

Konzeptgeleitete Entwicklung und Erprobung anwendungsorientierter Mathematikaufgaben für Ingenieurstudienanfänger

Der Autor hat von 2013 bis 2016 im Teilprojekt „Mathematik für Maschinenbauer: Integration des Modellierens in ingenieurwissenschaftlichen Zusammenhängen“ der AG „Mathematik in den Ingenieurwissenschaften“ des Kompetenzzentrums Hochschuldidaktik Mathematik (siehe www.khdm.de und Henning et al. 2014) an der Universität Paderborn unter der Leitung von Prof. Dr. Biehler die Problemsituationen bei der Vermittlung und dem Erwerb von Mathematik in „klassischen“ Mathematik für Maschinenbauer-Veranstaltungen untersucht. Es wurden Interventionselemente für die Veranstaltung „Mathematik für Maschinenbauer“ entwickelt sowie begleitend und abschließend evaluiert (s. z.B. Wolf 2017, Wolf & Biehler 2014, 2016). So wurden neue spezielle Anwendungsaufgaben entworfen, deren Ziel es ist, gerade in der Studieneingangsphase und in den ersten Semestern eine Brücke zwischen der Mathematik und den fachspezifischen Inhalten im Maschinenbaustudium zu schlagen.

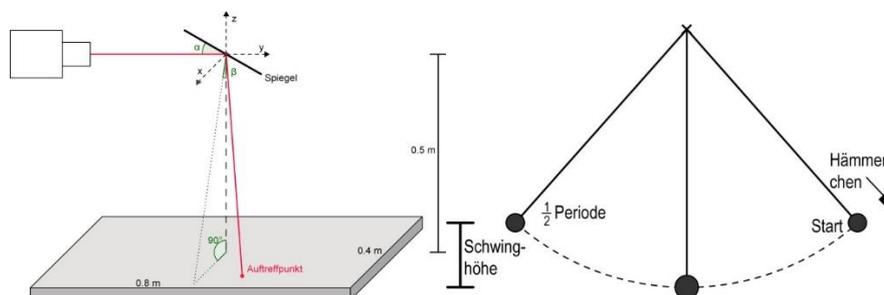


Abbildung 1: Skizzen aus der „Laserstrahl-Aufgabe“ und aus der „Pendeluhr-Aufgabe“

Einerseits liegt die Betonung auf den Einsatzgebieten der Mathematik in den Ingenieurwissenschaften und andererseits sollen die Studierenden auch auf das Modellieren, Simulieren und Interpretieren von Problemstellungen und Lösungen vorbereitet werden. Speziell die Veranschaulichung der Mathematik durch ingenieurwissenschaftliche Anwendungsbeispiele und deren durchgängige Integration in die einzelnen Themen der Veranstaltung war ein elementares Ziel der Arbeit. Die Kriterien, die zusammen das hinter den Aufgaben liegende Konzept ergeben (vgl. Abb. 2), sind einerseits in der Diskussion in der Mathematikdidaktik zur Klassifikation von anwendungsbezogenen Aufgaben verankert (z.B. durch Maaß 2010) und wurden mit Blick auf die mathematikdidaktische Diskussion zum Modellieren (Blum 1985,

Greefrath et al. 2013, siehe Wolf 2017) ausgewählt, andererseits aber werden auch die spezifischen Rahmenbedingungen von Mathematik-Lehrveranstaltungen für Ingenieure berücksichtigt. Das Konzept sowie die Aufgaben finden sich in Wolf & Biehler (2016). Die grundsätzliche Idee besteht darin, von den Fachveranstaltungen ausgehend (z.B. Technische Mechanik) nach passenden Anwendungen für die Mathematik zu suchen und somit Aufgaben zu entwickeln, die eine Brücke zwischen der Mathematik und den technischen / physikalischen Veranstaltungen schlagen können. Die verschiedenen Kriterien werden in der angegebenen Literatur ausführlich erläutert, daher wollen wir hier nur auf diese verweisen.



Abbildung 2: Die Konzeptidee in Stichworten

Im Folgenden wollen wir auf eine der durchgeführten empirischen Studien eingehen, die im Rahmen des Projekts bzw. der Dissertation des Autors durchgeführt wurden (vgl. Wolf 2017). Neben der Vergleichsstudie, auf die wir sogleich eingehen wollen, wurden weiterhin auch Akzeptanzbefragungen zu den einzelnen Anwendungsaufgaben durchgeführt (vgl. Wolf & Biehler 2014), dies auszuführen wäre an dieser Stelle jedoch zu umfangreich.

Das Design der Vergleichsstudie im WS14/15

Wir beschränken uns nun auf die Vergleichsstudie im WS14/15, alle weiteren Studien im Rahmen der Forschung an den Aufgaben werden in Wolf (2017) ausführlich beschrieben.

Im WS14/15 (sowie anschließend auch im SoSe15) erhielten wir freundlicherweise die Möglichkeit eine randomisierte Vergleichsstudie in der Veranstaltung „Mathematik 1 (2) für Maschinenbauer“ durchzuführen. Die Veranstaltung ist eine klassische Mathematik-Serviceveranstaltung und wird hauptsächlich von Studierenden des Maschinenbaus (MB) und der Wirtschaftsingenieurwissenschaften (WING) im ersten Studiensemester besucht, wobei sich 599 Studierende angemeldet hatten. Die Studierenden besuchten

zwei Mal die Woche die Vorlesung, einmal die Woche ein Tutorium und konnten zudem an einer Zentralübung teilnehmen, in der üblicherweise die Hausaufgaben besprochen wurden. Durch zufälliges Ziehen von Übungsgruppen wurde die gesamte Kohorte in zwei Gruppen geteilt: Alpha, die Experimental- und Beta, die Kontrollgruppe. Sämtliche Studierende beider Gruppen besuchten die gleiche Veranstaltung bei der gleichen Dozentin mit gleicher Klausur am Ende des Semesters. Unsere Intervention bestand darin, dass wir bei den Studierenden der Alpha-Gruppe etwa alle zwei Wochen eine der rund drei bis vier Übungsaufgaben auf den wöchentlichen Hausaufgabenzetteln durch eine unserer Anwendungsaufgaben austauschten. Die Kontrollgruppe erhielt keine speziellen Aufgaben von uns, sondern löste eine thematisch ähnliche, aber rein mathematische Aufgabe ohne Anwendungsbezüge. Mittels Eingangs- und Endbefragungen zu Beginn bzw. Ende des Semesters erhoben wir Daten. Die Hauptforschungsfrage der Vergleichsstudien lautet: *Welche Unterschiede zeigen sich hinsichtlich der beobachteten Merkmale zwischen der Experimental- und der Vergleichsgruppe und wie stark sind die Auswirkungen durch die Intervention auf diese Merkmale?* Diese weit gefasste Frage wurde durch einige Forschungsfragen präzisiert (siehe Wolf 2017, S. 129ff). Es ist nicht möglich nun auf alle 19 Forschungsfragen einzugehen, daher wollen wir an dieser Stelle nur eine besonders interessante Frage auswählen: *In welchem Ausmaß unterscheiden sich die Studiengruppen hinsichtlich eines Bedürfnisses nach Anwendungsaufgaben?*

Das Bedürfnis nach Anwendungsaufgaben

In der Endbefragung im WS14/15 erkundigten wir uns, welche Art von Mathematikaufgabe bevorzugt wird. So wählten 59% der Studierenden „Ich löse lieber mathematische Aufgaben, die einen Anwendungsbezug besitzen“ (versus „rein mathematische Aufgaben“). Dieses Item erzeugt für uns interessante Untergruppen, die wir mit R- bzw. A- bezeichnen (reine Mathematik bzw. anwendungsliebend).

Um eine möglichst deutliche Aussage zu erhalten, wollten wir von den Studierenden wissen, ob sie lieber in der Alpha- bzw. Beta-Gruppe gewesen wären, wenn sie nun rückblickend die Wahl gehabt hätten. Hier zeigte sich (s. Tab. 1), dass ca. 79% der Alpha-Probanden nicht wechseln wollen (insb. 54% lehnen einen Wechsel völlig ab) und sogar 62% der Beta-Studierenden hätten gerne Anwendungsaufgaben bearbeitet. R/A-Teilgruppenuntersuchungen zeigen hier zudem hoch signifikante Unterschiede (u-Test: $p < 0,001$, Alpha: $Z = -4,7$, Beta: $Z = -4,4$) innerhalb beider Studiengruppen, wobei sich dies im Median durch eine Differenz von zwei Punkten ausdrückt (Alpha-R 4,0 vs. Alpha-A 6,0, Beta-R 4,0 vs. Beta-A 2,0). Hierdurch wird

besonders deutlich wie wichtig gerade den vielen anwendungsliebenden Studierenden der Einsatz der Anwendungsaufgaben ist.

N = 76 (Alpha) / 82 (Beta)	1	2	3	4	5	6	\bar{x}	\bar{x}	sd
	% (gerundet)						(gerundet)		
A: Lieber Beta	10	4	8	13	12	54	6	4,7	1,7
B: Lieber Alpha	24	21	17	12	13	12	3	3,1	1,7

Tab. 1: Verteilung zum Wechselwunsch, 1=„Trifft ganz genau zu“

Weitere Ergebnisse

Unsere Studien haben gezeigt, dass ein großes Bedürfnis nach Anwendungsaufgaben wie den unsrigen existiert. In der Dissertation werden viele weitere Themen, wie die Relevanz der Mathematik, die Motivation zur aktiven Teilnahme und die Verzahnungsproblematik zwischen Mathematik und Ingenieurfachveranstaltungen im Rahmen unserer Studien untersucht.

Literatur

- Blum, W. (1985): Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der didaktischen Diskussion. In Kahle (u.a., Hrsg.): *Mathematische Semesterberichte. Zur Pflege des Zusammenhangs zwischen Schule und Universität, Band XXXII*, S.195-232
- Greefrath, G., Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R. (2013): Mathematisches Modellieren – Eine Einführung in theoretische und didaktische Hintergründe. In R.Borromeo Ferri, G. Greefrath, G. Kaiser (Hrsg.): *Mathematisches Modellieren für Schule und Hochschule – Theoretische und didaktische Hintergründe*. S.11-40
- Maaß, K. (2010): Classification Scheme for Modelling Tasks. In *JMD31-2* (2010), S.285-311
- Henning, M., Hoppenbrock, A., Kortemeyer, J., Mertsching, B & Oevel, G., (2014): Werkstattbericht der Arbeitsgruppe "Mathematik in den Ingenieurwissenschaften". In Th. Wassong, D. Frischmeier, P.R. Fischer, R. Hochmuth, P. Bender (Hrsg): *Mit Werkzeugen Mathematik und Stochastik lernen - Using Tools for Learning Mathematics and Statistics*. Wiesbaden: Springer Spektrum. S.471-486
- Wolf, P. (2017): *Anwendungsorientierte Aufgaben für Mathematikveranstaltungen der Ingenieurstudiengänge - Konzeptgeleitete Entwicklung und Erprobung am Beispiel des Maschinenbaustudiengangs im ersten Studienjahr*. Wiesbaden: Springer Spektrum (Dissertation, in Druck)
- Wolf, P., Biehler, R. (2016): Anwendungsorientierte Aufgaben für die Erstsemester-Mathematik-Veranstaltungen im Maschinenbaustudium. *khdm-Report: Nr. 04-16*. Kassel: Universitätsbibliothek Kassel. <https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/handle/urn:nbn:de:hebis:34-2016010549550>
- Wolf, P., Biehler, R. (2014): Entwicklung und Erprobung anwendungsorientierter Aufgaben für Ingenieurstudienanfänger/innen. *ZFHE Jg.9, Nr.4*, S.169-190