

Markus HENSGENS, Aachen

Mathematische Kompetenzen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge („MatheKingS“)

Mathematische Grundlagenveranstaltungen finden sich in fast allen MINT-Studiengängen in den Studienplänen der ersten Semester. Aus Studierendenperspektive gelten diese Veranstaltungen oftmals als nutzlos, da deren Sinn für das weitere Studium häufig nicht erkannt wird. Murayama et al. (2012) verdeutlichen die Bedeutung von v. a. intrinsischer Motivation und Lernstrategien für das erfolgreiche Lernen im Mathematikunterricht. Ähnliche Ergebnisse erzielten Rooch et al. (2011), die unter Ingenieurstudierenden die große Bedeutung einer in der Hochschullehre angewandten Mathematik auf Motivation und Rolle der Mathematik für das Studium ermitteln konnten.

Ein Ziel der „Höheren Mathematik“ in Ingenieurstudiengängen ist es, mathematische Kompetenzen zu vermitteln, die die Studierenden im Verlauf des Studiums in die Lage versetzen, die Inhalte der fachspezifischen Ingenieurs-Module zu meistern und dort die Mathematik anwenden zu können. Weinert definiert den Begriff Kompetenz als „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2001, S. 27f). Dementsprechend sollen Kompetenzen vermittelt werden, die nicht nur das Wissen meinen, sondern dieses mit Einstellungen und Fähigkeiten verknüpft, um anwendungsbezogene Probleme analysieren zu können.

„MatheKingS“

Im Laufe des Projekts „MatheKingS“ sollen die mathematischen Kompetenzen ermittelt werden, die in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen in den fachspezifischen Modulen Relevanz haben. Dabei wird der Fokus auf das Wissen und den Umgang damit zur Lösung anwendungsbezogener Problemstellungen gelegt und damit auch die motivationalen Bereitschaften betrachtet, wie dies eingangs beim Kompetenzbegriff nach Weinert erläutert wurde. Es sollen diejenigen inhaltlichen Anforderungen des Wissens extrahiert werden, die in den fachspezifischen Modulen des jeweiligen Studiums benötigt werden. Dadurch entsteht ein Anforderungskatalog, der die mathematisch notwendigen Inhalte und Anforderungen aufführt. Da die Motivation nicht nur einen entscheidenden Faktor des Lernerfolgs darstellt, sondern sie insbesondere durch anwendungsbezogene Problemsituationen gesteigert

werden kann (Rooch et al., 2011), sollen zu allen Themengebieten innerhalb des entwickelten Katalogs Problemstellungen entwickelt und dem Katalog so eine Aufgabensammlung beigelegt werden.

Der Onlinekurs „HM4MINT“ und das neue Kurskonzept

Der so gewonnene Katalog mitsamt der Aufgabensammlung kann genutzt werden, um Onlinekurse zur „Höheren Mathematik“ zu evaluieren und zu optimieren. Konkret soll dies am Beispiel des modularisierten Onlinekurses „HM4MINT“ vollzogen werden. Dieser ist ein Onlinekurs der „Höheren Mathematik“, der die Studierenden adressiert, die vor Studienbeginn einen Schein „Höhere Mathematik 1“ erwerben wollen. Dies betrifft v. a. die ingenieurwissenschaftlichen Studienfächer. Der Kurs ist in drei Teile geteilt: Grundlagen (5 CP), Funktionen/Analysis (4 CP) und eine Vertiefung (3 CP). Im Kurs gibt es neben Inhaltstexten Beispielaufgaben sowie individualisierte Trainingsaufgaben. Diese sind interaktiv, so dass die Lernenden verschiedene Aufgabenformate mit automatisch generiertem Feedback nutzen können: Multiple/Single-choice, fill-in-the-blanks, drag-and-drop. Der Kurs wird an über 15 Hochschulen in mehr als 100 Studiengängen anerkannt.

Im Rahmen des Projekts „MatheKingS“ soll der Kurs „HM4MINT“ modifiziert werden. Die Module des Kurses, die sich inhaltlich im Katalog wiederfinden, werden mit in das neue Konzept des optimierten Onlinekurses aufgenommen. Erhobene inhaltliche Aspekte, die nicht im Onlinekurs zu finden sind, werden ergänzt, indem entsprechende Module neu entwickelt und diese in den modifizierten, modularisierten Kurs aufgenommen werden. Zudem werden die anwendungsbezogenen Problemsituationen aus der Sammlung den einzelnen Modulen zugeordnet und so der motivierende Charakter des Onlinekurses durch den Anwendungsbezug erhöht. Zu guter Letzt wird anhand der Ergebnisse der Befragung eine Differenzierung der Modulliste erwogen. Dabei sollen drei Aspekte besonders betrachtet werden.

Der erste Aspekt betrifft die fachliche Ausrichtung, so dass der Anforderungskatalog bzw. letztlich die Module des Onlinekurses gemäß Studienrichtung – Bauingenieurwesen, Elektrotechnik, Maschinenbau – differenziert werden. Möglicherweise ergeben sich Module, die etwa für den/die Elektrotechniker/in elementar, für den/die Bauingenieur/in jedoch verzichtbar sind. Der zweite Aspekt betrifft den Hochschultyp (Uni/FH) und die jeweilige Hochschule. Durch Differenzierung anhand des Bundeslandes wird ein dritter Aspekt berücksichtigt. Dank des Modulcharakters kann der Onlinekurs nach dem Baukastenprinzip an die Ergebnisse des Projekts angepasst sowie erweitert und gemäß der drei Aspekte differenziert werden.

Untersuchungsdesign

Im Projekt sollen die mathematischen Kompetenzen, die tatsächlich im jeweiligen Studium von Bedeutung sind, mittels Fragebogen erhoben werden. Dafür wird ein umfänglicher „erster“ Anforderungskatalog erstellt, der mehreren Lehrenden, die an einer deutschen Hochschule die „Höhere Mathematik 1“, eines der drei Ingenieursfächer vertreten, als Vorschlag vorgelegt. Auf Basis darauf aufbauender Interviews wird der Fragebogen inklusive Anforderungskatalog evaluiert und optimiert. Anschließend wird dieser allen Professor/innen vorgelegt, die ein fachspezifisches Ingenieursmodul lehren.

Der Fragebogen enthält einen allgemeinen Teil, der die Auswertung auf Repräsentativität validiert und die Ergebnisse den drei Aspekten zur Differenzierung zuordnet, sowie einen inhaltlichen Teil, der nach den in den Modulen des Befragten notwendigen fachlichen Kompetenzen fragt. Jedes Themengebiet, das zur Aufnahme in einen Kurs der „Höheren Mathematik“ zur Auswahl steht, beginnt mit einer Überschrift (vgl. Abb.1).

Natürliche Exponentialfunktion: komplex

- Definition der Exponentialfunktion als (Potenz-) Reihe

$$\exp : \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C}, \quad z \rightarrow \sum_{n=0}^{\infty} \frac{z^n}{n!}$$

- Zusammenhang der Exponentialfunktion mit den trigonometrischen und hyperbolischen Funktionen, z. B.

$$\sinh(z) = \frac{1}{2}(\exp(z) - \exp(-z))$$

- Eulerformel

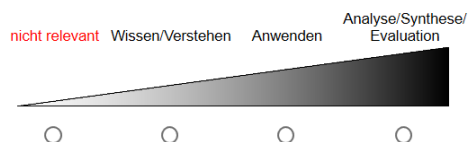
$$\exp(ix) = \cos(x) + i \sin(x) \quad \text{für } x \in \mathbb{R}$$

- Eulersche Identität

$$\exp(i\pi) = -1$$

Zur Beispielaufgabe

Relevanz und Kompetenzniveau:



Nach welchem Zeitabschnitt sollte dieses Lernziel erreicht werden?

- Schule/Vorkurs
- 1. Semester
- 2. Semester
- späterer Zeitpunkt möglich

Abb. 1: Abfrage der Bedeutung eines mathematischen Themengebiets im Fragebogen

Diese wird anhand mehrerer Unterpunkte charakterisiert und erläutert. Bleibt dennoch Unsicherheit übrig, kann der Befragte eine Schaltfläche „Zur Beispielaufgabe“ anklicken und sich eine kurze Beispielaufgabe anzeigen las-

sen. Die Bedeutung des Themengebiets für die fachspezifischen, vom Befragten verantworteten Module soll dieser anhand der von Bloom (1971) entwickelten Lernzieltaxonomie klassifizieren. Sofern der mathematische Inhalt Relevanz hat, wird dieser den Bereichen „Wissen/Verstehen“, „Anwenden“ oder „Analyse/Synthese/Evaluation“ zugeordnet. Die Einstufung sollte der Bedeutung und Verwendung in den Modulen des Befragten entsprechen. Dadurch wird jedem Element des Anforderungskatalogs das Lernziel zugeschrieben, welches gemäß der Lernzieltaxonomie nach Bloom für eine erfolgreiche Teilnahme am jeweiligen fachspezifischen Modul notwendig ist. Schließlich wird nach dem Zeitpunkt gefragt, zu dem das Lernziel innerhalb der „Höheren Mathematik“ erreicht sein sollte. Dadurch soll verhindert werden, dass mathematische Themengebiete erst gelehrt werden, wenn sie bereits in anderen Modulen benötigt wurden, und es ermöglicht später die Einordnung des jeweiligen Themengebiets in einen Modulplan. Durch die Abfrage der Bedeutung aller Themengebiete ergibt sich gemeinsam mit einer fachdidaktischen Analyse gemäß Lernvoraussetzungen und Workload ein Konzept, welches entsprechend der Befragungsergebnisse verschiedene optimierte, modularisierte Onlinekurse zu differenzieren erlaubt.

Fazit

Zentrales Ergebnis des Projekts „MatheKingS“ sind ein Anforderungskatalog und eine anwendungsorientierte Aufgabensammlung. Aus dem Kurs „HM4MINT“ werden die dem Anforderungskatalog entsprechenden Module in den neuen, optimierten Onlinekurs übertragen sowie der Kurs durch neue Module und Aufgaben ergänzt. Dadurch wird ein modularisierter, möglicherweise mehrfach gemäß der drei Aspekte differenzierter Onlinekurs „Höhere Mathematik“ zusammengestellt. Aufgrund der anwendungsorientierten Problemsituationen erhalten die Kursteilnehmer/innen eine Antwort auf die Frage: Warum macht es für mich Sinn, diesen mathematischen Inhalt zu lernen?

Literatur

- Bloom et al. (1971). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay Company.
- HM4MINT-Onlinekurs. <https://hm4mint.nrw/> (10.12.2019)
- Murayama et al. (2013). Predicting long-term growth in adolescents' mathematics achievement: The unique contributions of motivation and cognitive strategies. *Child Development*, 84, 1475-1490.
- Roos et al. (2012). *Brauchen Ingenieure Mathematik?* RU Bochum: https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/mathematik/lehrstuhlxii/roos__haerte-rich__kiss__brauchen_ingenieure_mathematik__preprint.pdf (10.12.2019)
- Weinert, F. (2001). *Leistungsmessungen in Schulen*. 2. Aufl. Weinheim und Basel: Beltz.