

Abschlussbericht für Stipendiaten der Joachim Herz Stiftung

und Abschlussbericht an den Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.

im „Fellowship für Innovation in der Hochschullehre“ (1. Kohorte 2011)

Fellow: Prof Dr. Helmut Prechtl, Universität Potsdam

Projekt: Sokratische Studierende und Publikumsbefragung: Hin zu einer interaktiveren Grundlehre

Förderzeitraum: 01.01.2012 bis 30.6.2015 (einschl. kostenneutraler Verlängerung)

Beschreibung der beiden Lehrinnovationen

Hintergrund:

Die traditionelle Vorlesung an Universitäten und Hochschulen steht nach Auffassung vieler Kritiker im Widerspruch zu Erkenntnissen, wonach eine erfolgreiche Wissens- und Verständnisaneignung nur durch ein (inter)aktives Lernverhalten ermöglicht wird. Vor dem Hintergrund der konstruktivistischen Lerntheorie (Gerstenmaier & Mandl, 1995) werden daher solchen Lehrformen motivationale und kognitive Vorteile zugesprochen, die es den Lernenden ermöglichen, sich aktiv in den Lernprozess einzubringen (Schmidt, B., Tippelt, R. 2005). Aus motivationspsychologischer Perspektive sollten Lernumgebungen grundlegende Bedürfnisse nach Autonomieerleben (Lernende dürfen mitgestalten), Kompetenzerfahrung (Lernende erkennen eigene Lernfortschritte) und sozialer Einbindung (Lernende sind im gemeinsamen Lernprozess integriert) berücksichtigen (Deci & Ryan, 2000), da sich die daraus resultierende Lernmotivation günstig auf den Lernerfolg auswirkt. Auch in kognitiver Hinsicht konnte gezeigt werden, dass soziale Interaktion das Lernen unterstützt (Wolter et al., 2011) und Lehrenden-Feedback in Bezug auf den individuellen Lernstand relativ zum Lernziel das Lernen entscheidend verbessert (Hattie, 2009).

Die genannten lernförderlichen Faktoren scheinen gerade in sehr großen Vorlesungen kaum zu realisieren. Eine zunehmende Anzahl von Studien untersuchte die Möglichkeiten, mithilfe sogenannter *Classroom Response Systems* („Clicker“) in Vorlesungen wissens- und verständnisorientierte Fragen zu integrieren, über die Studierende kognitiv aktiviert und zu inhaltsbezogenen Diskursen angeregt werden sollen. Dabei werden im Verlauf einer Vorlesung von Zeit zu Zeit Verständnisfragen mit mehreren Lösungsmöglichkeiten projiziert, auf die die Studierenden elektronisch und anonym abstimmen können. Damit erhalten Lernende und Lehrende zugleich eine aktuelle Rückmeldung über den Wissensstand und darüber, welche Verständnisschwierigkeiten noch vorliegen. (z.B. Caldwell, 2007; Deslauriers et al., 2001; Mazur, 2006). Mit dem System werden alle Studierenden in einer Vorlesung einbezogen, zugleich bleibt die Anonymität gewahrt, sodass sich einzelne nicht davor scheuen müssen, möglicherweise falsche Antworten abzuliefern. Mittlerweile sind entsprechende Systeme auch an deutschen Hochschulen verbreitet.

Empirische Befunde sprechen dafür, dass der Einsatz von *Classroom Response Systems* größere Lernmotivation und Aufmerksamkeit bewirken (Caldwell, 2007), zu einem aktiveren Lernverhalten anregen (Medina et al., 2008) sowie bessere Lernerfolge durch kognitive Aktivierung (Mayer et al.,

2009; Crossgrove & Kristen; Levesque, 2011) erzielen kann. Erste Erkenntnisse zu Geschlechterdifferenzen liegen ebenfalls vor (Kang et al., 2012).

Kaum beleuchtet wurde bislang jedoch, was in diesen Ansätzen Methode und was Medium ist. In Erinnerung an Clarks (1994) provokanter Aussage „Media will never influence learning“ wäre dies mit Blick auf eine rationale Aufwands-Nutzen-Abwägung aber von entscheidender Bedeutung.

Vor dem geschilderten Hintergrund wollte das Vorhaben, über dies hier berichtet wird, die motivationalen und kognitiven Effekte eines gängigen *Classroom Response Systems* in großen Vorlesungen erfassen und daneben auch eine aktivierende Lehrmethode ohne technische Unterstützung zum Einsatz bringen. Die Antragstellenden lehren an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam und wählten für das Vorhaben Lehrveranstaltungen der Biologie und der Physik aus. Auch wenn aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen kein direkter empirischer Vergleich der Wirksamkeit angestrebt wurde, sollten für beide Ansätze (mit/ohne Medienunterstützung) Lehrszenarien ausgearbeitet und konkrete Erfahrungen in strukturierter Weise erfasst werden.

Projektbeschreibung Teilprojekt 1: Publikumsbefragung mithilfe eines *Classroom Response Systems*

In Teilprojekt 1 kam ein *Classroom Response System* (Keypad ResponseCard® RF Radio Frequency System) in Vorlesungen des Grundstudiums der Biologie zum Einsatz. Das System erlaubte es den Lehrenden, in einen PowerPoint-Vortrag Folien mit Verständnisfragen mit mehreren Antwortmöglichkeiten zur Auswahl zu integrieren. Die Studierenden konnten nach einer vorgegebenen Bedenkzeit mit kleinen Abstimmungsgeräten Antworten auswählen. Die Verteilung der Antworten wurde dann in der Projektion sichtbar. Damit wurden mehrere Ziele verfolgt:

- (1) Kurze Fragenblöcke nach 20 bis 30 Minuten Vortrag strukturieren die Vorlesung und machen Schwerpunkte deutlich.
- (2) Die Fragen wandeln die kommunikative Einbahnstraße der traditionellen Vorlesung in eine interaktivere und kognitiv aktivierende Lernsituation um.
- (3) Die Lehrenden erhalten unmittelbar eine Rückmeldung darüber, ob die bisherigen Inhalte verstanden wurden oder nicht, und können so die weitere Vorlesung entsprechend anpassen.
- (4) Auch die einzelnen Studierenden erhalten eine unmittelbare Rückmeldung über Ihr Verständnis der Vorlesungsinhalte.
- (5) Vor und nach der Abstimmung können die Fragen und Antworten in Kleingruppen diskutiert werden (peer instruction).

Das System kam zunächst im SoSe 2012 in einer 90-minütigen Genetik-Vorlesung mit 251 Studierenden des Bachelorstudiengangs für das Lehramt im Fach Biologie zum Einsatz. Am Ende der einsemestrigen Vorlesung wurde ein eigens entwickelter Fragebogen zur Evaluation des Response-Systems eingesetzt. Der Fragebogen enthielt – neben anonymisierten studienbiographischen Daten – Fragen zum allgemeinen Lernverhalten, zu Motivation und Interesse in der Vorlesung sowie zum Einsatz des Response-Systems. Die im Weiteren berichteten Ergebnisse (s.u.) beziehen sich vor allem darauf.

Um auf mögliche kognitive und affektive Effekte des Response Systems schließen zu können, wurden in darauf folgenden Semestern Vorlesungen mit und ohne Response-System verglichen. Dafür kam in einer Mikrobiologie-Vorlesung im WiSe 2012/2013 (N= 164) das System in der Hälfte der Vorlesungstermine zum Einsatz, in der anderen Hälfte nicht. Der Fragebogen wurde in jeder der Hälften je zweimal eingesetzt und enthielt entsprechend alle Fragen bzw. alle Fragen ohne diejenigen zum Einsatz des Response-Systems. Bei dieser Verfahrensweise konnten jedoch nur die Studierenden einbezogen werden, die zumindest an allen vier Vorlesungsterminen, an denen der Fragebogen zur Anwendung kam, anwesend waren. Aufgrund der nicht bestehenden Anwesenheitspflicht bestand diese Teilstichprobe letztlich aber nur aus 22 Studierenden. Auf dieser Basis konnten keine signifikanten Effekte festgestellt werden. Außerdem können bei diesem Vorgehen Einflüsse der verschiedenen Vorlesungsinhalte von den Einflüssen des Response-Systems nicht ausgeschlossen werden.

Eine weitere Genetik-Vorlesung im SoSe 2013 (N=248) wurde dagegen in zwei Kurse (an unterschiedlichen Wochentagen) aufgeteilt, um die Veranstaltung wiederum jeweils mit und ohne Response-System bei identischen Vorlesungsinhalten durchzuführen. Die Studierenden ließen sich hierbei aber nicht einfach den beiden Kursen zuordnen, sondern verteilten sich ihren individuellen Stundenplänen folgend auf die beiden Kurstage und dies in sehr unterschiedlicher Anzahl. Auf einen Test auf Stichprobenhomogenität wurde daher verzichtet. Zudem hätten Effekte der unterschiedlichen Veranstaltungszeiten der beiden Kurse nicht ausgeschlossen werden können.

Insgesamt betrachtet, konnte durch die Rahmenbedingungen des regulären Studienbetriebs kein hinreichend abgesichertes Experimental- und Kontrollgruppen-Design realisiert werden, um mögliche Treatment-Effekt zweifelsfrei zu erkennen. Ein experimentelles Verfahren wäre nicht möglich gewesen, ohne die Studierenden in unzulässiger Weise in ihren Freiheiten einzuschränken. Zu Effekten des Response-Systems auf der Basis von Gruppenvergleichen werden daher in der folgenden Ergebnisdarstellung nur sehr eingeschränkt Angaben gemacht.

Gleichwohl ließen sich Erkenntnisse zur Einstellung der Studierenden gegenüber dem Einsatz des Response-Systems erarbeiten. Diese Befunde werden im Folgenden anhand der Erhebung in der Genetik-Vorlesung im SoSe 2012 (s.o.) mit 251 Lehramtsstudierenden als erstes wiedergegeben.

Ausgewählte Befunde aus Teilprojekt 1 - Publikumsbefragung mithilfe eines *Classroom Response Systems*

Grundsätzlich wurde der Einsatz des Response Systems („Clicker“) von den Studierenden positiv bewertet. Wobei die Wahrnehmung der Nützlichkeit für die Studierenden mit höherem Interesse am Vorlesungsinhalt signifikant ausgeprägter war (Abb. 1). Die wahrgenommene Nützlichkeit wurde über folgende Teilskalen erhoben (*mit Item-Beispielen und Reabilitätskoeffizient Cronbachs Alpha*): Situationales Interesse (*Ich fand den Einsatz des Clickers in der Vorlesung sehr spannend. 0,741*), Kognitive Aktivierung (*Die Clicker regten mich zum Mitdenken und dranbleiben an.0,591*), Subjektiver Lernerfolg (*Die Clicker-Fragen tragen meines Erachtens zu einem höheren Lernerfolg bei. 0,671*); Feedback zum Lernstand (*Ich konnte durch die Verwendung des Clickers meinen Lernstand besser einschätzen. 0,751*).

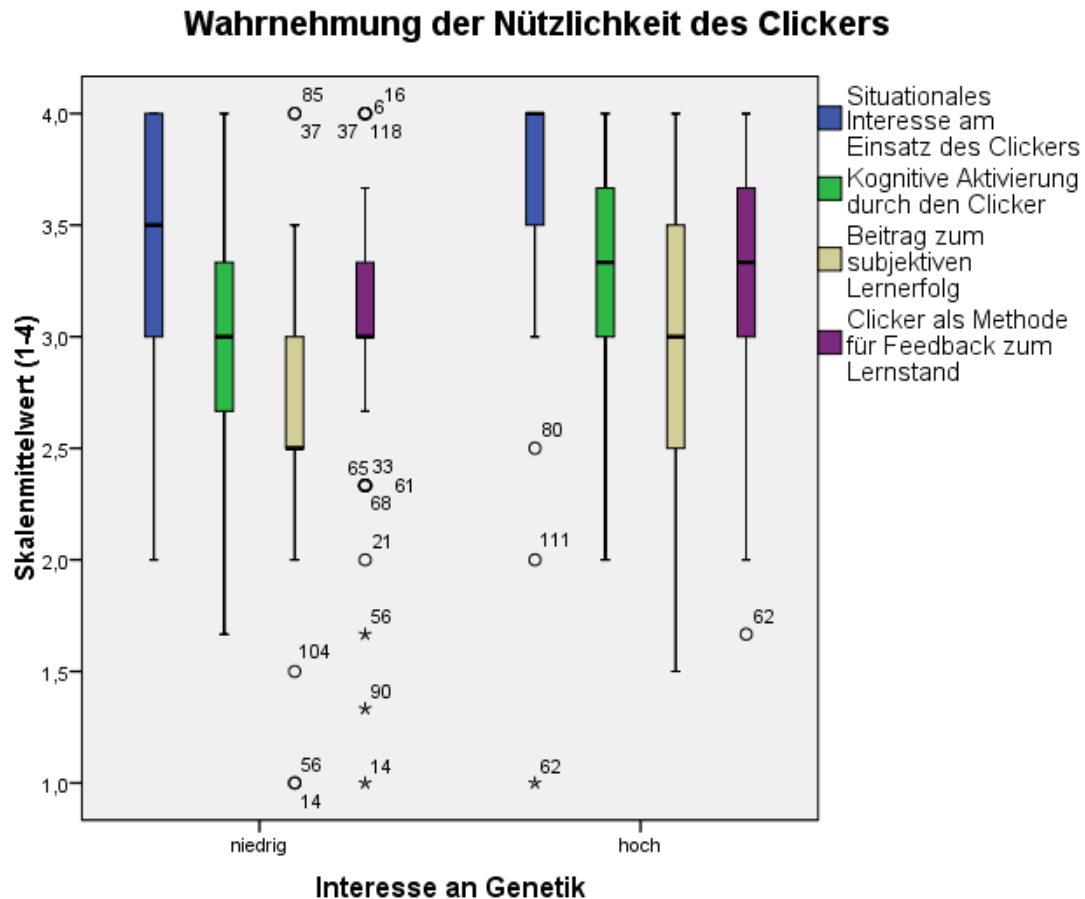


Abb. 1: Boxplot zur Wahrnehmung der Nützlichkeit des Clickers, dargestellt für Studierende mit hohem vs. niedrigem Interesse an Vorlesungsinhalten (Genetik). Die Einteilung dieser beiden Gruppen erfolgte anhand des Median (jeweils 50% der Stichprobe). Ausgewertete Teilstichprobe: N=100. Signifikant (t-Test) sind die Unterschiede für Situationales Interesse ($p < .05$), Kognitive Aktivierung ($p < .01$) und Feedback ($p < .01$). Der Unterschied für Subjektiven Lernerfolg ist mit $p = .095$ nicht signifikant. Skalenwerte: 1 (trifft überhaupt nicht zu) bis 4 (trifft voll und ganz zu).

Im Vergleich zwischen Vorlesung mit und ohne Clicker (Mikrobiologie im WiSe 2012/2013) zeigten sich mit Blick auf die Wahrnehmung der Vorlesungsinhalte durch die Studierenden keine motivationalen Vorteile des Response-Systems. Die Teilskalen bezogen sich auf Interesse und Vergnügen, wahrgenommene Kompetenz, Anstrengungsbereitschaft und subjektiv zugemessene Bedeutung, Wert und Nützlichkeit sowie soziale Eingebundenheit. Ebenso ergaben sich keine Hinweise auf Zusammenhänge der Wahrnehmung des Clickers mit selbstberichteten Lernstrategien. Weiterhin zeigten sich keine Unterschiede in der Wahrnehmung der Vorlesung zwischen den Studierenden der beiden vertretenen Studiengänge (2-Fach-Bachelor Lehramt Biologie und Mono-Bachelor Biologie) oder nach Geschlecht. Diese Ergebnisse müssen allerdings unter den o. g. methodischen Einschränkungen gesehen werden, sodass signifikante Effekte bei einem höheren Anteil von Studierenden, die an allen vier Erhebungszeitpunkten in dieser Lehrveranstaltung anwesend gewesen wären, nicht auszuschließen sind.

Projektbeschreibung Teilprojekt 2: Sokratische Studierende

Im Teilprojekt 2 wurden die Studierenden durch die Fragen einer eigens vorbereiteten Kommilitonin (Sokratische Studierende) zur aktiven gedanklichen Auseinandersetzung mit den Inhalten der Vorlesung und zur Diskussion dieser Inhalte kognitiv angeregt werden. Zugleich sollte durch das Lernen am Modell in affektiver Hinsicht das Selbstvertrauen der Studierenden verbessert werden und sie sollten im *peer to peer*-Verfahren zum Fragenstellen angeleitet und ermutigt werden. Als Sokratische Studierende wurde eine Studentin aus dem vorangegangenen Studienjahrgang rekrutiert. Sie nahm sowohl an der Ausarbeitung der Vorlesung gemeinsam mit dem Dozenten als auch an der Veranstaltung selbst teil. Dabei lag ihre Aufgabe darin, didaktisch wohl akzentuierte Fragen zu stellen, um die Vorlesung zu strukturieren und aufzulockern und damit die Studierenden zu inhaltlichen Fragen zu motivieren. Durch die intensive Zusammenarbeit von Dozent und Sokratischer Studierender sollte zum einen das Niveau der Fragen erhöht und die anderen Studierenden zur Imitation angeregt werden. Zum anderen ging es aber auch darum, den Dozenten schon bei der Vorbereitung der Vorlesung auf Probleme aus studentischer Perspektive hinzuweisen. Die Sokratische Studierende wurden zwar nicht zu Beginn der Lehrveranstaltung als solche vorgestellt, ihre Rolle erschloss sich den anderen Studierenden aber früher oder später von selbst. Sie stand nach der Vorlesung auch zur Verfügung, den anderen Studierenden zu helfen, Fragen zu beantworten oder an den Dozenten heranzutragen.

Zusätzlich zu den vorlesungsbezogenen inhaltlichen Fragen der Sokratischen Studierenden wurden Fünf-Minuten-Quizzes erarbeitet (pro Vorlesungsdoppelstunde durchschnittlich eine), in denen die Studierenden in der Vorlesung aktiv in Zweierteams einen zentralen Inhaltsaspekt erarbeiteten. Die Fragestellungen mussten einfach, aber intellektuell stimulierend sein, um eine effiziente, freiwillige Beteiligung zu erzeugen. Als besonders geeignet wurden Paradoxa und solche Erkenntnisse erachtet, die den Alltagserfahrungen oder auch dem Schulwissen entgegenstehen.

Die Methode der Sokratischen Studierenden kam in der Vorlesung Experimentalphysik III (Lehramt & Mono-Bachelor, WiSe 2012/2013) zum Einsatz. Bei den Befunden handelt es sich um qualitative Erfahrungsberichte des Dozenten sowie der Sokratischen Studierenden:

Ein intendierter Nebeneffekt konnte bestätigt werden: Im Vorbereitungsgespräch von Dozent und Sokratischer Studierender konnten Verständnishürden aus Sicht der Studierenden aufgedeckt werden.

Der beabsichtigte Haupteffekt, wonach die Sokratische Studierende als "Eisbrecher" für eine aktive Beteiligung der Studierenden wirkte, konnte ebenfalls erzielt werden.

Dabei wurde das Niveau der von den Studierenden in der Vorlesung gestellten Fragen vom Dozenten im Vergleich zu früheren Vorlesungen ohne diesen methodischen Ansatz erwartungsgemäß als höherwertig eingestuft.

Ein nicht erwarteter Effekt zeigte sich darin, dass die Sokratische Studierende nach ihrer „Enttarnung“ von den Studierenden zunehmend als Ansprechpartnerin genutzt wurde.

Zielerreichung und Erfahrungen mit den beiden Lehrinnovationen

Von den im Teilprojekt 1 in den Blick genommenen lernpsychologischen Merkmalen der Studierenden konnten mehrere in einen Zusammenhang mit dem Einsatz des *Classroom-Response-Systems* gebracht werden. Dies betraf in erster Linie eine Korrelation des Interesses am Vorlesungsinhalt (Genetik) mit der wahrgenommenen Nützlichkeit des Responses-Systems. Hierzu erlauben die vorliegenden Datenanalysen allerdings keine Aussagen über mögliche kausale Zusammenhänge zwischen diesen beiden erhobenen Konstrukten. Dazu bedürfte es weitergehender Untersuchungen.

Unter den gegebenen Rahmenbedingungen des regulären Lehrbetriebs konnten in methodischer Hinsicht entgegen den Erwartungen kein angemessenes Experimental-Kontrollgruppen-Design realisiert werden. Somit ließen sich keine empirischen Belege erbringen, mit denen sich überprüfen ließe, ob eine Vorlesung mit Response-System in kognitiver oder motivationaler Hinsicht Vorteile hat.

Insgesamt zeigten die Studierenden eine positive Wahrnehmung des System-Einsatzes. Wiederholte informelle Befragungen der Studierenden bestätigen dies bis heute, sodass derzeit noch davon ausgegangen werden kann, dass es sich hier nicht nur um einen in der Lernmedienforschung oft beschriebenen *novelty effect* handelt.

Im Teilprojekt 2 haben sich in der Wahrnehmung des Dozenten die Erwartungen an die Methode der *Sokratischen Studierenden* bestätigt sowie auch nicht erwartete Erkenntnisse erbracht. Demnach eignet sich die Methode, um den Dozenten die Verständnisschwierigkeiten der Studierenden zu vergegenwärtigen, die Studierenden großer Vorlesungen stärker zu aktivieren und in Diskussion zu bringen sowie sie zu Fragen zu ermuntern, die sich zudem auf einem erhöhten Niveau befanden. Es zeigte sich zusätzlich, dass Sokratische Studierende von den Studierenden eine Art Tutorenfunktion angetragen bekamen.

Im Kontrast zum technologiegestützten Ansatz in Teilprojekt 1 könnten sich Sokratische Studierende als eine besonders niederschwellige Methode erweisen, um Feedback und Peer-Teaching (vgl. Hattie 2009) auch in großen Vorlesungen zu verwirklichen und damit die „Einbahnstraße“ dieses traditionellen Lehr-Lernarrangements zu überwinden. Zu prüfen bleibt gleichwohl, ob technologiegestützte Elemente der Studierendenbefragung in Vorlesungen wie die in Teilprojekt 1 verwendete ähnliche methodische Zugänge eröffnen können, wie es durch die Sokratischen Studierenden möglich war. Hier könnte sich gerade eine Verbindung beider Ansätze als fruchtbar erweisen, wobei projizierte Verständnisfragen Diskussionen unter den Studierenden anregen sollen. Aktuelle Studien scheinen dies zu bestätigen (z. B. Mazur, 2014).

Was die Evaluation dieser oder anderer Lehrinnovationen anbelangt, wurde einmal mehr deutlich, dass für empirische abgesicherte Befunde die Untersuchungen im Feld durch Studien mit stärker kontrollierten, experimentellen Forschungsansätzen verbunden werden sollten. Das bedeutet, dass Studierende außerhalb der von vielen Einflussgrößen bestimmten realen Lehrarrangements auch noch in eher laborartig kontrollierten Lehr-Lernsituationen betrachtet werden sollten. Methodisch bieten sich hier kombinierte qualitative und quantitative Forschungsverfahren an.

Die grundsätzliche Durchführbarkeit der Lehrinnovationen erwies sich dagegen als unproblematisch und niederschwellig für Dozierende und Studierende.

Verstetigung und Transfer der beiden Lehrinnovationen

Die beiden Lehrinnovationen konnten auf Basis der Förderung durch die Joachim Herz Stiftung und des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft im Rahmen des „Fellowship für Innovationen in der Hochschullehre“ entwickelt und implementiert werden. Aufbauend auf dieser Anschubfinanzierung war es inzwischen möglich, vor allem das Classroom Response System mit eigenen personellen Ressourcen nicht nur in den ursprünglichen Lehrveranstaltungen weiterzuführen, sondern darüber hinaus in weiteren Lehrveranstaltungen einzuführen. Das System findet mittlerweile auch in der Lehrerfortbildung an der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät Anwendung. Hierbei geht es darum, Lehrkräfte bei Fortbildungsveranstaltungen mit großen Gruppen (N=100) anonym nach ihren individuellen Voraussetzungen zu befragen, um die Fortbildung aktuell auf die Bedürfnisse der anwesenden Lehrkräfte einstellen zu können.

Wie sich bei den regelmäßigen Fellowtreffen gezeigt hat, gibt es an den dort vertretenen Hochschulen für das Classroom Response System verschiedene technische Lösungen: Neben dem mit Handgeräten (keypads) ausgestatteten Setting wie in diesem Projekt gibt es auch Internet- und Browserbasierte Systeme, in denen per Smartphone abgestimmt werden kann. Unter den geförderten Fellow-Projekten befand sich auch eines, in denen so ein System von den InformatikerInnen der Hochschule selbst programmiert wurde. Alle Systeme haben Vor- und Nachteile (Anschaffungspreis, Kosten bzw. Personalaufwand für die Programmierung, Abhängigkeit von W-LAN mit ausreichender Übertragungsrate für große Kurse und vom Mitführen von Smartphones). An der Universität Potsdam wurde im Rahmen einer informatischen Masterarbeit ein plattformunabhängiges System entwickelt, bei dem von den Dozenten ausgegebene Keypads und von den Studierenden mitgebrachte Smartphones flexibel kombiniert werden können (Zender et al. 2014).

Stellenwert des Fellowships für die realisierte Innovation und darüber hinaus

Realistisch betrachtet wäre das Projekt in dieser Form ohne die Ausschreibung und Förderung nicht zustande gekommen. Die Antragstellung belegt, dass die Autoren bereits Ideen und Vorstellungen zur Innovation hatten, dass es aber noch eines konkreten Anstoßes und einer kräftigen Unterstützung bedurfte, das Vorhaben zu konkretisieren und in die Tat umzusetzen. Die Zusammenarbeit von Lehrenden aus unterschiedlichen Fachbereichen bei der Antragstellung und Projektdurchführung sowie die Verstetigung nach Auslauf der Förderung und der Transfer der Innovation auf weitere Lehrveranstaltungen durch weitere Dozierende sind Ausdruck der mit dem Projekt einhergehenden Vernetzung an der Universität Potsdam. Die Weiterentwicklung interaktiver Elemente in Vorlesungen ist damit erfolgreich angestoßen. Darüber hinaus boten die regelmäßige Fellowtreffen immer wieder die Gelegenheit zum projektbezogenen Austausch sowie vielfältige Anregungen zur Lehre. Ein Beispiel dafür ist die Diskussion zum kompetenzorientierten Prüfen, die ich an meine Universität mitnahm und die in eine Masterarbeit zu diesem Thema mündete, die ich gemeinsam mit der Dozentin einer großen Vorlesung betreute. Weitere Arbeiten in dieser Richtung sollen folgen.

Literatur / Quellen

- Clark, R. E. (1994). Media Will Never Influence Learning. *Educational Technology, Research and Development* 42 (2), 21-29.
- Deci E. L. & Ryan R. M. (2000). The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11 (4), 227–268.
- Deslauriers, L., Schelew, E. & Wieman, C. (2001). Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. *Science* 332 (6031), 862-864.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 867-888
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. NY: Routledge. p. 392.
- Mazur, E. (2006). Peer Instruction: Wie man es schafft, Studenten zum Nachdenken zu bringen. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule*, 55 (4), S. 11-15.
- Miller, K., Schell, ., Ho, A., Lukoff, B. & Mazur, E. (2015). Response switching and self-efficacy in Peer Instruction classrooms. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11, 010104. DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.11.010104
- Schmidt, B. & Tippelt, R. (2005). Besser Lehren – Neues von der Hochschuldidaktik? In: U. Teichler & R. Tippelt (Hrsg.), *Hochschullandschaft im Wandel. Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft (50)*, S. 103-114. Weinheim: Beltz
- Wolter, B. H. K., Lundeberg, M. A., Kang, H. & Herreid, C. F. (2011). Students' Perceptions of Using Personal Response Systems ("Clickers") with Cases in Science. *Journal of College Science Teaching*, 40(4), 14-19.
- Zender, R., Haucke, P. & Lucke, U. (2014). Click2Vote - Systematische Integration heterogener Clicker-Lösungen. In S. Trahasch et al. (Hrsg.), *Proc. Die 12. e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI)*, LNI P-233, Bonn: Köllen, September 2014, S. 163-168.

Danksagung

Die Antragsteller bedanken sich bei der Joachim Herz Stiftung und beim Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. für die Förderung im „Fellowship für Innovation in der Hochschullehre“ sowie für das Entgegenkommen bei der Umwidmung und bei der kostenneutralen Verlängerung des Projekts. Dank auch für die vielfältigen Möglichkeiten zum bundesweiten Austausch über gute Lehre.

Ich möchte mich an dieser Stelle auch bei allen beteiligten Dozierenden sowie Kolleginnen und Kollegen im Projekt und nicht zuletzt den Studierenden in den Lehrveranstaltungen bedanken.

Mein besonderer Dank gilt meinen Kolleginnen Carolin Enzingmüller und insbesondere Dr. Ingrid Glowinski für die methodische Beratung und die tatkräftige Unterstützung bei der statistischen Auswertung.