

Geleitwort

Die Arbeit von Paul Wolf erweitert die Schriftreihe Studien zur Hochschuldidaktik und zum Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der Mathematik und in der Statistik um eine weitere Dissertation, deren Fokus in der Entwicklung und Beforschung von anwendungsorientierten Aufgaben für die Mathematikveranstaltungen der Ingenieurstudiengänge im ersten Studienjahr liegt. Die Arbeit ist im Rahmen des Projekts „Mathematik für Maschinenbauer: Integration des Modellierens in ingenieurwissenschaftlichen Zusammenhängen“ im Kompetenzzentrum Hochschuldidaktik Mathematik (khdm) am Standort Paderborn entstanden und verknüpft theoriegeleitete Entwicklung von Lehrveranstaltungs-komponenten mit empirischer Evaluations- und Wirkungsforschung.

Ziel der durchgeführten Lehrinnovation war es, den Studierenden mittels der entwickelten Anwendungsaufgaben einen besseren Einblick in die Verknüpfungen zwischen Mathematik und Ingenieurwissenschaft zu vermitteln und darüber auch die intrinsische Motivation zur Beschäftigung mit Mathematik zu verbessern. Die Entwicklung von solchen so genannten Schnittstellenaufgaben für Studiengänge, die nicht direkt einen mathematischen Abschluss zum Ziel haben, z.B. andere Serviceveranstaltungen oder Lehramtsstudiengänge, wird derzeit in mehreren hochschuldidaktischen Projekten verfolgt. Der didaktische Ansatz besteht darin, Studierende nicht einfach über die Relevanz der vermittelten Inhalte zu informieren, sondern durch die Bearbeitung von Aufgaben nachhaltigere kognitive und motivationale Effekte bei den Studierenden zu erzielen, eventuell einhergehend mit einer Kompetenzsteigerung darin, die Mathematik in dem eigenen Studienfach, hier dem Maschinenbau, anzuwenden.

Es wurde eine breit implementierbare Lehrinnovation entwickelt, die nicht bloß ein additives freiwilliges Zusatzangebot enthält, sondern in die Lehrveranstaltung selber integriert werden kann. Deshalb wurden pro Semester etwa fünf anwendungsbezogene Aufgaben entwickelt, die im Rahmen der wöchentlich gestellten Übungsaufgaben ausgegeben wurden und eine rein mathematische Aufgabe ersetzen. Erfolgreiche Bearbeitungen waren relevant für die Studienleistung (Bonuspunkte für die Klausur). Allerdings wurde in der Klausur keine anwendungsbezogene Aufgabe gestellt und die

Vorlesungen selber wurden auch nicht in Richtung einer Verstärkung des Anwendungsbezuges verändert. Das macht die entwickelten Aufgaben breit einsetzbar, ohne dass Vorlesungskonzepte gravierender umgestellt werden müssten. Andererseits, um ein Ergebnis der durchgeführten Studien vorwegzunehmen, gibt es deutliche Indizien dafür, dass der Effekt noch größer sein könnte, wenn anwendungsbezogene Aufgaben auch in den Klausuren aufgenommen würden und auch in der Vorlesung selber noch umfassender die Anwendungsbezüge verstärkt würden.

Im zweiten Kapitel der Arbeit werden die theoretischen Grundlagen aufgearbeitet, die für die Aufgabenentwicklung wesentlich sind, sodann werden darauf aufbauend in Kapitel 3 Kriterien für gute Aufgaben für die Mathematik für Maschinenbauer entwickelt, ein Aufgaben-Konzept. Das Aufgabenkonzept, das durch prototypische Aufgaben konkretisiert und empirisch evaluiert wird, ist einer der wissenschaftlichen Erträge der Arbeit, der auch für andere Studiengänge nutzbar ist. Es liegen bemerkenswerte Aufgaben vor, die nicht nur aus Sicht der Mathematik gut verwendbar sind, sondern denen Experten aus der Ingenieurwissenschaft die ingenieurwissenschaftliche Authentizität bescheinigen. Anderswo in Verwendung befindliche mathematische Anwendungsaufgaben sind oft sehr gekünstelt, dürftig eingekleidet, und die Fachexperten erkennen hier schnell, dass ein Mathematiker ohne Sachverstand im Anwendungsgebiet am Werke war. Hiervon unterscheiden sich die von Herrn Wolf entwickelten Aufgaben sehr und legen ganz neue Maßstäbe vor. Die Aufgaben mit ausführlichen Beschreibungen und Anleitungen wurden in Wolf & Biehler (2016) veröffentlicht und online zugänglich gemacht.

Die Arbeit hat aber noch eine weitere Komponente von hohem wissenschaftlichen Wert. Zur Evaluation der Aufgaben wurden zwei Kohorten von Ingenieurstudierenden im Wintersemester 2013/14 sowie im WS 14/15 und Sommersemester 2015 über eine Studierendenbefragung mit - kurz gesagt - positivem Ergebnis untersucht (s. Kapitel 5). Um Aussagen über die Wirkung der Lehrinnovation machen zu können, wurde ein experimentelles Design mit Kontrollgruppe gewählt.

Basis der Vergleichsstudie sind Hypothesen darüber, auf welche Merkmale der Studierenden sich die Intervention Anwendungsaufgaben auswirken könnte. Herr Wolf untersucht u.a. die folgenden Wirkungsvariablen, zu denen er teilweise neue Skalen entwickelt oder auf Skalen aus anderen Studien aufbaut. Die Neuentwicklungen der Skalen stellen einen weiteren neuen Beitrag der Arbeit zur Hochschuldidaktik dar.

1. die Relevanzeinschätzung der Mathematik und einiger Teilgebiete für die Ingenieurwissenschaften
2. die Motivationsentwicklung während des Semesters (Abbremsen der Motivationsabnahme)
3. die Wahrnehmung der Verzahnung von Mathematik und Ingenieurwissenschaften
4. die Lernintensität / Engagement in der Lehrveranstaltung (vermittelt über die Motivation)
5. die Verwendung höherer Lernstrategien (Organisation)
6. die Freude bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben generell

Die sehr komplexen Ergebnisse sollen und können in diesem Geleitwort nicht systematisch zusammengefasst werden. Ein paar Dinge möchte ich jedoch hervorheben. So sind Verbesserungen der Relevanzeinschätzungen zu beobachten, allerdings scheinen weitere Maßnahmen nötig zu sein, um insgesamt die Relevanzeinschätzung deutlich zu erhöhen (8.1.3.1). Die Verbesserung der Relevanzeinschätzung ist stärker bei den mathematischen Themen ausgeprägt, die in den Anwendungsaufgaben vorkamen. Teilweise sind Unterschiede in der Selbstwirksamkeitserwartung nachzuweisen (8.1.3.2) und die Aufgaben wirken vor allem sehr motivierend für die anwendungsaffine Teilgruppe der Studierenden, allerdings bremsen sie den generellen Motivationsabfall im ersten Semester in den Experimentalgruppen nur geringfügig ab (8.1.3.3). Hinsichtlich der wahrgenommenen Verzahnung zwischen Mathematik und Ingenieurwissenschaft gibt es klare Unterschiede zwischen Experimentalgruppe und Kontrollgruppe im WS 13/14 aber nicht mehr so in den folgenden Semestern, was auch an den unterschiedlichen Lehrveranstaltungen gelegen haben kann.

Neben diesen Erkenntnissen hinsichtlich der eingesetzten Intervention ergaben sich auch viele weitere interessante Einblicke in die Studiengänge Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen, die gerade für die Mathematik-Serviceveranstaltungen von Bedeutung sind. So zeigten sich unerwartet große und relevante Unterschiede hinsichtlich der Studienmotivation, dem Fachinteresse am Maschinenbau selber und dem Interesse an mathematischen Anwendungsaufgaben.

Der Autor hat durch seine Arbeit nicht nur das Projekt zu einem erfolgreichen Abschluss geführt, sondern auch durch sein Konzept und seine Erfahrungen in der Lehre wesentlich dazu beigetragen die Kooperation

zwischen der Mathematik und den Ingenieurwissenschaften am Standort Paderborn zu verbessern, die Diskussion auf verstärkt anwendungsorientierte Lehre zu richten sowie den Begriff angemessener Anwendungsaufgaben für die Mathematikausbildung der Ingenieure in neuer Weise zur Diskussion zu stellen.

Paderborn, im Januar 2017

Prof. Dr. Rolf Biehler

Wolf, P., & Biehler, R. (2016). *Anwendungsorientierte Aufgaben für die Erstsemester-Mathematik-Veranstaltungen im Maschinenbaustudium (V.2). khdm-Report: Nr. 04-16*. Quelle: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hebis:34-2016010549550>.

Anwendungsorientierte Aufgaben für
Mathematikveranstaltungen der
Ingenieurstudiengänge
Konzeptgeleitete Entwicklung und Erprobung am
Beispiel des Maschinenbaustudiengangs im ersten
Studienjahr

Wolf, P.

2017, XXIV, 570 S. 159 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-17771-3