

Christoph MAAS, Hamburg

Vernetzung gelingt nur im Dialog

Der Nutzen von Lehrveranstaltungen in Mathematik innerhalb eines Ingenieurstudiums ergibt sich nicht von selbst. Die Studierenden brauchen Anleitung, um ihn für sich zu entdecken und in ihr professionelles Selbstverständnis einzubauen. Die Auswahl und die Aufbereitung des Stoffs stehen dabei erst an zweiter Stelle. Zuerst kommt es auf die Kommunikation der Lehrenden untereinander und mit den Studierenden an.

1. „Ein Fach vertreten“ oder an einem gemeinsamen Ziel mitwirken

Die Redeweise „Ich vertrete im Studiengang XY die Mathematik“ ist verräterisch: Ein Vertreter steht für die Interessen desjenigen ein, der ihn gesandt hat, nicht für die der Umgebung, in der er agiert. Es ist aber unerlässlich, dass ich meine Lehre als Beitrag zum Qualifikationsziel des betreffenden Studiengangs ansehe. Das gibt mir dann einerseits das Recht, bei der Definition und Weiterentwicklung dieses Ziels auf Augenhöhe mitzureden – genauso wie andererseits die anderen Lehrenden das Recht haben, Fragen in Hinblick auf dieses Ziel an meine Veranstaltungen zu richten.

2. Kompetenzorientierung als Sprache

Die Verständigung unter Lehrenden über ein gemeinsames Ziel des Studiengangs setzt eine geeignete Sprache voraus. Das gewohnte Reden über Fachinhalte kann dies nicht leisten. Ich kann mich zwar mühelos mit dem Kollegen, der Technische Mechanik lehrt, darauf verständigen, dass Potenzreihen ein relevantes Thema für das Ingenieurstudium sind. Damit wird aber nicht verhindert, dass er dabei vielleicht an die Vereinfachung der Bewegungsgleichung für einen Kurbeltrieb denkt, während ich möglicherweise in meiner Vorlesung lieber darüber rede, dass die Taylorsche Formel auch Reihen liefern kann, die als Ersatz für die vorgelegte Funktion unbrauchbar sind.

Anders sieht es aus, wenn die Lehrenden zu ihren Veranstaltungen kompetenzorientiert formulierte Learning Outcomes erstellen (Reis 2015 und 2018, Maas 2017 und 2019). Ich erfahre so, zu welchen Fertigkeiten und Fähigkeiten ich mit der Mathematikausbildung beitragen soll, und die anderen Lehrenden erfahren, was sie von Studierenden, die an meinen Veranstaltungen erfolgreich teilgenommen haben, erwarten können. Kompetenzorientierung fungiert hier als Sprache, in der man sich über Fächergrenzen hinweg über prüfbare Lernziele verständigen kann (neben ein paar weiteren Vorteilen).

3. Beispiele

Diese und alle folgenden Beispiele stammen jeweils aus dem Bachelorstudiengang Biotechnologie an der HAW Hamburg.

Eine tragfähige Kommunikation unter den Lehrenden ermöglicht beispielsweise folgende Vernetzungen:

Mathematik und Physik im 1. Semester: Die Gesamtzahl der wöchentlichen Unterrichtsstunden in den beiden Fächern wird im Verlauf des Semesters so variiert, dass mathematische Begriffe in der Physik jeweils erst dann verwendet werden, wenn sie zuvor in der Mathematik eingeführt wurden. Zu Beginn überwiegt also die Lehre in Mathematik, wobei die einzelnen Themen nur soweit behandelt werden, wie sie innerhalb der Physik 1 verwendet werden. Später wird in einem zweiten Durchlauf der Stoff dann in der für das Weiterstudium erforderlichen Intensität vertieft, wobei die mittlerweile erworbenen Kenntnisse in Physik dazu verwendet werden können, die Ratio hinter mathematischen Begriffsbildungen (z.B. Stetigkeit) anschaulich werden zu lassen und verbreitete Fehlvorstellungen (etwa, dass bestimmte Integrale immer positiv sein müssten) zu korrigieren.

Interdisziplinäres Projekt Biotechnologie (Knappe et al. 2020): In einer Wahlpflichtveranstaltung stellen die Lehrenden der Grundlagenfächer des 1. Semesters (Chemie, Informatik Mathematik, Physik) sowie eine Professorin aus einem Anwendungsfach studentischen Projektgruppen eine biotechnologische Aufgabe, die nach einem selbst zu entwickelten Arbeitsplan gelöst werden muss. Dabei entscheiden die Studierenden selbst, welche Informationen aus den jeweiligen Fachgebieten sie bei den beteiligten Lehrenden erfragen.

4. Ansprache der Studierenden

Was ist unser erster Gedanke, wenn wir hören, dass eine Kurve in einem Strich gezeichnet werden kann und deshalb stetig ist? Vermutlich fällt uns allen sofort ein, dass es auch stetige Kurven gibt, die sich nicht in einem Strich zeichnen lassen. Mathematiker:innen denken immer an das, was nicht (mehr) geht. In der Ingenieurausbildung kommt es aber eher darauf an, das, was geht, in den Köpfen zu verankern. Da müssen wir an zentraler Stelle einen Schalter in unserem Kopf umlegen.

Darüber hinaus ist vor allem wichtig, exemplarische Bezüge der Mathematik zu ingenieurmäßigen Aufgabenstellungen gründlich auszubuchstabieren. Wenn ich etwa als Anwendungsbeispiel auf die Differenzialgleichung zu sprechen komme, die den zeitlichen Aufbau eines Filterkuchens beschreibt, demonstriere ich an Hand der Lehrmaterialien der betreffenden Kollegin (Cornelissen o.J.), dass sie die Rolle und die Bestimmbarkeit der acht vorkommenden Konstanten ausführlich erläutert. Die Lösung der Differenzialgleichung hingegen fällt einfach vom Himmel. Die Studierenden sehen, dass sie (völlig zu Recht) davon ausgeht, dass die Identifikation des Typs der Gleichung und die Durchführung des Lösungsverfahrens in der Mathematikveranstaltung erlernt werden muss.

5. Studentisches Entdecken

Natürlich muss es bei der Kommunikation mit den Studierenden erst recht auch einen „Rückkanal“ geben. Studentische Rückfragen in der Veranstaltung und formative Elemente von Übungsaufgaben bis zu Probeklausuren haben hier durchaus ihren Platz, aber als wichtigstes und effektivstes Element sehe ich es in diesem Zusammenhang an, Studierende bei ihren Entdeckungen zu beobachten (und anzuleiten). – Hier in Kürze einige Beispiele:

Verzahnung Mathematik – Physik: Während Studierende keine prinzipiellen Schwierigkeiten haben, in der Mathematik besprochene Rechenverfahren einzusetzen, wenn diese in der Physik aufgerufen werden, fällt ihnen die umgekehrte Richtung deutlich schwerer. Schließlich werden mathematische Definitionen ja auch nicht in Hinblick darauf formuliert, deutlich zu machen, welcher Zweck mit dieser Begriffsbildung verfolgt wird. Durch entsprechende Versuchsanordnungen lassen sich hier „Aha“-Effekte hervorrufen, etwa wenn beim Drehmoment an einem Hebel durch Vertauschen der Richtungen von Hebel und Kraft die Vorzeichenregel des Vektorprodukts (wieder)entdeckt wird.

Biotechnologie-Projekt: Die Beschäftigung mit Exponentialfunktionen erscheint dann als (fast) natürlichste Sache der Welt, wenn man sich klar gemacht hat, dass selbst ein sehr langsames Wachstum einer Bakterienkolonie eben nicht linear erfolgt und dass das Aufbrauchen der Nahrung ein Sättigungsprozess ist, der eben nicht wie beim Plündern eines Buffets schlagartig ans Ende kommt.

Aus der Not eine Tugend machen: Mathematik-Veranstaltungen in Ingenieurstudiengängen haben traditionell einen hohen Anteil an Wiederholstudierenden aus höheren Semestern. Sie bei Gelegenheit darüber berichten zu lassen, wo ihnen der aktuelle Stoff in weiterführenden Veranstaltungen begegnet ist, schafft einen deutlich niederschweligen Gesprächsanlass als Belehrungen über die Relevanz eines Themas von meiner Seite.

6. Fazit

Für den Umgang mit der von Alpers (2019) geschilderten besonderen didaktischen Herausforderung in der Ingenieurmathematik sind nach meinem Eindruck folgende Überlegungen zielführend:

- Mathematik-Service bedeutet nicht „zuliefern“ sondern „mitmachen“.
- Fachübergreifende Verständigung unter Lehrenden gelingt am besten bei Verwendung der Begrifflichkeiten der Kompetenzorientierung.
- Die starke Prüfungsorientierung der Studierenden als Ausdruck einer (im Vergleich zu offensichtlich ingenieurbezogenen Veranstaltungen) schwachen intrinsischen Motivation lässt sich durch eine anreizverstärkende Beziehung zwischen Unterricht und Prüfung konstruktiv nutzen („Constructive Alignment“: Wunderlich 2016, Reis 2018).

- Das Erlebnis der Studierenden eines Nutzens der Mathematik für die eigenen fachlichen Ziele kann durch organisatorische Maßnahmen, deutlich herausgearbeitete Bezüge und ausreichende Gelegenheiten für eigene Entdeckungen wesentlich gesteigert werden.

Insbesondere der letzte Punkt bietet uns Lehrenden viele Möglichkeiten für eigene Experimente und Untersuchungen.

Literatur

- Alpers, B. (2019) Besonderheiten der Didaktik der Service-Mathematik innerhalb der Didaktik der Hochschulmathematik. BZMU 2019. 45-48 <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/38722?mode=full> (8.1.2021)
- Cornelissen, G. (o.J.). Material zur Veranstaltung „Aufbereitungs- und Reinigungsverfahren“, Hamburg
- Knappe, B., Cornelissen, G., Rokita, D., Maas, C., Lichtenberg, L. (2020). An Interdisciplinary Biotechnology Project – Experiences with a change to PBL. in: Guerra, A., Juebei, C., Winther, M., Kolmos, A. (Editors): Educate for the future: PBL, Sustainability and Digitalisation 2020. Proceedings of the AAU 8th International Research Symposium on PBL 2020. Aalborg. 271-282. https://vbn.aau.dk/files/357965178/AAU_8th_PBL_2020_interaktiv_2.pdf (8.1.2021)
- Maas, C. (2017). Ingenieurmathematik kompetenzorientiert prüfen, Berlin: DUZ Medienhaus www.duz-open.de/de/publikationen/ingenieurmathematik (8.1.2021)
- Maas, C. (2019). In sieben Schritten zur kompetenzorientierten Klausur in Ingenieurmathematik. in: Behrendt, B., Fleischmann, A., Schaper, N., Szczyrba, B., Wiemer, M., Wildt, J. Neues Handbuch Hochschullehre, Griffmarke H5.3. Berlin: DUZ Medienhaus
- Reis, O. (2015). Learning Outcomes als diagnostisches und didaktisches Instrument. In: Bock, F., Handschuh, C., Henkelmann, A. (Hg.) Kompetenzorientierte Kirchengeschichte, Berlin: Lit-Verlag, 17-35
- Reis, O. (2018). Lehre und Prüfung aufeinander ausrichten. DUZ 3/2018, 67-69
- Wunderlich, A. (2016): Constructive Alignment – Lehren und Prüfen aufeinander abstimmen. https://www.th-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/steckbrief_constructive_alignment.pdf (8.1.2021)