

Burkhard ALPERS, Aalen

Besonderheiten der Didaktik der Service-Mathematik innerhalb der Didaktik der Hochschulmathematik

Einleitung

Mathematiklehre an der Hochschule hat sehr unterschiedliche Ziele. Grob lassen sich drei Arten identifizieren: In Mathematikstudiengängen soll in die Mathematik als Wissenschaft eingeführt werden; im Rahmen einer universitären Grundausbildung hat die Mathematikausbildung eher allgemeinbildenden Charakter; die Mathematikausbildung im Rahmen von Anwendungstudiengängen dient im Wesentlichen dazu, die in diesen Studiengängen und in den zugehörigen Berufsfeldern benötigten mathematischen Kompetenzen zu erwerben. Letztere betrifft natürlich die natur-, ingenieur- und wirtschaftswissenschaftlichen Studiengänge, aber auch andere Wissenschaften, in denen vor allem Methoden aus der Stochastik genutzt werden. Diese dritte Art wird gemeinhin als Service-Mathematik bezeichnet, deren Didaktik in diesem Beitrag skizziert werden soll.

Historische Entwicklung: „Treiber“ und Konferenzen

Die International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) hat 1988 eine Studie mit dem Titel „Mathematics as a Service Subject“ publiziert (Howson et al. 1988; Clements et al. 1988), die sich schwerpunktmäßig mit den Fragen „Why? What? How?“ beschäftigte und einen ersten Überblick über Entwicklungen in verschiedenen Ländern gab. In der Folgezeit wurde auf den ICME-Tagungen nur 1996 eine spezielle „Working Group“ zum Thema eingerichtet. Im Jahre 2001 wurde eine ICMI Studie zur Mathematikausbildung im tertiären Bereich (Holton 2001) mit vereinzelt Beiträgen zur Service-Mathematik publiziert und im Jahre 2013 erschien die ICMI Studie „Educational Interfaces between Mathematics and Industry“ (Damlamian et al. 2013) mit Beiträgen zum Mathematikeinsatz in akademischen Berufen.

In den USA wird seit etwa 20 Jahren die Forschung zur universitären Mathematikausbildung insbesondere von der MAA Special Interest Group on Research in Undergraduate Mathematics (RUME) vorangetrieben, bei der aber die Service-Mathematik nur sporadisch vorkommt. Beim 2016 ins Leben gerufenen europäischen Pendant, den INDRUM-Tagungen, nimmt sie einen sichtbareren Platz ein, was wesentlich an Beiträgen der Zentren KHDM, MEC und MatRIC liegt. Ferner liefert auch die ATD (Anthropological Theory of Didactics) basierte Forschung Beiträge zu mathematischen „Praxeologien“ in Anwendungsfächern (Artigue 2016).

Eine prominente Rolle spielt die Service-Mathematik besonders in den entsprechenden Arbeitsgruppen der Ingenieurausbildungsverbände SEFI (Europa, <http://sefi.htw-aalen.de>) und ASEE (USA, www.asee.org).

Spezifische Fragestellungen und Entwicklungen

Das grundlegende Ziel der Service-Mathematik besteht darin, die Studenten zu befähigen, mathematische Begriffe, Modelle, Argumentationen und Verfahren in Anwendungsfächern und späterer beruflicher Tätigkeit zu verstehen und zur Problemlösung nutzen zu können. Die Mathematiknutzungen können sich insbesondere durch Technologieeinsatz ändern, so dass das grundlegende Ziel als „moving target“ anzusehen ist.

Ausgehend von diesem Ziel stellt sich einer Didaktik der Service-Mathematik die Frage, wie insbesondere in den „mathematiklastigen“ Anwendungsfächern mathematische Begriffe gefasst werden, wie argumentiert wird und wie Modelle und Verfahren zur Aufgabenbearbeitung eingesetzt werden. Dies kann mit unterschiedlichen theoretischen Werkzeugen erfolgen wie etwa mit dem Kompetenzkonzept oder dem Konzept der „Praxeologien“. Insbesondere sind auch Unterschiede zwischen der Mathematiknutzung in Anwendungsfächern und in der Mathematikausbildung zu untersuchen, da sie Studenten daran hindern können, Verbindungen zu erkennen und das Gelernte auch wirklich anzuwenden. Betrachtet man die Vielfalt der Anwendungsstudiengänge und -fächer, so stellt dieser Aspekt rein quantitativ eine sehr große Herausforderung dar. Bislang existieren nur punktuelle Untersuchungen (z.B. Biehler et al. 2015). Noch schwieriger gestaltet sich die Erfassung des Berufslebens in so genannten „Workplace Studies“ (Alpers 2010). Demgegenüber befasst sich die Didaktik der Mathematik für Mathematikstudiengänge schwerpunktmäßig damit, wie man die Studenten in die Denk- und Arbeitsweise von Mathematikern einführen kann. Dies bezieht sich im Wesentlichen auf Mathematikforscher, erst in letzter Zeit auch auf Mathematiker, die in der Industrie arbeiten (vgl. Damlamian et al. 2013).

Solche Forschungen können dann für die Curriculumentwicklung genutzt werden, etwa um den Rahmen zu füllen, der durch das SEFI Curriculum-Framework zur Verfügung gestellt wird. Dabei sind auch weitere Integrationsaspekte zu berücksichtigen wie etwa die zeitliche Anordnung und die Wiederauffrischung in späteren Studienphasen (Alpers et al. 2013, p.61f).

Bezüglich der Rolle der Technologienutzung ergeben sich in der Service-Mathematik ebenfalls spezielle Fragestellungen, da in den Anwendungsfächern in der Regel spezielle Software (z.B. CAD, Simulationen, Statistikprogramme) verwendet wird. Insbesondere ist zu untersuchen, welche mathematischen Kompetenzen für die sinnvolle Verwendung noch erforderlich

sind (vgl. Artigue et al., 2007, S. 1013, 1044ff.). Des Weiteren ist der Technologieeinsatz zur Unterstützung von Lernprozessen zu betrachten. Hier geht es in der Servicelehre häufig um das Training von Standardprozeduren in Lernumgebungen, aber auch um die Nutzung von Mathematikprogrammen zur Bearbeitung von Anwendungsprojekten (Alpers 2002).

Bezüglich der affektiven Dimension stellt sich bei der Service-Mathematik das spezielle Problem der Relevanz: Wie können Studenten einsehen, dass die Mathematikausbildung für den Anwendungsstudiengang von Bedeutung ist? Hat man entsprechende Untersuchungen zur Mathematiknutzung im Anwendungsstudiengang vorgenommen, so ergibt sich die Aufgabe, die Erkenntnisse bei der Motivation der mathematischen Konzepte und beim Design studentischer Aktivitäten umzusetzen. Letzteres kann z.B. in Anwendungsaufgaben (Wolf 2017) oder in Projekten (Alpers 2002) erfolgen. Da Studenten in Anwendungsstudiengängen in der Regel stark prüfungsorientiert sind, hat die Gestaltung von Prüfungen natürlich auch einen wesentlichen Einfluss darauf, ob Studenten Kompetenzziele ernst nehmen.

In der Service-Mathematik hat auch das Thema „Übergang Schule-Hochschule“ eine besondere Ausprägung. Stellt sich im Mathematikstudium das Problem, den Übergang von der informellen, anschauungsbasierten Schulmathematik hin zur streng formalen, abstrakten Definition-Satz-Beweis-Mathematik zu bewältigen, spielen in den Anwendungsstudiengängen häufig fehlende Voraussetzungen insbesondere aus der Sekundarstufe I eine Rolle. Hier werden dann entsprechende Maßnahmen entwickelt (Brückenkurse, Tutorien) und in ihrer Wirksamkeit untersucht (Biehler et al. 2018).

Eine weitere Besonderheit bei der Service-Mathematik besteht in der Qualifikation, Einstellung und den Praktiken der Lehrenden. Ist es in der Mathematikausbildung unbestritten, dass Mathematiker die Lehre durchführen, so wird die Service-Lehre auch durch „mathematik-affine“ Lehrende geleistet. Hier stellt sich insbesondere die Frage, inwiefern der Background die Einstellungen und Praktiken beeinflusst (Gonzales-Martin et al. 2016). Auch sind Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, etwa ob die Servicelehre als temporäre oder permanente Aufgabe gesehen wird (Wolf 2017, S. 478). Dies beeinflusst auch ganz wesentlich, welches Interesse an einer professionellen Weiterbildung besteht.

Schließlich spielen die reflektierenden Praktiker bei der Weiterentwicklung der Servicelehre eine wesentliche Rolle. In den Tagungsberichten der SEFI und ASEE findet man im Wesentlichen deren Erfahrungsberichte. Diese dürften in der Regel eher den Charakter „anekdotischer Evidenz“ (Artigue et al. 2007, S. 1031) haben. Idealerweise sollten in der Forschung zur Service-Mathematik Mathematiklehrende, Mathematikdidaktiker und

Anwendungsexperten kooperieren, insbesondere wenn es um mathematische Kompetenzermittlung in Anwendungsfächern oder an Arbeitsplätzen geht. In den letzten Jahren haben die genannten Kompetenzzentren (KHDM, MEC, MatRIC) solche Kooperationen ermöglicht.

Literatur

- Alpers, B. (2010). Methodological reflections on capturing the mathematical expertise of engineers. In: Araujo, A. et al. (Eds.): Proceedings of EIMI 2010 (Educational Interfaces between Mathematics and Industry), Lisbon, 41-51.
- Alpers, B. (2002). Mathematical application projects for mechanical engineers – concept, guidelines and examples. In: Borovenik, M., Kautschitsch, H. (Eds.): Technology in Mathematics Teaching. Proc. ICTMT 5 Klagenfurt 2001, Plenary Lectures and Strands. Wien: Öbv&hpt, 393-396.
- Alpers, B. et al. (2013). A framework for mathematics curricula in engineering education. Brussels: SEFI.
- Artigue, M. (2016). Mathematics Education Research at University Level: Achievements and Challenges. In Nardi, E., Winslow, C., Hausberger, Th. (Eds.) Proc. Of INDRUM 2016, pp. 11-27. Montpellier: University of Montpellier and INDRUM.
- Artigue, M., Batanero, C., Kent, Ph. (2007). Mathematics thinking and learning at post-secondary level. In F.K. Lester (Ed.), Second handbook of research on mathematics teaching and learning (pp. 1011-1049), Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Biehler, R., Kortemeyer, J., Schaper, N. (2015). Conceptualizing and studying students' processes of solving typical problems in introductory engineering courses requiring mathematical competences. In K. Krainer, N. Vondrova (Eds.), Proceedings of CERME 9 (pp. 2060-2066), Prague: Charles University and ERME.
- Biehler, R. et al. (2018). Different goals for pre-university mathematical bridging courses – Comparative evaluations, instruments and selected results. In INDRUM 2018 In Durand-Guerrier, V. et al. (Eds.) Proc. of INDRUM 2018, pp. 467-476. Kristiansand: University of Agder and INDRUM.
- Clements, R.R. et al. (Eds.) (1988). Selected Papers on the Teaching of Mathematics as a Service Subject. Wien- New York: Springer.
- Damlamian, A., Rodrigues, J.F., Sträßer, R. (Eds.) (2013). Educational Interfaces between Mathematics and Industry. Report of an ICMI-ICIAM-Study. Cham: Springer.
- Gonzales-Martin, A. et al. (2016). Teaching Calculus in Engineering Courses. Different Backgrounds, different personal relationships? In Nardi, E., Winslow, C., Hausberger, Th. (Eds.) Proc. of INDRUM 2016, pp. 201-210. Montpellier: University of Montpellier and INDRUM.
- Holton, D. (Ed.) (2001). The teaching and learning of Mathematics at university level. An ICMI study. Dordrecht: Kluwer.
- Howson, A.G. et al. (Eds.) (1988). Mathematics as a Service Subject. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wolf, P. (2017). Anwendungsorientierte Aufgaben für Mathematikveranstaltungen der Ingenieurstudiengänge. Wiesbaden: Springer Spektrum.