

Angela SCHMITZ, Köln & Laura OSTSIEKER, Köln

Konzeption und Akzeptanz ingenieurwissenschaftlicher Anwendungen in Mathematikvorlesungen

Theoretischer Hintergrund

Studierende der Ingenieurwissenschaften vermissen in Einführungsvorlesungen zur Mathematik oft Anwendungen aus den Ingenieurwissenschaften (vgl. Rooch et al., 2014, S. 400). Sie bedauern, dass Mathematik getrennt von ingenieurwissenschaftlichen Fächern unterrichtet wird (vgl. Harris et al., 2014, S. 330). Lehrende der ingenieurwissenschaftlichen Fächer erwarten zudem, dass Studierende in höheren Semestern in der Lage sind, ingenieurwissenschaftliche Probleme mathematisch zu modellieren (vgl. Faulkner et al., 2019, S. 111). Mathematik und Ingenieurwissenschaften sind jedoch nicht notwendigerweise verzahnt (vgl. Tang & Williams, 2018, S. 690). Eine geeignete Integration von Anwendungsbeispielen in die Mathematikvorlesungen für angehende Ingenieurinnen und Ingenieure könnte dazu beitragen, die dargestellten Anforderungen von Studierenden und Lehrenden der Ingenieurwissenschaften zu erfüllen. Es ist jedoch offen, wie eine gelungene Integration aussehen kann.

Anwendungen sollten unter anderem authentisch und nicht zu lang sein (vgl. Wolf & Biehler, 2016, S. 4f.). Als Quellen stehen beispielsweise Lehrbücher für Ingenieurmathematik sowie spezifisch für die Ingenieurmathematik entwickelte und evaluierte Anwendungsaufgaben (z.B. Wolf & Biehler, 2016) und -projekte (z.B. Rooch & Härterich, 2014) zur Verfügung. Die Aufgaben und Projekte sind jedoch zum Teil umfangreich oder bauen auf Vorwissen aus spezifischen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen auf. Da die Mathematikvorlesungen traditionell im ersten Studienjahr starten, kann bei den Studierenden zunächst jedoch auf wenig Vorwissen aus den Ingenieurwissenschaften zurückgegriffen werden. Auch stellt es für Lehrende eine Herausforderung dar, Aktivitäten zu konzipieren, die zwei oder mehr Fächer sinnvoll und relevant integrieren (vgl. Hallström & Schönborn, 2019, S. 1).

Studierende aus höheren Semestern ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge in die Auswahl, Aufbereitung und Präsentation von Anwendungsbeispielen einzubeziehen, könnte die Integration geeigneter Anwendungsbeispiele aus den Ingenieurwissenschaften in Mathematikvorlesungen verbessern.

Forschungsfragen

Erstens untersuchen wir, ob sich die Akzeptanz von Anwendungsbeispielen bei Studierenden der Ingenieurwissenschaften unterscheidet, je nachdem, ob das Beispiel von einem Studierenden der Ingenieurwissenschaften eines höheren Semesters oder von einem Lehrenden der Mathematik vorbereitet und präsentiert wird. Zweitens wird untersucht, inwieweit es für die Akzeptanz eines Beispiels relevant ist, ob das Beispiel einem Anwendungskontext aus dem ingenieurwissenschaftlichen Studiengang der Studierenden oder einem anderen ingenieurwissenschaftlichen Studiengang entnommen ist.

Methode

In einer Mathematikvorlesung über gewöhnliche Differentialgleichungen für drei ingenieurwissenschaftliche Studiengänge wurden vier Anwendungsbeispiele vorgestellt. Das Beispiel „CO₂-Konzentration im Hörsaal“ wurde von einem Studenten der Energie- und Gebäudetechnik eines höheren Semesters in Zusammenarbeit mit einem Dozenten des Studiengangs ausgewählt. Der Student hat dieses Beispiel vorbereitet und in der Vorlesung vorgestellt. Er wurde in der Vorbereitung von der Mathematikdozentin hinsichtlich mathematischer und didaktischer Fragen, wie z.B. Aspekten der Modellierung, betreut. Die Beispiele „Wechselstromkreis“, „Abkühlung einer Bremscheibe“ und „radioaktiver Zerfall“ wurden von der Mathematikdozentin entworfen und vorgestellt. Die Präsentation je Beispiel dauerte zwischen 5 und 15 Minuten, wobei das Beispiel „CO₂“ die meiste Zeit eingenommen hat.

Um die Akzeptanz der vier Beispiele zu messen, wurde ein Testinstrument nach Wolf (2017) verwendet, das die Akzeptanz von Anwendungsaufgaben bewertet. Es enthält Aussagen zu Variablen wie „Motivationshilfe“ und „Authentizität“. Das Instrument wurde an die Beispiele angepasst, und eigene Items wurden hinzugefügt. Im Anschluss an die Präsentation der Beispiele haben die Studierenden die so entstandenen sechzehn Aussagen für jedes Beispiel auf einer sechsstufigen Likert-Skala bewertet. Ergänzend haben sie einen Fragebogen zu Mathematikbildern nach Grigutsch et al. (1998) ausgefüllt. 144 Fragebögen wurden ausgewertet.

Ergebnisse

Die Reliabilitäten für die einzelnen Variablen sind überwiegend akzeptabel bis gut. Alle Beispiele wurden als sehr authentisch bewertet (Mittelwerte $M = 3,77$ bis $M = 4,98$). Das Phänomen, dass die Beispiele länger sind, um einen Anwendungsbezug herzustellen, wurde als relativ sinnvoll angesehen ($M = 3,72$ bis $M = 4,75$) (1 = „trifft gar nicht zu“, 6 = „trifft ganz genau zu“).

Die Unterschiede zwischen den Beispielen wurden mit t-Tests untersucht. Ein zentrales Ergebnis ist, dass das vom Studenten vorbereitete Beispiel „CO2“ für fast alle Aspekte deutlich besser bewertet wurde als die anderen Beispiele. Das Beispiel hat die Studierenden unter anderem mehr gefesselt, wurde als am wenigsten künstlich und stattdessen als authentischer bewertet. Die Studierenden haben den Sinn des Lösens von Differentialgleichungen durch dieses Beispiel signifikant besser verstanden als durch alle drei anderen Beispiele.

Das Beispiel „CO2“ stammt aus einem Anwendungskontext des Studiengangs Energie- und Gebäudetechnik (EGT). Es wäre plausibel, wenn es im EGT-Studiengang eine höhere Akzeptanz erreichen würde als in den anderen Studiengängen. Tatsächlich wird das Beispiel „CO2“ in fast allen Variablen von den Studierenden der EGT signifikant besser bewertet als von Studierenden anderer Studiengänge. Es handelt sich jeweils um mittlere Effektstärken. Exemplarisch zeigt die Tabelle die Ergebnisse für die Variable „Motivationshilfe“:

	Energie- und Gebäude- technik	Maschinen- bau	Erneuerbare Energien	Alle Studi- engänge
CO2	4,23 (0,80)	3,59 (0,96)	3,89 (1,08)	3,81 (0,99)
Brems- scheibe	3,39 (0,73)	3,55 (1,00)	3,54 (1,14)	3,51 (0,98)
Wechsel- stromkreis	2,96 (0,97)	2,83 (1,06)	3,35 (1,10)	2,99 (1,07)
Radioaktiver Zerfall	3,02 (1,07)	3,27 (0,92)	3,54 (1,14)	3,29 (1,02)

Tab.: „Motivationshilfe“, Mittelwerte (Standardabweichungen)

Die beste Bewertung wird durch die Kombination aus dem Beispiel „CO2“ und dem Studiengang EGT erreicht, die einzige Kombination, bei der das Beispiel von einem Studenten erstellt wurde und gleichzeitig aus dem evaluierenden Studiengang stammt. Die Kombination „CO2“-EGT erhält auch für die anderen untersuchten Variablen die besten Bewertungen.

Diskussion

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein Anwendungsbeispiel, das von einem fortgeschrittenen Ingenieurstudierenden ausgewählt, vorbereitet und präsentiert wird, sehr gut angenommen wird. Für eine Verallgemeinerung ist jedoch zu berücksichtigen, dass in die Vorbereitung des Beispiels

„CO2“ mehr Zeit und Mühe investiert wurde als in die Konzeption der anderen Beispiele.

Das Beispiel „CO2“ erhielt die besten Bewertungen von den Studierenden, für die das Beispiel aus einem Anwendungskontext ihres Studiengangs stammt. Die Untersuchung legt nahe, dass auch ein Zusammenhang zwischen dem Kontext des Beispiels und dem konkreten Studiengang der Studierenden für die Akzeptanz relevant ist.

Es erscheint aussichtsreich, den Ansatz weiter zu verfolgen, dass Studierende der Ingenieurwissenschaften aus höheren Semestern in Kooperation mit Lehrenden aus den Anwendungsfächern und der Mathematik studienangesspezifische Anwendungsbeispiele fachlich und didaktisch aufbereiten und selbst präsentieren.

Literatur

- Faulkner, B., Earl, K. & Herman, G. (2019). Mathematical Maturity for Engineering Students. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 5(1), 97-128. <https://doi.org/10.1007/s40753-019-00083-8>
- Grigutsch, S., Raatz, U. & Törner, G. (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *JMD*, 19(1), 3-45. <https://doi.org/10.1007/BF03338859>
- Hallström, J. & Schönborn, K. J. (2019). Models and modelling for authentic STEM education. reinforcing the argument. *International Journal of STEM Education*, 6(22). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z>
- Harris, D., Black, L., Hernandez-Martinez, P., Pepin, B. & Williams, J., TransMaths Team (2015). Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(3), 321-336. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.979893>
- Härterich, J. & Rooch, A. (2014). *Das Mathe-Praxis-Buch*. Berlin: Springer.
- Rooch, A., Kiss, C. & Härterich, J. (2014). Brauchen Ingenieure Mathematik? – Wie Praxisbezug die Ansichten über das Pflichtfach Mathematik verändert. In Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P.R., Hochmuth, R., Koepf, W. et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse*, (S. 398-409). Wiesbaden: Springer.
- Tang, K.-S., Williams, P. J. (2018). STEM literacy or literacies? Examining the empirical basis of these constructs. *Review of Education*, 7(3), 675-697. <https://doi.org/10.1002/rev3.3162>
- Wolf, P. (2017). *Anwendungsorientierte Aufgaben für Mathematikveranstaltungen der Ingenieurstudiengänge*. Wiesbaden: Springer.
- Wolf, P. & Biehler, R. (2016). Anwendungsorientierte Aufgaben für die Erstsemester-Mathematik-Veranstaltungen im Maschinenbaustudium. *khdm-Report* 16-04. <https://kobra.uni-kassel.de/handle/123456789/2016010549550> (30.10.2019)