

Mathematische Fachkultur als Hindernis für Studienanfänger?

Wenn man unterstellt, die facettenreiche mathematische Fachkultur, in der sich der Kern mathematischer Denk- und Arbeitsformen sowie zahlreiche weitere kulturelle, ökonomische und soziale Ressourcen des Fachs vereinigten (vgl. Liebau, 1985), könne auf Studienanfänger auch negative Wirkungen entfalten, so klingt das zunächst wie ein Sakrileg. Wir wollen es dennoch wagen, einen kritischen Blick auf bestimmte Elemente dieser Fachkultur zu werfen, um sowohl Ursachen für typische Lernhürden zu Beginn des Studiums sichtbar zu machen, als auch Ansätze zur Beseitigung dieser Schwierigkeiten zu erkennen.

Zum Selbstverständnis der Mathematik gehört die Überzeugung, dass sie eine *axiomatisch-deduktiv* arbeitende Wissenschaft ist. Sie gilt den quantitativen Wissenschaften als generelle Orientierung bezüglich der Präzision von Aussagen, der Korrektheit von Schlussfolgerungen, der Eindeutigkeit von Definitionen und Sätzen, sowie der Fähigkeit, Aussagen symbolisch so zu verdichten, dass sie nur noch logisch notwendige und hinreichende Informationen enthalten.

Diese wissenschaftlichen Qualitäten können zu weitreichenden Schwierigkeiten führen, wenn sie sich, unberührt von grundlegenden Aussagen der Lerntheorie, in eine Leitlinie für die Lehre verwandeln. Diese könnte – in pointierter Überspitzung – etwa lauten: „Nichts kann von einem Lernenden besser verstanden werden, als ein streng logisch aufgebauter Lehrinhalt, der in seiner axiomatisch-definitiv sauberen Struktur alle für das Lernen notwendigen Voraussetzungen enthält.“ Dazu schreibt Lisa Hefendehl-Hebeker, lern- und kognitionstheoretische Befunde hätten gewisse Illusionen des Vermittelns von Mathematik enttarnt, „[...] dazu gehört vor allem die Illusion, mathematische Lernprozesse erfolgten ebenso sequentiell, wie fertiges mathematisches Wissen dargestellt wird. Begleitende irriige Annahmen unterstellen, Lehrerinstruktionen [...] könnten nur so verstanden werden, wie sie auch gemeint sind, oder – noch umfassender – es gäbe zweifelsfreie Methoden der Übertragung von Wissen.“ (Hefendehl-Hebeker, 2001, S. 106)

Zu einer ähnlichen Einschätzung bezüglich des mathematischen Vorlesungsstils seiner Zeit kommt Felix Klein. In seinen Vorlesungen zur „Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus“ schreibt er: „Wissenschaftlich unterrichten kann nur heißen, den Menschen dahin bringen, dass er wissenschaftlich denkt, keineswegs aber ihm von Anfang an mit einer kalten, wissenschaftlich aufgeputzten Systematik ins Gesicht springen.“ (Klein, 1908)

An der Universität Bielefeld wird seit 2012 im Rahmen des Qualitätspakts Lehre (QPL) das Programm „Richtig Einsteigen“ gefördert. Die neun beteiligten Fakultäten bieten im Teilprojekt „Mathematische Kompetenzen (MathKom)“ zahlreiche Unterstützungsmaßnahmen an, wie z. B. Vorkurse, vorlesungsbegleitende Kurse, e-Learning-Material, Rechenübungen und Tutorenqualifikationen. Da wesentliche Lernschwierigkeiten der Studienanfänger im Bereich mangelnder „Studierfähigkeit“ liegen, beschäftigen sich diese additiven Maßnahmen mit der Kompensation von Defiziten auf Studierendenseite. Lernhindernisse liegen z. T. aber auch – wie wir Grund haben zu vermuten – auf Seiten der Hochschule, etwa in der Art und Weise, wie die Mathematik den Studienanfängern in den ersten Wochen und Monaten begegnet. Diese Begegnung lässt sich oft als eine Art von Clash der Fachkulturen beschreiben: Fachkultur der Schulmathematik vs. Fachkultur der Hochschulmathematik.

In der folgenden Tabelle wird kurz angedeutet, wie grundlegend sich die beiden Welten der Schul- und der Hochschulmathematik unterscheiden.

	Schule	Hochschule
Wissenschaftliches Vorgehen	induktiv	deduktiv
Erkenntnisgewinn	weitgehend intuitiv	logisch-kritisch
Begründungen	plausibel machen, argumentieren	Formal korrekt beweisen
Arbeitsweise	Standardverfahren lernen; Aufgabentypen erkennen, üben	Lösungsideen entwickeln; nicht-standardisierte Problemlösungen
Begriffsbildung	Begriffe auf Kalkülebene lernen und anwenden	Begriffe analysieren, Sinn von Definitionen erfassen
Modellbildung	Modellierung meist vorgegeben	eigenständige Mathematisierung
Theoriebildung	„lokales Ordnen“	durchstrukturiertes Theoriegebäude

Wie wenig diese fundamentalen Unterschiede zwischen der Schul- und Hochschulmathematik von zahlreichen Lehrenden wahrgenommen werden, zeigt eine umfangreiche Befragung von Hochschullehrenden zu ihren Erwartungen bzgl. mathematischer Lernvoraussetzungen von Studienanfängern. Ein Highlight unter den Befragungsergebnissen ist die Tatsache, dass 76% der befragten Hochschullehrer der Meinung sind, das Verstehen und Prüfen von mathematischen Beweisen sei zu Beginn des Studiums eine notwendige

Voraussetzung (Neumann et al., 2017). Tatsächlich ist das mathematische Beweisen, wie die Autoren der Studie schreiben, „ein Aspekt, der in der Schulmathematik eher am Rande behandelt wird.“

Um auch von studentischer Seite zu erfahren, wie der „Zusammenstoß“ mit der Hochschulmathematik im 1. Studienjahr empfunden wurde, befragte die MathKom-Gruppe im Wintersemester 2017/18 994 Studierende ab dem 3. Fachsemester. Beteiligt waren 7 Fakultäten: Biologie, Chemie, Mathematik, Physik, Psychologie, Sportwissenschaft, Wirtschaftswissenschaften, in denen die Studierenden ihre Meinung bezüglich der Relevanz und Studierbarkeit von mathematikbezogenen Lehrveranstaltungen abgeben konnten.

Im Folgenden soll ein kleiner Ausschnitt aus dieser Befragung, der sich mit dem Problem der mehr oder weniger angemessenen Vermittlung mathematischer Inhalte zu Studienbeginn beschäftigt, vorgestellt werden:

1. „Für wie relevant halten Sie die mathematischen Studieninhalte ihres Fachs für Ihre spätere berufliche Zukunft?“ Rund 50 % der Studierenden in Biologie (N=181) und Chemie (N=65) schätzen die Studieninhalte als eher irrelevant ein im Hinblick auf ihre spätere Berufstätigkeit. Bei den Studierenden in Physik (N=38) waren es nur rund 35 %.

2. „In der Lehrveranstaltung Analysis [bzw. Lineare Algebra für Physik] wird der Zusammenhang von Mathematik und meinem Studienfach deutlich.“ Studierende der Physik bewerten die Lehrveranstaltung, die sich auf den Studiengang Physik bezieht [Lineare Algebra für Physik], deutlich besser, als die für Mathematiker, Physiker und Wirtschaftswissenschaftler sowie Lehrämter vorgesehene Analysis I. Für 55 % der befragten Studierenden (N=24) wird der Zusammenhang zwischen der Analysis-Vorlesung und ihrem Studienfach kaum deutlich. Dagegen wird für einen hohen Anteil von 75% der Physik Studierenden (N=20) der Zusammenhang zwischen der Vorlesung „Lineare Algebra für Physik“ und ihrem Studienfach deutlich bis sehr deutlich.

3. „Die mathematischen Studieninhalte sind – auch im Hinblick auf mein späteres Berufsziel – sinnvoll ausgewählt.“ Ein hoher Prozentsatz von rund 78 % der Lehramtsstudierenden (Gym/Ge) im Fach Mathematik (N=33) empfinden die Inhalte der Analysis I als eher unangemessen – obwohl sich die befragten Lehramtsstudierenden mehrheitlich (rund 72 %) mit ihrem Studienfach Mathematik „recht gut“ identifizieren. Dass weniger mangelnde Vorkenntnisse als andere Gründe eine Rolle bei der Ablehnung der Analysis I spielen, zeigt eine Korrelation der beiden folgenden Fragen:

4. „Welche Note haben Sie in der Sek. II in Mathematik zuletzt erreicht?“ und „Meine Vorkenntnisse waren ausreichend, um den mathematischen Lehrveranstaltungen im ersten Studienjahr folgen zu können.“

Die Daten ergaben keine Hinweise auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen den mathematischen Vorkenntnissen aus der Schule und der persönlichen Einschätzung der Studierenden (N=91), wie gut sie den mathematischen Lehrveranstaltungen folgen konnten. Das könnte ein Hinweis darauf sein, dass Einstiegsvorlesungen wie Analysis I oder Lineare Algebra I kaum Bezüge zur schulischen Mathematik herstellen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die mathematischen Lehrveranstaltungen bzgl. ihrer Bedeutung für den eigenen Studiengang und für den späteren Beruf von Studienanfängern des MINT-Bereichs durchaus kritisch gesehen werden. Die bei vielen Studierenden fehlende Sinnperspektive scheint eher durch die Darbietungsform der Inhalte, als durch mangelnde Vorkenntnisse hervorgerufen zu sein.

Die hier angedeutete Problematik einer teilweise unzureichenden Analyse der mathematikbezogenen Lehrveranstaltungen im 1. Studienjahr unter hochschuldidaktischen und lerntheoretischen Aspekten sowie der deutliche Bruch zwischen schulischer und wissenschaftlicher mathematischer Fachkultur, werden, wie auch die GDMV-Tagung 2018 gezeigt hat, zunehmend wahrgenommen. Sowohl mathematische Lehrbücher, die den Studienanfänger stärker einbeziehen als auch Einzeldarstellungen zur stoffdidaktischen Analyse mathematischer Hochschullehrinhalte (wie etwa im GDMV-Hauptvortrag von Grieser/Hochmuth) zeigen, dass auch von Seiten der Hochschule ein gewisser Handlungsbedarf zur didaktischen Verbesserung der Lehrveranstaltungen anerkannt wird.

Literatur

- Hefendehl-Hebeker, L. (2001). Verständigung über Mathematik im Unterricht. In K. Lengnink, S. Prediger & F. Siebel (Hrsg.), *Mathematik und Mensch – Sichtweisen der allgemeinen Mathematik*. Darmstädter Schriften zur allgemeinen Wissenschaft 2, S. 99-110. Mühlthal: Verlag Allgemeine Wissenschaft
- Klein, F. (1908). *Arithmetik; Algebra; Analysis*. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen (Nachdr. d. 4. Aufl. 1933.). S. 586-590, Berlin: Springer.
- Liebau, E. (1985). Die Kulturen der Fächer. *Neue Sammlung*, 25, 3, 314-339.
- Neumann, I., Pigge, Ch. & Heinze, A. (2017). *Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für ein MINT-Studium?* Kiel: Hansadruck