die Studierbarkeit erhöht werden soll. Dabei stand die Frage im Vordergrund, welche Effekte forschungsbasierte, aktivierende Lehrmethoden u. a. auf die Studierzufriedenheit und Kompetenzwahrnehmung haben und ob diese relevant für den Wunsch der Studierenden sind, das Studium weiterzuführen (s. Hofmann/Köhler 2016).

Aufbau und Zielsetzung der wissenschaftlichen Begleituntersuchung

Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleituntersuchung kam ein Mixed-Methods-Design zur Anwendung. In einem ersten Schritt wurden über Einzel- und Gruppeninterviews relevante Größen für „gute Lehre“ aus Sicht von Professorinnen und Professoren sowie Studierenden erfasst. Die Ergebnisse dieser Interviews flossen in die Fragebogengestaltung ein. Diese war dreigeteilt und bestand aus Studierenden- und Dozierendenfragebögen für die jeweiligen Verbundhochschulen sowie einem Mitarbeiterfragebogen für die betreuenden Projektmitglieder. Allen drei Fragebögen war gemein, dass sie neben einem allgemeingültigen Fragenteil auch methodenspezifische Fragen beinhalteten.

Als Hauptinstrument zur Wirksamkeitsmessung der zum Einsatz gekommenen Lehrmethoden fungierte der Studierendenfragebogen. Er erfasste u. a. die studentischen Selbsteinschätzungen in Bereichen der Kompetenzen, der Motivation und der Studierzufriedenheit¹. Durch diese schriftliche Befragung sollte ermittelt werden, wie MINT-Studierende ihre Studiersituation wahrnehmen und wie sie die didaktischen Maßnahmen bewerten. Der Fragebogen enthielt 105 Fragen und gliederte sich in folgende Abschnitte:

Teil A – Allgemeine Studierbedingungen

Teil B – Konkrete Lehr-/Lernsituation

Teil C – Studentisches Meinungsbild

Teil D – Soziodemografische Daten

Die Studierenden wurden jeweils zu Beginn und zum Ende des Semesters unmittelbar in der Lehrveranstaltung gebeten, den Fragebogen auszufüllen und direkt dem Dozierenden oder Projektmitgliedern zu geben (Vorher/Nachher-Messung).² Um einen Vorher/Nachher-Vergleich durchführen zu können, war das Messinstrumentarium so angelegt, dass es sowohl in Veranstaltungen mit herkömmlichen Lehrmethoden (überwiegend Frontalunterricht) als auch in Lehrveranstaltungen mit aktivierenden Lehrmethoden eingesetzt werden konnte. Dies machte es möglich, den standardisierten Fragebogen jeweils am Anfang des Semesters – und damit vor der Einführung der neuen Lehrmethode – sowie am Ende des Semesters – und damit nach der Lehrveranstaltungsumstellung auf die neue Lehrmethode – einzusetzen.

Als Kontrollgruppe dienten Studierende, welche eine Veranstaltung im traditionellen Unterrichtformat besuchten (Frontalunterricht), die während des Semesters nicht umgestellt wurde. Auch diese Studierenden wurden jeweils – soweit möglich – zu Semesterbeginn und Semesterende befragt.

Die Beantwortung des Studentenfragebogens dauerte im Schnitt 20 Minuten.

Die Dozenten- und Mitarbeiterfragebögen dienten der Erfassung der Art und Weise der Lehrveranstaltungsumstellung: während Erstere die Selbsteinschätzung der Dozierenden beim Einsatz der jeweiligen Lehrmethode enthielt, wurden mit Hilfe des Mitarbeiterfragebogens Rahmenfaktoren (z. B. Raumgröße, Veranstaltungstag) und Prozessgrößen (z. B. Semesterschwund an Studierenden) dokumentiert. Beide Fragebögen nahmen Spezifika der jeweiligen Lehrmethoden Peer Instruction (PI), Just-in-Time Teaching (JiTT) und Problem Based Learning (PBL) auf und ermöglichten darüber hinaus, festzustellen, inwiefern

¹ Unter Studierzufriedenheit wird hier die Zufriedenheit mit der Lehr-/Lernsituation verstanden und nicht die Gesamtsituation an der Hochschule.

² Der Rücklauf war durch den unmittelbaren persönlichen Kontakt sehr hoch. Allerdings konnten keine genauen Rücklaufquoten ermittelt werden, da keine exakten Zahlen über die jeweiligen Teilnehmerzahlen vorlagen (für die Lehrveranstaltungen bestand keine Anwesenheits- oder Anmeldepflicht).

eine konzeptnahe Umsetzung dieser Lehrmethoden erfolgte. Projektbegleitend wurde Studierenden und Dozierenden die Möglichkeit zum Erfahrungsaustausch mit dem Projektteam gegeben.

Anmerkung: Der Einsatz eines Instruments zur Messung von Lernfortschritten, wie beispielsweise sogenannte Diagnostiktests³, war aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen des Projekts nicht möglich, da eine Vielzahl verschiedener Veranstaltungen zu begleiten war, für welche bis dato keine passenden, standardisierten Tests in deutscher Sprache vorliegen (z. B. zur Botanik, Elektrotechnik, Software Engineering, Wirtschaftsinformatik). Darüber hinaus zeigte die versuchsweise Durchführung gängiger Lernfortschrittskontrollen in der Physik, dass die Beantwortungsqualität der Studierenden durch die Vielzahl an Messungen (zwei Fragebögen zu jeweils zwei Zeitpunkten) derart deutlich nachließ, dass eine Vielzahl der Fragebögen nicht für die Auswertung verwendet werden konnte.

2. Forschungsfragen zur Wirksamkeit aktivierender Lehrmethoden

Mit Hilfe des Messinstrumentariums sollten mehrere Forschungsfragen beantwortet werden. Ein Kernelement der im Rahmen des Projekts zum Einsatz gekommenen Lehrmethoden war der aktive Einbezug der Studierenden in das Erlernen des Lehrstoffs. Studien zur Arbeitszufriedenheit zeigen, dass gerade der Aspekt der Partizipation und Eigenverantwortlichkeit sich positiv auf die Zufriedenheit von SchülerInnen, Studierende und ArbeitnehmerInnen auswirkt (s. beispielhaft für viele Nienhäuser 2015, Salden 2000, Schwab 2014, Welbers 1998). Und auch Derboven/Winker 2010 fanden Hinweise dafür, dass für MINT-Studierende diese Aspekte eine wichtige Rolle spielen. Daher stellte die erste Grundannahme dieses Projekts dar, dass die Studierzufriedenheit der Befragten signifikant höher ausfällt, wenn in der Lehrveranstaltung aktivierende Lehrmethoden eingesetzt werden, da dort der Anteil an Partizipation gegenüber Vorlesungen im traditionellen Format deutlich erhöht ist.

Darüber hinaus legen bisherige Untersuchungen über die Auswirkungen aktivierender Lehrmethoden den Schluss nahe, dass diese maßgeblich dazu beitragen, dass Studierende ihre vorhandenen Kompetenz(-lücken) besser realisieren (Anderson et al. 2001, Biggs/Tang 2011, Gruber/Mandl/Renkl 1999, o.V. 2010, o.V. 2016). Dieser Argumentation folgend bestand die zweite Grundannahme des Projekts darin, dass die Kompetenzwahrnehmung der Studierenden in Lehrveranstaltungen mit aktivierenden Lehrmethoden signifikant höher ist als in Lehrveranstaltungen, in denen auf traditionelle Weise in Form eines Frontalunterrichts gelehrt wird. Eine Operationalisierung der Kompetenzwahrnehmung erfolgte in Anlehnung an das Berliner Evaluationsinstrument (s. Braun et al. 2008), und wurde an

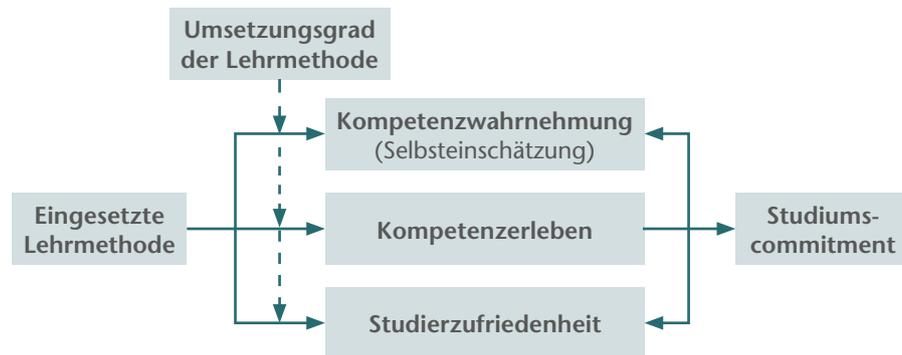
³ S. zum Beispiel die Studie von Hake 1998.

die Gegebenheiten des HD-MINT-Projekts angepasst. Der Schwerpunkt der Kompetenzerfassung lag vor allem auf den Dimensionen <Fachkompetenz>, <Methodenkompetenz> und <Kommunikationskompetenz>, da die aktivierenden Lehrmethoden PI, JiTT und PBL per Definition insbesondere die Ausbildung und Nutzung dieser Kompetenzen fordern und fördern (vgl. Mazur 1997, Novak et al. 1999, Weber 2007). Darüber hinaus war davon auszugehen, dass auch das Kompetenzerleben (operationalisiert u. a. durch Rückmeldungen zum eigenen Wissenstand) signifikant von der gewählten Lehrmethode beeinflusst wird, da auch das unmittelbare und zeitnahe Feedback expliziter Bestandteil aktivierender Lehrmethoden ist. Zudem war auf Basis der Arbeiten zur Selbstwirksamkeit (s. z. B. Abele/Cohrs/Dette 2005, Abele/Gendolla 1999, Bandura 1997, Bandura 1993, Brauner et al. 2010, Hagmaier/Abele 2015, Pajares 1996, Satow/Schwarzer 2003, Usher/Pajares 2006) zu vermuten, dass Studierende, welche sich (in der Lehrveranstaltung) als kompetent erleben, eine deutlich höhere Studierzufriedenheit aufweisen als Studierende mit vergleichsweise niedrigem Kompetenzerleben.

Insgesamt war davon auszugehen, dass Studierende, welche mit aktivierenden Lehrmethoden in Kontakt kommen, mit ihrer Lehr- und Lernsituation zufriedener sind, sich als kompetenter wahrnehmen und erleben und daher auch ein ausgeprägteres Studiumscommitment äußern als KommilitonInnen aus traditionellen Lehrveranstaltungen.⁴

Dabei war zu vermuten, dass die Wirksamkeit der Lehrmethode wesentlich von der Art und Weise des Einsatzes abhängt (Umsetzungsgrad). Folglich wurde auf Basis der Mitarbeiterfragebögen ermittelt, inwiefern die neu einzuführenden Lehrmethoden konzeptnah in der Lehrveranstaltung umgesetzt wurden. Der Umsetzungsgrad der forschungsbasierten Lehr- und Lernmethoden wurde in Anlehnung an Mazur 1997, Novak et al. 1999 und Weber 2007 operationalisiert. Hierzu wurden zunächst im Rahmen

Abb. 1: Skizzierung des Erklärungsmodells der Wirkungsweisen aktivierender Lehrmethoden



⁴ Die Rahmenbedingungen des Verbundprojekts sahen lediglich eine punktuelle Lehrveranstaltungs-umstellung in den ersten Semestern und keine Umstellung kompletter Studiengänge vor. Dadurch war es nicht möglich, valide Aussagen über die Abbruchentscheidung von Studierenden zu treffen. Daher wurde als Indikator für die Bleibeneigung der Studierenden erfasst, inwiefern sich Studierende durch den Einsatz neuer Lehrmethoden im Vergleich zu traditionellen Lehrveranstaltungen darin bestärkt sehen, ihr Studium weiterzuführen (Studiumscommitment).

einer Arbeitsgruppe für jede Lehrmethode Minimalkriterien festgelegt, welche erfüllt sein sollten, um eine Lehrveranstaltung als Best Practice bezeichnen zu können (z. B. Regelmäßigkeit des Einsatzes, Einführung der Studierenden in die Lehrmethode, Qualität/Geeignetheit der Fragestellungen für die Vorlesung). Diese Kriterien flossen in die Gestaltung der Mitarbeiter- und Dozentenfragebogen ein.

Schließlich stellte sich die Frage, inwiefern es auch bei der Bewertung aktivierender Lehrmethoden zu den in der Literatur vielfach beschriebenen Geschlechterdifferenzen (s. z. B. Bischof-Köhler 2006, Bösebeck 2010, Brannon 2008, Halpern 2000, Walter 2013; s. auch Hyde 1990) kommt.

3. Besonderheiten des empirischen Feldes und sich daraus ergebende Limitationen

Das Untersuchungsdesign zur Wirksamkeitsmessung aktivierender Lehrmethoden war an den Gegebenheiten der Projektkonstellation ausgerichtet. Insbesondere die Tatsache, dass die Dozierenden darüber selbst entschieden, ob sie an dem Projekt sowie der damit einhergehenden Begleituntersuchung teilnahmen, welche Lehrmethoden sie in welchem Umfang in ihren Veranstaltungen einsetzten und inwiefern sie dabei die Unterstützung des Projektteams in Anspruch nahmen, stellte besondere Anforderungen an das empirische Design. Unter den gegebenen Umständen war daher nicht zu gewährleisten, dass in zwei interaktiven Lehrveranstaltungen, in welchen von den verantwortlichen Professoren zum Beispiel PI zum Einsatz gebracht wurde, diese Methode auf die gleiche Art und Weise angewendet wurde (zur Problematik s. auch Turpen/Finkelstein 2009), weshalb nicht alle Lehrveranstaltungen bei der Auswertung der empirischen Daten berücksichtigt werden konnten (s. Kapitel 2).⁵

Daher stellte insbesondere der unterschiedliche Umsetzungsgrad der Methoden eine besondere Herausforderung aus Datenerfassungsgesichtspunkten dar (Hofmann/Köhler 2013). Entsprechend war es erforderlich, umfassend zu dokumentieren, auf welche Art und Weise die neuen Lehrmethoden von der Professorenschaft in den bisherigen Ablauf der Lehrveranstaltungen integriert wurden und unter welchen Rahmenbedingungen die Lehrveranstaltungen stattfanden (Kontrollvariablen wie z. B. Raumgröße, Veranstaltungstag etc.).

⁵ So konnte beispielsweise sowohl die Häufigkeit, die Anzahl als auch die Tiefe der in den Lehrveranstaltungen verwendeten Fragen variieren. Analog setzten manche ProfessorInnen externe Anreize, um die Studierenden zur intensiven Mitarbeit bei einer JiTT-Veranstaltung zu animieren (z. B. mittels einer prozentualen Anrechnung von Wertungspunkten für die Endnote). Beim Einsatz der PBL-Methode stellte sich das Problem, dass ein Teil der Professorenschaft keine einheitlichen Gruppenzuweisungen vornahm. So kam es vor, dass Studierende in der einen Lehrveranstaltung vom Dozierenden in feste Gruppen eingeteilt wurden, während es der Dozierende in einer anderen Lehrveranstaltung den Studierenden frei überließ, sich in Gruppen zusammen zu finden und diese sogar während des laufenden Semesters zu wechseln.

Alles in allem wurden während der Projektlaufzeit über 200 ProfessorInnen bei der Veranstaltungsumstellung beraten. Allerdings fanden nur diejenigen Lehrveranstaltungen Eingang in die wissenschaftliche Begleitforschung, welche mehr oder weniger vollständig auf die neuen Lehrmethoden umgestellt wurden und bei denen die Projektmitglieder Einblick in die Lehrveranstaltungsumstellung gewinnen und Aussagen über den jeweiligen Umsetzungsgrad treffen konnten. So konnte sichergestellt werden, dass trotz Einsatzvariationen durch die Dozierenden in den Lehrveranstaltungen keine Lehrveranstaltungen bei der Auswertung berücksichtigt wurden, bei denen nur Bruchstücke der Lehrmethode zum Einsatz kamen.

4. Empirische Analyse der Auswirkungen aktivierender Lehrmethoden auf Studierende⁶

4.1 Beschreibung der Stichprobe

Die Feldphase, in der die schriftlichen Befragungen durchgeführt wurden, umfasste insgesamt sieben Semester (Sommersemester 2013 – Sommersemester 2016; s. „Veranstaltungsübersicht“ im Anhang). In diesem Zeitraum wurden 133 Lehrveranstaltungen aus allen vier MINT-Bereichen in die empirische Erhebung eingebunden. Die Stichprobe speist sich aus Lehrveranstaltungen aller sechs Verbundhochschulen sowie einer weiteren Vergleichshochschule, die im späteren Projektverlauf hinzukam. Eine Ungleichverteilung von Veranstaltungsanzahl und Veranstaltungsart je Verbundhochschule ist der Tatsache geschuldet, dass zum einen die berücksichtigten Lehrveranstaltungen von den Professorinnen und Professoren selbst zur Umstellung vorgeschlagen wurden. Zum zweiten variierte die personelle Ausstattung der Teilprojektgruppen an den beteiligten Hochschulen erheblich, so dass auch die Anzahl der Lehrveranstaltungen, die vor Ort betreut werden konnten, entsprechend unterschiedlich war.

Während der Haupterhebungsphase wurden gut 7.100 Studierende befragt. In die eigentliche Analyse vermuteter Wirkungszusammenhänge flossen schließlich die Fragebögen von insgesamt **4.334 Studierenden** ein.⁷ Darunter befanden sich 1.065 Studierende, welche an Lehrveranstaltungen mit Peer Instruction (PI), 1.071 Studierende mit Just-in-Time Teaching (JiT), 740 Studierende mit Peer Instruction & Just-in-Time Teaching im Mix und 269 Studierende mit Problem Based Learning (PBL) teilnahmen; 785 Studierende wohnten einer traditionellen Veranstaltungsform bei und 404 Studierende nahmen an Tutorien oder Ähnlichem teil.

⁶ In diesem Beitrag wurden nur Endmessungen berücksichtigt.

⁷ Für die empirische Überprüfung der Wirkungszusammenhänge wurden nur vollständig ausgefüllte Fragebögen einbezogen, welche in Lehrveranstaltungen eingesetzt wurden, die den Mindestanforderungen des jeweiligen Lehrkonzepts entsprachen.

Tab. 1: Verteilung der Studierenden, differenziert nach Lehrmethode

Anzahl Studierende je Teilstichprobe	Lehrveranstaltung (LV) differenziert nach Lehrmethode						
	Gesamt	Traditionelle	PI	JiTT	PI & JiTT im Mix	PBL	Sonstiges (z. B. Tutorials)
Alle LV (bereinigt)	4334	785	1065	1071	740	269	404
Alle, ohne LV mit niedrigem UG	3753	785	927	957	531	149	404
Nur LV mit hohem UG	474	-	132	86	168	88	-
Nur LV mit niedrigem UG	581	-	138	114	209	120	-
Durchschnittliche Gruppengröße	37	34	39	39	25	27	
Maximale Gruppengröße	103	106	106	81	38	42	
Minimale Gruppengröße	8	7	6	8	16	12	

Die durchschnittliche Gruppengröße ist über fast alle Veranstaltungsformen hinweg vergleichbar (Ausnahme: PBL). Zu deutlichen Unterschieden kam es jedoch hinsichtlich der Anwendung der Lehrkonzepte in den unterschiedlichen Fächern: so zeigt sich beispielsweise, dass in technischen Fächern eine vermehrte Konzentration auf die Methode PI erfolgte, während im Informatikbereich gehäuft JiTT Einsatz fand. Hingegen ist ein Mix von PI und JiTT-Methode eher in den Naturwissenschaften zu finden. PBL kam im Laufe des Projekts am seltensten zur Anwendung (s. Tab. 2).

Tab. 2: Verteilung der eingesetzten Lehrmethoden, differenziert nach Fach (ohne sonstige Lehrmethoden)

Fächer	Lehrmethode				
	Traditionell	PI	JiTT	PI & JiTT im Mix	PBL
Mathematik	2	8	4	2	3
Informatik	8	9	11	5	2
Naturwissenschaften	8	3	6	11	6
Technik	5	10	6	1	0
Summe	23	30	27	19	11

Das Durchschnittsalter der Studierenden beträgt 21,38 Jahre. Rund 72,7 % der Antwortenden sind männlich, 27,3 % weiblich; 13,3 % machten keine Angaben zu ihrem Geschlecht. Der überwiegende Großteil der Studierenden hat die Allgemeine Hochschulreife (37 %) oder die fachgebundene Hochschulreife (19 %); fast ebenso viele Studierende haben eine

allgemeine oder fachgebundene Fachhochschulreife (je 13 %). Eine abgeschlossene fachnahe Berufsausbildung weisen 27 % auf. Damit entspricht der Datensatz in etwa den Grundgesamtheiten der Verbundhochschulen.

80,4 % der befragten Studierenden geben an, dass sie sich in ihrem Studienfach gut aufgehoben fühlen (82,2 % Männer, 75,8 % Frauen) und sich wieder für dieses Fach entscheiden würden (79,9 %, davon 81,1 % Männer, 76,7 % Frauen). Insgesamt macht es 62,8 % Freude zu Studieren (63,8 % Männer, 59,4 % Frauen), obwohl immerhin 50,7 % aller Befragten der Meinung sind, dass das Studium anstrengender ist, als sie es sich vor Studienbeginn vorgestellt haben (48,7 % Männer, 54,4 % Frauen). Dennoch bezeichnen 80,8 % das Verhältnis zwischen Lehrkörper und Studierenden als (sehr) gut und nur 1,5 % bewerten dieses als (sehr) schlecht. Alles in allem geben gut 74 % der Studierenden an, mit ihrem Studium zufrieden zu sein (70 % Männer, 77 % Frauen).

4.2 Kernergebnisse der Begleitforschung zur Wirksamkeit aktivierender Lehrmethoden

Die empirische Analyse⁸ auf Basis der bereinigten Stichprobe bestätigt die vermuteten Wirkungszusammenhänge zwischen der Wahl der Lehrmethoden und den abhängigen Variablen Studierzufriedenheit, Kompetenzwahrnehmung und Kompetenzerleben.⁹ So weisen beispielsweise Studierende, welche mit aktivierenden Lern- und Lehrmethoden in Kontakt kamen, eine mehrheitlich höhere Studierzufriedenheit mit der Lehrveranstaltung auf, als Studierende aus traditionellen Lehrveranstaltungen (Frontalunterricht). Analoges gilt für die wahrgenommene Kompetenz (Fach- und Methodenkompetenz sowie Kommunikationskompetenz) respektive das Kompetenzerleben (Rückmeldung von Wissensstand und Sachverständnis), denn auch hier erweisen sich die neuen Lehrmethoden den traditionellen als grundsätzlich überlegen. Dennoch lassen sich signifikante Unterschiede bei der Wahl der Lehrmethode ermitteln. Insgesamt sind 65,1 % der Studierenden mit der Art der Lehrveranstaltungen zufrieden. Dabei vertreten in Veranstaltungen mit aktivierenden Lehrmethoden 72,9 % der Befragten die Ansicht, dass sie vor allem durch die Vermittlung von Fachwissen von der Lehrveranstaltung profitieren. Bei Lehrmethoden wie PI und JiTT schätzen die Studierenden vor allem, dass sie Rückmeldung zum Stoffverständnis erhalten (gut 61 %) sowie Lerneffekte hinsichtlich ihrer Arbeitsorganisation haben (55 %). Dies unterscheidet sich signifikant von Studierenden in traditionellen Lehrveranstaltungen, wo die Zustimmung lediglich zwischen 45,1 % und 46,4 % beträgt.

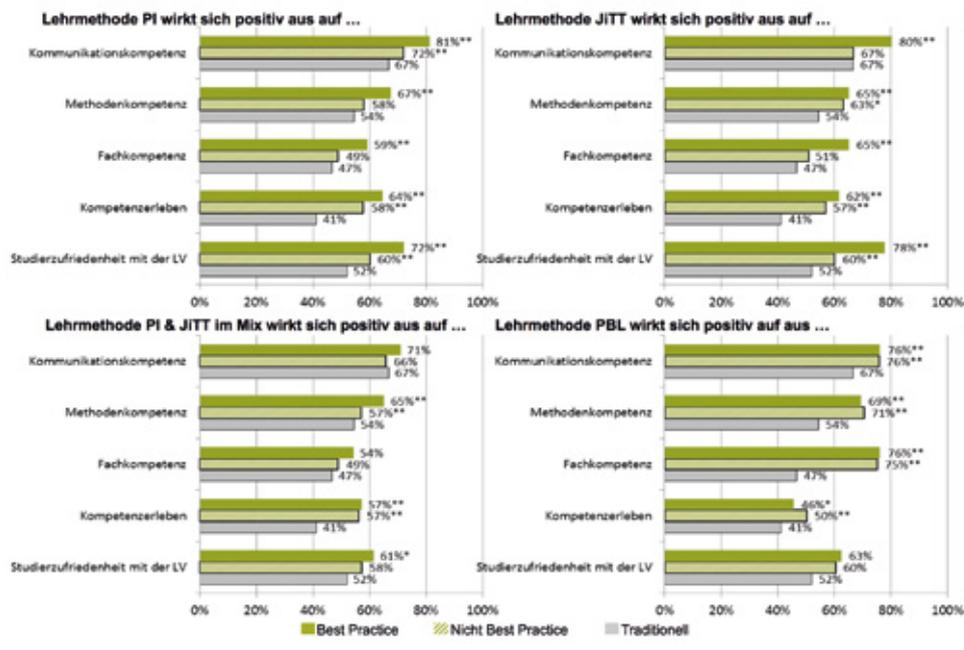
⁸ Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich auf die durchgeführten Endmessungen.

⁹ Ein Reliabilitätstest für die in Kapitel 2 beschriebenen Konstrukte ergibt für die Studierzufriedenheit mit der Lehrveranstaltung ein Cronbachs α von 0,72, für die Fachkompetenz ein Cronbachs α von 0,81, für die Methodenkompetenz ein Cronbachs α von 0,66, für die Kommunikationskompetenz ein Cronbachs α von 0,62 und für das Kompetenzerleben ein Cronbachs α von 0,88.

Die sich ergebenden Effekte variieren dabei nicht nur in Abhängigkeit von der Lehrmethode, sondern auch hinsichtlich des Umsetzungsgrads (s. Abb. 2).¹⁰

Anmerkung: Im Folgenden wird unterschieden zwischen der Gruppe der sogenannten Best Practice-Lehrveranstaltungen und solchen Lehrveranstaltungen, welche vergleichsweise konzeptnah durchgeführt wurden. Lehrveranstaltungen, welche sich durch einen sehr niedrigen Umsetzungsgrad auszeichnen, finden sich in den nachfolgenden Abbildungen – soweit nicht anders gekennzeichnet – nicht wieder.

Abb. 2: Wirkungen des Lehrmethodeinsatzes
(Zustimmung in Prozent; Signifikanzniveau **: = 0,01, *: = 0,05)¹¹



Insgesamt lässt sich erkennen, dass aktivierende Lehrmethoden in fast allen Bereichen signifikant besser auf die Kompetenzzwahrnehmung und das Kompetenzerleben von Studierenden wirken als ein traditioneller Vorlesungsstil. Zudem ist die Studierzufriedenheit in Lehrveranstaltungen mit aktivierenden Lehrmethoden signifikant höher als bei der Kontrollgruppe (traditionelle Lehrveranstaltungen). Die Effekte verstärken sich sogar noch, wenn man dabei zwischen Lehrveranstaltungen mit einem besonders hohen Umsetzungsgrad (Best Practice)

¹⁰ Die angegebenen Signifikanzen beruhen auf Mittelwertvergleichen. Dargestellt werden die Ergebnisse der einzelnen aktivierenden Lehrmethoden im Vergleich zu traditionellen Lehrmethoden.

¹¹ Die zu den Konstrukten gehörenden Statements wurden anhand einer 5er-Skala gemessen (1: = Stimme vollkommen zu, 5: = stimme überhaupt nicht zu).

und einem mittleren Umsetzungsgrad (Nicht Best-Practice) differenziert. Diese Überlegenheit aktivierender Lehrmethoden gegenüber einem bloßen Frontal-„Unterricht“ gilt für alle untersuchten Lehrkonzepte (PI, JiTT und PBL sowie PI & JiTT im Mix), auch wenn diese offensichtlich unterschiedlich stark auf die jeweiligen Komponenten wirken.

So zeigt die methodenspezifische Auswertung, dass durch den Einsatz von Peer Instruction generell eine Verbesserung der Selbsteinschätzung der Studierenden erreicht wird. Besonders deutlich wird dies beim Kompetenzerleben und der Studierzufriedenheit. Diese Konstrukte weisen den größten prozentualen Unterschied zur Kontrollgruppe auf, aber auch alle anderen Konstrukte zeigen eine hoch signifikante Verbesserung im Vergleich zu traditionellen Veranstaltungen, insbesondere bei den Best Practice Lehrveranstaltungen (Unterschiede bis zu 23,3 %). Hingegen scheinen durch Just-in-Time Teaching vor allem das Kompetenzerleben, die Fachkompetenz und Studierzufriedenheit gefördert zu werden. Auch bei dieser Methode gilt für die Best Practice Veranstaltungen, dass in allen Konstrukten hoch signifikante Unterschiede zur Kontrollgruppe nachweisbar sind, mit prozentualen Unterschieden von bis 26,1 %.

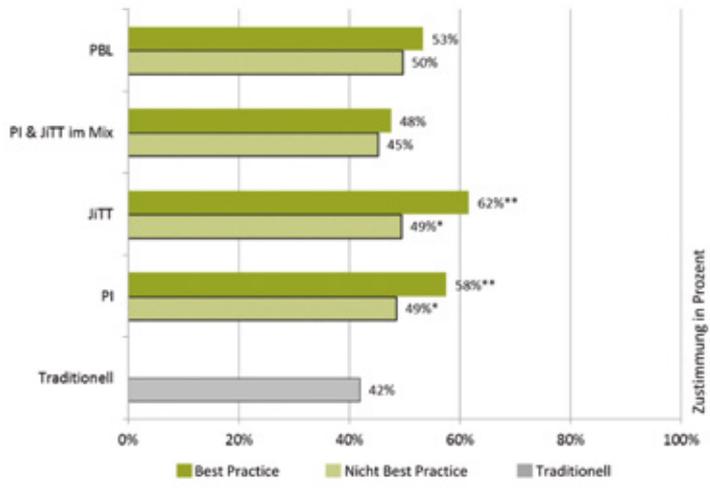
Weniger deutliche Auswirkungen ergeben sich, wenn in Lehrveranstaltungen eine Kombination von PI und JiTT stattfindet. Zwar wird trotzdem der Einfluss der Lehrmethode auf die Fach- und Kommunikationskompetenz durch die Studierenden signifikant höher eingeschätzt; die Unterschiede zu traditionellen Lehrveranstaltungen sind hierbei jedoch vergleichsweise gering. Auf der anderen Seite zeigt sich ein deutlicher Einfluss auf die Studierzufriedenheit und die wahrgenommene Methodenkompetenz der Studierenden. Alles in allem liegen die prozentualen Unterschiede für die Best Practice-Gruppe zwischen gut 4 und 16 % (s. Abb. 2).

Die Ergebnisse für Problem Based Learning zeichnen ein etwas anderes Bild: So konnte die Zufriedenheit der Studierenden durch dessen Einsatz zwar kaum gefördert werden; hinsichtlich der Auswirkungen auf ihre Fach-, Methoden- und Kommunikationskompetenz schneidet diese Lehrmethode jedoch besser ab als die übrigen aktivierenden Lehrmethoden. Ursächlich für dieses Phänomen mag sein, dass sich gerade PBL-Lehrveranstaltungen durch einen hohen Präsenz- und Vorbereitungsanteil auszeichnen, was einerseits einen vergleichsweise hohen Zeitaufwand für Studierende, aber andererseits eine intensive und selbständige Auseinandersetzung mit Fach- und Vertiefungsthemen beinhaltet.¹²

Die gewonnenen Erkenntnisse sind von großer Bedeutung, denn es ist zu vermuten, dass mit der Zunahme von Studierzufriedenheit und Kompetenzerleben respektive Kompetenzzwahrnehmung die Bereitschaft zum Studienabbruch sinkt. So geben über 50 % der Studierenden aus Best-Practice-Veranstaltungen an, sich bestärkt darin zu sehen, das Studium

¹² Vgl. auch Hofmann/Köhler 2014.

Abb. 3: Studiumscommitment in Abhängigkeit von der Lehrmethode (Signifikanzniveau **: = 0,01, * = 0,05)



weiterzuführen; bei der Kontrollgruppe sind dies lediglich gut 42 %. Bei genauerer Betrachtung fällt auf, dass auch hier die sich ergebenden Effekte beim Just-in-Time Teaching und Peer Instruction am größten sind (knapp zwei Drittel aller Befragten geben an, ihr Studium weiterführen zu wollen), während eine Kombination aus diesen beiden Lehrmethoden die geringsten Auswirkungen auf das Studiumscommitment nach sich zieht (knapp 48 %).

Dabei wird das Studiumscommitment vor allem durch die Verbesserung der Studierzufriedenheit maßgeblich beeinflusst (s. Tab. 3¹³). Darüber hinaus wirken sich aber auch die Steigerung der Methoden- und Fachkompetenz durch den Einsatz aktivierender Lehrmethoden signifikant positiv auf das Studiumscommitment aus.

Tab. 3: Auswirkung des Lehrmethodeinsatzes auf das Studiumscommitment

	Beta	Beta	Signifikanzniveau	Standardfehler
Fachkompetenz		0,309	0,000	0,038
Methodenkompetenz		0,215	0,000	0,031
Kommunikationskompetenz		0,045	0,108	0,028
Kompetenzerleben		-0,031	0,103	0,019
Studierzufriedenheit		0,385	0,000	0,027
R-Quadrat		0,253	0,000	

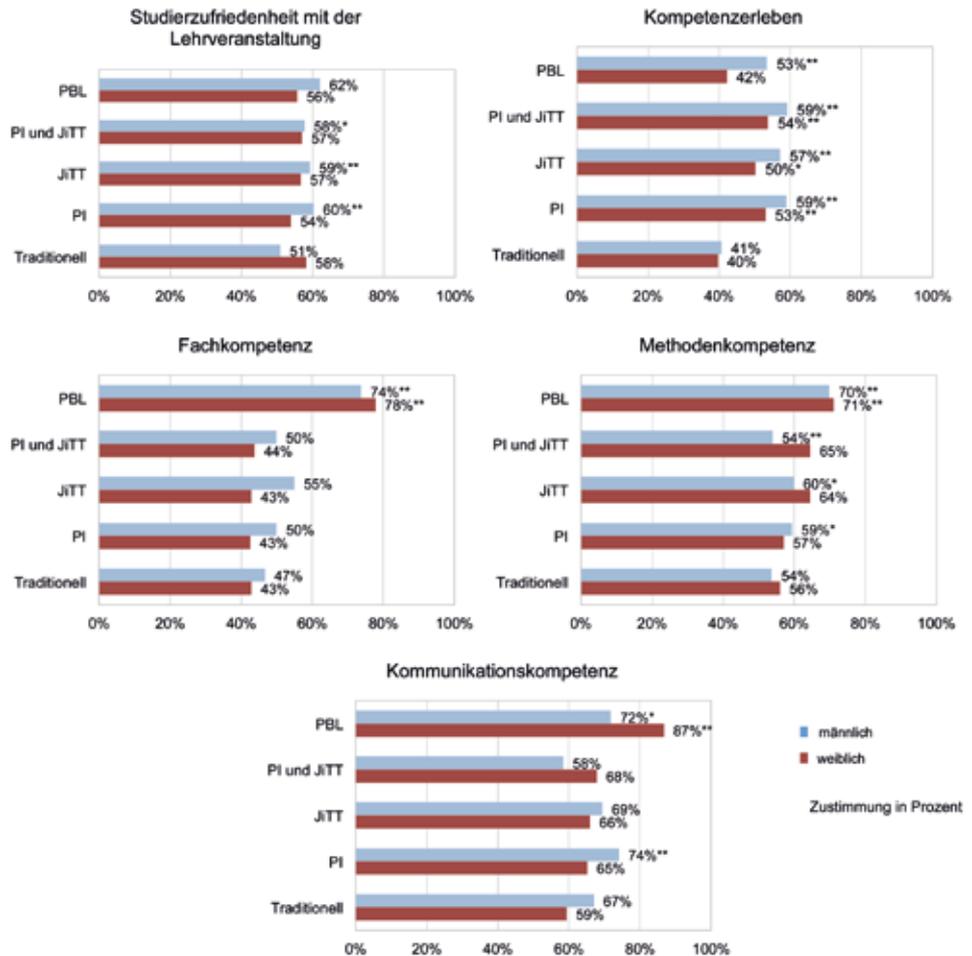
Hingegen scheint eine Verbesserung der Kommunikationskompetenz durch den Einsatz aktivierender Lehrmethoden nur von untergeordneter Relevanz für die Stärkung des Studiumscommitments zu sein. Offensichtlich sehen Studierende, auch wenn sie mehrheitlich der Ansicht sind, durch aktivierende Lehrmethoden auch ihre Kommunikationskompetenz zu erhöhen, darin keinen Garant dafür, ihr MINT-Studium erfolgreich(er) zu beenden.

4.2 Geschlechter-spezifische Wirksamkeitsunterschiede

Erwartungsgemäß ergeben sich in Bezug auf die Auswirkungen aktivierender Lehrmethoden signifikante Bewertungsunterschiede im Geschlechtervergleich¹⁴. Der Effekt, dass Frauen mit den aktivierenden Lehrmethoden zufriedener sind, tritt jedoch nicht allumfassend ein.

So bewerten Frauen in puncto Studierzufriedenheit traditionelle Vorlesungen signifikant besser als ihre männlichen Kommilitonen. Auf der anderen Seite werden gerade die beiden Methoden, die ein soziales Interagieren mit den Kommilitonen erfordern – nämlich Peer Instruction und Problem Based Learning – von Frauen schlechter bewertet; PBL sogar schlechter als traditionelle Vorlesungen. Dafür bewerten Frauen die Methoden Just-in-Time Teaching einzeln und im Mix mit PI etwas positiver. Die Effekte aktivierender Lehrmethoden differieren also abhängig vom Geschlecht.

Abb. 4: Geschlechterspezifische Unterschiede (Signifikanzniveau **: = 0,01, * = 0,05)¹⁵



¹⁴ Mit Ausnahme des Geschlechts zeigen sich keine praktisch relevanten Einflüsse soziodemographischer Merkmale auf die Lehrmethodenbewertungen durch Studierende. Weder das Alter noch die erworbene Hochschulzugangsberechtigung oder Auslandserfahrungen führen zu signifikanten Änderungen in den Bewertungen der Lehrmethoden (s. auch Keller/Köhler 2015).

¹⁵ Die angegebenen Signifikanzen beziehen sich auf einen Wirkungsvergleich zwischen aktivierenden und traditionellen Lehrmethoden.

Hinsichtlich der Kompetenzkonstrukte lässt sich festhalten, dass sich aktivierende Lehrmethoden nach Ansicht der weiblichen Probanden insbesondere auf ihre Methodenkompetenz positiv auswirken. Und auch die Weiterentwicklung der Kommunikationskompetenz profitiert nach Meinung der befragten Studentinnen deutlich von aktivierenden Lehrmethoden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Großteil der aktivierenden Lehrmethoden geschlechterübergreifend positiv bewertet wird; dennoch kommt es bei der Bewertung der Methoden zu signifikanten geschlechterspezifischen Unterschieden. Diese Ergebnisse decken sich mit anderen Studien mit genderdifferenter Sichtweise auf die Naturwissenschaften (beispielhaft für viele Bessenrodt-Weberpals 2006; Holstermann/Bögeholz 2007; Stadler 2000; s. auch Du/Kolmos 2007). Einen möglichen Erklärungsansatz liefert Stadler (2000), der berichtet, dass Männer oftmals die Tendenz haben, Diskussionen bei Gruppenarbeiten zu dominieren – vor dem Hintergrund, dass gerade die Lehrmethoden PI und PBL darauf ausgerichtet sind, den Lehrstoff in Gruppenarbeit und -diskussionen zu erarbeiten, könnte dies eine Erklärung für die auffallenden Geschlechterurteile liefern. Ähnliches gilt für Arbeiten zu Geschlechterdifferenzen hinsichtlich naturwissenschaftlich-mathematischen Selbstvertrauens (vgl. Law 1999; Walter 2013; s. auch Hamilton 2008).

5. Fazit

Wie die empirischen Ergebnisse zeigen, führt der Einsatz aktivierender Lehrmethoden in MINT-Fächern zu einer signifikant höheren Studierzufriedenheit und Kompetenzwahrnehmung der Studierenden. Zudem wird deutlich, dass diese Lehrmethoden durch die zeitnahe Rückspiegelung von Wissensstand und Sachverständnis in einem signifikant höheren Kompetenzerleben resultieren und auch die Gewissheit, anstehende Prüfungen erfolgreich bestehen zu können, positiv beeinflussen. Diese Erkenntnisse sind deshalb von besonderer Bedeutung, weil sich im Rahmen der wissenschaftlichen Begleituntersuchung zudem die Vermutung bestätigt hat, dass sich diese lehrmethodeninduzierten Effekte auch positiv auf das Studiumscommitment der Studierenden auswirken. Ausgehend von der Annahme, dass Studierende, welche sich stark an ihren Studiengang gebunden fühlen, eine geringere Wechsel- respektive Abbruchneigung zeigen, besteht hier ein wichtiger Ansatzpunkt für das Bestreben, die Abbruchquoten in MINT-Fächern zu senken.

Auffallend ist, dass überwiegend diejenigen Lehrveranstaltungen positive Effekte auf die Studierende haben, in denen die aktivierenden Lehrmethoden konzeptnah integriert wurden. Setzten Dozierende die Lehrmethoden nur in Einzelteilen und/oder sporadisch ein, dann führte dies im Extremfall sogar zu negativen Effekten. Dabei spielt offensichtlich auch der Zeitaspekt eine wichtige Rolle, denn unter den Best-Practice-Veranstaltungen finden sich fast ausnahmslos Lehrveranstaltungen von Dozierenden, welche seit mindestens zwei Semestern mit aktivierenden Lehrmethoden gearbeitet haben. Diese waren daher mit der Methode nicht nur vertraut, sondern hatten auch eigene Erfahrungen damit sammeln können.

Hinsichtlich geschlechterspezifischer Unterschiede bleibt festzuhalten, dass weibliche Studierende traditionellen Lehrmethoden grundsätzlich aufgeschlossener gegenüber stehen als ihre männlichen Kommilitonen. Besonders deutlich wird dies anhand der Methode Peer Instruction: Offensichtlich bewerten viele Studentinnen die Kleingruppendiskussionen wenig positiv, obwohl man gemeinhin annehmen würde, dass diese Lehrmethode aufgrund der hohen Kommunikationsanteile von Frauen bevorzugt werden würde. Eine Erklärung hierfür könnte das unterschiedliche Kommunikationsverhalten von Männern und Frauen sein (z. B. Klann-Delius 2005; Hamilton 2008; Stadler 2000. Ähnliche Effekte finden sich auch in Schulen, s. Robertson 2006).

Generell ist festzustellen, dass der Erfolg derartiger Projekte wesentlich davon abhängt, wie beratungsoffen sich die Professorenschaft hinsichtlich der Umstellung und Durchführung von Lehrveranstaltungen zeigt, und wie hoch ihre Bereitschaft ist, über ihre Veranstaltungssettings mit FachdidaktikerInnen (aus der Projektgruppe) zu diskutieren. Die Feedbackgespräche offenbarten, dass ProfessorInnen die Variation des Lehrkonzepts aus der Überzeugung heraus vornehmen (wollten), dass ihr Vorgehen gut für die Studierenden sei (s. zur Relevanz der Einstellung von Lehrenden Pundak et al. 2009; Prosser/Trigwell 2006). Oftmals wurde erst im Austausch mit den Projektmitgliedern erkannt, wie wichtig es ist, die Lehrmethode konzeptnah umzusetzen, und dass Studierende die Experimentierfreudigkeit der Dozierenden in den seltensten Fällen honorieren. Im Gegenteil: Die Studierenden zogen in den meisten Fällen konzeptnahe Varianten einer unsystematischen Vermischung traditioneller und aktivierender Lehrmethoden vor (s. Kapitel 4.2).

Rückblickend war im Zuge der Lehrveranstaltungsumstellung der punktuell stattfindende kollegiale Austausch auf Professorebene sehr wertvoll. Dieser ermöglichte nicht nur ein gemeinsames Reflektieren der Vor- und Nachteile der jeweiligen Methoden, sondern wirkte mancherorts auch als Motivator für andere Dozierende, ihre Lehrveranstaltung ebenfalls umzustellen. Teilweise wurden diese sogar von benachbarten Fakultäten sowie in einem Fall von einer Nachbarhochschule adaptiert. Auch zeigte sich, dass die Notwendigkeit der Methodenerklärung für Studierende sowie die Einhaltung des Constructive Alignment (Biggs 1999), d. h. die Ausrichtung von Prüfungsform und Prüfungsinhalten auf die neue Lehrmethode, von den Dozierenden eher angenommen und als notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung akzeptiert wurde, wenn diese Empfehlung von Seiten der Professorenschaft formuliert wurde.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass auch hoch motivierte und engagierte Dozierende Zeit brauchen, um beim Einsatz neuer Lehrmethoden Routine zu entwickeln. Dies gilt insbesondere für die Formulierung geeigneter Fragestellungen im Rahmen der Methode Peer Instruction. Der professionelle Einsatz aktivierender Methoden benötigt eben diese Routine und Erfahrung, da diese nicht nur eine Umstellung der Vorlesungsform erfordern, sondern auch eine entsprechende Anpassung der Lehrmaterialien und Prüfungen (s. zur Bedeutung des sogenannten Constructive Alignment z. B. Biggs 1999; Walzik 2012; Wildt/Wildt

2011). Gerade an Fachhochschulen, wo der Mittelbau weitgehend fehlt, bedeutet dies zu Beginn der Lehrveranstaltungsumstellung einen erheblichen Mehraufwand für die Dozierenden. Die Hemmschwelle, eine derartige Lehrveranstaltungsumstellung vorzunehmen, ist im Lehralltag ohne Unterstützung durch eine Projektgruppe entsprechend hoch. Die signifikant positiven Wirkungszusammenhänge zwischen eingesetzter Lehrmethode, Studierzufriedenheit, Kompetenzerleben und Studiumscommitment der Studierenden sowie die intensive Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden machen jedoch deutlich, dass sich der Aufwand für beide Seiten lohnt.

6. Interpretationsgüte der Ergebnisse und Limitationen

Vor dem Hintergrund der Projektgegebenheiten sind einige Aspekte bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Zum einen kann nicht ausgeschlossen werden, dass es aufgrund der Selbstselektion der Dozierenden zu einem Bias bei der Umsetzung der Lehrmethoden gekommen ist: die teilnehmenden ProfessorInnen meldeten sich freiwillig zur Teilnahme an dem Projekt und zwar sowohl für Lehrveranstaltungen, welche mit traditionellen Lehrmethoden gestaltet wurden (Kontrollgruppe) als auch für Lehrveranstaltungen, in denen die neuen Lehrmethoden Einsatz fanden. Unterstellt man diesen Dozierenden, dass sie sich in besonderem Maße für gute Lehre interessieren, könnte dies bedeuten, dass die jeweiligen Lehrveranstaltungen keine Spiegelung der durchschnittlichen Vorlesungen oder Seminare darstellen. Darüber hinaus müssen durch die Aggregation über alle Fächergruppen hinweg fachspezifische Gegebenheiten vernachlässigt werden; dies verringert die Genauigkeit der Aussagen, da nicht sichtbar wird, ob die jeweiligen Lehrkonzepte in unterschiedlichen Fächern unterschiedlich stark wirken.¹⁶

Wie bereits ausführlich dargelegt, wurden zudem die Lehrkonzepte von einigen Professorinnen und Professoren bei ihrem Einsatz erheblich variiert. Sofern dies in Rücksprache mit dem Projektteam geschah, konnten diese Änderungen im Mitarbeiterfragebogen dokumentiert werden. Erfolgte die Variation jedoch direkt in der Lehrveranstaltung, war es für die Projektmitglieder nur dann erkennbar, ob die Lehrmethode konzeptnah umgesetzt wurde, wenn sie die Erlaubnis des Dozierenden hatten, der Lehrveranstaltung beizuwohnen.¹⁷

Die gewonnenen Ergebnisse sind vor diesem Hintergrund zu sehen und zu interpretieren.

¹⁶ Ein Indiz hierfür könnte die Tatsache sein, dass nicht alle Lehrmethoden gleich häufig in den Fächergruppen eingesetzt werden (s. Kapitel 3.1).

¹⁷ Von manchen ProfessorInnen war es ausdrücklich nicht erwünscht, dass die zuständigen FachdidaktikerInnen der Lehrveranstaltung beiwohnten.

Anhang

Veranstaltungsübersicht

	Hochschule 1	Hochschule 2	Hochschule 3	Hochschule 4	Hochschule 5	Hochschule 6	Hochschule 7	Σ
SoSe 13			Naturwissenschaft (3x) 3	Technik Informatik (2x) 3	Technik 1	Naturwissenschaft Informatik 2	Mathematik (4x) Naturwissenschaft (8x) Informatik (2x) 14	23
WS 13/14		Mathematik 1	Technik 1	Technik (3x) Informatik (3x) 6	Technik (5x) 5	Naturwissenschaft (4x) Mathematik 5	Informatik (3x) Mathematik (2x) Naturwissenschaft (3x) 8	26
SoSe 14	Naturwissenschaft 1	Technik (2x) 2	Naturwissenschaft (3x) Mathematik 4	Technik (2x) Informatik (2x) 4	Technik (3x) 3	Naturwissenschaft (2x) Informatik 3	Technik (2x) Informatik (3x) Naturwissenschaft (3x) 8	25
WS 14/15		Mathematik 1	Naturwissenschaft (2x) Technik 3	Informatik 1	Informatik Technik (2x) 3	Naturwissenschaft (3x) Mathematik 4	Informatik (9x) Mathematik (2x) Naturwissenschaft (2x) 13	25
SoSe 15	Technik 1	Technik Mathematik 2	Naturwissenschaft 1	Technik 1	Technik Informatik (2x) 3	Mathematik Informatik 2	Informatik (4x) Mathematik (2x) Technik 7	17
WS 15/16	Technik 1	Mathematik 1	Naturwissenschaft 1		Informatik (3x) 3	Naturwissenschaft (3x) Mathematik 4	Wirtschaftsmathematik (3x) Informatik (2x) 5	15
SoSe 16	Technik 1		Technik 1					2
Σ	4	7	14	15	18	20	55	133

Literatur

- Abele, A. E.; Cohrs, C.; Dette, D. E. (2005): Arbeitszufriedenheit – Person oder Situation? In L. Fischer (Hrsg.), Arbeitszufriedenheit. Konzepte und empirische Befunde, S. 205–225.
- Abele, A. E.; Gendolla, G. H. E. (1999): Satisfaction judgments in positive and negative moods: Effects of concurrent assimilation and contrast producing processes. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(7), S. 883–895.
- Anderson, L.W. et al. (2001): A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York.
- Bundesagentur für Arbeit: (2014). Der Arbeitsmarkt in Deutschland – MINT-Berufe. Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit. Online: <http://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Arbeitsmarktberichte/Arbeitsmarkt-Allgemein/Arbeitsmarkt-Allgemein-Nav.html> (25.11.2015).
- Ayaß, R. (2008): Kommunikation und Geschlecht: Eine Einführung. Stuttgart.
- Bandura, A. (1993): Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. *Educational Psychologist*, 1993, 28 (2), S. 117–148.
- Bandura, A. (1997): Self-efficacy: The exercise of control. Salt Lake City.
- Bessenrodt-Weberpals, M. (2006): Geschlechtergerechte Lehre in der Physik. Kontextorientiertes Lehren und Lernen in Naturwissenschaft und Technik. In Ebeling, S.; Khalil, Y.; Lukies, V.; Sadaghiani, M.; Wiemeler, M. (Red.): Gezeitenwechsel. Dokumentation 30. Kongress von Frauen in Naturwissenschaft und Technik. Oldenburg, S. 221–227.
- Biggs, J. (1999): What the Student Does – Teaching for enhanced learning. *Higher Education Research & Development* 18 (1), S. 57–75.
- Biggs, J. (1999). What the Student Does – Teaching for enhanced learning. *Higher Education Research & Development* 18 (1), S. 57–75.
- Biggs, J.B.; Tang, C. (2011): Teaching for quality learning at university: what the student does. 4. Auflage, Maidenhead.
- Bischof-Köhler, D. (2006): Von Natur aus anders. Die Psychologie der Geschlechtsunterschiede, 3. Auflage, Stuttgart.
- Bösebeck, V. (2010): Geschlechtliche Konnotationen in den disziplinären Kulturen der Ingenieurwissenschaften? Berlin.
- Brannon, L. (2008): Gender: Psychological perspectives, 6. Auflage, Boston.
- Braun, E. et al. (2008): Das Berliner Evaluationsinstrument für selbsteingeschätzte, studentische Kompetenzen. *Diagnostica* 54 (1), Göttingen 2008, S. 30–42.

- Brauner, P. et al. (2010): The effect of tangible artifacts, gender and subjective technical competence on teaching programming to seventh graders. Proceedings of the 4th International Conference on Informatics in Secondary Schools (ISSEP 2010), LNCS 5941. S. 61–1.
- Du, X.Y.; Kolmos, A. (2007): AC 2007-952: Gender Inclusiveness in Engineering Education: Is Problem-Based Learning Environment a Recipe? AC 2007–952.
- Gruber, H.; Mandl, H.; Renkl, A. (1999): Was lernen wir in Schule und Hochschule: träges Wissen? (Forschungsbericht Nr. 101). München: Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik.
- Hagmaier, T.; Abele, A. E. (2015): Determinants of job satisfaction: Living ones calling as a neglected predictor. In R. Osbourne (Ed.): Job Satisfaction: Determinants, Workplace Implications and Impacts on Psychological Well-Being. New York.
- Hake, R.R. (1998): Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. Am J Phys 66(1), S. 64–74.
- Halpern, D. F. (2000): Sex differences in cognitive ability, 3. Auflage, Mahwah, NJ.
- Hamilton, C. (2008): Cognition and sex differences. Basingstoke, UK.
- Hofmann, Y.E.; Köhler, T. (2013): Möglichkeiten und Grenzen der Wirksamkeitsmessung interaktiver Lehrmethoden – Ein erster Erfahrungsbericht. In: Zentrum für Hochschuldidaktik (Hrsg.): Tagungsband zum 1. HD-MINT Symposium 2013. Ingolstadt, S. 102–108.
- Hofmann, Y.E.; Köhler, T. (2014): Wissenschaftliche Begleitforschung im Projekt HD-MINT – Erste Ergebnisse zur Lehrmethode Problem-Based Learning (PBL). In: DiNa 10/2014, Ingolstadt, S. 41–43.
- Hofmann, Y.E.; Köhler, T. (2016): Interaktivität um jeden Preis? Bericht aus dem Alltag von Lehrveranstaltungsumstellungen in MINT-Fächern. In: Das Hochschulwesen, 3/2016, S. 110–113.
- Holstermann, N.; Bögeholz, S. (2007): Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I [Gender-specific interests of adolescent learners in science topics]. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 13, S. 71–86.
- Hyde, J. S. (1990): Meta-Analysis and the Psychology of Gender Differences. Signs, 16(1), 55–73. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3174607>
- Keller, U.; Köhler, T. (2015): Aktivierende Lehrmethoden in den MINT-Fächern aus der Genderperspektive. Kammasch, G.; Dehning, A.; van Drop C. A.; ([Hrsg.]);, Anwendungsorientierung und Wissenschaftsorientierung in der Ingenieurbildung – Wege zur technischen Bildung. Universität Siegen 2016, 124–131.
- Klann-Delius, G. (2005): Sprache und Geschlecht. Stuttgart.

Laws, P. W.; Rosborough, P. J.; Poodry, F. J. (1999): Women's responses to an activity-based introductory physics program. *American Journal of Physics*, 67(S1), S. 32–537.

Mazur, E. (1997): *Peer Instruction: A User's Manual*. Prentice Hall.

Novak, G.M. et al. (1999): *Just-in-Time Teaching: Blending active learning with web technology*. Prentice Hall.

o.V. (2010) [Hrsg.]: *Wissen, was zählt. Ideen für die Lehre. Interne Fortbildung und Beratung* (Hrsg.), Ruhr-Universität Bochum: IFB.

Pajares, Frank (1996): "Self-Efficacy Beliefs in Academic Settings". *Review of Educational Research*, 66 (4), S. 543–578.

Prosser, M.; Trigwell, K. (2006): Confirmatory factor analysis of the Approaches to Teaching Inventory, *British Journal of Educational Psychology*, 76, S. 405–419.

Pundak, D.; Herscovitz, O.; Shacham, M.; Weizer-Biton, R. (2009): Instructors' Attitudes toward Active Learning. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 5, S. 215–232.

Robertson, L. A. (2006): Why are there so few female physicists? *The Physics Teacher*, 44(3), S. 177–180.

Satow, L.; Schwarzer, R. (2003): Entwicklung schulischer und sozialer Selbstwirksamkeitserwartung. Eine Analyse individueller Wachstumskurven. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 50(2), S. 168–181.

Stadler, H.; Duit, R.; Benke, G. (2000): Do boys and girls understand physics differently? *Physics Education*, 35(6), S. 417.

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

Usher, E. L.; Pajares, F. (2006): Sources of academic and self-regulatory efficacy beliefs of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology*, 31, S. 125–141.
Walter, C. (2013): *Technik, Studium und Geschlecht: Was verändert sich im Technik- und Selbstkonzept der Geschlechter?* Berlin.

Walzik, S. (2012): *Kompetenzorientiert prüfen: Leistungsbewertung an der Hochschule in Theorie und Praxis. Kompetent lehren (Band IV)*, Opladen & Toronto: Verlag Barbara Budrich/UTB.
Weinert, Franz Emanuel (2001): *Leistungsmessungen in Schulen*. Beltz Pädagogik, Weinheim.

Weber, A. (2007): *Problem-Based Learning*, Bern h.e.p.

Welbers, U. (1998): Studierendenpartizipation in der Hochschullehre und in der Organisations- und Qualitätsentwicklung von Fachbereichen. In: Welbers, U.: *Die Lehre neu verstehen – Die Wissenschaft neu entdecken*, Berlin, S. 189–210.

Wilbers, K. (2012): Wirtschaftsunterricht gestalten. Lehrbuch: Eine traditionelle und handlungsorientierte Didaktik für kaufmännische Bildungsgänge. Berlin.

Wildt, J.; Wildt, B. (2011): Lernprozessorientiertes Prüfen im ‚Constructive Alignment‘. In: Berendt, B.; Voss, H.-P.; Wildt, J. (Hrsg.): Neues Handbuch Hochschullehre: Lehren und Lernen effizient gestalten. (Lieferung 50, Ziffer H 6.1). Berlin.

Aktivierende Hochschuldidaktik aus Sicht der Studierenden

A. Nissler, B. Hank, A. Kämper, J. Gertis, L. Riedl, M. Brunnhuber
Hochschule München

■ Abstract

Eine Lehrinnovation kann nur dann die intendierte Wirkung erreichen, wenn die Zielgruppe die Maßnahme akzeptiert und das Lehrangebot entsprechend angenommen wird. Ob dies im Rahmen von HD MINT gelingen kann, wurde an der Hochschule München durch eine Befragung der Studierenden untersucht. Als Ergänzung zur Erhebung durch das Bayerische Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (IHF) wurden Instrumente entwickelt, welche die Einschätzungen der Studierenden zu den Methoden und deren konkreter Umsetzung in der jeweiligen Lehrveranstaltung erfassen sollen. Die Ergebnisse der Befragung sollen die Perspektive der Studierenden für die Dozierenden sichtbar machen und als Argumentationsbasis für die Lehrberatung des HD-MINT-Teams dienen. In diesem Beitrag werden die Rückmeldungen der Studierenden insbesondere in Bezug auf ihre Präferenzen, auf die Wahrnehmung der Vorteile der Methoden und die individuelle Nutzung des Lernangebotes vorgestellt und analysiert.

Anlass und Motivation

Im Rahmen des Verbundprojekts HD MINT werden Hochschullehrende bei der Neu- und Umgestaltung ihrer Lehre beraten und unterstützt. Neben einer stärker studierendenzentrierten Ausrichtung der Lehrveranstaltungen im Sinne des „Shift from Teaching to Learning“ (u. a. Schaper, Reis, Wildt, Horvath & Bender, 2012; Jungmann, Müller & Schuster, 2010; Wildt, 2007), soll auch das Prinzip des Constructive Alignment (Biggs, 1999; Biggs & Tang, 2011) verstärkt in der Lehre verankert werden.

Zur Realisierung dieser beiden Leitideen wird darauf geachtet, dass zunächst kompetenzorientierte Lernziele (LZ) für die Lehrveranstaltungen formuliert werden. Auf dieser Grundlage wird dann die Entscheidung für den Einsatz einer oder mehrerer Methoden gefällt und das Prüfungsniveau festgelegt (vgl. Nissler, Fleischer, Benedikt & Reinhardt, 2016). Viele der betreuten Lehrveranstaltungen im Projekt stammen aus dem Grundlagenbereich der MINT-Fächer, daher dominiert die Zielsetzung einer verstärkt verständnisorientierten

Lehrgestaltung. Mehrfach wird von den Dozierenden der Wunsch geäußert, die Studierenden stärker dazu zu bringen, sich aktiv mit den Inhalten auseinanderzusetzen, und sie dazu anzuregen, kontinuierlich mitzulernen. Viele Lehrpersonen wollen auch mehr darüber erfahren, welche Verständnisprobleme die Studierenden haben und ihnen helfen, diese zu überwinden bzw. bestehende Fehlvorstellungen auszuräumen. Passend zu diesen Zielsetzungen kommen an der Hochschule München vor allem die Methoden Peer Instruction (PI) und Just-in-Time Teaching (JiTT) zum Einsatz.

Da es sich bei der Beratung und Umgestaltung der Lehre um einen zeit- und ressourcenintensiven Prozess handelt, ist es für die beratenden Teams von Bedeutung, die Auswirkungen auf den Lernprozess sowie die studentische Akzeptanz dieser Lehrkonzepte zu erfassen. Darüber hinaus ist es wichtig, neben der eigenen Wahrnehmung der Implementierung des Lehrveranstaltungskonzepts (z. B. im Rahmen einer Hospitation) auch die Sicht der Studierenden, als „Endabnehmer“ des Lehrgeschehens, zu kennen. Dieses umfassende Bild der Lehre ist von entscheidender Bedeutung für die Verbesserung und Weiterentwicklung der Umsetzung der Lehrmethoden. Durch die verschiedenen Perspektiven ist es auch möglich, den Dozierenden eine umfassende Rückmeldung zu ihrer Lehre zu geben. Folglich gewinnt auch die didaktische Beratung an Professionalität.

Um diese Fragen zu beantworten und die aus den Antworten resultierenden Vorteile zu nutzen, wurden am Verbundstandort München Fragebögen entwickelt, die gezielt zu den verschiedenen Lehrveranstaltungskomponenten die Meinungen und Erfahrungen der Studierenden einholen und damit Auskunft über folgende Aspekte geben:

- Die Einschätzung der Nützlichkeit und die tatsächliche Nutzung der Methoden durch die Studierenden, sowie
- die aktive Teilnahme an der Methode sowie Verbesserungsvorschläge zur ihrer Umsetzung.

Die Fragebögen wurden als Ergänzung zu der durch das IHF durchgeführten wissenschaftlichen Begleitforschung im Verbundprojekt HD MINT (vgl. Hoffmann & Köhler, 2016) eingesetzt.

Beschreibung des Fragebogens

Die entwickelten Fragebögen sind nach einem Baukastenprinzip aufgebaut. Sie umfassen Fragen und Items zu den Lernzielen, sowie zu den Lehrmethoden Peer Instruction und Just-in-Time Teaching. Passend zur betreuten Lehrveranstaltung werden nur ausgewählte Gruppen von Items bei den Befragungen eingesetzt. Abweichungen in den Formulierungen der verwendeten Items sind das Ergebnis aus Adaptionen oder Weiterentwicklungen des Fragebogens durch das HD-MINT-Team.

Im Folgenden werden diejenigen Items des Fragebogens vorgestellt, die für die Ergebnisse im Artikel entscheidend sind. Für die Items ist in der Regel eine fünfstufige endpunktbestimmte Skala (von „1 = stimme überhaupt nicht zu“ bis „5 = stimme voll zu“) gegeben, die als sechste Option „keine Angabe (k. A.)“ enthält. Bei Abweichungen von dieser Skala werden die Antwortoptionen in Klammern beschrieben. Hierbei ist zu beachten, dass manche Skalen invertiert sind (dargestellt durch * vor der Aussage). Bei diesen Aussagen sind niedrige Werte positiv zu bewerten.

Lernziele

Tab. 1: Übersicht zu den Items, die zur Erfassung des wahrgenommenen Nutzens und der tatsächlichen Nutzung der Lernziele erhoben und ausgewertet wurden

Skala: Aussagen zum Nutzen von Lernzielen

*L 1. Aus der Lernzielformulierung kann ich nicht ableiten, was die Lehrperson für wichtig erachtet.

L 2. Die Lernziele helfen mir zu erkennen, welches Leistungsniveau von mir in der Lehrveranstaltung erwartet wird.

L 3. An der Formulierung der Lernziele kann ich ablesen, welche Aufgabentypen mich in der Prüfung erwarten können.

L 4. Die Lernziele geben mir Sicherheit, da ich mich beim Lernen an ihnen orientieren kann.

*L 5. Ich habe keine Ahnung, wozu Lernziele gut sein sollen.

Skala: Aussagen über die tatsächliche Nutzung von Lernzielen

L 6. Ich nutze die Lernziele für die Prüfungsvorbereitung.

*L 7. Bei der Vorbereitung auf die Prüfung oder beim Lernen spielen die Lernziele für mich keine Rolle.

L 8. Ich nutze die Lernziele, um meinen Lernstand zu überprüfen.

*L 9. Ich habe beim Lernen und Durcharbeiten der Materialien nicht auf die Lernziele geachtet.

Peer Instruction

Tab. 2: Übersicht zu den Items, die zur Erfassung der Methodenpräferenz und des wahrgenommenen Nutzens der Methode PI erhoben und ausgewertet wurden

Aussagen über die Präferenz von Peer Instruction und Begründungen

P 1. Wenn Sie die Wahl hätten, für welche Lehrveranstaltungsform würden Sie sich entscheiden (Lehrveranstaltung mit PI, Lehrveranstaltung ohne PI)? Bitte begründen Sie kurz Ihre getroffene Wahl (Freitext).

Aussagen zur Akzeptanz von Peer Instruction und Begründungen

P 2. Als wie nützlich bewerten Sie die Methode? (sehr nützlich, etwas nützlich, teils teils, kaum nützlich, überhaupt nicht nützlich, keine Angabe). Bitte begründen Sie kurz Ihre getroffene Wahl (Freitext).

P 3. Das Diskutieren mit meinen Kommilitonen hat mir geholfen den Inhalt besser zu verstehen.

P 4. Ich glaube, dass die regelmäßige Teilnahme an Peer Instruction zu einer Zeitersparnis in der Prüfungsvorbereitung führt.

P 5. Die Methode hilft mir beim Überprüfen meines Lernstandes.

P 6. Durch die Fragen fühle ich mich aktiv an der Vorlesung beteiligt.

P 7. Peer Instruction macht mir Spaß.

P 8. Haben Sie an den Abstimmungen teilgenommen? (immer, meistens, manchmal, selten, nie).

Just-in-Time Teaching

Tab. 3: Übersicht zu den Items, die zur Erfassung der Akzeptanz, des Zeitbedarfs und des wahrgenommenen Nutzens der Methode JiTT erhoben und ausgewertet wurden

Aussage zur Teilnahme an JiTT	
J 1.	In dieser Lehrveranstaltung erhielten Sie mehrfach Lese- und Arbeitsaufträge zur Bearbeitung in der Selbstlernzeit. Haben Sie diese bearbeitet bzw. haben Sie die Begleitfragen beantwortet? (immer, meistens, manchmal, selten, nie)
J 2.	Haben Sie das Lesematerial durchgearbeitet? (immer, meistens, manchmal, selten, nie)
J 3.	Bei den Begleitfragen hatten Sie die Möglichkeit, Fragen zum Stoff zu stellen bzw. Verständnisschwierigkeiten zum Ausdruck zu bringen. Haben Sie diese Möglichkeit genutzt? (immer, meistens, manchmal, selten, nie)
Gründe für die Teilnahme (bzw. nicht-Teilnahme) an JiTT	
J 4.	Bitte begründen Sie Ihre oben getroffenen Aussagen zur Nutzung des Lesematerials und der Begleitfragen. (Freitext)
Aussagen zur Präferenz der Methode JiTT	
J 5.	Wenn Sie die Wahl hätten, für welche Lehrveranstaltungsform würden Sie sich entscheiden: Mit Lesetexten und Begleitfragen oder ohne Lesetexte und Begleitfragen? (mit, ohne)
Aussagen zur Wahrnehmung des Nutzens	
J 6.	Die Lese- und Arbeitsaufträge erleichtern das kontinuierliche Lernen im Semester.
J 7.	Durch die Lese- und Arbeitsaufträge habe ich bereits verschiedene Prüfungsfragetypen kennengelernt.
J 8.	Die Lehrperson ist auf Fragen angemessen eingegangen und hat diese umfassend beantwortet.
*J 9.	Ich habe das Gefühl, dass mir die Methode keine Zeitersparnis in der Prüfungsvorbereitung bringt.
J 10.	Die Gestaltung der Lehrveranstaltung hat dazu beigetragen, dass es mir nun leichter fällt, konkrete Fragen zu formulieren.

Aussagen zum Zeitbedarf und zur Schwierigkeit der JiTT-Aufträge

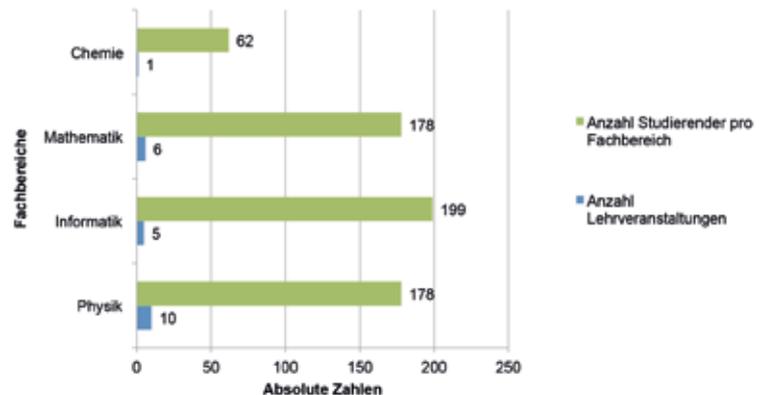
- J 11. Wie viel Zeit haben Sie in den Wochen, in denen Sie Lesematerial und Begleitfragen bearbeitet haben, im Durchschnitt benötigt? (Zeitangabe in Minuten)
- J 12. Der Umfang der Lese- und Arbeitsaufträge war für mich im vorgesehenen Zeitraum machbar.
- J 13. Die Lese- und Arbeitsaufträge hatten einen angemessenen Schwierigkeitsgrad.

Stichprobenbeschreibung

Die Gesamtstichprobe, die diesem Beitrag zugrunde liegt, setzt sich aus Studierenden aus 22 Lehrveranstaltungen zusammen. Die Lehrveranstaltungen verteilen sich dabei auf folgende Fächer: Zehn Lehrveranstaltungen können dem Bereich Physik zugeordnet werden. Hier liegen Daten von 178 Studierenden vor. In Informatik nahmen 199 Studierende aus fünf Lehrveranstaltungen teil. Im Fach Mathematik wurde die Befragung in sechs Kursen durchgeführt und es wurden Daten von 178 Studierenden erhoben. In Chemie konnten in einer Lehrveranstaltung 62 Studierende befragt werden. (vgl. Abb. 1). Im Durchschnitt liegt die Zahl der ausgefüllten Fragebögen bei 33 Stück pro Lehrveranstaltung. In fünf Lehrveranstaltungen liegt der Rücklauf bei weniger als zehn Fragebögen. Diese insgesamt 33 Fälle werden dennoch im Datensatz belassen, da sie nur ca. 4,5 % der Gesamtstichprobe ausmachen.

Die Datenerhebung erstreckte sich von Sommersemester 2013 bis einschließlich Wintersemester 2014/15 in Lehrveranstaltungen, die durch das HD-MINT-Team betreut wurden. Sie erfolgte überwiegend am Semesterende. Aufgrund der Rahmenbedingungen konnten die Befragungen nicht in allen im genannten Zeitraum betreuten Kursen durchgeführt werden. Auch die Rücklaufquoten in den erfassten Kursen wurden nicht systematisch dokumentiert. In 18 Lehrveranstaltungen wurden Papier-Fragebögen eingesetzt, in den anderen vier Kursen wurde testweise eine Online-Befragung angeboten, die aber nur von sehr wenigen Studierenden genutzt wurde.

Abb. 1: Überblick über die Zusammensetzung der Stichprobe



Im Großteil der Kurse wurde mit einer Kombination von PI und JiTT gearbeitet. In zwei Lehrveranstaltungen wurde nur JiTT, in sieben Lehrveranstaltungen nur PI eingesetzt. Zu den Items, die sich auf PI beziehen, liegen Daten von bis zu 480 Studierenden vor, bei JiTT von bis zu 496 Studierenden und bei den Items zu den Lernzielen von bis zu 136 Studierenden.

Durch die Umgestaltung der Fragebögen während der Projektlaufzeit, insbesondere durch das Hinzufügen oder Entfernen von Items, ergeben sich je nach ausgewerteten Items unterschiedliche Stichprobengrößen. Beim Berichten der Ergebnisse wird daher jeweils angegeben, auf welche Stichprobengröße sich das Ergebnis konkret bezieht. Bei der Auswertung wird, soweit nicht anders gekennzeichnet, nicht fach- oder kursspezifisch unterschieden. Eine Aufteilung und eine separate Berechnung erfolgen immer dann, wenn es Hinweise auf starke Unterschiede zwischen den Gruppen gibt.

Auswertung des Fragebogens

Bei den Daten des Fragebogens, die mit Hilfe endpunktbestimmter Skalen erhoben wurden, erfolgte eine deskriptive Auswertung mit folgenden Kennzahlen: Stichprobengröße N , arithmetischer Mittelwert M , Median m und Standardabweichung SD . Für die Antworten zu den Freitextfragen wurden induktiv Kategorien gebildet und die entsprechenden Aussagen zugeordnet. Für die Auswertung der Daten wurden in den Kategorien die relativen bzw. absoluten Häufigkeiten (Anzahl der Aussagen von Studierenden) betrachtet.

Da die Datenerhebung innerhalb von Studiengruppen (sog. Cluster oder Klumpen) erfolgte, liegt eine sogenannte Klumpenstichprobe vor. Fälle innerhalb der Cluster ähneln sich in Bezug auf bestimmte Merkmale (Dozierende, Fach, Studiengang, Fachsemesterzahl) möglicherweise stärker als Fälle aus verschiedenen Clustern. Bei der Auswertung der Daten über die Gruppen hinweg kann es deshalb zu sogenannten Designeffekten kommen, die die Ergebnisse verzerren. Daher wurden alle Ergebnisse auf Designeffekte überprüft. In den Fällen, wo diese Designeffekte auftreten, wird zusätzlich das Antwortverhalten der einzelnen Gruppen betrachtet, um gegebenenfalls Verzerrungen einordnen und bewerten zu können.

Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden zunächst die Ergebnisse geordnet nach Lernzielen, PI und JiTT dargestellt, bevor im letzten Kapitel die Interpretation der Ergebnisse vorgenommen wird.

Lernziele

Bei der Datenerhebung zu den Lernzielen werden die erhobenen Items zwei Gruppen zugeordnet (vgl. Tab. 1). Es wird zwischen dem wahrgenommenen Nutzen der Lernziele durch die Studierenden (Cronbachs $\alpha = 0,70$) und der tatsächlichen Nutzung (Cronbachs $\alpha = 0,66$) z. B. für die Prüfungsvorbereitung unterschieden.

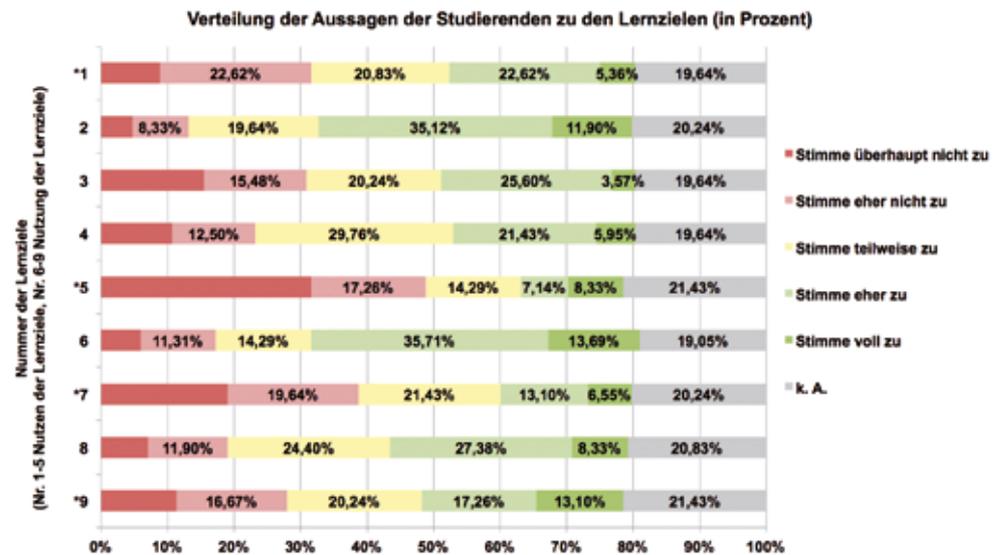
Wahrgenommener Nutzen von Lernzielen

Aus den Antworten der untersuchten Lehrveranstaltungen geht hervor, dass die Studierenden den Nutzen von Lernzielen sehr heterogen einschätzen (vgl. Abb. 2, Items LZ 1 bis LZ 5). Der Skalenmittelwert über alle untersuchten Veranstaltungen liegt bei 3,32, die Standardabweichung bei 0,75. Lediglich bei der Aussage „Die Lernziele helfen mir zu erkennen, welches Leistungsniveau von mir in der Lehrveranstaltung erwartet wird.“ ($M = 3,51$; $SD = 1,06$; $m = 4$; $N = 134$) ist ein leichter positiver Trend erkennbar.

Tatsächliche Nutzung der Lernziele im Lernprozess

Im Hinblick auf die tatsächliche Nutzung vorhandener Lernziele zeigt sich über die verschiedenen Veranstaltungen hinweg ein vergleichbares Bild (vgl. Abb. 2, LZ 6 bis LZ 9): Auch hier gehen die Aussagen der Studierenden weit auseinander und es lässt sich maximal ein leicht positiver Trend für die Aussage „Ich nutze die Lernziele für die Prüfungsvorbereitung“ ($M = 3,49$; $SD = 1,15$; $m = 4$; $N = 136$) ablesen. Der Skalenmittelwert für die Nutzung der Lernziele über alle Veranstaltungen liegt hier bei 3,26, die Standardabweichung bei 0,86.

Abb. 2: Verteilung der studentischen Bewertungen zum Nutzen von Lernzielen



Die Bedeutung einer guten Einführung von Lernzielen zu Semesterbeginn

Die Heterogenität in der Nutzung und im wahrgenommenen Mehrwert der Lernziele lässt sich vermutlich auf die unterschiedliche Einführung der Lernziele in der Lehrveranstaltung zurückführen. Während in einigen Lehrveranstaltungen explizit erklärt wurde, welchen Mehrwert die Lernziele für den Lernprozess der Studierenden haben und wie diese zur Prüfungsvorbereitung genutzt werden können, wurden diese Informationen in einigen Lehrveranstaltungen nicht thematisiert. Um den Einfluss der Einführung von Lernzielen auf Item *LZ 5 „Ich habe keine Ahnung, wozu Lernziele gut sein sollen“ zu überprüfen, wurde die Stichprobe geteilt.

Greift man aus den untersuchten Lehrveranstaltungen (LV) eine heraus, bei der die Studierenden zu Semesterbeginn umfassend über den Mehrwert von Lernzielen informiert wurden (LV_{LZgut}), und vergleicht diese mit allen anderen LV (LV_{LZalle}), so lässt sich am Beispiel von Item *LZ 5 folgendes erkennen: Der prozentuale Anteil der Studierenden, die die Aussage „Ich habe keine Ahnung wozu Lernziele gut sein sollen“ ablehnen, nimmt zu. Der Anteil derer, die dieser Aussage voll zustimmen, nimmt gleichzeitig ab. Noch deutlicher wird der Unterschied, wenn man die Rückmeldungen der LV_{LZgut} aus der Vergleichsgruppe (LV_{LZalle}) ausschließt (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Verteilung und Kennwerte zum Item LZ 5 in Prozent über die Gruppen LV_{LZgut} , LV_{alle} , LV_{alle} exkl. LV_{LZgut}

Item Nr. 5 „Ich habe keine Ahnung, wozu Lernziele gut sein sollen.“										
	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme eher nicht zu	Stimme teilweise zu	Stimme eher zu	Stimme voll zu	k. A.	M	SD	m	N Gültig (Gesamt)
LV_{LZgut}	39,30	23,00	16,40	6,60	4,90	9,80	2,05	1,19	2	55 (61)
LV_{LZalle} exkl. LV_{LZgut}	27,10	14,00	13,10	7,50	10,30	28,00	2,44	1,45	2	79 (107)
LV_{LZalle}	31,55	17,26	14,29	7,14	8,33	21,43	2,28	1,36	2	132 (168)

Die Skalenmittelwerte über die drei Gruppen zeigen, dass die Rückmeldungen der Lernenden aus der LV_{LZgut} sowohl beim wahrgenommenen Nutzen als auch bei der tatsächlichen Nutzung der Lernziele positiver ausfallen (vgl. Tab. 5).

Basierend auf diesen Daten kann der Schluss gezogen werden, dass es für die studentische Wahrnehmung und Nutzung der Lernziele von Bedeutung ist, diese zu Beginn gut einzuführen und die Studierenden über den Sinn und Zweck der Lernziele zu informieren.

Tab. 5: Vergleich der Skalenmittelwerte zum Nutzen und zur Nutzung der Lernziele über die Gruppen LV_{LZgut}, LV_{alle}, LV_{alle} exkl. LV_{LZgut}

	Wahrgenommener Nutzen (LZ 1–5)			Tatsächliche Nutzung (LZ 6–9)		
	M	SD	N	M	SD	N
LV _{LZgut}	3,32	0,75	59	3,31	1,00	59
LV _{alle} exkl. LV _{LZgut}	3,17	0,85	82	3,24	0,76	82
LV _{alle}	3,23	0,81	141	3,26	0,86	141

Peer Instruction

Die Ergebnisse zur Methode Peer Instruction entstammen Lehrveranstaltungen, in denen PI mit klassischem Frontalunterricht kombiniert wurde oder zusammen mit der Methode Just-in-Time Teaching eingesetzt wurde.

Allgemeine Bewertung des Nutzens und Präferenz der Methode

Die Methode PI wird von den Studierenden sehr gut angenommen: der Spaß bei der Durchführung (Item P 7) wird von den Befragten mit 4,18 (SD = 0,87, m = 4 bei N = 286) bewertet. Gleichzeitig wird auch die Nützlichkeit der Methode (Item P 2) mit einem Mittelwert von 4,19 hoch bewertet (SD = 0,94, m = 4 bei N = 295). Die überwiegende Mehrheit von 78 % der befragten Studierenden (N = 255) würde sich daher für eine Lehrveranstaltung mit PI entscheiden (Item P 1). Da sowohl der Spaß als auch die Nützlichkeit hoch bewertet wurden, werden im Folgenden die Ergebnisse aus der Analyse der Freitextfelder für den Gefallen an der Methode sowie der Bewertung der Nützlichkeit präsentiert und mit quantitativen Ergebnissen der entsprechenden Items verglichen.

Begründungen zur Präferenz der Methode

Mit Item P 1 wurde erhoben, ob die Lernenden eine Veranstaltung mit oder ohne Peer Instruction bevorzugen würden, anschließend sollten sie ihre Auswahl in eigenen Worten begründen. Dieser Aufforderung kamen 114 der 255 Studierenden nach. Die 114 Freitextantworten wurden in verschiedene Kategorien sortiert (vgl. Abb.3):

Mit 23 % wird als häufigster Grund für die Präferenz einer Veranstaltung mit PI genannt, dass die Methode für mehr Abwechslung im Ablauf der Veranstaltung sorgt und Vorträge auflockert. Weitere 22 % nennen die aktive Beteiligung und die Aufforderung zum Mitdenken. Mit jeweils 14 % folgen die Förderung des Verständnisses und die Rückmeldung

Abb. 3: Gründe für die Präferenz einer Veranstaltung mit (grün) oder ohne (rot) PI

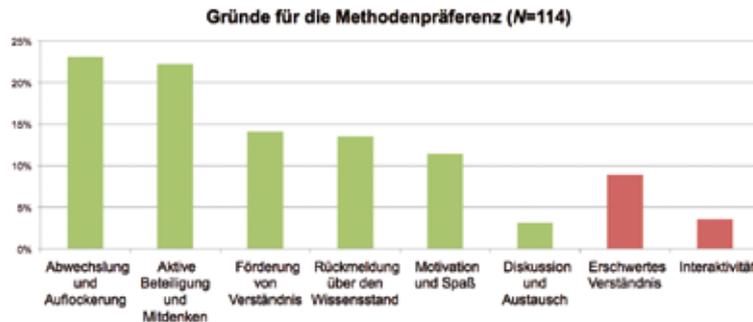
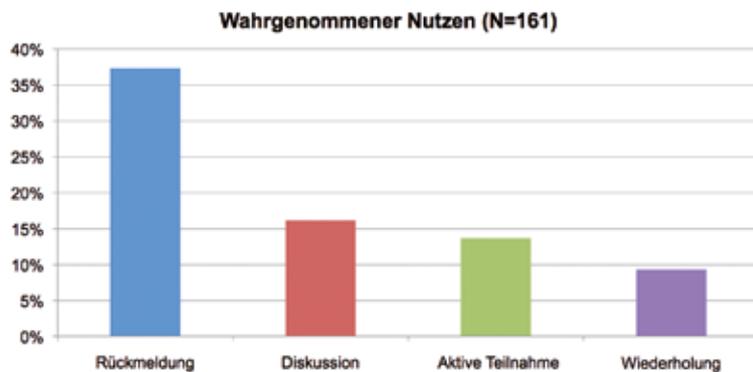


Abb. 4: Wahrgenommener Nutzen der Methode PI im Mittel aller Angaben



über den eigenen Wissensstand. Weitere 11 % nennen Motivation und Spaß. Letztlich führen 3 % die Möglichkeit des Austausches mit Mitstudierenden im Rahmen der Diskussion als Grund für ihr Bevorzugen einer Veranstaltung mit PI an.

Der Einsatz von PI wird von einigen Studierenden allerdings auch kritisch betrachtet. Diejenigen Studierenden, die eine klassische Frontalveranstaltung bevorzugen würden, nennen am häufigsten (9 %) fehlende Erklärungen in der Auflösung der Frage und ein daraus resultierendes erschwertes Verständnis als Ursache für ihre Ablehnung. Insgesamt vier Studierende beklagen die höhere Interaktivität und bevorzugen eine passive Rolle in der Lehrveranstaltung.

Begründungen zur Einschätzung des Nutzens der Methode

Die explizite Einschätzung der Nützlichkeit von PI wurde mit Item P 2 erhoben. Von den 286 Studierenden, die diese Frage beantworteten, gaben 161 in der darauffolgenden offenen Frage eine Begründung für ihre Auswahl an. Auch diese 161 Freitextangaben wurden in verschiedene Kategorien sortiert, wobei im Folgenden nur die vier am häufigsten angegebenen Gründe aufgeführt sind (vgl. Abb. 4):

37 % der Befragten bewerten die Rückmeldung des Lernstandes als nützlichstes Element der Methode PI. Der Nutzen wird hauptsächlich

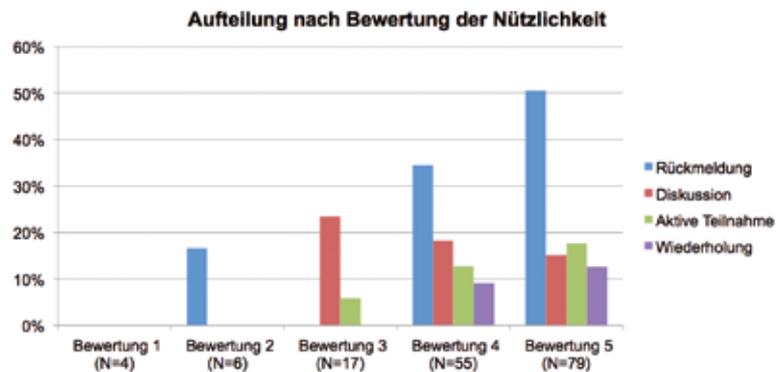
in der (anonymen) Rückmeldung über den eigenen Lernstand, von einigen aber zusätzlich auch als hilfreiches Feedback für die Dozierenden wahrgenommen. Auch der Nutzen der Diskussion und des Austausches mit Mitstudierenden wird von den Lernenden sehr häufig als Begründung angeführt. Als ähnlich nützlich wird die stärkere Einbindung der Studierenden in das Vorlesungsgeschehen eingeschätzt, die zum Mitdenken und einer aktiven Teilnahme motiviert. Diese beiden Aspekte werden von 16 % beziehungsweise 14 % der Studierenden genannt. Weitere 9 % geben an, die Peer Instruction böte durch das Wiederaufgreifen erlernter Inhalte eine gute Übungsmöglichkeit.

Die Gewichtung dieser verschiedenen Aspekte variiert sehr stark je nach quantitativer Einschätzung des Nutzens durch die Studierenden. Daher zeigt Abbildung 5 die angegebenen Gründe aufgeschlüsselt nach der Beurteilung des Nutzens der Methode. Dabei fällt auf, dass der wahrgenommene Nutzen der Rückmeldung mit der steigenden Bewertung der Nützlichkeit wächst. 40 der 79 Studierenden, die die Nützlichkeit der Methode als sehr hoch einstufen (Bewertung 5), sehen die Rückmeldung als wichtigsten Aspekt. Eine Ausnahme in dieser Tendenz bilden die Studierenden, welche die Methode als weder nützlich noch nutzlos bewerteten (Bewertung 3): Rückmeldung als nutzenstiftendes Element wird von dieser Gruppe gar nicht benannt. Der Großteil von ihnen sieht den größten Nutzen in der Diskussion. Es ist jedoch zu beachten, dass die Stichprobe dieser Gruppe mit 17 Rückmeldungen sehr klein ist, wodurch die Aussagekraft eingeschränkt ist. Im Gegensatz zur Bedeutung der Rückmeldung ist der Trend bei der Einschätzung des Nutzens der Diskussion allerdings rückläufig. Je höher die Nützlichkeit der Methode insgesamt bewertet wird, desto geringer ist die Anzahl derer, die die Diskussion als Begründung anführen.

Vergleicht man diese Freitextantworten zur Einschätzung des Nutzens mit den quantitativen Angaben aus den geschlossenen Fragen, so kann festgestellt werden, dass die Studierenden in der geschlossenen Frage P 3 den Nutzen der Diskussion mit einem Mittelwert von 4,06 (SD = 0,88, m = 4 bei N = 458) dennoch leicht höher als den Nutzen für die Feststellung des eigenen Lernstandes (Item P 5; M = 3,83, SD = 0,98, m = 4 bei N = 459) bewerten. Die aktive Beteiligung durch PI (Item P 6) wird ebenfalls mit M = 3,92 (SD = 0,93, m = 4 bei N = 478) leicht höher bewertet.

Interessanterweise wird die in den Freitextfeldern relativ häufig genannte Übung und Wiederholung nicht automatisch als Nutzen für die Prüfungsvorbereitung angesehen – die entsprechende Frage P 4 schneidet mit M = 2,87 (SD = 1,3, m = 3 bei N = 286) relativ schlecht ab. Dies tut der Annahme der Methode durch die Studierenden allerdings keinen Abbruch. Das wird in der Beteiligung der Studierenden an den Abstimmungen deutlich. Bei der entsprechenden Frage (Item P 8) ergaben die Antworten der Studierenden einen Mittelwert von 4,57 (SD = 0,87, m = 5 bei N = 306). Der überwiegende Anteil der Lernenden beteiligt sich demnach sehr häufig an der Methode.

Abb. 5: Gründe für die Nützlichkeit für verschiedene Bewertungen derselben



Designeffekte

Ein weiterer interessanter Aspekt der Fragen zur Methode Peer Instruction ist das Ausbleiben sogenannter Designeffekte. Nur bei der Frage zum Spaß (Item P 8) an der Methode treten die im vorherigen Abschnitt genannten Clustereffekte leicht auf. Der Spaß an der Methode hängt stärker von der konkreten Lehrveranstaltung ab, während die Fragen zu den anderen aufgezählten Aspekten lehrveranstaltungsübergreifend vergleichbar beantwortet wurden.

Just-in-Time Teaching

Die Ergebnisse zur Methode Just-in-Time Teaching stammen aus einer Vielzahl unterschiedlich aufgebauter Veranstaltungen, in denen JiTT oder eine Kombination von JiTT mit einer anderen aktivierenden Lehrmethode eingesetzt wurde. Daher wird neben der Präsentation der Ergebnisse auch auf auftretende Designeffekte explizit eingegangen. Im Anschluss daran werden mögliche Ursachen für das Auftreten gefundener Effekte diskutiert.

Teilnahme an der Methode Just-in-Time Teaching

Aus der Befragung der Studierenden zu ihrer Teilnahmehäufigkeit an der Methode JiTT geht hervor (vgl. Tab. 6), dass die JiTT-Aufträge manchmal bis meistens bearbeitet werden (Item J 1). Die dazugehörigen Lernmaterialien werden dabei etwas häufiger durchgearbeitet (Item J 2), wohingegen die Möglichkeit Fragen zum Stoff zu stellen bzw. Verständnisschwierigkeiten zurück zu melden, deutlich weniger genutzt wird, nämlich nur selten bis manchmal (Item J 3).

Tab. 6: Beteiligung der Studierenden am Just-in-Time Teaching über alle untersuchten Lehrveranstaltungen, in denen JiTT eingesetzt wurde

Item	M	SD	m	N	Designeffekt
J 1	3,67	1,12	4	440	hoch
J 2	3,80	1,07	4	260	hoch
J 3	2,76	1,25	3	473	hoch

Bei allen drei Items (J 1 bis J 3) treten hohe Designeffekte auf. Bei einer genaueren Betrachtung der drei teilnehmerstärksten Lehrveranstaltungen ergeben sich für Item J 1 übereinstimmend Mittelwerte von knapp 4,00 ($M_{LV1} = 4,00$ mit $N_{LV1} = 87$; $M_{LV2} = 3,96$ mit $N_{LV2} = 62$ sowie $M_{LV3} = 3,93$ mit $N_{LV3} = 57$). Stark abweichende geringere Werte mit einer Zustimmung von 2,50 oder weniger werden dagegen in einigen teilnehmerschwachen Lehrveranstaltungen ($N_{LV} < 23$) beobachtet. Der gleiche Effekt

ist auch für die Frage „Haben Sie das Lesematerial durchgearbeitet?“ (Item J 2) zu beobachten. Für das Item J 3 „Bei den Begleitfragen hatten Sie die Möglichkeit, Fragen zum Stoff zu stellen bzw. Verständnisschwierigkeiten zum Ausdruck zu bringen. Haben Sie diese Möglichkeit genutzt?“ liegen die Zustimmungswerte der drei teilnehmerstärksten

Lehrveranstaltungen rund um den in Tabelle 6 angegebenen Mittelwert. Im Unterschied zu Item J 1 und J 2 gibt es hier bei teilnehmerschwachen Lehrveranstaltungen deutliche Abweichungen, sowohl nach oben ($M_{LV4} = 4,33$) als auch nach unten ($M_{LV5} = 1,81$).

Gründe für die Teilnahme an der Methode Just-in-Time Teaching

Die Begründung für die Teilnahme an JiTT wurde in Form einer offenen Frage (Item J 4) erfasst. Im Rahmen der Befragung wurden die Studierenden auch aufgefordert, ihre getroffenen Aussagen zur Nutzung des Lesematerials und der Begleitfragen zu begründen (Item J 4). Von denjenigen Studierenden, die meistens oder immer an JiTT teilgenommen haben ($N_{\text{gesamt}} = 345$), haben jedoch nur rund ein Viertel eine Begründung abgegeben ($N_{\text{gültig}} = 85$). Der am häufigsten genannte Grund für die Teilnahme war ein erkennbarer „Nutzen“ oder „Vorteil“ der Methode (29 Studierende). Hierbei wurde insbesondere die Unterstützung des kontinuierlichen Lernens während des Semesters genannt. Weitere häufig genannte Vorteile waren, dass JiTT ein „besseres Verständnis des Vorlesungsstoffes“ und die „Motivation zum Lernen“ fördert. Ähnlich wie bei Peer Instruction schätzen die Studierenden auch die Rückmeldung zu ihrem Lernstand und Verständnisgrad durch die JiTT-Begleitaufgaben.

Präferenz und Bewertung des Nutzens der Methode

Die positive Einschätzung des Mehrwertes der Methode spiegelt sich in den insgesamt leicht positiven Bewertungen der geschlossenen Items zum Nutzen von JiTT wider (vgl. Tab. 7). Am positivsten ($M = 4,21$) bewerteten die Studierenden das umfassende Beantworten von Fragen durch die Lehrenden (Item J 8) in der Präsenzveranstaltung. Etwas weniger positiv als die vorgenannten Items schätzen die Studierenden die Zeitersparnis während der Prüfungsvorbereitung (inverses Item J 9) ein.

Das einzige Item, das insgesamt eine negative Tendenz aufweist, erfragt, ob den Studierenden das Stellen von Fragen nun leichter fällt (Item J 10). Dieses Ergebnis stimmt tendenziell mit den studentischen Rückmeldungen zur Frage, ob die Möglichkeit Fragen zum Stoff zu stellen genutzt wurde (vgl. Item J 3) überein: Die Studierenden machen nach eigener Angabe eher selten von der Möglichkeit Gebrauch, Fragen zu stellen.

Auch an dieser Stelle konnten bei einigen Items (J 6, J 8 und J 9) hohe Designeffekte und bei Item J 10 ein geringer Designeffekt ermittelt werden (vgl. auch Tab. 7): Bei Item J 8 werden in den drei teilnehmerstärksten Lehrveranstaltungen wieder gleichbleibend hohe

Tab. 7: Beurteilung von Aussagen zu JiTT durch die Studierenden für alle Veranstaltungen, in denen JiTT eingesetzt wurde

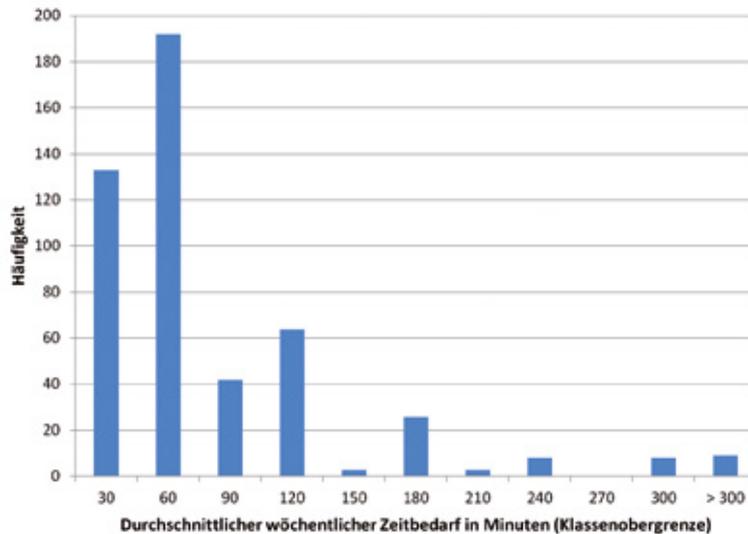
Item	M	SD	m	N	Designeffekt
J 6	3,94	0,94	4	494	hoch
J 7	3,49	1,04	4	434	keiner
J 8	4,21	0,87	4	495	hoch
* J 9	2,89	1,31	3	273	hoch
J 10	2,87	1,02	3	313	gering

Mittelwerte zwischen 3,95 und 4,38 erzielt. Wieder ist der Wert in manchen teilnehmer-schwachen Veranstaltungen geringer, bleibt aber mit einem Minimum von 3,33 immer im positiven Bereich. Auch bei Item J 6 ($M \geq 3,38$) werden alle Lehrveranstaltungen positiv bewertet. Item J 9 hingegen wird mit Werten von 2,28 bis 3,58 je nach Lehrveranstaltung und unabhängig von der Teilnehmerzahl sehr unterschiedlich bewertet.

Unter Berücksichtigung von Designeffekten ist auch Item J 10 schwer interpretierbar. Dieses Item wird in drei Lehrveranstaltungen ($N_{\text{positiv}} = 115$) leicht positiv bewertet (bester Wert: $M = 3,16$), in zwei Lehrveranstaltungen neutral ($N_{\text{neutral}} = 43$) und in sieben Lehrveranstaltungen negativ ($N_{\text{negativ}} = 155$; schlechtester Wert: $M = 2,44$), womit die oben angegebene insgesamt negative Bewertung gerechtfertigt erscheint.

Die positive Haltung der Studierenden gegenüber der Methode kommt besonders bei der Beantwortung der Frage zum Ausdruck, für welches Lehrveranstaltungsformat sich die Studierenden entscheiden würden, wenn sie die Wahl zwischen einer Lehrveranstaltung mit und einer Lehrveranstaltung ohne JiTT hätten (Item J 5): Von 299 Studierenden gaben 78 % an, sich für JiTT zu entscheiden.

Abb. 6: Histogramm der durchschnittlichen wöchentlichen Bearbeitungszeit für JiTT in allen Lehrveranstaltungen, in denen JiTT eingesetzt wurde (N = 488)



Aussagen zum Zeitbedarf und zur Schwierigkeit der JiTT-Aufträge

Ergänzend zu der Bewertung des Nutzens von JiTT wurden die Studierenden auch nach der wöchentlichen Bearbeitungszeit der JiTT-Aufträge (Item J 11) gefragt. Diese ergab bei 488 Befragten einen Durchschnitt von 83 Minuten mit einem Median von 60 Minuten. Bemerkenswert ist die große Streuung der Zeitan-gaben, wie aus einem Histogramm der angegebenen wöchentlichen Bearbeitungszeit hervorgeht (vgl. Abb. 6).

Im Rahmen der Befragung wurden die Studierenden auch dazu befragt, ob die JiTT-Aufträge in angemessener Zeit machbar waren (Item J 12, $M = 3,93$, $SD = 1,04$, $m = 4$ bei $N = 496$) und ob diese einen angemessenen Schwierigkeitsgrad hatten (Item J 13, $M = 3,78$, $SD = 0,95$, $m = 4$ bei $N = 492$). Beiden Aussagen wurde seitens der Studierenden mehrheitlich zugestimmt. Bei Item J 13 findet sich zwar ein als gering einzustufender Designeffekt, es werden

aber alle Lehrveranstaltungen positiv bewertet ($M \geq 3,30$). Erstaunlich ist, dass dennoch von den nicht an JiTT teilnehmenden Studierenden ($N_{\text{gültig}} = 57$) als Begründung für die Nichtteilnahme Zeitmangel und fehlende Motivation angeführt wurde (11 Studierende).

Schlussfolgerungen

Abschließend werden die Ergebnisse der Studierendenbefragungen für die drei Blöcke Lernziele, Peer Instruction und Just-in-Time Teaching interpretiert und anschließend mit ihren Limitationen reflektiert.

Lernziele

Basierend auf den erhobenen Daten konnte gezeigt werden, dass Wahrnehmung und Nutzung der Lernziele sehr heterogen ausfallen. Es konnte aber auch die Vermutung gestützt werden, dass die Wahrnehmung und die Nutzung der Lernziele durch eine umfassende Einführung dieses Konzepts zu Beginn des Semesters positiv beeinflusst werden kann.

Um die Bedeutung der Lernziele und damit eng verknüpft das Prinzip des Constructive Alignment in der Lehre zu stärken, sollte die Einführung der Lernziele ein fester Bestandteil der Lehrveranstaltung werden. Die transparente und nachvollziehbare Kommunikation der Lernziele an die Studierenden als Orientierungshilfe im Lernprozess ist für die studentische Wahrnehmung des Nutzens wichtig.

Peer Instruction

Von den Studierenden wird bei der Frage nach dem Nutzen der Methode PI die Rückmeldung mit Abstand als nützlichster Aspekt angesehen; in den Angaben zur Präferenz von PI wird die Rückmeldung über den Lernstand jedoch erst an vierter Stelle genannt. Die Studierenden bevorzugen die Methode also hauptsächlich wegen der Auflockerung der Veranstaltung und nicht wegen ihres Nutzens. Dementsprechend wird auch der direkte Nutzen für die Prüfungsvorbereitung relativ gering bewertet, obwohl neben der Rückmeldung über den Lernstand auch die Wiederholung und Übung wahrgenommen werden. Es ist hier anzumerken, dass die Lernenden die PI-Fragen selbst bei der Prüfungsvorbereitung nicht vorliegen hatten.

Um die Relevanz von Feedback zum eigenen Lernstand den Studierenden stärker zu verdeutlichen und die Bedeutung für den Lernprozess zu betonen, sollte bereits bei der Einführung von PI darauf geachtet werden, dass die Zielsetzung und die Rolle der einzelnen Phasen für den gesamten Prozess thematisiert werden. Dozierende sollten bei der Durchführung von PI außerdem auf eine sorgfältige Diskussion der Fragenergebnisse Wert legen, um eventuellen Verständnisproblemen und Unsicherheiten auf Seiten der Studierenden vorzubeugen. Gleichzeitig sollte der Wert der Rückmeldung über den eigenen Lernstand hervorgehoben werden. Diese Rückmeldung ermöglicht insbesondere ein frühzeitiges Erkennen von Wissenslücken und eine entzerrte Prüfungsvorbereitung.

In den Erhebungen zum Nutzen der Methode fällt auf, dass die Bewertung des Nutzens der Diskussion mit steigender Gesamtbewertung sinkt. Der Mehrwert der Diskussion liegt neben der Erklärung eines Sachverhaltes in eigenen Worten vor allem in der Rückmeldung selbst, da beim Versuch der Erklärung eigene Wissenslücken aufgedeckt werden können. Eine mögliche Interpretation des Ergebnisses ist daher, dass Studierende, die diesen Wert erkennen, die PI auch an sich als nützlicher einschätzen. Es ist daher möglich, dass die Akzeptanz von PI weiter gesteigert werden könnte, wenn dieser Wert der Diskussion in der Einführung der Methode stärker betont wird. Ebenso könnten die weiteren von den Studierenden als akzeptanzfördernd genannten Aspekte wie Auflockerung und Integration ins Vorlesungsgeschehen genannt werden, da durch eine Förderung der Motivation für die Veranstaltung auch eine positive Grundhaltung dem Fach gegenüber erreicht werden kann.

Just-in-Time Teaching

Als häufigster Grund für die Teilnahme an JiTT wird in Freitextfragen die Unterstützung des kontinuierlichen Lernens während des Semesters genannt. Dass die Studierenden diesen Punkt in den Freitextfragen betonen, kann als Zeichen dafür interpretiert werden, dass es ihnen ohne solch eine strukturierende Methode schwer fällt, im Semesterverlauf am Ball zu bleiben und sich selbstorganisiert mit den Themen auseinanderzusetzen. Dies deckt sich mit Beobachtungen und Rückmeldungen der Dozierenden. Daher ist es gut, dass die Studierenden diesen intendierten Mehrwert erkennen.

Noch nützlicher wird lediglich die Beantwortung von Fragen durch die Lehrenden bewertet, denn dies unterstützt sowohl den Lernprozess als auch das Verständnis der Studierenden. Obwohl die Beantwortung von Fragen durch die Lehrperson für Studierende und ihren Lernprozess sehr hilfreich wäre, wird die Möglichkeit bei JiTT, Fragen zum Lehrstoff zu stellen, von den Studierenden deutlich weniger genutzt als das Lesen der Texte und die Beantwortung der Begleitfragen. Eine mögliche Erklärung für diesen anscheinenden Widerspruch ist, dass viele Studierende ähnliche Fragen zum Stoff haben, jedoch nur ein Teil der Studierenden diese auch wirklich stellt.

Der Median des wöchentlichen Zeitbedarfs von JiTT für Studierende beträgt etwa 60 Minuten. Dies ist eine Bearbeitungszeit, die etwa der angedachten Bearbeitungszeit entspricht. Dennoch ist der Zeitaufwand im Einzelfall nicht zu unterschätzen. Der Mittelwert von knapp 90 Minuten liegt deutlich oberhalb des Medians. Dies spricht für die hohe Varianz, bedingt insbesondere durch eine geringe Anzahl Studierender, die etliche Stunden Zeitbedarf angeben (vgl. Abb. 5). Trotz der hohen Streuung des angegebenen Aufwands kann dies als Mehrwert von JiTT ausgelegt werden: Studierende können das Material in ihrer eigenen Lerngeschwindigkeit bearbeiten. Damit ist JiTT eine gute Methode für heterogene Studierendengruppen und didaktische Differenzierung. Leider nutzen nicht alle Studierenden die Möglichkeit, an JiTT teilzunehmen und begründen dies mit dem hohen Zeitbedarf.

Item 9 bezieht sich darauf, ob sich der Aufwand während des Semesters für die Prüfungsvorbereitung bezahlt macht. Hier scheint eine mögliche Zeitersparnis für Studierende schwer abschätzbar zu sein oder zu stark von anderen Faktoren wie Lehrperson, Fach oder Umsetzungsgrad abzuhängen.

Um den Studierenden den intendierten Nutzen stärker vor Augen zu führen, sollte auch bei JiTT bereits bei der Einführung darauf geachtet werden, den Mehrwert dieser Methode zu betonen. Hierzu zählt vor allem die Möglichkeit, Verständnisprobleme zurückzumelden und so einen Teil der Vorlesung auf die eigenen Bedürfnisse abstimmen zu können. Bei der Umsetzung von JiTT sollte auch der Zeitaspekt berücksichtigt werden: Dozierende sollten darauf achten, welche anderen zeitintensiven Lehrformate in parallel verlaufenden Lehrveranstaltungen eingesetzt werden. Absprachen mit Kolleginnen und Kollegen könnten dazu beitragen, die wöchentliche Belastung für Studierende im erträglichen Maß zu halten.

Limitationen

Die Reichweite und die Übertragbarkeit der Ergebnisse sowie der hier gezogenen Schlussfolgerungen auf andere Studierendengruppen oder Hochschulen sind durch einige Aspekte eingeschränkt. Diese werden im Folgenden thematisiert.

Die Limitationen ergeben sich zunächst aus der Stichprobenziehung selbst: Die Fragebögen wurden zum einen nicht in allen betreuten Veranstaltungen eingesetzt, zum anderen haben nicht alle Studierenden in diesen Veranstaltungen an der Befragung teilgenommen. Zum Teil war der Rücklauf sogar extrem gering. Dies liegt daran, dass die Befragung nur in Lehrveranstaltungen erfolgte, bei denen die Lehrpersonen ihre explizite Zustimmung gaben. Dies geschah vor allem dann, wenn der Zeitaufwand durch den Erkenntnisgewinn gerechtfertigt werden konnte.

Auf Seite der Studierenden haben möglicherweise vor allem Personen mit einem besonderen Anliegen die Möglichkeit zur Rückmeldung genutzt. Die Äußerungen bilden damit keinen repräsentativen Querschnitt der Meinungen der Studierendengruppe ab.

Innerhalb der zugrundeliegenden Stichprobe sind die einzelnen Fächer unterschiedlich stark vertreten, wobei die meisten untersuchten Lehrveranstaltungen aus dem Fach Physik kommen. Folglich liegt auch hier kein repräsentativer Querschnitt vor. Die Übertragung der Erkenntnisse auf andere Fachbereiche ist also nicht uneingeschränkt möglich.

Im Gegensatz zu PI zeigen sich bei den Items zu JiTT größtenteils deutliche Hinweise auf Designeffekte: Das Antwortverhalten der Studierenden hängt bei JiTT stark von ihrer Zugehörigkeit zu einer Vorlesungsgruppe ab. In diesen Fällen wurden die Daten für die einzelnen Gruppen ausgewertet. Ein möglicher Grund für das hohe Auftreten von Designeffekten bei JiTT ist, dass die Umsetzung der Methode stärker zwischen den Kursen variiert, als das bei PI der Fall ist. Möglichkeiten zur Variation ergeben sich im Umfang und der Häufigkeit der JiTT-Einheiten, in der Art und Schwierigkeit der Fragen auf der Lernplattform, in der Verwendung und Gestaltung von Selbstlernmaterialien wie Lesetexten und

Videos sowie bei der konkreten Umsetzung der Präsenzphasen. Da die Studierenden die Lehrmethode nur in einer oder wenigen Umsetzungsvarianten kennen lernen, spiegelt die Bewertung vor allem ihre Einschätzung dieser konkreten Umsetzung der Methode wider und nicht die Methode JiTT im Allgemeinen.

Ausblick

Das Projekt HD MINT ermöglicht Dozierenden didaktische Unterstützung bei der Um- oder Neugestaltung von Lehrveranstaltungen. Die hier vorgestellte Befragung der Studierenden ermöglicht differenzierte Informationen darüber, wie die eingesetzten Lehrmethoden wahrgenommen und welche Bereiche des Lehrangebotes genutzt werden. Beide Aspekte wirken sich direkt darauf aus, welche konkreten Lernhandlungen unternommen und welche Leistungen schließlich erzielt werden (Helmke, 2005, S. 42). Daher ist es aus didaktischer Perspektive sinnvoll, die Zielgruppe weiterhin zu befragen und die Ergebnisse als Grundlage für die Weiterentwicklung des Beratungsprozesses aber auch zur Optimierung der Lehrmethoden zu nutzen.

Eine interessanter Aspekt, der durch die vorliegenden Daten nicht ausreichend untersucht werden und damit Anknüpfungspunkt für weitere Untersuchungen sein kann, sind die Lernstrategien der Studierenden sowie ihre Erwartung an die Anforderungen der Prüfung. Studierende sind durch ihre bisherigen lernbiografischen Erfahrungen vorgeprägt. Dies beeinflusst auch die Wahrnehmung verschiedener Möglichkeiten (z. B. Lernziele, Übung sowie kontinuierliches Lernen) zur Prüfungsvorbereitung.

Danksagung

Die Autoren dieses Artikels danken den an der Befragung teilnehmenden Lehrenden und Studierenden sowie Kathrin Wolf und Karsten Hoehstetter, die an der Datenerhebung und -auswertung maßgeblich beteiligt waren.

Literatur

Biggs, J. (1999). What the Student Does – Teaching for enhanced learning. *Higher Education Research & Development* 18 (1), 57–75.

Biggs, J. & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4. Auflage). Maidenhead: Open University Press.

Helmke, A. (2005). *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern* (4. Auflage) Seelze: Kallmeyer.

Hoffmann, Y., Köhler, T. (2016) Aktivierende Lehrmethoden in MINT-Fächern: Einsatzvariation und Wirkungen aus Sicht der Studierenden. In diesem Band, S. 132–151.

Jungmann, T., Müller, K., & Schuster, K. (2010). Shift from TeachING to LearnING: Anforderungen an die Ingenieurausbildung in Deutschland. *journal hochschuldidaktik*, 2, 6–8.

Nissler, A., Fleischer, J., Benedikt, A. & Reinhardt, S. (2016). Lehrberatung im Projekt HD MINT – der Prozess und seine standortspezifischen Facetten. In diesem Band, S. 17–29.

Schaper, N., Reis, O., Wildt, J., Horvath, E., & Bender, E. (2012). Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre. Online am 10.11.16 abgerufen unter https://www.hrk-nexus.de/fileadmin/redaktion/hrk-nexus/07-Downloads/07-02-Publikationen/fachgutachten_kompetenzorientierung.pdf

Wildt, J. (2007). *The Shift from Teaching to Learning*. Essen. Online am 10.11.16 abgerufen unter http://www.egon-spiegel.net/fileadmin/user_upload/documents/Theologie/Spiegel/Tagungen_Kongresse/Wildt.pdf

Die Studierenden, unbekannte Wesen? Eine Analyse ausgewählter Studienvoraussetzungen als Ausgangspunkt für die Neukonzeption einer Grundlagenlehrveranstaltung im Fach Chemie

A. Nissler, B. Hank, H. Giera
Hochschule München

■ Abstract

Die Lernvoraussetzungen von Studierenden beeinflussen die Wahrnehmung von Lerngelegenheiten. Dies wirkt sich auf die studentischen Lernhandlungen und auf deren Ergebnisse aus. Leider wissen Lehrpersonen häufig nur wenig über diese Voraussetzungen der Studierenden und können so kaum auf sie eingehen. Dieser Beitrag beschreibt die Planung und Durchführung einer Befragung von Studierenden im ersten Fachsemester des Studiengangs Papier- und Verpackungstechnik an der Hochschule für angewandte Wissenschaften in München. Die Ergebnisse der Befragung deuten auf eine große Heterogenität in der Stichprobe in Bezug auf die fachspezifischen Vorerfahrungen und die Erwartungen an das Studium hin. Grundsätzlich zeigten die Befragten Interesse am Fach, der erforderliche Lernaufwand wurde aber zu gering eingeschätzt. Aus diesen und weiteren Ergebnissen werden Schlussfolgerungen für eine mögliche Anpassung einer Lehrveranstaltung an die Bedürfnisse der Studierendengruppe gezogen.

1. Ausgangssituation

Was die Studierenden an individuellen Voraussetzungen in Lehrveranstaltungen mitbringen und welche Auswirkungen das auf die Lehr-Lern-Prozesse hat, ist vielen Dozierenden nicht bekannt. Dennoch sind sie mit der Anforderung konfrontiert, die Lehrveranstaltung an den Bedürfnissen ihrer Studierenden auszurichten und zu individualisieren. Lehrpersonen orientieren sich dabei häufig an den Beobachtungen und subjektiven Eindrücken, die sie von den Studierenden im Semesterverlauf oder aber über die Jahre in der Lehre gewonnen haben.

Am Beispiel des Moduls Chemie I im Studiengang Papier- und Verpackungstechnik wird daher exemplarisch untersucht, ob sich der Eindruck des Dozenten und sein Bild von den Studierenden empirisch bestätigen lassen und ob sich durch die ggf. neu gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse Gestaltungsempfehlungen zur didaktischen Optimierung der Lehrveranstaltung ableiten lassen.

Das Lehr- und Lernangebot im Modul Chemie I bestand zum Zeitpunkt der Untersuchung aus 4 Semesterwochenstunden (SWS) seminaristischem Unterricht im Frontalunterricht und begleitenden Übungen in Gruppen (2 SWS), die vom gleichen Dozenten gehalten wurde. Während dieser Übungseinheiten hatten die Studierenden die Möglichkeit, in Kleingruppen aktiv Aufgaben zu bearbeiten, Fragen an den Dozenten zu richten und schriftliches Feedback zu ihren Lösungsvorschlägen zu erhalten.

Zum besseren Verständnis werden die Ausgangslage im Kurs und die Überlegungen des Dozenten zum Verhalten der Studierenden zunächst überblicksmäßig skizziert. Danach werden die daraus abgeleiteten und zu untersuchenden Fragestellungen thematisiert.

Die Sicht des Dozenten

Das Prüfungsergebnis der Studierenden am Semesterende dominiert häufig die Wahrnehmung des Dozenten und prägt damit sein Bild von den Studierenden. Das Modul Chemie I, welches im 1. Fachsemester des Studiengangs Papier- und Verpackungstechnik verortet ist, wird von durchschnittlich mehr als 50 % der Teilnehmenden nicht bestanden. Der Notendurchschnitt liegt dabei etwa bei 3,9. Damit hat das Modul aus Sicht des Dozenten einen Anteil an der hohen Abbrecherquote des Studiengangs. Dem gegenüber steht allerdings auch eine Gruppe von mehr als 20 % der Studierenden mit sehr guten Noten, was vom Dozenten als Hinweis für die ausgeprägte Heterogenität im Fachwissen Chemie interpretiert wird. Die Zahl der schulisch schwächer vorgebildeten Studierenden scheint dabei in der Mehrheit zu sein.

Aus seiner Sicht ist es daher besonders erstaunlich, dass bisher zu wenige Studierende das Übungsangebot genutzt haben, welches die regelmäßige Eigenaktivität der Studierenden erfordert und ihnen helfen soll, ein vertieftes Verständnis zu erlangen und Fragen zu stellen. Damit nehmen sich die Studierenden eine Gelegenheit, sich aktiv mit den Inhalten auseinanderzusetzen und sich so optimal auf die Prüfung vorzubereiten. Die Erfahrung des Dozenten zeigt, dass die Studierendengruppe, die nicht an den Übungsgruppen teilnimmt, auch nicht in der Lage ist, die Mindestanforderungen in der Prüfung zu erreichen.

Für den Dozenten erklärt sich dieses Verhalten durch eine Fehleinschätzung des eigenen Lernverhaltens von einer Mehrheit der Studierenden. Vermutlich sehen die Studierenden die rein physische Anwesenheit im Unterricht bereits als Lernen an und zeigen darüber

hinaus wenig regelmäßige Lernaktivität. Hinzu kommt, dass der Lehrbuchgebrauch aus Sicht des Dozenten häufig durch die unreflektierte Nutzung ungeeigneter Internetquellen ersetzt wird und die Prüfungsvorbereitung kurzfristigem „Bulimielernen“ entspricht. Insgesamt vermutet er, dass die investierte Lernzeit während des Semesters vom vorgesehenen Workload (180 Stunden bei 6 ECTS) deutlich nach unten abweicht. Die Nachhaltigkeit des in diesem Modul erworbenen Wissens ist damit gering, obwohl es in höheren Fachsemestern benötigt wird.

Als wenig förderlich für die kontinuierliche Beschäftigung mit den Lehrinhalten sieht der Dozent auch die geringe Motivation der Mehrheit der Studierenden für das Studienfach allgemein und das Modul Chemie I im Speziellen. Praxisbezogene Inhalte, wenn sie nicht ausdrücklich als prüfungsrelevant gekennzeichnet sind, scheinen aus Sicht des Dozenten von dieser Gruppe meist ohne Interesse hingenommen zu werden.

Fragestellungen

Doch stimmen diese, von den Eindrücken des Dozenten geprägten Beobachtungen und Vermutungen auch tatsächlich mit objektiven Daten und der Selbsteinschätzung der Studierenden zum Lernverhalten, der Motivation und in der Einstellung zum Modul überein? Und ist das bisherige Lehr- und Lernangebot im Modul trotz bisher guter Evaluationsergebnisse wirklich ein geeignetes Format für diese Zielgruppe?

Um diesen Fragen nachzugehen und Gestaltungsempfehlungen für die Lehrveranstaltung abzuleiten, wurde zu Beginn des Wintersemesters 2013/2014 eine Befragung der Studierenden durchgeführt. Folgende Aspekte wurden bei der Befragung fokussiert:

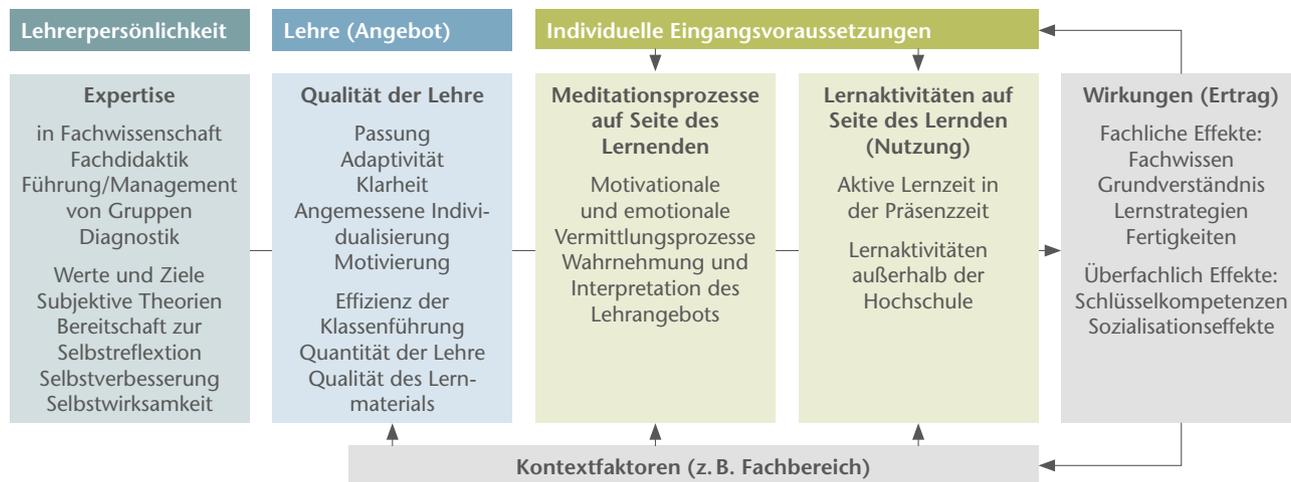
- Wie viel Vorerfahrung in Bezug auf das Fach Chemie bringen die Studierenden aus der Schule mit? Haben sie bereits in diesem Bereich gearbeitet oder studiert?
- Welche motivationalen Lernvoraussetzungen haben die Studierenden? Wie ist ihr Interesse für das Studienfach „Papier- und Verpackungstechnik“? Wie schätzen sie ihre Leistungsfähigkeit im Fach Chemie ein?
- Welche Erwartungen verbinden die Studierenden mit dem Studium der „Papier und Verpackungstechnik“ und mit der Lehrveranstaltung „Chemie I“?
- Wie schätzen die Studierenden den Zeitaufwand für die Lehrveranstaltung ein?

Wie die Datenerhebung zur Beantwortung dieser Fragen geplant und durchgeführt wurde, wird nachfolgend beschrieben.

2. Planung der Erhebung

Die Planung einer Lehrveranstaltung umfasst z. B. die Auswahl der Inhalte, die Gestaltung von Vorträgen und Vortragsfolien, Übungsaufgaben, Skripten und Lernmaterialien sowie die Festlegung des Prüfungsmodus. Wie dieses Angebot dann von den Studierenden angenommen wird, hängt in hohem Maße von den individuellen Voraussetzungen der Lernenden ab. Diese Voraussetzungen umfassen unter anderem emotionale und motivationale Faktoren, die ausschlaggebend dafür sind, wie die Lerngelegenheiten wahrgenommen und welche Aktivitäten schließlich ausgeführt werden (Welche Aufgaben werden gelöst? Wird die Vorlesung vor- und/oder nachbereitet? Werden oberflächliche oder tiefergehende Strategien beim Lernen und Wiederholen angewandt?). Das Wirkungsgeflecht zwischen der Bereitstellung eines geeigneten Lehr-Lern-Angebots durch die Lehrperson sowie die Wahrnehmung und Nutzung dieses Angebots durch die Lernenden wird durch Angebots-Nutzungs-Modelle (engl. auch Opportunity to Learn-Modell, OTL-Modell) abgebildet (vgl. Abb. 1):

Abb. 1: Angebot-Nutzungs-Modell, reduzierte und angepasste Darstellung nach Helmke (2005, S. 42)



Weiß die Lehrperson bereits zu Beginn der Lehrveranstaltung, welche Voraussetzungen die Studierenden mitbringen, kann sie die Lehrveranstaltung fachlich und didaktisch besser an die jeweilige Gruppe anpassen.

Um einen besseren Überblick über die Voraussetzungen von Studierenden im Modul Chemie I zu bekommen, wurde die Gruppe der Studierenden zu Beginn des Wintersemesters 2013/2014 zu einigen der genannten Aspekte befragt. Die hier erhobenen Daten sollen als Basis dienen, um das bestehende Lehrveranstaltungskonzept zu optimieren um so auf die Bedürfnisse künftiger Studierender in diesem Modul besser eingehen zu können.

Datenerhebung

Die Befragung der Studierenden erfolgte schriftlich und nahm etwa 20 Minuten Zeit in Anspruch. Es wurden neben demographischen Daten (Alter, Geschlecht, Hochschulzugangsberechtigung, Abschlussnote) auch Vorerfahrungen in Bezug auf das Studienfach erfragt. So wurde erhoben, ob die Studierenden bereits ein anderes Studium oder eine Berufsausbildung absolviert hatten und ob sie im Vorfeld berufstätig waren.

In Bezug auf die aktuelle Studienwahl wurden mehrere motivationale Aspekte untersucht: Sowohl das Interesse für das Studienfach „Papier- und Verpackungstechnik“ als auch die Erwartungen an das Studium selbst wurden erhoben. Hierzu wurden Items aus dem Fragebogen für Studieninteresse (FSI; Schiefele, Krapp, Wild, & Winteler, 1993, S. 350 ff.) verwendet (Cronbachs $\alpha = 0,66$) sowie Einzelitems zu den Erwartungen an das Studium allgemein eingesetzt. Des Weiteren wurde die Einschätzung der Studierenden hinsichtlich ihrer Selbstwirksamkeitserwartung erhoben. Hierzu wurde eine auf das Fach Chemie adaptierte Version der Skala für schulbezogene Selbstwirksamkeitserwartung verwendet (Jerusalem & Satow, 1999, Adaption für Chemie aus Hank, 2013, Cronbachs $\alpha = 0,68$).

Tab. 1: Angebot-Nutzungs-Modell, reduzierte und angepasste Darstellung nach Helmke (2005, S. 42)

Items/Fragen
Was hoffen Sie in diesem Kurs zu lernen?
In welcher konkreten Situation werden Sie das erworbene Wissen später anwenden können?
Worin können die Lehrenden Sie unterstützen?
Wo sehen Sie persönlich die größten Herausforderungen bei dieser Lehrveranstaltung?

In einem weiteren Block mit offenen Fragen wurden die Studierenden gebeten, Aussagen darüber zu treffen, welche konkreten Erwartungen sie an die Lehrveranstaltung Chemie I haben (vgl. auch Tab. 1).

Darüber hinaus sollten die Studierenden schätzen, wie viel Zeit sie einplanen, um die Kursziele zu erreichen. Außerdem sollten sie angeben, ob sie neben dem Studium planen, einer beruflichen Tätigkeit nachzugehen und wenn ja, in welchem Umfang. Mithilfe dieser Aussagen sollte abgeschätzt werden, wie viel Zeit den Studierenden als Selbstlernzeit zur Verfügung steht und ob die Studierenden den Aufwand zum Bestehen des Kurses realistisch einschätzen können.

Die erhobenen Daten aus den Skalen und geschlossenen Fragen wurden deskriptiv ausgewertet. Bei den offenen Fragen zu den Erwartungen an den Kurs wurden die Antworten der Studierenden von zwei HD-MINT-Mitarbeiterinnen unabhängig voneinander zunächst ausgewertet und dann induktiv zu übergeordneten Clustern zusammengefasst. Einige Aussagen der Studierenden wurden mehreren Kategorien zugeordnet, da darin unterschiedliche Aspekte angesprochen wurden. Eine Reduktion auf eine Kategorie hätte zu einem unnötigen Informationsverlust geführt. Dabei konnte eine hohe Übereinstimmung erzielt werden. Für die Auswertung wurden die verwendeten Begrifflichkeiten vereinheitlicht.

Stichprobenbeschreibung

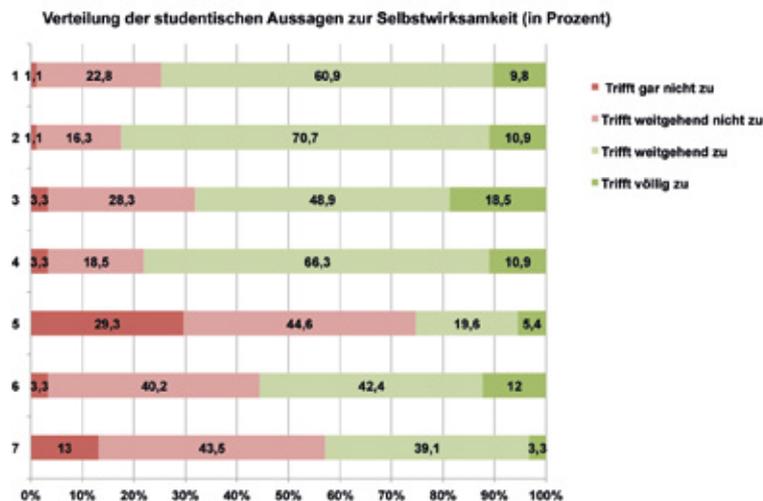
Die Stichprobe umfasste 92 Studierende im ersten Fachsemester des Bachelorstudiengangs „Papier- und Verpackungstechnik“ an der Hochschule für angewandte Wissenschaften in München. Davon waren 58 % männlich. Im Schnitt waren die Teilnehmenden 22 Jahre alt. Der Median lag bei 22 Jahren. Mehr als die Hälfte der Studierenden verfügte über die allgemeine (43 %) oder fachgebundene Hochschulreife (17 %), ein weiteres Fünftel (20 %) über die allgemeine Fachhochschulreife. Ein dazu vergleichbar kleinerer Teil der Gruppe (17 %) brachte als Hochschulzugangsberechtigung die fachgebundene Fachhochschulreife mit. Nur 1 % der befragten Studierenden verfügte über eine berufliche Hochschulzugangsberechtigung. Als Schulabschlussnote gaben die Studierenden im Mittel 2,9 an.

3. Ergebnisse

Vorerfahrungen

Die Befragung ergab, dass etwa ein Drittel der Studierenden (27 Personen) vor diesem Studium bereits einen anderen Studiengang begonnen hatte. Nur drei dieser Personen hatten einen Studiengang besucht, der mit dem aktuellen Studium inhaltlich verwandt ist (Papier-technik oder andere Ingenieursstudiengänge). Die Studiendauer des vorausgegangenen Studiums bewegte sich zwischen einem und maximal zehn Semestern, durchschnittlich lag sie bei etwa drei Semestern. Das lässt vermuten, dass die Studierenden mit Studierenerfahrung zu Beginn dieses Studiengangs in der Regel kein komplett abgeschlossenes Studium vorzuweisen hatten.

Abb. 2: Verteilung der studentischen Aussagen zur Selbstwirksamkeit (in Prozent)



21 Studierende gaben an, Vorerfahrungen durch eine Berufsausbildung zu haben, 13 Studierende davon sogar in einem inhaltlich nahen Beruf wie Papiermacher oder Verpackungsmittelmechaniker.

Tab 2: Ergebnisse der Selbstwirksamkeitserwartung in Prozent (Cronbach $\alpha = 0,68$)
(1 = trifft gar nicht zu, 2 = trifft weitgehend nicht zu, 3 = trifft weitgehend zu, 4 = trifft völlig zu, M Mittelwert, SD Standardabweichung, m Median)

	Items	M	SD	m
1	Ich kann auch die schwierigen Aufgaben in Chemie lösen, wenn ich mich anstrengte.	2,84	0,76	3
2	In Chemie fällt es mir leicht, neuen Stoff zu verstehen.	2,86	0,64	3
3	Wenn ich in Chemie eine schwierige Aufgabe an der Tafel lösen soll, glaube ich, dass ich das schaffen werde.	2,33	0,75	2
4	Selbst wenn ich mal längere Zeit krank sein sollte, kann ich immer noch gute Leistungen in Chemie erzielen.	2,01	0,85	2
5	Wenn der Dozent/ die Dozentin das Tempo noch mehr anzieht, werde ich die geforderten Leistungen kaum noch schaffen können. (-)	2,64	0,74	3
6	Auch wenn der Dozent/ die Dozentin an meinen Fähigkeiten zweifelt, bin ich mir sicher, dass ich gute Leistungen erzielen kann.	2,84	0,61	3
7	Ich bin mir sicher, dass ich auch dann noch meine gewünschten Leistungen im Fach Chemie erreichen kann, wenn ich mal eine schlechte Note bekommen habe.	2,92	0,56	3
	Skala	2,59	0,42	2,57

Selbstwirksamkeitserwartung

Tendenziell zeigten die Rückmeldungen der befragten Studierenden, dass sie sich zutrauen würden, die an sie gestellten Anforderungen im Fach Chemie zu erfüllen. Ein hohes Tempo bei der Stoffvermittlung, längere Abwesenheit durch Krankheit und der Druck vor anderen Studierenden schwierige Aufgaben zu lösen, schienen den Studierenden dennoch Sorgen zu bereiten. Ein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Studierenden konnte hier nicht ermittelt werden. Auch die Vorerfahrung schien keinen Einfluss auf die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden zu haben.

Studieninteresse

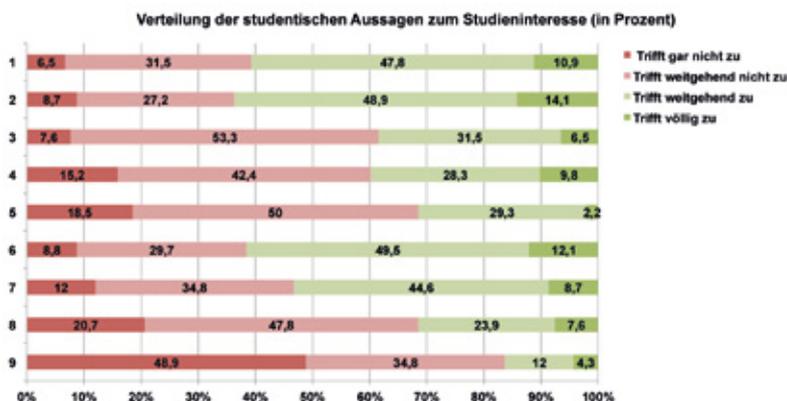
Das Interesse und die Begeisterung der Studierenden, sich mit Themen und Inhalten aus dem Bereich Papier- und Verpackungstechnik zu beschäftigen, war tendenziell hoch. Auch hier gab es keinen geschlechtsspezifischen oder von der Vorerfahrung beeinflussten Unterschied. Dennoch stimmten durchgängig etwa 30 bis 40 Prozent der Studierenden den Items (eher) nicht zu.

Die Mehrzahl der Studierenden gab beispielsweise an, dass sich die Beschäftigung mit manchen Stoffinhalten aus dem Fach positiv auf ihre Stimmung auswirken würde. Für das Studieninteresse der Studierenden sprach auch, dass sich fast 85 Prozent gegen die

Tab 3: Ergebnisse Studieninteresse im Überblick, alle Angaben in Prozent (Cronbachs $\alpha = 0,66$)
(1 = trifft gar nicht zu, 2 = trifft weitgehend nicht zu, 3 = trifft weitgehend zu, 4 = trifft völlig zu, M Mittelwert, SD Standardabweichung, m Median)

	Items	M	SD	m
1	Die Beschäftigung mit manchen Stoffinhalten aus meinem Fach wirkt sich positiv auf meine Stimmung aus.	2,65	0,77	3
2	Wenn ich genügend Zeit hätte, würde ich mich mit meinem Fach, auch unabhängig von Prüfungsanforderungen, intensiver beschäftigen.	2,69	0,83	3
3	Die Beschäftigung mit den Inhalten und Problemen meines Faches gehört nicht zu meinen Lieblingstätigkeiten. (-)	2,37	0,73	2
4	Die Beschäftigung mit meinem Studienfach hat für mich eigentlich recht wenig mit Selbstverwirklichung zu tun. (-)	2,34	0,87	2
5	Über Inhalte aus meinem Fach zu reden, macht mir selten Spaß. (-)	2,15	0,74	2
6	Wenn ich im Internet surfe oder Bücher und Zeitschriften durchblättere, lese ich gerne Texte, die Themen aus meinem Fach ansprechen.	2,65	0,81	3
7	Es ist für mich von großer persönlicher Bedeutung, gerade dieses Fach studieren zu können.	2,50	0,82	3
8	Meinem Studienfach messe ich im Vergleich zu anderen mir sehr wichtigen Dingen (z. B. Hobbies, soziale Beziehungen) eher eine geringe Bedeutung bei. (-)	2,18	0,85	2
9	Wenn ich ehrlich sein soll, ist mir mein Studienfach eher gleichgültig. (-)	1,75	0,84	2
Skala		2,75	0,41	2,78

Abb. 3: Verteilung der studentischen Aussagen zum Studieninteresse (in Prozent)



Aussage „Wenn ich ehrlich sein soll, ist mir mein Studium eher gleichgültig“ ausgesprochen haben. Mehr als die Hälfte der Befragten stimmte der Aussage zu, die Beschäftigung mit den Inhalten und Problemen des Fachs zähle zu ihren Lieblingstätigkeiten, und gab an, dass sie Spaß daran habe, über die Inhalte des Fachs zu sprechen (vgl. Tab. 3).

Erwartungen an die Lehrveranstaltung und das Studium im Allgemeinen

Im Hinblick auf die Erwartungen an das Studium im Allgemeinen meldeten die Studierenden zurück, dass sie einen deutlichen Unterschied zwischen dem Lernen an der Schule und dem an der Hochschule erwarteten (33 % „trifft weitgehend zu“; 42 % „trifft völlig zu“). Die Anforderungen des Studiums schätzten sie als herausfordernd ein: Mehr als die Hälfte gab an (59 %), mit Problemen beim Verständnis des Lernstoffs zu rechnen. Auch zur Frage, ob sie ausreichend für das bevorstehende Studium gerüstet seien, äußerte sich die Mehrheit eher kritisch (58 %) und vermutete bei sich Defizite, die das Studieren erschweren könnten.

Dennoch zeigten sich die Befragten optimistisch: 90 % der Befragten bestätigten die Aussage „Wenn ich Schwierigkeiten habe, werde ich die nötige Unterstützung finden.“ teilweise oder komplett.

Auf die Frage „Was hoffen Sie in diesem Kurs zu lernen?“ äußerten sich 38 % der Befragten sehr allgemein und machten Aussagen wie z. B. „Chemie endlich zu verstehen“ oder „allgemeine chemische Grundlagen“. Konkrete Inhalte nannten hingegen 21 % (z. B. „Alle Verbindungen, die rund um Verpackungen zu tun haben z. B. Klebstoffe, Lacke usw.“). Die Studierenden hatten auch die Erwartung, dass die erlernten Inhalte auf das Berufsleben vorbereiten (14 %). Sie äußerten dies z. B. folgendermaßen: „Chemie, die ich nachher im Beruf einsetzen kann“ oder „Ich hoffe, die Chemie so weit zu erlernen, dass ich im späteren Berufsleben damit arbeiten kann und es praktisch auch anwenden kann“. Etwa 13 % der Befragten richteten ihre Erwartungen an den Kurs eher auf die Vorbereitung zur Klausur (z. B. „Alles was für die Prüfung wichtig ist, nichts unwichtiges.“) oder das weitere Studium (z. B. „Zweckmäßig wäre das für den Studiengang relevante.“).

Auf die Frage, in welchen Situationen das Gelernte Anwendung finden kann, äußerten 24 Prozent eher diffuse berufliche Anwendungskontexte, wie z. B. „Berufsleben“, „Im Beruf“. Weitere 36 % hingegen waren konkreter und nannten spezifische Anwendungskontexte wie beispielsweise „vor allem bei Fragen der Lebensmittelverpackung“ oder „Qualitätsverbesserung, Produktivitätssteigerung, Ökonomische/Ökologische Optimierung, Arbeitssicherheit“. 7 % der Studierenden sahen den Anwendungskontext eher auf das Studium begrenzt (z. B. „Prüfungen Anwendung auf andere Fächer“, „spätere Semester“). 8 % hingegen konnten sich keinen Anwendungskontext für die Inhalte des Kurses vorstellen (z. B. „weiß ich noch nicht“, „das kann ich noch nicht beantworten“). Weitere 7 % der Studierenden sahen die Anwendung des Gelernten im Alltag (z. B. „allgemein im Leben, die Chemie begegnet einem überall“). Von 25 % der Studierenden wurde an dieser Stelle gar keine Aussage gemacht.

Herausforderungen und gewünschte Unterstützung

Die Studierenden wurden auch gefragt, welche Aspekte für sie in der Lehrveranstaltung Chemie I am herausforderndsten sind. Etwa 22 % gaben hier an, dass der Stoffumfang und die Komplexität der Inhalte kombiniert mit dem hohen Tempo in der Vermittlung für sie herausfordernd sein werden. Auch fehlende oder unzureichende Vorkenntnisse führten 9 % der Befragten hier als Hürde an. Die Mehrheit (23 %) der gemachten Aussagen thematisierte Schwierigkeiten bei der Selbstorganisation wie z. B. regelmäßige Anwesenheit, Zeiteinteilung und Prüfungsvorbereitung. Auch spezifische Themen der Chemie (z. B. Berechnung von chemischen Reaktionen) hatten bei einigen Befragten den Ruf herausfordernd und schwierig zu sein (13 %).

Ergänzend dazu wurden die Studierenden auch gefragt, worin die Lehrenden sie unterstützen können. Zu den am häufigsten genannten Wünschen (41 %) zählen die Unterstützung durch Erklären, Wiederholen und „für Fragen offen sein“.

Als wünschenswert erachteten 29 % der Studierenden auch die Bereitstellung geeigneter Unterlagen wie Skripte, Prüfungsaufgaben oder Empfehlungen für relevante Literatur. 11 % der Befragten wünschten sich auch ein langsames Tempo bei der Vermittlung. Ebenfalls genannt wurden Transparenz und gute Vorbereitung (10 %), die Hilfe bei der Organisation von Lernprozessen (7 %), das Angebot von Übungsgruppen, Tutorien, Nachhilfe (5 %) und das Herstellen von Bezügen zur Praxis (3 %). 21 % äußerten hier keinen expliziten Wunsch.

Lernen und Arbeiten im Studium – Erwerbstätigkeit neben dem Studium

Auf die Frage nach dem geplanten Pensum an Erwerbsarbeit während des Studiums gaben 45 von 92 Studierenden (49 %) an, neben dem Studium arbeiten zu wollen. Die Angaben bewegten sich zwischen 5 und 40 Stunden pro Woche, der Median lag bei 10 Stunden pro Woche.

Für die Lehrveranstaltung Chemie I planten die Studierenden durchschnittlich 5 Stunden pro Woche Präsenzzeit ein. Um die Kursziele zu erreichen, wurden darüber hinaus im Mittel 4 Stunden pro Woche Selbstlernzeit und einmalig 17 Stunden zusätzliche Zeit für Prüfungsvorbereitung eingeplant. Die veranschlagte Prüfungsvorbereitungszeit variierte dabei sehr stark: Das Minimum lag bei 1 Stunde, das Maximum bei 80 Stunden, was im Mittel 13 Semesterwochen und einem Workload von etwa 134 Stunden entspricht. Damit lag der von den Studierenden anberaumte Workload bei etwa 75 % des für das Modul vorgegebenen Arbeitsaufwands (180 Stunden).

Zusammenfassung

Nach Abschluss der Datenauswertung können die Ergebnisse folgendermaßen zusammengefasst werden:

Die Studienbefragung zeigt einerseits ein positives Bild, da sich die Studierenden zu Beginn des ersten Fachsemesters mehrheitlich interessiert zeigen und sich zutrauen, die an sie gestellten Anforderungen zu erfüllen. Viele bringen auch Studiererfahrung und/oder berufliche Erfahrungen mit.

Andererseits gibt die Befragung aber auch Hinweise auf Entwicklungspotential: Die Studierenden schätzen den Arbeitsaufwand für die Veranstaltung deutlich zu gering ein. Ein nicht zu vernachlässigender Anteil jedoch zeigt sich wenig interessiert, und für viele Studierende ist der Nutzen der Lehrveranstaltung Chemie für das weitere Studium und/oder die Berufstätigkeit unklar.

4. Schussfolgerungen

Die Ergebnisse werden nun im Folgenden diskutiert und als Basis für die Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung herangezogen. Dies erfolgt zunächst aus didaktischer Perspektive durch das HD-MINT-Team, das Empfehlungen aus den Ergebnissen der Befragung ableitet. Danach werden die Schlussfolgerungen des Dozenten aus den Ergebnissen der Studierendenbefragung sowie den Empfehlungen des HD-MINT-Teams geschildert.

4.1 Empfehlungen aus didaktischer Perspektive

Basierend auf den durch die Befragung gewonnenen Daten und Erkenntnissen können folgende didaktische Empfehlungen zur Optimierung der Lehrveranstaltung ausgesprochen werden:

Durch die heterogene Zusammensetzung der Studierenden hinsichtlich ihrer Hochschulzugangsberechtigung, aber auch ihrer unterschiedlichen Vorerfahrungen im Fach Chemie sollte bei der Planung der Lehrveranstaltung darauf geachtet werden, unterschiedliche methodisch-didaktische Zugänge zum Inhalt zu ermöglichen. Studierende sollten die Möglichkeit haben, im eigenen Tempo zu lernen und die Lehrveranstaltung vor- und nachzubereiten. Dies wäre beispielsweise mithilfe von Lehrveranstaltungsaufzeichnungen oder Protokollen, respektive mit geeignetem Lesematerial oder Skripten möglich. Um individuelle Rückmeldung zu den Kenntnissen und Wissenslücken zu bekommen, wären Tests sinnvoll, die den Studierenden unmittelbar Feedback zu ihren Lösungsansätzen geben.

Darüber hinaus sollten die Studierenden Hinweise auf Materialien erhalten, mit denen sie Wissenslücken schließen und/oder interessensgeleitet spezifische Inhalte vertiefen können (z. B. Lehrbücher, Lehrvideos). Bei den Übungsaufgaben könnte man unterschiedliche Schwierigkeitsgrade einsetzen, damit schwächere Studierende die Mindestanforderungen erreichen können und die fortgeschrittenen Studierenden immer noch gefordert werden, so dass in allen Gruppen die Lernmotivation aufrecht erhalten werden kann.

Um die Anforderungen zur Erreichung der Kursziele für alle transparent zu machen, wird empfohlen, mit Lernzielen auf Handlungsebene zu arbeiten. Auf dieser Ebene formulierte Lernziele sowie ein transparenter Umgang damit helfen den Studierenden, sich auf die für sie wesentlichen Inhalte zu fokussieren. Dies bietet auch den Vorteil, dass die Erwartungen an die Studierenden klar vermittelt werden und damit die ggf. bestehenden Unterschiede zum Lernen an der Schule aufgezeigt werden können.

Die Empfehlungen decken sich auch teilweise mit den Wünschen der Studierenden, z. B. im Hinblick auf die Unterstützungsleistung, die sie sich von der Lehrperson erhoffen (vgl. Kapitel 3).

Aus den Ergebnissen zur Selbstwirksamkeit geht hervor, dass die Studierenden sich insgesamt zutrauen, die an sie gestellten Anforderungen zu erfüllen. Eine leichte Unsicherheit der Studierenden zeichnet sich dennoch ab: Zum einen haben sie Bedenken wegen der Stofffülle, zum anderen machen ihnen das hohe Lerntempo und die Schwierigkeit der Inhalte Sorgen. Um die Selbstwirksamkeitserwartung zu fördern, wird empfohlen, den Studierenden regelmäßig Gelegenheiten zu geben, ihren Lernstand zu überprüfen und so Erfolgserlebnisse zu ermöglichen. Tests mit unmittelbarem Feedback können hier ein geeignetes Angebot darstellen. Die Aufgaben sollten dabei an den Lernzielen ausgerichtet sein und für die Studierenden auf einem herausfordernden, jedoch nicht überfordernden Niveau angesiedelt sein (vgl. Rheinberg, 2010).

Einige Studierende gaben an über fachbezogene Vorerfahrung zu verfügen (vgl. Kapitel 3, „Vorerfahrungen“). Dies spiegelt sich auch bei den Antworten zur Anwendbarkeit des in der Lehrveranstaltung Chemie I erworbenen Wissens wider. Ein Großteil der Studierenden konnte jedoch zum Befragungszeitpunkt wenig Konkretes zur Relevanz des Faches Chemie für den späteren Beruf benennen. Vor dem Hintergrund, dass die wahrgenommene Relevanz der Inhalte einen positiven Einfluss auf das Fachinteresse hat (Gräber, 1995, S. 225 f.), sollte darauf geachtet werden, dass nach Möglichkeit Anwendungsbeispiele aus der Praxis zum Einsatz kommen, beispielsweise bei den Übungsaufgaben. Auch Hinweise auf die Vertiefung des Faches und der Inhalte innerhalb des Studiengangs könnten helfen, Chemie für die Studierenden ohne Erfahrungen noch relevanter werden zu lassen. Für Studierende, die bereits mit dem Fach in Kontakt gekommen sind, bieten Praxisbezüge gute Anknüpfungspunkte für neue Inhalte.

4.2 Schlussfolgerungen des Dozenten für die Lehrpraxis

Nicht alle Ergebnisse waren aus Sicht des Dozenten in dieser Form zu erwarten, andere bestätigen seine subjektiven Eindrücke aus der Lehrpraxis. Durch die Ergebnisse der vorliegenden Befragung, die unbefriedigenden Lernergebnisse und die ungenügenden Prüfungsergebnisse sieht der Dozent die Notwendigkeit, das Lehr- und Lernangebot zu verändern. Von allen möglichen Varianten scheint Just-in-Time Teaching (JiTT) die beste Möglichkeit zu bieten, eine Verbesserung zu erreichen, wenn diese Lehrform für das Gesamtmodul konsequent umgesetzt wird, denn im Rahmen von JiTT werden maßgeschneiderte Lerntexte und regelmäßige Feedbackmöglichkeiten eingesetzt.

Kurztests auf einfacherem Niveau im Rahmen eines E-Learning-Angebots (Moodle) sind auch für schwächere Studierende gut zu bewältigen. Bei JiTT wird allen Studierenden auf jedem Ausgangsniveau die Möglichkeit gegeben, bereits vor dem Unterricht individuelle Fragen zu stellen. Damit kann auf die Bedürfnisse der schwächeren, aber auch der weiter fortgeschrittenen Studierenden eingegangen werden. Durch eine strikte Wochenorganisation soll die Informationsfülle in klar erkennbare Einheiten geteilt und durch wöchentliche Arbeitsaufträge das regelmäßige Lernen gefördert werden.

Zusätzlich sollen zu den JiTT-Einheiten passgenaue Übungen in Übungsgruppen beibehalten werden, die einerseits die regelmäßige Eigenaktivität, aber auch die Arbeit im Team fördern. Diese bieten ein zusätzliches Feedback über das bereits erreichte Verständnis.

Das Interesse der Studierenden ist deutlich höher als durch die subjektive Beobachtung vermutet. Es verbleiben aber dennoch mehr als 30 Prozent wenig interessierte Studierende, die einen nicht unbedeutenden Teil der Studienabbrecher stellen könnten. Um diese Gruppe teilweise zu gewinnen, könnte eine Neugestaltung der Studieneingangsphase auf Studiengangsebene ein vielversprechender Ansatz sein.

5. Diskussion: Konsequenzen für die Gestaltung der Lehrveranstaltung

Unter der Annahme, dass die Ergebnisse der oben beschriebenen Einstiegsbefragung auch auf die nächste Kohorte übertragen werden können, wurden im Wintersemester 2014/2015 folgende Punkte in der Lehrveranstaltung Chemie I für Papier- und Verpackungstechnik umgesetzt:

Als Lehrmethode wurde Just-in-Time Teaching implementiert. Mit der Umsetzung dieser Methode konnte mehreren Aspekten Rechnung getragen werden: Einerseits konnte dem Wunsch der Studierenden nach Lernmaterialien entsprochen werden, andererseits konnte mit der Methode auf die große Heterogenität der Studierenden in Bezug auf die schulischen und beruflichen Vorerfahrungen reagiert werden. Im Lesematerial wurden die Erwartungen des Dozenten in Form von Lernzielen transparent gemacht. Zusätzlich dazu wurde jedes Kapitel um einen Advanced Organizer ergänzt, der die Struktur des Kapitels beschreiben und eine inhaltliche Verortung des einzelnen Themas in der gesamten Lehrveranstaltung unterstützen soll. Durch diese beiden Elemente können die Studierenden auf den ersten Blick abschätzen, wie ihre Vorkenntnisse zum Thema einzuordnen sind und sich im folgenden Lernprozess orientieren (Nissler, 2016).

Neben den im Rahmen von JiTT eingesetzten Tests wurden auf der Lernplattform zusätzliche Zwischentests angelegt, die sich jeweils auf größere Inhaltsabschnitte im Semester beziehen. Zusätzlich zu diesem Angebot stehen den Studierenden für jedes Thema Übungsblätter zur Verfügung, die in den wöchentlich vom Dozenten selbst geleiteten Übungsstunden in Kleingruppen diskutiert werden. Sie sind im Schwierigkeitsgrad abgestuft und als prüfungsrelevant gekennzeichnet. So haben die Studierenden die Möglichkeit, den eigenen Lernfortschritt im Auge zu behalten, indem sie sowohl automatische Rückmeldung durch die Tests auf der Lernplattform als auch persönliches Feedback von Peers und vom Dozenten im Rahmen der Übungen erhalten.

Dieses Setting bietet den Lernenden einen strukturierten Rahmen, der sie zu einer schrittweisen Vorbereitung der Inhalte über das ganze Semester hinweg anhält und ihnen hilft, das kurzfristige, auf die Prüfung fokussierte "Bulimielernen" zu vermeiden. Gleichzeitig ist es den Studierenden möglich, die Vorbereitung individuell zu gestalten, indem sie die Bearbeitungszeit und -intensität dem persönlichen Wochenrhythmus, aber auch ihrem Kenntnisstand anpassen können. Würden die Inhalte ausschließlich in der Vorlesung erklärt und präsentiert, wäre diese Flexibilität nicht gegeben.

Der sanfte Druck, sich regelmäßig mit den Inhalten zu beschäftigen, ist vor allem auch vor dem Hintergrund bedeutsam, dass die Studierenden erst am Beginn ihres Studiums stehen und die auf sie zukommende Arbeitsbelastung noch nicht gut einschätzen können, sowie die Anforderungen des eigenständigen Lernens an der Hochschule möglicherweise noch unterschätzen. Außerdem ist nicht zu erwarten, dass sie zu diesem Zeitpunkt die Komplexität und die Schwierigkeit der Inhalte sowie den damit verbundenen Lernaufwand richtig

beurteilen. Hinweise darauf können den Befragungsergebnissen entnommen werden: Im Schnitt gaben die Studierenden den Lernaufwand für diesen Kurs zu Beginn des Semesters als recht niedrig an, verglichen mit dem vorgesehenen Workload (vgl. Kapitel 3, "Lernen und Arbeiten im Studium").

Ein weiterer Punkt, bei dem der Einsatz von JiTT wertvolle Unterstützung leisten könnte, ist die Selbstorganisation des Lernprozesses. Während weniger als ein Viertel der Studierenden in diesem Bereich bei sich Defizite sieht, sieht der Dozent bei der Mehrheit der Studierenden Optimierungsbedarf. Durch die vorgegebene wöchentliche Struktur und die klar strukturierten und terminierten Aufträge bei JiTT erhalten die Studierenden Unterstützung, indem sie regelmäßig gefordert werden, diese zu bearbeiten. Gleichzeitig erlaubt die Methode den Studierenden innerhalb dieser Vorgaben, individuell zu lernen und bietet damit einen relativ hohen Freiheitsgrad.

Die Ergebnisse der Evaluation dieser Lehrveranstaltung sind Teil des Datenmaterials, das im Beitrag von Nissler, Hank, Kämper, Gertis, Riedl und Brunnhuber (Aktivierende Hochschuldidaktik aus Sicht der Studierenden, S. 152–171) in diesem Band ausgewertet wird.

Literatur

Gräber, W. (1995). Schülerinteressen und deren Berücksichtigung im STS-Unterricht: Ergebnisse einer empirischen Studie. *Empirische Pädagogik*, 9(2), 221–238.

Hank, B. (2013). Konzeptwandelprozesse im Anfangsunterricht Chemie: Eine quasiexperimentelle Längsschnittstudie. *Studien zum Physik- und Chemielernen: Vol. 155*. Berlin: Logos Berlin.

Helmke, A. (2005). *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern* (4th ed.). Seelze: Kallmeyer.

Jerusalem, M., & Satow, L. (1999). Schulbezogene Selbstwirksamkeitserwartung (Wirk-schul). In R. Schwarzer & M. Jerusalem (Eds.), *Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen* (S. 15–16). Berlin: Schwarzer.

Nissler, A. (2016). *Mit Peer Instruction und Just-in-Time Teaching Studierende in ihrem Lernprozess unterstützen* (Schriften zur Hochschuldidaktik). Erlangen Nürnberg: Friedrich-Alexander-Universität.

Rheinberg, F. (2010). Intrinsic Motivation und Flow-Erleben. In J. Heckhausen (Ed.), *Motivation und Handeln* (S. 365–387). s. l.: Springer Berlin Heidelberg.

Schiefele, U., Krapp, A., Wild, K.-P., & Winteler, A. (1993). Der „Fragebogen zum Studien-interesse“ (FSI). *Diagnostika*, 39(4), 335–351.

Wie kommt Peer Instruction im Hörsaal an?

B. Meissner
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

■ Abstract

Peer Instruction wurde an der Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (TH Nürnberg GSO) mit unterschiedlichen Zielsetzungen realisiert, von der Einführung in neue Themen bis hin zur Überprüfung des Lernstandes. Die Rückmeldungen der Studierenden waren durchweg positiv: Fast alle würden Peer Instruction einem reinen Vorlesungsvortrag vorziehen. Insbesondere der Nutzen von Peer Instruction für das eigene Lernen wurde sehr differenziert wahrgenommen. So wurden zum Beispiel die Bedeutung der Peer-Diskussion für das eigene Verständnis sowie die Reflexion des eigenen Kenntnisstands und der eigenen Überzeugung als wichtige Vorteile der Methode benannt. Peer Instruction hat sich als ebenso hilfreiches wie flexibles Werkzeug für die Lehrpraxis erwiesen.

Peer-Instruction-Konzepte und Datenerhebung

Im Artikel von Keller, Meissner und Fleischer (2016) in diesem Band wird die Methode Peer Instruction vorgestellt. Um Einblicke zu erhalten, wie die Methode von den Studierenden auf- und wahrgenommen wird, wurden an der TH Nürnberg GSO methodenspezifische Fragebögen in fünf Vorlesungen mit Peer-Instruction-Konzepten eingesetzt. Der Einsatz von Peer Instruction als methodisches Element in diesen Lehrveranstaltungen dient, je nach Ausgangssituation und Rahmenbedingungen, unterschiedlichen Zielsetzungen (s. Tab. 1).

Zur Erfassung der studentischen Perspektive wurden quantitative und qualitative Daten erhoben (N = 182).

Tab. 1: Beispiele für die Zielsetzungen und die entsprechende Umsetzung der Peer Instruction in den verschiedenen Veranstaltungen

Zielsetzung	Umsetzung
Überprüfen, ob die angestrebten Lernziele erreicht wurden	Blöcke aus Peer-Instruction-Fragen zu thematischen Abschnitten, nachdem diese in Vorlesung und Übung behandelt wurden
Auflockern der Veranstaltung, Rahmen für thematische Abschnitte	Einführung neuer Themen oder Abschluss thematischer Einheiten mit einzelnen Peer-Instruction-Fragen
Üben, prüfungsrelevante Aufgabenstellungen zu lesen und zu verstehen	3–4 Mal im Semester ein Block aus mehreren Peer-Instruction-Fragen zum Ende der Vorlesung
Wiederholung vorangegangener Themenblöcke	Blöcke aus Peer-Instruction-Fragen zu Vorlesungsbeginn, ca. alle 3–4 Wochen

Tab. 2: Ausgewertete Items aus dem methodenspezifischen Fragebogen zur Peer Instruction

Item-Nr.	Formulierung
P12*	Hat Ihnen die Vorgehensweise bei der Methode gefallen? Bitte begründen Sie Ihre Aussage in 1–2 Sätzen.
P13*	Als wie nützlich bewerten Sie die Methode Peer Instruction? Bitte begründen Sie kurz Ihre Wahl.
P141	Das Diskutieren mit meinen Kommilitoninnen und Kommilitonen hat mir geholfen den Inhalt besser zu verstehen.
P142	Die Methode hilft mir beim Überprüfen meines Lernstandes.
P145	Ich glaube, dass die regelmäßige Teilnahme an der Peer Instruction zu einer Zeitersparnis in der Prüfungsvorbereitung führt.
P149	Für mich ist Peer Instruction eine Spielerei ohne Wert.
P1411	In meinen Augen stört Peer Instruction den Vorlesungsfluss.
P16*	Wenn Sie die Wahl hätten, für welche Lehrveranstaltungsform würden Sie sich entscheiden? Bitte begründen Sie kurz Ihre getroffene Wahl.

*Items mit offener Fragestellung. Die Skalierung der quantitativen Items ist entsprechend in den Abbildungen 1 bzw. 2 erläutert.

Dazu wurde ein methodenspezifischer Fragebogen des HD-MINT-Teams der Hochschule München eingesetzt, der die studentische Wahrnehmung der Methode Peer Instruction erfasst sowie ein Feedback zur Umsetzung der Methode in der Veranstaltung einholt. Aus diesem Fragebogen wurden die in Tabelle 2 zusammengefassten Items für die nachfolgende Auswertung herangezogen. Die drei offenen Fragestellungen 'gefällt Peer Instruction' (P12; vgl. Tab. 2), 'Nützlichkeit von Peer Instruction' (P13) und 'Warum Peer Instruction' (P16) wurden gemeinsam ausgewertet, da die Formulierungen in den Antworten der Studierenden zeigten, dass diese nicht zwischen den einzelnen Aspekten der Fragestellungen differenzierten. Die in diesem Artikel verwendeten Zitate entstammen alle dieser Auswertung.

Studentische Wahrnehmung der Peer Instruction

Lehrveranstaltungsübergreifende Auswertung

Über alle Veranstaltungen hinweg findet die Methode eine hohe Zustimmung: 95,9 % der Studierenden, entsprechend 164 von 171 Antworten, würden sich, wenn sie die Wahl hätten, für Peer Instruction statt einen klassischen Vorlesungsvortrag entscheiden (P16; vgl. Tab. 2). Etwa zwei Drittel der Antworten auf die offenen Fragen 'gefällt Peer Instruction' (P12; vgl. Tab. 2), 'Nützlichkeit von Peer Instruction' (P13) und 'Warum Peer Instruction' (P16) kommen aus dem Bereich Lernen. Die Studierenden nennen Aspekte wie:

- Lernerfolg: z. B. „Man konnte Anonym seine Meinung vertreten und konnte selbst lernend seine Aussagen korrigieren“ (Zitat),
- Verständnis: z. B. „Durch die Erklärungen der Mitstudenten wurden teilweise auch schwer verständliche Sachverhalte verständlicher“ (Zitat),

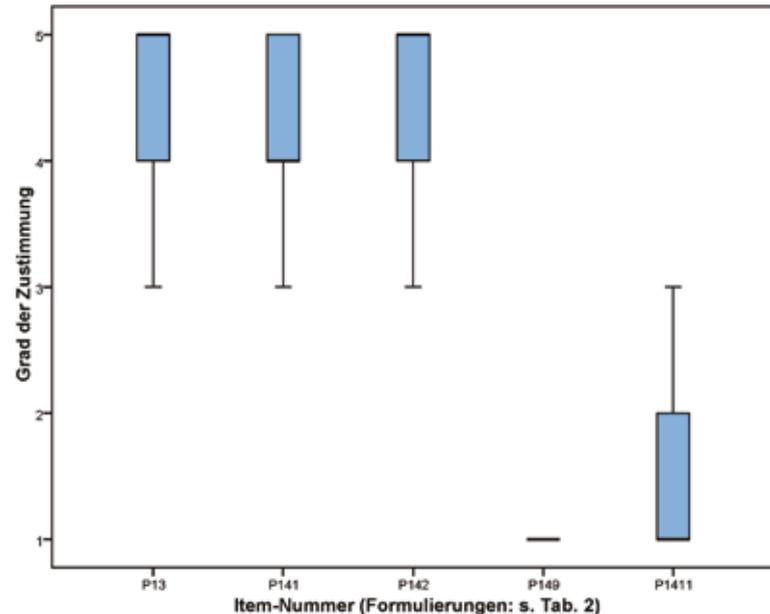
- Selbstkontrolle: z. B. „In der Diskussionsrunde wird auf eigene Denkfehler aufmerksam gemacht“ (Zitat),
- Wiederholung: z. B. „Zur Reflektion des eigenen Wissensstandes gibt es wahrscheinlich kein besseres Hilfsmittel“ (Zitat).

Die anderen Antworten umfassen die Kategorien Aktivierung/Einbindung, Austausch, Spaß und Auflockerung. Dass die Studierenden die Methode trotz hohem spielerischem Wert ernst nehmen, ist auch in Abbildung 1 zu sehen: Die Nützlichkeit der Methode wird überwiegend als (sehr) hoch eingeschätzt (P13; s. Tab. 2). Ebenso finden die Aussagen, die Diskussionsphase der Peer Instruction helfe beim Verstehen (P141) und beim Überprüfen des Lernstandes (P142) hohe bis sehr hohe Zustimmung. Im Gegensatz dazu sind die Rückmeldungen auf die Aussagen, Peer Instruction sei eine reine Spielerei (P149) und störe den Vorlesungsfluss (P1411), deutlich ablehnend.

Besonderheiten einzelner Veranstaltungen: Routine der Lehrperson

Ein statistischer Vergleich zeigte, dass bei der Frage nach der Nützlichkeit von Peer Instruction (P13; vgl. Tab. 2) trotz der einheitlich hohen Einschätzung hoch signifikante Unterschiede zwischen den Veranstaltungen vorliegen (Kruskal-Wallis-Test: $\chi^2 = 14,144$; $p < 0,01$). Diese Unterschiede könnten auf zwei Veranstaltungen zurückzuführen zu sein, bei denen die Peer Instruction fast ausschließlich als „sehr nützlich“ eingestuft wurde (Veranstaltungen D und E in Abbildung 2a). Möglicherweise liegt diese sehr gute Bewertung daran, dass diese beiden Veranstaltungen diejenigen sind, bei denen die Peer Instruction in dem Semester, in dem der Fragebogen eingesetzt wurde, bereits zum zweiten bzw. dritten Mal angewendet wurde. Eine zunehmende Routine und Erfahrung der Lehrperson könnte sich hier also im studentischen Feedback wieder spiegeln. Diese Vermutung kann im Rahmen dieser Befragung jedoch nicht untermauert werden: Die Stichprobenzahl ist mit im Durchschnitt 34 Antworten pro Veranstaltung sehr gering und die Verteilungen konzentrieren sich sehr nah am oberen Ende der Skala. Genauere Signifikanztests sind deshalb hier nicht sinnvoll und würden nicht zu belastbaren Aussagen führen.

Abb. 1: Studentische Einschätzung der Methode Peer Instruction, nicht nach einzelnen Veranstaltungen differenziert (N = 167). Items: s. Tab. 2; Skalen: P13: von 1 = „überhaupt nicht nützlich“ bis 5 = „sehr nützlich“, alle anderen: von 1 = „stimme überhaupt nicht zu“ bis 5 = „stimme voll zu“



Besonderheiten einzelner Veranstaltungen: spezifische Zielsetzung

Zu der Aussage, die regelmäßige Teilnahme an der Peer Instruction führe zu einer Zeitersparnis in der Prüfungsvorbereitung (P145; Abb. 2b) sind ebenfalls Unterschiede bei den nach Veranstaltungen differenzierten Antwortverteilungen zu sehen: Die Veranstaltung, die als einzige eine unmittelbare Vorbereitung auf die Prüfung als Zielsetzung hat (Veranstaltung G in Abb. 2b), hat auch die stärkste Zustimmung zu dem Nutzen der Peer Instruction für die Prüfungsvorbereitung. Am breitesten ist die Antwortverteilung bei der Veranstaltung, deren Zielsetzung nicht ausschließlich im kognitiven Bereich liegt, sondern bei der mit Hilfe der Peer Instruction zum Beispiel auch Neugier auf neue Themen geweckt werden soll (Veranstaltung B in Abb. 2b). Die unterschiedlichen Zielsetzungen der Peer-Instruction-Konzepte scheinen also von den Studierenden auch entsprechend wahrgenommen zu werden.

Fazit

Die Methode Peer Instruction wird an der TH Nürnberg GSO in sehr vielfältiger Weise eingesetzt. Neben kognitiven Zielen (z. B. Überprüfen des Lernstandes) spielen dabei auch motivationale Ziele (z. B. Neugier auf ein neues Thema erzeugen) eine große Rolle. Unsere Erfahrung zeigt, dass Peer Instruction diesen vielseitigen Ansprüchen bei einer zielorientierten Umsetzung gerecht werden kann. Die Studierenden sehen den hohen Nutzen der Methode für ihr Lernen. Sie nehmen auch die Unterschiede in der Umsetzung der Methode wahr, was sich auf ihre Einschätzung zur Methode auswirkt. Peer Instruction erweist sich damit als ebenso hilfreiches wie flexibles Werkzeug in der Lehrpraxis.

Danksagung

Ein besonderer Dank geht an Frau Antje Nissler, Mitarbeiterin im Projekt HD MINT an der Hochschule München, für die Bereitstellung des Fragebogens für die Verbundhochschulen.

Literatur

Keller, U., Meissner, B. und Fleischer, J. (2016). Die Methoden des Projekts HD MINT. In diesem Band, S. 10–16.

Erfahrungsbericht bei der Einführung von Just-in-Time Teaching in Software Engineering

T. Nil¹; T. Köhler²
Hochschule Augsburg¹,
Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (IHF), München²

■ Abstract

Gegenstand dieses Artikels ist die erstmalige Umsetzung des Lehrkonzepts Just-in-Time-Teaching in der Vorlesung Software Engineering für das erste Semester des Bachelor-Studienganges Informatik. In einem ersten Schritt soll die Umsetzung der Lehrmethode dargestellt werden. Anschließend werden Ergebnisse der dazugehörigen Begleitforschung mit den Evaluationsergebnissen einer klassisch gehaltenen Parallelveranstaltung verglichen.

Im Wintersemester 2015/16 wurden an der Fakultät für Informatik der Hochschule Augsburg zwei parallel laufende Veranstaltungen zum Thema Software Engineering für Studierende in den Bachelor-Studiengängen Informatik und Technische Informatik abgehalten. Die beiden Vorlesungen wurden von derselben Lehrperson durchgeführt. Die Veranstaltungen unterschieden sich allerdings in den gegebenen Rahmenbedingungen sowie in der gewählten Lehrmethode und wurden jeweils zu Anfang und Ende des Semesters evaluiert. Das Pflichtmodul „Software Engineering 1“ wurde dabei von Studierenden des Studienganges Informatik im ersten Semester, das Pflichtmodul „Software Engineering 3“ von Studierenden des Studienganges Technische Informatik im dritten Semester belegt. Beide Module umfassten 2 SWS Unterricht sowie 2 SWS Praktikum und wurden mit 5 ECTS Punkten angerechnet. Im Modul „Software Engineering 1“ kam das Lehrkonzept Just-in-Time Teaching (JiTT) zur Anwendung (Novak 1999). Der Einsatz dieser Lehrmethode verfolgte das Ziel, die Präsenzzeit effektiver zu gestalten und Studierende zum eigenständigen Lernen vor der Präsenzveranstaltung zu motivieren. Im Vordergrund stand, neue Begriffe der Systemanalyse und des Software Engineering kennenzulernen, die Aneignung von erstem Fachwissen sowie eine Sensibilisierung für die Thematik. Problemlösungskompetenz sollte dabei für Studierende des ersten Semesters nicht erworben werden, dies ist erst im zweiten und dritten Semester Lernziel. Im Gegensatz dazu orientierte sich das Modul „Software Engineering 3“ am klassischen Frontalunterricht mit dem Ziel, sich neben

Faktenwissen auch Problemlösekompetenz anzueignen. Studierende sollten nicht nur in der Lage sein, Verfahren und Techniken des Software Engineering zu verstehen, sondern diese auch problemlösungsorientiert anwenden können. Dazu zählte unter anderem die Problematik der Qualitätsbewertung und Qualitätssicherung.

Umsetzung der Methode Just-in-Time Teaching in der Vorlesung

Der Einsatz von Just-in-Time Teaching ermöglichte es, die Veranstaltung mittels der Lernplattform Moodle an die Bedürfnisse der Studierenden anzupassen. Die Studierenden erhielten wöchentlich einen Leseauftrag und ergänzend dazu einen Fragenkatalog von fünf bis sieben Fragen, den sie im Laufe der Woche selbständig bearbeiten sollten. Dabei konnten auch Fragen zum Lernstoff gestellt und Verständnisprobleme geklärt werden. Ein Teil der Fragen, wie zum Beispiel Multiple-Choice-Fragen oder Lückentexte, wurden automatisch korrigiert, bewertet und in übersichtlicher Form gespeichert. Alle anderen Fragen wurden durch die Lehrperson begutachtet. In der Präsenzveranstaltung konnte dann gezielt auf die einzelnen Fragen und Schwierigkeiten der Studierenden eingegangen werden, die sich durch die Auswertung offenbarten. Die wöchentlichen Sprechstunden boten zudem die Möglichkeit, sich tiefer mit Problemen auseinanderzusetzen sowie weiterführende Fragen zu klären. Die Bearbeitung des wöchentlichen Leseauftrags mit dem dazugehörigen Fragenkatalog war den Studierenden freigestellt, jedoch basierte jede Aufgabeneinheit auf der vollständigen Bearbeitung der Vorangegangenen. Kriterium für das Fortführen des Kurses war das Bestehen der Probeklausur, die Mitte des Semesters durchgeführt wurde. Dabei wurden für eine Laufzeit von fünf Tagen sieben Fragen im Moodle freigeschaltet, die innerhalb einer Stunde ohne Hilfsmittel gelöst werden sollten.

Ergebnisse des Einsatzes von Just-in-Time Teaching

Bis zur Probeklausur haben die Studierenden regelmäßig und aktiv am Unterricht teilgenommen und die Aufgaben bearbeitet. Die durchschnittliche Beteiligung der Studierenden an den Aufgaben vor dem Probetest betrug 76,3 %. Nach der Probeklausur sank der prozentuale Anteil der Teilnehmenden auf 26,5 %, wobei die Qualität der abgegebenen Aufgaben auf dem gleichen Niveau geblieben ist. Der Prozentwert der richtig gelösten Aufgaben vor und nach der Probeklausur entsprach dabei 59 %.

Der Dozent stellte fest, dass er beim Einsatz von JITT einen größeren Zeitaufwand als bei der traditionellen Arbeitsweise im „Software Engineering 3“ habe, da es einer größeren Neukonzeption der Lehrveranstaltung bedarf, um die Methode zu nutzen. Allein das Erstellen geeigneter Aufgaben, aber auch die Bewertung der offenen Fragen und das Zusammenfassen und Speichern der Ergebnisse in übersichtlicher Form nahmen viel Zeit in Anspruch. Der zeitliche Aufwand war nach den Rückmeldungen der Lernenden auch

höher als in der klassisch gehaltenen Veranstaltung. Trotzdem empfanden die Studierenden den Ansatz, selbständig zu üben und sich Wissen eigenständig anzueignen, als sehr positiv. Der Dozent lobte die ausgesprochen konstruktive Arbeitsatmosphäre und Mitarbeit und war mit dem Einsatz der Methode Just-in-Time Teaching zufrieden.

Die beiden Lehrveranstaltungen wurden jeweils zu Semesterbeginn und Semesterende mittels Fragebögen des Bayerischen Staatsinstituts für Hochschulforschung und Hochschulplanung (IHF) evaluiert (Hofmann/Köhler 2013). Dabei wurde der Einsatz von Just-in-Time Teaching von den Studierenden positiv angenommen. Dies zeigt sich sowohl an den Ergebnissen der Evaluation als auch an den Rückmeldungen bei der Lehrperson. Beim Vergleich von „Software Engineering 1“ mit dem traditionell gehaltenen „Software Engineering 3“ zeigten sich zu Beginn des Semesters kaum auffällige Unterschiede (Abb. 1), nur die Zufriedenheit mit der Lehrveranstaltung und die wahrgenommene Methodenkompetenz sind tendenziell in der Just-in-Time Teaching Gruppe besser. Bei der Semesterendmessung (Abb. 2) hingegen zeigt sich, dass die Studierenden im Laufe des Semesters die Lehrmethode Just-in-Time Teaching zunehmend zu schätzen wussten. Vor allem gibt es eine starke Verbesserung der Selbsteinschätzung bezüglich der Fach-, Methoden- und Kommunikationskompetenz. Diese Ergebnisse decken sich auch mit den Gesamtergebnissen der wissenschaftlichen Begleitforschung des HD-MINT-Projekts.

Abb. 1: Semesteranfangsmessung. Konstrukte der wissenschaftlichen Begleitforschung des HD-MINT-Projekts – Vergleich Traditionell gegen JiTT Lehrkonzept. Der Wertebereich liegt dabei von 1 (stimme voll zu) bis 5 (stimme gar nicht zu). Abgebildet sind die Mittelwerte der Antwortverteilung. Interpretation: Je kleiner der Mittelwert, desto positiver bewerten die Studierenden die Statements hinter dem Konstrukt. Stand März 2016. Quelle: IHF-Auswertung.

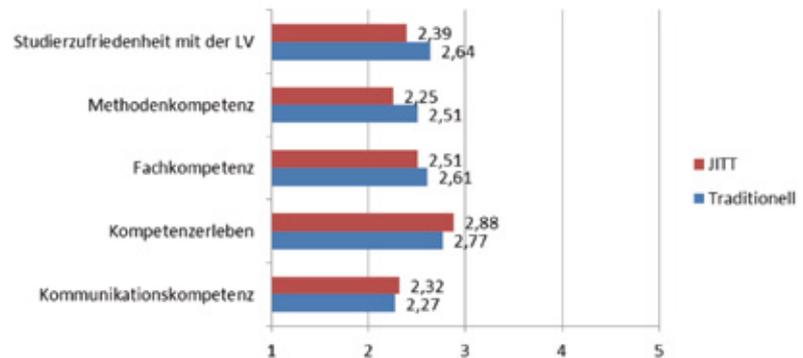
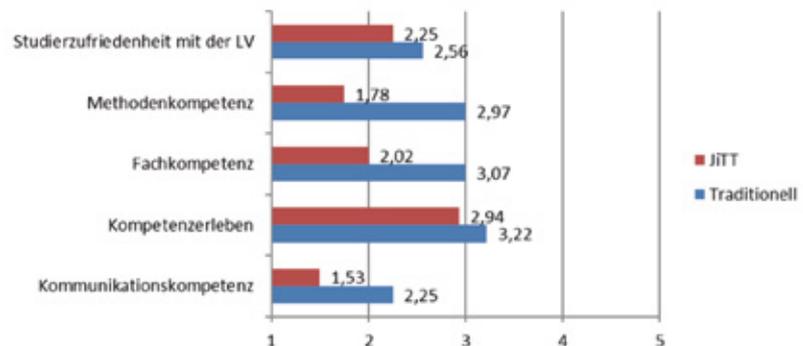


Abb. 2: Semesterendmessung. Selbsteinschätzung der Studierenden; Wertebereich von 1 (stimme voll zu) bis 5 (stimme gar nicht zu). Abgebildet sind die Mittelwerte der Antwortverteilung. Interpretation: Je kleiner der Mittelwert, desto positiver bewerten die Studierenden die Statements der Konstrukte. Stand März 2016. Quelle: IHF-Auswertung.



Literatur

Hofmann, Y., Köhler, T. (2013). Fragebogen zur Kompetenzselbsteinschätzung und Studierzufriedenheit. IHF, München.

Novak, G., Patterson E., Gavrín, A. & Christian, W. (1999). Just in time teaching: Blending active learning with web technology. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Waldherr, F., Walter, C. (2014). Didaktisch und praktisch. Ideen und Methoden für die Hochschullehre. (2. Aufl.), Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, S. 56–63.

Anhang



Die Verbundhochschulen im Porträt

U. Keller

Hochschule Rosenheim / Zentrum für Hochschuldidaktik, Ingolstadt

■ Abstract

In diesem Artikel beschreiben die Projektverantwortlichen der sechs Verbundhochschulen das Projekt sowie dessen Umsetzung und Einbindung an den Hochschulen. Der Artikel entstand in Kommunikation zwischen der Projektreferentin Dr. Ulrike Keller und den Projektverantwortlichen an den einzelnen Hochschulen.

Bayern hat sich in den letzten Jahrzehnten zu einem attraktiven Wirtschaftsstandort entwickelt. Viele mittelständische und international agierende Unternehmen haben sich hier niedergelassen. Die Hochschulen in Bayern sind regionaler Motor in punkto praxisnaher Ausbildung. Für die ansässigen Firmen sind die Absolventen von Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HaW), die einen ausgeprägten Handlungsbezug in der Lehre haben und das Studienangebot an konkreten beruflichen Anforderungen praxisnah ausrichten, sehr attraktiv. Das Projekt HD MINT wurde am DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik, einer gemeinsamen wissenschaftlichen Einrichtung aller 17 staatlichen HaW in Ingolstadt entwickelt. Es hatte zum Ziel, die Ausbildung insbesondere an den technischen Fakultäten dieser Hochschulen zu verbessern. Dafür wurden die (freiwillig) teilnehmenden ProfessorInnen intensiv geschult und durch rd. 25 Mitarbeitende an den sechs Partnerhochschulen bei der Erarbeitung neuer Lehr-/Lernkonzepte unterstützt. Dabei handelt es sich insbesondere um verständnisorientierte und wissenschaftsbasierte Lehrmethoden wie Just-in-Time Teaching und Peer Instruction, seltener Problem Based Learning.

Die sechs beteiligten Hochschulen spiegeln in etwa den Querschnitt der Hochschullandschaft in Bayern wider, angefangen von einer kleineren Hochschule in der Oberpfalz (Amberg-Weiden) über drei mittelgroße Hochschulen in Schwaben (Augsburg) und Oberbayern (Rosenheim und die auf Biotechnologie spezialisierte Hochschule in Weihenstephan mit ihrem zweiten Standort Triesdorf in Mittelfranken) bis hin zu den zwei größten Hochschulen Bayerns (Nürnberg und München). Genauso mannigfaltig wie die Hochschulen und ihre Ausrichtungen ist nun auch die Einbindung des Projekts in die jeweilige Hochschule. In diesem Beitrag schildern die Projektverantwortlichen an den Hochschulen, wie das Projekt an der Hochschule verankert wurde und wie die Lehrkultur durch das Projekt profitiert hat.

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

An der Ostbayerischen Technischen Hochschule (OTH) Amberg-Weiden sind aktuell 3.600 Studierende in vier Fakultäten eingeschrieben, die von 83 ProfessorInnen, 91 Lehrbeauftragten und über 200 MitarbeiterInnen betreut werden. Rund 5.200 AbsolventInnen haben bereits erfolgreich mit ihrem Studienabschluss die Hochschule in das Berufsleben verlassen, 80 % der Alumni sind heute bei Arbeitgebern in der Hochschulregion Ostbayern beschäftigt, und stehen damit der Wirtschaft als hoch qualifizierter Nachwuchs zur Verfügung. Die Standorte in Amberg und in Weiden haben sich in den letzten Jahren deutlich sichtbar weiterentwickelt, die Hochschule verkörpert in sich sowohl Regionalität als auch Internationalität: Weltweit kooperiert die OTH Amberg-Weiden mit 48 Partnerhochschulen in 46 Ländern. An dieser Hochschule konnte das Projekt HD MINT einen Beitrag zur Sensibilisierung der Lehrenden für didaktische Themen leisten, wie Vizepräsidentin und Projektverantwortliche Prof. Dr. Andrea Klug (seit 1.10.2015 Präsidentin) ausführt:

„In vielen Veranstaltungen wie einem neuen DidaktikForum wurden die im Fokus des Projekts stehenden innovativen Lehr- und Lernmethoden diskutiert. Sie fanden bei den Professorinnen und Professoren großes Interesse, verbunden mit der Implementation der neuen Konzepte wie Peer Instruction oder Just-In-Time Teaching mit Unterstützung durch die HD-MINT-MitarbeiterInnen.

Wir haben darüber hinaus mit einem Hospitationskonzept das gegenseitige Lernen der Professorinnen und Professoren angeregt, viele waren bereit für die Öffnung ihrer Türen. Hier kann man auch in Zukunft gut ansetzen. Für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Lehr- und Lernkultur war es zudem wichtig, didaktisch geschultes Personal zur Verfügung zu haben, das den Dozierenden beratend zur Seite steht.

Die in das Projekt einbezogenen Professorinnen und Professoren setzen die verständnisorientierten Lehrkonzepte inzwischen selbständig um, auf Basis einer vorherigen intensiven Unterstützung durch die HD-MINT-MitarbeiterInnen bei der Einführung und den dazugehörigen Vorbereitungsarbeiten. Dafür mussten viele Lehr-/Lerntexte ebenso wie Videos und Peer-Instruction-Fragen erstellt werden. Neue Konzepte erfordern eben auch neue Arbeitsmittel und Prüfungsformate, dies hat sich im Laufe des Projekts gezeigt. Die HD-MINT-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter waren ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die neuen Lehrmethoden. Begleitend wurden weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Lehre ins Leben gerufen. Hierzu zählen speziell konzipierte Tutorenschulungen bis hin zum Angebot einer qualitativen Lehrevaluation mit anschließender Lehrberatung.“



Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences



Hochschule Rosenheim

Die Hochschule Rosenheim verbindet ein vielseitiges und innovatives Profil mit gewachsenen regionalen Wurzeln und internationalem Renommee. Das zentrale Anliegen ist die enge Verknüpfung von Hochschule, Wirtschaft und Forschung. Ihren Erfolg misst die Hochschule gemäß ihrem Leitbild an der Zufriedenheit ihrer Studierenden und AbsolventInnen und entwickelt dafür die Qualität ihrer Ausbildung kontinuierlich weiter. Im Umgang mit Studierenden und den anderen Anspruchsgruppen der Hochschule nimmt eine von Transparenz, Offenheit, Partizipation und Kooperation geprägte Kommunikation einen hohen Stellenwert ein. Die sogenannten MINT-Fächer bieten Studienabsolventen Einstiegsmöglichkeiten in zahlreiche Zukunftsbranchen und vielfältige Berufsfelder. Die aktuell rund 5.800 Studierenden der Hochschule Rosenheim verteilen sich auf sieben Fakultäten, ein Institut und 30 Studiengänge aus den Bereichen Technik, Wirtschaft, Gestaltung und Gesundheit. Sie bietet acht konsekutive und vier weiterbildende Masterstudiengänge sowie zwei berufsbegleitende Bachelorstudiengänge an. Nach wie vor liegt der Schwerpunkt des Fächerspektrums mit den meisten eingeschriebenen Studierenden im so genannten MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik).

Von der Unterstützung der Dozierenden durch die Mitarbeitenden des HD-MINT-Projektes, so Vizepräsident Prof. Dr. Eckhard Lachmann, profitierte die gesamte Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften der Hochschule Rosenheim: „Konkret wurden hier während der letzten Semester zwölf Professorinnen und Professoren aus den Fachgebieten Physik und Mathematik unterstützt. Bei den Lehrenden wurde durch die regelmäßigen Treffen mit dem HD-MINT-Team ein lebhafter Austausch über forschungsbasierte Lehrmethoden angestoßen. Auch holten sie sich über gegenseitige Hospitationen und die Methode „Teaching Analysis Poll“ das Feedback von KollegInnen und Studierenden. Die Dozierenden betrachten die Methoden trotz erhöhten Arbeitsaufwands für die Studierenden und auch für sich selbst als sehr gewinnbringend, was sich nicht zuletzt an der mehrfachen Nominierung der beteiligten Professorinnen und Professoren für den „Rosenheimer Lehrpreis für innovative Lehrmethoden“ widerspiegelt, bei dem die Studierenden die Nominierung vornehmen.

Praktisch alle in den Prozess involvierten Dozierenden haben erklärt, dass sie die im Rahmen des HD MINT Projektes in der Umsetzung entwickelten Methoden Just-in-Time Teaching und Peer Instruction weiterhin einsetzen und über den kollegialen Austausch allen Lehrenden an der Hochschule bekannt machen wollen. Insofern hat das Projekt bereits jetzt zu einer nachhaltigen Veränderung der Lehrkultur beigetragen – das finde ich sehr bemerkenswert!

Unser Leitbild nennt die Qualität von Lehre und Forschung als wichtigstes Ziel. Daher tragen neue Ideen und Konzepte dazu bei, die Qualität der Ausbildung ständig zu verbessern und weiter zu entwickeln. Nicht umsonst hatte die Hochschule Rosenheim in den letzten Jahren drei Projekte zur Qualität in der Lehre, die sehr gut miteinander vernetzt sind. Die Initiative „RoQ'n RoL“ (Rosenheimer Qualität in der Rosenheimer Lehre) ist eine hochschulweite Strategie zur Verbesserung der Lehr- und Lernsituation. Durch den Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft wurde hier ein vernetzter Ansatz für ein Modernisierungskonzept in Verwaltung, Lehre, Forschung und Wissenstransfer gefördert. Das Projekt „R'N'B – Rosenheimer Netzwerk der Beratung“ erweitert und intensiviert das Betreuungsangebot für Studieninteressierte und Studierende; das Projekt HD MINT kümmert sich um verständnisorientierte Lehr- und Lernansätze in den MINT-Fächern.

Zwischen den Projekten ergeben sich Synergien, die über die Projektlaufzeit hinaus bestehen bleiben. So hat sich die „Kommission für Qualität in Lehre und Studium“ (QLS), in der die Studiendekane aller Fakultäten vertreten sind, regelmäßig mit den Fortschritten in den drei Projekten beschäftigt, die Informationen fakultätsübergreifend ausgetauscht und über die Aktivitäten auch in die einzelnen Fakultäten hinein berichtet. Studierende wurden im Rahmen der Initiative R'N'B auf neue Lernstrategien, wie sie auch im Projekt HD MINT benötigt werden, hingewiesen. Und nicht zuletzt haben Lehrende der Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften (ANG) eine Moodleplattform mit inzwischen über 500 Beispielfragen für Peer Instruction zum Grundlagenstoff Physik in den ersten Semestern aufgebaut. Diese Materialsammlung steht nicht nur der ganzen Hochschule zur Verfügung, sondern soll über den Fachdidaktik-Arbeitskreis Physik des DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik auch anderen interessierten Lehrenden aus ganz Bayern und ggf. darüber hinaus zur Verfügung stehen. Insofern ist das HD-MINT-Projekt aus unserer Sicht nicht beendet, sondern ein wichtiger Baustein im Prozess des lebenslangen Lernens der Dozierenden im Interesse einer ständigen Weiterentwicklung von Lehrmethoden.“

Hochschule Augsburg

Die Hochschule Augsburg ist Ausbildungsstätte für derzeit rund 6.000 Studierende. Sie formuliert in ihrem Leitbild einen fakultätsübergreifenden Konsens über das Verständnis von inhaltlich-fachlicher, didaktischer, betreuungsspezifischer und berufsvorbereitender Qualität in der Lehre. So möchte sie ihre Studierenden zu Persönlichkeiten entwickeln, die in Wirtschaft und Gesellschaft gefragt sind. An sieben Fakultäten bietet sie rund 30 Bachelor- und Masterstudiengänge an. Studienschwerpunkte der Hochschule Augsburg liegen in den Bereichen Leichtbau- und Faserverbundtechnologie, Mechatronik, Robotik, Produktion, Umwelttechnik, Materialwissenschaften, Logistik und Ressourceneffizienz, sowie



Hochschule Augsburg
University of Applied Sciences

Interaktive Medien, Marketing, IT-Sicherheit und Baumanagement. Als Impulsgeber für die Region bietet sie ihren Partnern Expertenwissen und passgenaue Lösungen für komplexe innerbetriebliche Fragestellungen.

„Unsere Hochschule ist ein gutes Beispiel dafür, wie durch die Vorbildfunktion der unterstützten Lehrenden auch andere, nicht am Projekt beteiligte Professorinnen und Professoren für die neuen Lehrmethoden begeistert werden konnten“, erzählt der Projektverantwortliche Prof. Dr. Martin Bayer. „Bei uns beteiligen sich Dozierende aus mehreren Fakultäten mit einem breiten Fächerspektrum von Bauchemie über Mathematik, Informatik und Mikrocomputertechnik bis hin zu Regelungstechnik und Hochspannungstechnik. Gerade die Breite des Fächerkatalogs führte zu dem sehr erfreulichen Effekt, dass sich die Lehrenden in den verschiedenen Fakultäten über HD MINT und die verwendeten Methoden austauschten und so in einer Art Mund-zu-Mund-Propaganda weitere Teilnehmende gewonnen wurden.“

Auf der anderen Seite war durch die enorme Breite der Fachgebiete eine intensive fachspezifische Unterstützung der Dozierenden durch die Mitarbeitenden nicht mehr in dem Rahmen möglich, wie wir ursprünglich gedacht hatten. Die Dozierenden waren daher intensiv in die Entwicklung von geeigneten Materialien für die angewandten Methoden eingebunden, wobei die HD-MINT-MitarbeiterInnen neben der direkten fachspezifischen Unterstützung bei der Entwicklung von Lehrunterlagen auch einen großen Anteil in der Methodenberatung leisteten.

Sehr schnell kristallisierte sich „Peer Instruction“ als die bevorzugte Lehrmethode heraus, da sie sich sehr unkompliziert in bestehende Vorlesungskonzepte integrieren lässt. Anfangs wurden von den Lehrenden starke Bedenken geäußert, dass durch den zeitlichen Aufwand von mindestens 15 Minuten für die Beantwortung von Clickerfragen und die dazugehörige Diskussion unter den Studierenden ein deutlicher Zeitanteil bei einer 90-minütigen Lehrveranstaltung für die Stoffvermittlung fehlt. Die positiven Erfahrungen, dass im Gegenzug die behandelten Lehrinhalte von den Studierenden besser verstanden wurden und die eigentlichen Konzepte hinter dem Lehrstoff in den Vordergrund rückten, überwogen jedoch sehr schnell die Bedenken. Ablesen konnte man die Wirkung der Methode an der deutlich erhöhten aktiven Beteiligung der Studierenden an der Vorlesung durch Fragen zu Hintergründen und Zusammenhängen, sowie durch die Rückmeldungen der Studierenden in den Evaluierungen.

Für die Verankerung der Methoden des HD-MINT-Projekts in der Hochschule Augsburg sind gute Voraussetzungen geschaffen. Diejenigen Dozierenden, die z. B. die Methode Peer Instruction in ihre Lehrveranstaltungen übernommen haben, werden weiterhin dabei bleiben und auch weiterhin ihren KollegInnen die Vorteile dieser Methode kommunizieren. Zusätzlich wurde das Ausleihen der Clicker über die Bibliothek in ein bewährtes und etabliertes Verfahren integriert.

HD MINT hat erreicht, dass aktivierende Lehrmethoden bewusst eingesetzt werden und dass der Austausch der Dozierenden über Erfahrungen in der Lehre und Erfahrungen mit unterschiedlichen Methoden „normal“ geworden ist. Das sehe ich als das wichtigste Ergebnis des HD-MINT-Projekts an der Hochschule Augsburg.“

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Grün, innovativ, praxisnah – das ist die Hochschule für angewandte Wissenschaften Weihenstephan-Triesdorf (HSWT). In den Jahren seit ihrer Gründung 1971 hat sie sich ein einmaliges Profil geschaffen: Keine andere Hochschule verfügt über ein vergleichbares Fächerspektrum, das klar und konsequent auf die so genannten „grünen Fächer“ ausgerichtet ist. Die Studiengänge (19 Bachelorstudiengänge, elf duale Studienangebote, elf Masterstudiengänge, davon vier international) bieten all das, was im weitesten Sinn mit Natur, Ernährung und Umwelt zu tun hat. Der effiziente und schonende Umgang mit Natur und natürlichen Ressourcen ist Ziel von Forschung und Lehre. In diesem Sinne werden die 6.300 Studierenden zu verantwortungsvollen IngenieurInnen ausgebildet, die durch eine erstklassige Ausbildung auf den nationalen und internationalen Arbeitsmarkt vorbereitet sind.

An dieser Hochschule wurde deutlich, dass sich neue Lehrmethoden nicht von heute auf morgen einführen lassen, sondern dass die Einführung ein Prozess ist. Dafür ist die Begleitung durch das Mitarbeiterinnenteam vor Ort sehr hilfreich gewesen. Prof. Dr. Niall Palfreyman, Didaktikmentor der Hochschule und Projektverantwortlicher, berichtet: „Das HD-MINT-Projekt ist bei unseren Dozierenden nicht sofort auf große Resonanz gestoßen. Viele haben nicht auf Anhieb den Nutzen für den Alltagsunterricht gesehen, sondern eher den Aufwand der Umstellung ihres Unterrichts. Schon innerhalb der ersten zwei Semester ergaben sich jedoch die ersten Erfolge. Peer Instruction (PI) wurde im Physikunterricht eingesetzt, Just-in-Time Teaching (JiT) bei einem Einführungskurs im Programmieren und Projektlernen in einem Viertelsemesterkurs im Dynamischen Modellieren. Diese ersten Versuche haben zwei wichtige Aspekte der neuen Lehrmethoden klargemacht: Zum einen bedeuten sie zweifellos einen erhöhten Arbeitsaufwand für die jeweiligen Dozierenden; auch mit der Unterstützung der HD-MINT-Mitarbeiterinnen war dieser Aufwand bei der ersten Runde eindeutig hoch. Dies hatte zwei Gründe: Umstellung der Kursmaterialien, aber auch des Denkens. Da die genannten Lehrmethoden von der bisherigen Lehrpraxis vieler Dozierenden abweichen, ist die Umstellung nicht mit der einfachen Neugestaltung von ein paar Folien getan, sondern verlangt eine Umstellung des gesamten Kurskonzepts weg von den Fakten, hin zu den grundlegenden naturwissenschaftlichen Konzepten. Zwar konnten die HD-MINT-Mitarbeiterinnen bei der Umgestaltung einzelner Folien helfen – aber Dozierende, die zu fest an Faktenwissen festhielten, fanden es sehr schwierig, diese Fakten zum Beispiel durch Peer-Instruction-Konzeptaufgaben abzudecken.“



HOCHSCHULE
WEIHENSTEPHAN-TRIEDORF
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Zum anderen haben aber die Dozierenden in dieser ersten Runde schnell verstanden, welche didaktischen Vorteile die neuen Lehrmethoden mit sich bringen – nämlich genau die Umstellung von Fakten- auf Konzeptwissen. Dozierende, die diese Umstellung willkommen hießen, haben genau dadurch erst den eigentlichen Kerninhalt ihrer Kurse direkt ansprechen können. Dies führte zu einer großen Zufriedenheit unter Studierenden wie Dozierenden! Als wir diesen Aspekt im Laufe des Projekts langsam begriffen haben, haben sich immer mehr Dozierende mit dem Thema Konzeptwissen beschäftigt, was noch immer zu einer anhaltenden Änderung unserer Lehrkultur führt.

2015 wurde die Arbeit der HD-MINT-Gruppe in den Zielvereinbarungen der Hochschule formal verankert. Dies allein kann schon als großer Erfolg für die Projektgruppe gewertet werden, aber vielleicht noch viel wichtiger ist die Verankerung im Denken der Professoren-schaft. Ein sehr erfreuliches Ergebnis der HD-MINT-Arbeit und der immer breiteren Begegnung unserer Dozierenden mit den verwendeten Lehrmethoden war, dass sich das Thema Konzeptwissen immer mehr herumgesprochen hat. Obwohl viele Dozierende dieses Umdenken noch nicht vollbracht haben, merke ich trotzdem immer wieder bei meinen Besuchen im Unterricht der KollegInnen, wie sie einzelne kleine Bausteine wie Konzeptaufgaben, Projektlernen und JiTT-Fragen in den klassischen Unterricht integriert haben. Diese Bausteine sind das eigentliche fest verankerte Erbe der HD-MINT-Gruppe, und bilden einen dauerhaft fruchtbaren Boden für die zukünftige Lehrkultur an unserer Hochschule.“



Hochschule München

Die Hochschule München ist Bayerns größte Hochschule für angewandte Wissenschaften und die zweitgrößte Deutschlands. Gelegen im Herzen einer der großen europäischen High-Tech- und Wirtschaftsmetropolen, verfolgt die Hochschule München eine konsequente Ausrichtung auf die Praxis – in der Forschung, der Lehre und in der Weiterbildung. Zur Zeit gibt es an der Hochschule an 14 Fakultäten über 70 Bachelor- und Masterstudiengänge, wobei ingenieurwissenschaftliche, mathematische und technische Studiengänge den größten Teil ausmachen. 500 ProfessorInnen, 660 MitarbeiterInnen und wissenschaftliche Angestellte sowie 750 Lehrbeauftragte betreuen rund 17.800 Studierende. Als eine von nur drei deutschen Hochschulen ist die Hochschule München seit Juli 2011 EXIST-Gründerhochschule. Gründergeist, nachhaltige Entwicklung und Interkulturalität stellen die Profilerkmale der AbsolventInnen dar. Besonderer Wert wird auf die Verknüpfung von Forschung und Lehre sowie die kontinuierliche inhaltliche und methodische Weiterentwicklung der Lehr- und Studienangebote gelegt. Die Projekte des „Qualitätspakt Lehre“ leisten zur Qualitätsentwicklung der Lehre und zum Wandel der Lehrkultur einen bedeutenden Beitrag.

So schildert Dr. Anne-Marie Lödermann, wissenschaftliche Referentin und Projektleiterin, dass einige der ProfessorInnen, die durch das HD-MINT-Team geschult und unterstützt wurden, durch ihr Engagement und die positiven Erfahrungen mit den neuen Methoden zu Vorreitern für eine neue, verständnis- und kompetenzorientierte Lehrkultur geworden sind, und damit für andere Lehrende als Vorbilder fungieren.

„Die intensive Betreuung über einen längeren Zeitraum hat eine nachhaltige Veränderung des Lehrverhaltens bewirkt: Lehrende, die sich mit den aktivierenden Methoden und den Prinzipien der Lernziel- und Kompetenzorientierung auseinander gesetzt und den Mehrwert für die Studierenden und sich selbst erkannt haben, fallen in der Regel nicht in alte Muster zurück, sondern nutzen das Wissen, um bestehende und neue Lehrveranstaltungen entsprechend umzugestalten.

Eine Verankerung der aktivierenden Methoden und des kompetenzorientierten Lehrransatzes ist insofern gelungen, dass es in der internen Fortbildung auch über das Projektende hinaus passende Angebote geben wird, in denen Lehrende die studierendenorientierten Methoden kennen und anwenden lernen.

Darüber hinaus wurde ein MultiplikatorInnen-Netzwerk aufgebaut, in dem geschulte und erfahrene DozentInnen zur Bekanntmachung der Methoden beitragen. Im Zusammenspiel und unter Nutzung der in der Plattform open.hd-mint.de erfassten Materialien kann eine weitere Verbreitung der Methoden unterstützt werden. Es ist vorgesehen, dass die Methoden und Prinzipien des im Projekt entwickelten Beratungsangebots von anderen MitarbeiterInnen der Hochschule, die im Feld der didaktischen Beratung tätig sind, aufgegriffen und eingesetzt werden.“

Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

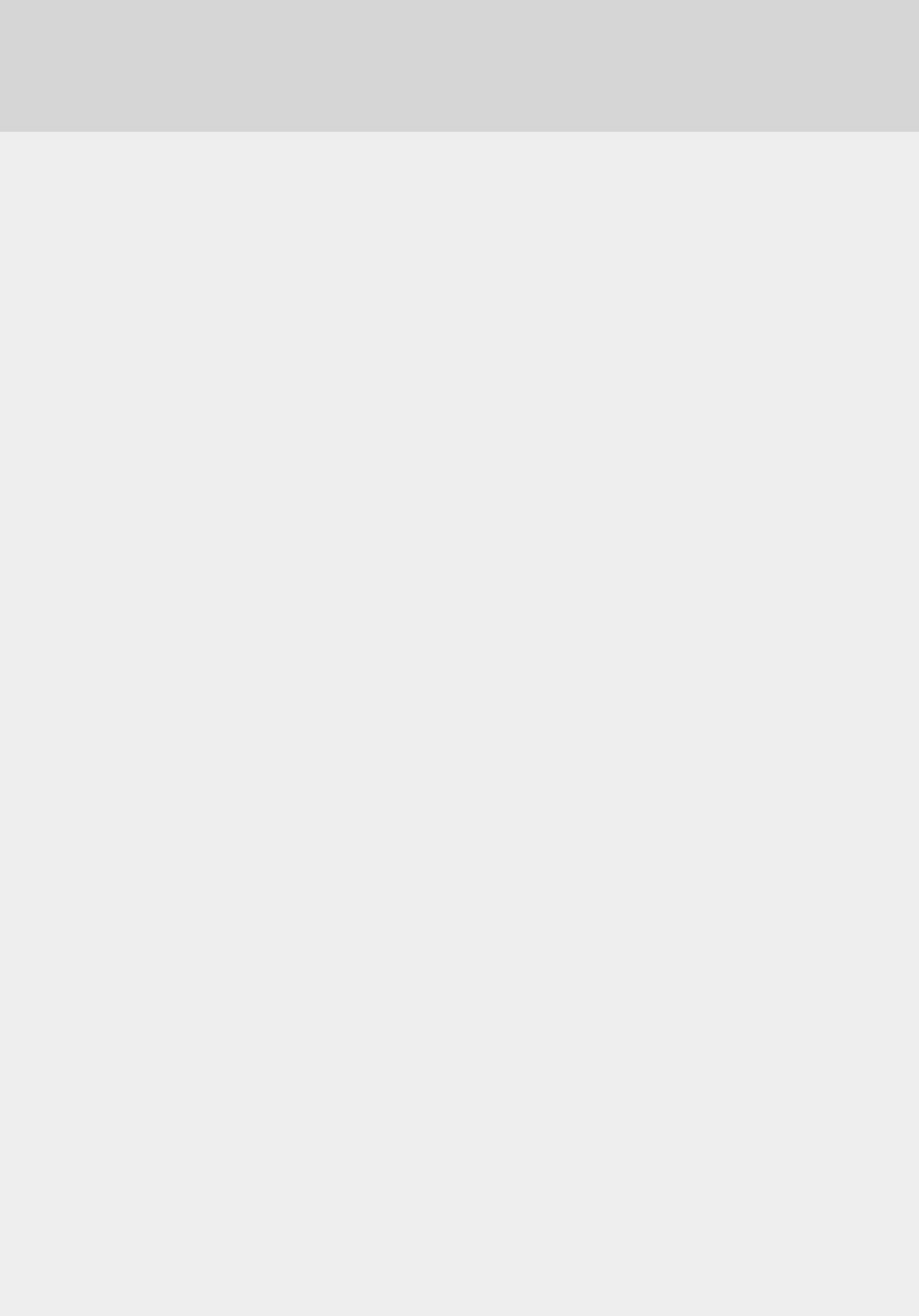
Auch die Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm zählt bundesweit zu den größten Hochschulen für angewandte Wissenschaften. Sie zeichnet sich durch ihr fachlich breites und praxisorientiertes Studienangebot, eine intensive Forschungstätigkeit, die starke Vernetzung mit Wirtschaft und Wissenschaft sowie ihre internationale Ausrichtung aus. Zwölf Fakultäten bieten grundständige und weiterführende Studiengänge, Weiterbildungsstudiengänge und Bildungsangebote mit Zertifikatsabschluss oder duale Studienvarianten an. Die mehr als 13.000 Studierenden werden in Lehre und Forschung von 1.500 Personen betreut. Die Technische Hochschule Nürnberg hat sich der kontinuierlichen Verbesserung der Lehrqualität verschrieben. Ein einheitliches, dreistufiges Evaluationssystem und verpflichtende Didaktik-Fortbildungen für Lehrende helfen, dieses Ziel zu verfolgen.

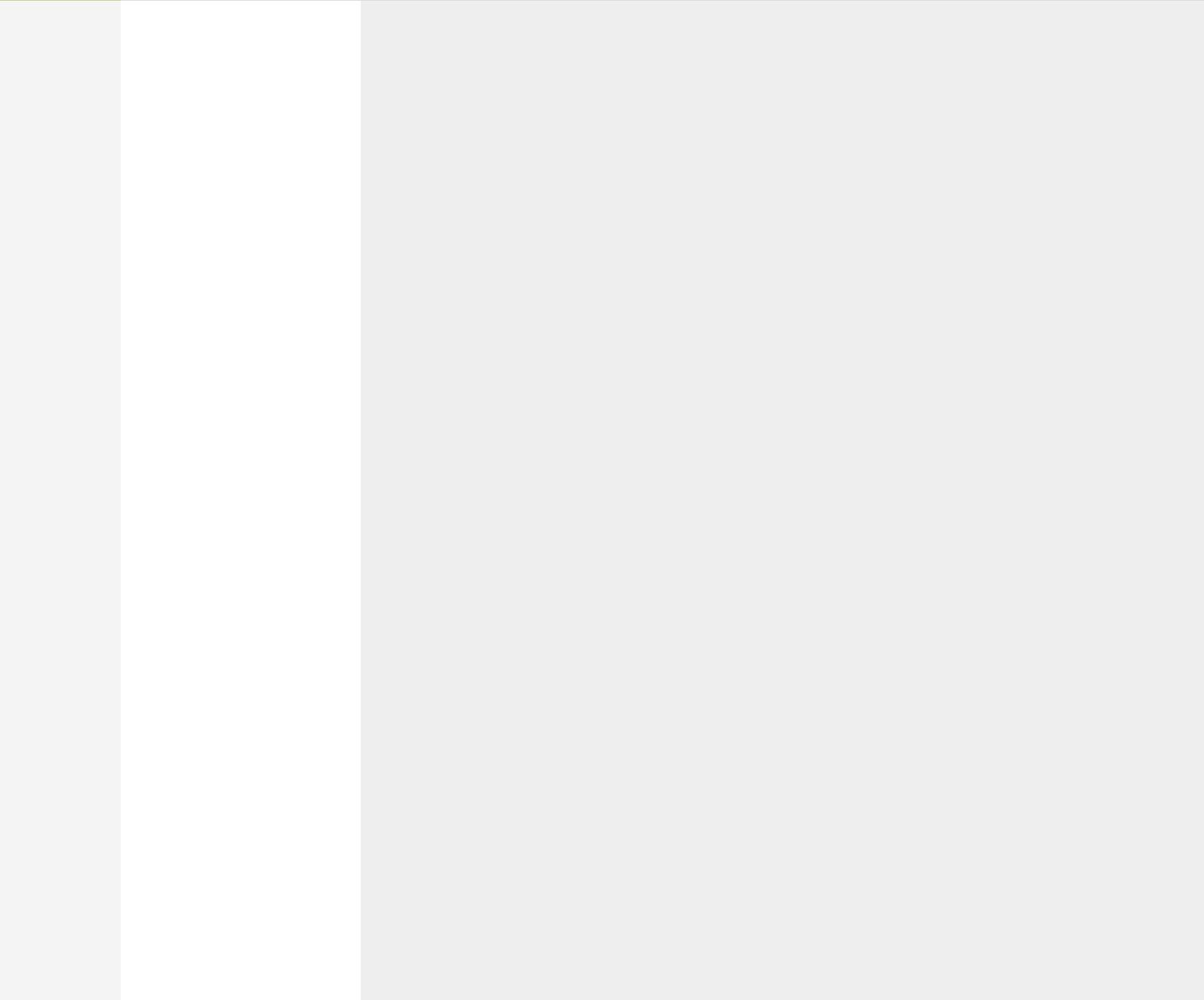
Vizepräsident Prof. Dr.-Ing. Niels Oberbeck zeigt sich erfreut darüber, wie die Arbeit des Projekts durch intensive Betreuung der Dozierenden und Einbindung in die Struktur der Hochschule verankert werden konnte. „Wir haben zunächst die individuelle Weiterentwicklung in der Lehre zum Ziel. Im Ergebnis profitieren die Studierenden unmittelbar von der Umstellung der Lehrveranstaltungen, die eine selbstreflexive Lernhaltung und eigenaktive Aneignung der Lehrinhalte einfordern. Wir haben die Lehrenden im Rahmen von Austauschtreffen auch dazu angehalten, ihre Erfahrungen bei der Umsetzung und bezüglich der Nachhaltigkeit der Lehrmethoden zu reflektieren und sie als Multiplikatoren in die Kollegenschaft zu tragen. Dieser Transfer stand bei Workshops und Sprechstunden im Rahmen des hochschuldidaktischen Weiterbildungsprogramms im Vordergrund. Die Breitenwirkung wurde zudem im Rahmen von Veröffentlichungen in Print- und Online-Medien der TH Nürnberg und in Form von zahlreichen informellen Gesprächen gefördert. Auch der Austausch im Rahmen des Projektverbunds und die Ausrichtung der beiden bundesweiten HD-MINT-Symposien an der TH Nürnberg in den Jahren 2013 und 2015 haben dazu beigetragen, dass die Projektaktivitäten über die Beratung einzelner Lehrender hinaus als ein Beitrag zu Veränderung der Lehrkultur an der Hochschule wahrgenommen wurden. Die durch HD MINT angestoßenen Ideen werden zunehmend in den Fakultäten aufgegriffen und stetig verbreitet.“

Die TH Nürnberg bündelt seit 2014 im „Service Lehren und Lernen“ (SLL) Maßnahmen der Hochschuldidaktik für Lehrende und Maßnahmen im Bereich der überfachlichen Kompetenzen für Studierende. HD MINT war von Beginn an bei der Entwicklung des „Service Lehren und Lernen“ beteiligt.

In der „Servicestelle Lehren“ ergänzt HD MINT die allgemeine Hochschuldidaktik um den Schwerpunkt der fachdidaktischen Beratung und um die individuelle Zusammenarbeit mit Lehrenden. Damit wird der Bedeutung der technischen Fächer an der TH Nürnberg Rechnung getragen. Die in HD MINT aufgebauten Kompetenzen in den Bereichen Beratung, Lehrmethoden und Medieneinsatz fließen in die Arbeit des SLL ein. Die Workshops von HD MINT für Lehrende sind in das hochschuldidaktische Weiterbildungsprogramm integriert. Außerdem arbeitet HD MINT mit der allgemeinen Hochschuldidaktik bei der Tutorenqualifizierung zusammen, bietet dort ebenfalls Workshops an und hospitiert in den Tutorien. In der „Servicestelle Lernen“ wurde eine gemeinsame Plattform entwickelt, auf der die Maßnahmen nach den einzelnen Zielsetzungen differenziert dargestellt sind (www.th-nuernberg.de/lernen).

HD MINT ist außerdem in die Maßnahmen zur Förderung der Selbstlernkompetenz unter der Rubrik „Lernchaos?“ eingebunden. Die Angebote und Maßnahmen von HD MINT sind in die gemeinsame Website des „Service Lehren und Lernen“ integriert und können zusätzlich über Verlinkungen auf der Informationsseite www.th-nuernberg.de/hdmint erreicht werden.





Dieser DiNa-Sonderband wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL12023A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt beim Autor.



ISSN 1612-4537