

Jana PETERS, Hannover

„Diskurs“ als analytischer Begriff für fachliche Analysen mathematischer Praxen in der Signaltheorie

Welche Mathematik in Mathematik-Servicekursen für Ingenieure gelehrt werden soll, ist eine grundlegende Frage für die Ingenieurmathematikdidaktik (z. B. Winsløw et al., 2018 Abschnitt 2.5). Schmidt und Winsløw (2018) stellen diesbezüglich fest, dass die Auswahl der mathematischen Inhalte für solche Servicekurse zwar entsprechend der Bedürfnisse der Ingenieurstudiengänge stattfindet, „while the actual teaching is carried out according to generic standards and methods for teaching mathematics.“ (S. 165). Damit stellen sie, bei gegebenenfalls guter thematischer Abstimmung, eine Unverbundenheit zwischen der Mathematik, die in den Servicekursen gelehrt wird, und der Mathematik in den ingenieurwissenschaftlichen Veranstaltungen fest. Diese Unverbundenheit wird unter anderem auch in Bezug auf Verknüpfungen innerhalb des mathematischen Wissens (z. B. Gueudet & Quere, 2018) oder in Bezug auf unterschiedlichen Sichtweisen auf mathematische Konzepte von Dozenten aus den Ingenieurwissenschaften und Dozenten aus der Mathematik (z. B. Alpers, 2018) festgestellt. Mit Blick auf ingenieurwissenschaftliche Veranstaltung aus höheren Semestern, wie zum Beispiel der Signaltheorie, kann aber auch festgestellt werden, dass dort mathematische Praxen aus Mathematik-Servicekursen, aus elektrotechnischen Grundlagenveranstaltungen und spezifisch signaltheoretische Inhalte (z. B. Dirac-Impuls) verknüpft werden. Damit ergibt sich zum einen die Frage, wie diese Verknüpfungen, insbesondere in Hinblick auf die anderweitig beobachtete Unverbundenheit, im Detail aussehen und zum anderen, wie diese Erkenntnisse dann für die Weiterentwicklung der Lehre in Mathematik-Servicekursen fruchtbar gemacht werden können.

In unseren eigenen Studien (Hochmuth & Peters, 2020, in press; Peters & Hochmuth, in press) haben wir im Rahmen der Anthropologischen Theorie der Didaktik (ATD) (z. B. Bosch & Gascón, 2014; Chevallard, 1992) unter anderem einen Diskursbegriff entwickelt, der sich dazu eignet, die Verknüpfungen mathematischer Praxen aus verschiedenen institutionellen Kontexten zu analysieren. Die drei Kernkonzepte der ATD, die in diese Entwicklung eingehen sind der institutionelle Standpunkt der ATD, die Konzeption von Wissen als Praxeologien und das Konzept der (didaktischen) Transposition.

Die Anthropologische Theorie der Didaktik

ATD ist ein Forschungsprogramm zur Untersuchung menschlicher Praxen aus einer institutionellen Perspektive. Der Institutions-Begriff der ATD ist an Douglas (1991) angelehnt. Sie arbeitet die Idee aus, dass alles Wissen von (sozialen) Institutionen abhängt und umgekehrt alle Institutionen auf geteiltem Wissen beruhen (S. 79f). Castela (2015) definiert Institution als „a stable social organisation that offers a framework in which some different groups of people

In: Kerstin Hein, Cathleen Heil, Silke Ruwisch & Susanne Prediger (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht 2021. Münster: WTM Verlag. <https://doi.org/10.37626/GA9783959871846.0>
Online unter <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/30630>

carry out different groups of activities. These activities are subjected to a set of constraints, - rules, norms, rituals - which specifies the institutional expectations towards the individuals intending to act within the institution *I*." (p. 7). Jegliche Form von Wissen, und somit auch Handlungen in Bezug auf dieses Wissen, ist also in Institutionen verortet und institutionellen Bedingungen unterworfen. Dabei stellen institutionelle Bedingungen nicht lediglich externe Rahmenbedingungen dar, sondern sind für Wissen und damit verbundene Handlungen konstitutiv.

Ein Konzept zur fachspezifischen Ausdifferenzierung institutionellen Wissens ist die Praxeologie, mit der Wissen in Form von zwei untrennbaren, miteinander verbundenen Blöcken beschrieben wird: Der Praxis-Block besteht aus Aufgabentypen (T) und relevanter Techniken (τ), die zu deren Lösung verwendet werden. Der Logos-Block besteht aus einem zweistufigen Begründungsdiskurs. Auf der ersten Ebene beschreibt, rechtfertigt und erklärt die Technologie (θ) die Techniken und auf der zweiten Ebene organisiert, unterstützt und erklärt die Theorie (Θ) die Technologien. Bei der Betrachtung eines bestimmten Themas in unterschiedlichen Institutionen ergeben sich unterschiedliche Praxeologien: unterschiedliche Aufgabentypen sind relevant, unterschiedliche Lösungstechniken sind adäquat, unterschiedliche Begründungsdiskurse sind akzeptabel und konstitutiv. Diese Zusammenhänge werden als institutionelle Abhängigkeit von Wissen bezeichnet.

Während es Praxeologien erlauben, (mathematisches) Wissen in seiner institutionellen Konzeption eher statisch zu fassen, bietet die ATD mit dem Konzept der (didaktischen) Transposition die Möglichkeit, dynamische Aspekte der Produktion, Entwicklung, Veränderung und Verbreitung von Wissen zwischen Institutionen zu untersuchen und zu beschreiben. Artaud (2020) differenziert zwei Transpositionsprozesse aus, die relevant für unsere Untersuchung mathematischer Praxen in den Ingenieurwissenschaften sind: (1) Entweder wird das mathematische Wissen, das in elektrotechnischen Institutionen benötigt wird, bereits in anderen Institutionen, zum Beispiel in mathematischen Forschungsinstituten, erarbeitet und entwickelt. Dieses Wissen gelangt dann über didaktische Transpositionen in die elektrotechnische Institution und dient in Mathematik-Servicekursen der mathematischen Ausbildung der zukünftigen Ingenieure. Dieser didaktische Transpositionsprozess wird als exogene didaktische Transposition bezeichnet. (2) Oder das relevante mathematische Wissen ist im Laufe eines historischen Prozesses durch spezialisierte Akteure, beispielsweise Elektroingenieure, entwickelt worden. In diesem Fall ist das mathematische Wissen schon vor langer Zeit über einen institutionellen Transpositionsprozess, der nicht primär das Ziel hatte, zu lehrendes Wissen zu konstituieren, in die elektrotechnische Institution gelangt, um dort genutzt zu werden. Im Laufe der Zeit wurde dieses Wissen in der Elektrotechnik genutzt und dann auch didaktisch transformiert, um gelehrt zu werden. Dieser didaktische Transpositionsprozess wird als endogene didaktische Transposition bezeichnet.

Diskurs als analytischer Begriff für fachliche Analysen

In der ATD wird der Begriff Diskurs, beispielsweise in Ausdrücken wie „reasoning discourse“ [Begründungsdiskurs], alltagssprachlich als „Sprechen über“ oder im etymologischen Sinne verwendet (Bosch & Gascón, 2014 S. 68). Begründungsdiskurse sind dabei abhängig von der jeweiligen Institution. In diesem „Sprechen über“ drücken sich also die institutionellen Bedingungen der je spezifischen Wissenskonzeption aus. Sie zeigen sich als spezifische fachliche Orientierungen (Logos), spezifische praktische Ausführungen (Praxis) und Zwecke (wofür-Aspekte, *raison d'être*). Praxeologische Elemente lassen sich so, jeweils abhängig von der je spezifischen institutionellen Konzeption des Wissens, entsprechenden institutionellen Diskursen zuordnen. Insbesondere die fachliche Orientierung und die fachbezogenen Zwecke (*raisons d'être*) lassen sich oft nicht einfach beobachten, sondern müssen rekonstruiert werden. Dabei ist die Betrachtung von endogenen Transpositionsprozessen und der Bezug auf beispielsweise historische oder epistemologisch/philosophische Studien nützlich.

In unseren ATD-Analysen von Dozentenmusterlösungen in einer Signaltheorieveranstaltung (Hochmuth & Peters, in press; Peters & Hochmuth, in press) konnten wir zwei relevante institutionelle Diskurse rekonstruieren: Einen HM-Diskurs (HM für Höhere Mathematik, Mathematik-Servicekurs), der eine starke Orientierung an Universitätsmathematik aufweist und mit einer exogenen Transposition von Universitätsmathematik in Zusammenhang steht. Daneben haben wir auch mathematische Praxen bezüglich eines mathematischen ET-Diskurses (ET für Elektrotechnik) rekonstruieren. Dieser Diskurs steht in Zusammenhang mit einer endogenen Transposition mathematischen Wissens in den Elektrotechnikinstitutionen. Beide Diskurse unterschieden sich in ihrer institutionellen Konzeption, also in Bezug auf Praxis- und Logos-Aspekte. Die Unverbundenheit mathematischer Praxen kann somit mit zwei unterschiedlichen institutionellen mathematischen Diskursen in Verbindung gebracht werden, die aus je qualitativ unterschiedlichen Transpositionsprozessen hervorgehen. Unsere Analysen haben weiterhin gezeigt, dass beide Diskurse in Dozentenmusterlösungen vorkommen und vielfältig miteinander in Beziehung stehen. Daraus ergibt sich die Anforderung an Studierende der Signaltheorie, flexibel mit verschiedenen mathematischen Diskursen umgehen zu können.

Mit dem von uns vorgeschlagenen Diskursbegriff lassen sich ingenieurspezifische mathematische Diskursaspekte rekonstruieren, wie z. B. der ingenieurspezifische *raison d'être* eines mathematischen Konzepts. Bei diesen handelt es sich dann nicht um Aspekte eines außermathematischen ingenieurwissenschaftlichen Kontextes, sondern um mathematische Aspekte die im historischen Prozess innerhalb ingenieurwissenschaftlicher Institutionen weiterentwickelt und modifiziert worden sind. Daher können diese prinzipiell in den mathematischen Diskurs von Mathematik-Servicekursen einbezogen werden, der oft ausschließlich an akademischer Mathematik orientiert ist. Somit können Lehrentwicklungen für Mathematik-Servicekurse abgeleitet werden, die

insbesondere nicht den Ingenieurkontext als externen Anwendungsbezug nutzen: Die Orientierung an akademischer Mathematik in Mathematik-Servicekursen kann ergänzt werden um ingenieurspezifische mathematische Orientierungen. Für die Mathematik-Servicekurse ergibt sich damit eine Bedeutung der Ingenieurwissenschaften, die über einen reinen Anwendungskontext hinausgeht: Ingenieurwissenschaften sind Institutionen mit jeweils eigenen mathematischen Praxen zu denen Bezüge innerhalb des Mathematik-Servicekurses hergestellt werden können.

Literatur

- Alpers, B. (2018). Different Views of Mathematicians and Engineers at Mathematics: The Case of Continuity. In Department of Physics and Mathematics, Coimbra Polytechnic - ISEC (Hrsg.), *The 19th SEFI Mathematics Working Group Seminar on Mathematics in Engineering Education* (S. 127–132).
- Artaud, M. (2020). Phénomènes transpositifs de la didactique dans la profession de professeur. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 22(4), 630–645.
- Bosch, M., & Gascón, J. (2014). Introduction to the Anthropological Theory of the Didactic (ATD). In A. Bikner-Ahsbahr & S. Prediger (Hrsg.), *Networking of Theories as a Research Practice in Mathematics Education* (S. 67–83). Springer.
- Castela, C. (2015). When Praxeologies Move from an Institution to Another One: The Transpositive Effects. In D. Huillet (Hrsg.), *Mathematics, Science and Technology Education for Empowerment and Equity, 23rd Annual meeting of the SAARMSTE* (S. 6–19).
- Chevallard, Y. (1992). Fundamental concepts in didactics: Perspectives provided by an anthropological approach. *Research in Didactic of Mathematics, Selected Papers. La Pensée Sauvage, Grenoble*, 131–167.
- Douglas, M. (1991). *Wie Institutionen denken*. Suhrkamp.
- Gueudet, G., & Quere, P.-V. (2018). „Making connections“ in the mathematics courses for engineers: The example of online resources for trigonometry. In Viviane Durand-Guerrier, R. Hochmuth, S. Goodchild, & N. M. Hogstad (Hrsg.), *Proceedings of the Second Conference of the International Network for Didactic Research in University Mathematics*. University of Agder and INDRUM.
- Hochmuth, R., & Peters, J. (2020). About the “Mixture” of Discourses in the Use of Mathematics in Signal Theory. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 22(4), 454–471.
- Hochmuth, R., & Peters, J. (in press). On the Analysis of Mathematical Practices in Signal Theory Courses. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education: Special Issue on Mathematics in/for Engineering Education*.
- Peters, J., & Hochmuth, R. (in press). Praxeologische Analysen mathematischer Praktiken in der Signaltheorie. In R. Biehler, A. Eichler, R. Hochmuth, S. Rach, & N. Schaper (Hrsg.), *Lehrinnovationen in der Hochschulmathematik*. Springer.
- Schmidt, K., & Winsløw, C. (2018). Task design for Engineering Mathematics: Process, principles and products. In V. Durand-Guerrier, R. Hochmuth, S. Goodchild, & N. M. Hogstad (Hrsg.), *Proceedings of the Second Conference of the International Network for Didactic Research in University Mathematics* (S. 165–174).
- Winsløw, C., Gueudet, G., Hochmuth, R., & Nardi, E. (2018). Research on University Mathematics Education. In T. Dreyfus, M. Artigue, D. Potari, S. Prediger, & K. Ruthven (Hrsg.), *Developing Research in Mathematics Education: Twenty Years of Communication, Cooperation and Collaboration in Europe* (S. 60–74). Routledge.