

Physikdidaktik in der Mathematiklehrerbildung? Anregungen zur fachdidaktischverbindenden Lehrerbildung

1. Zum Ansatz der fachdidaktischverbindenden Lehrerbildung

Ein wichtiger Auftrag des Mathematikunterrichts besteht darin, Mathematik in authentischen Anwendungssituationen für Schülerinnen und Schüler erfahrbar zu machen. Zwar gibt es bereits vielfältige Ansätze zur Einbettung von Anwendungskontexten in den Unterricht, leider offenbaren sich diese aber teilweise immer noch als in außermathematische Situationen eingekleidete Standardrechenstechniken (Baumann 2011). Wenn die Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht authentisch sein soll, müssen die eröffneten Kontexte konsequent ausgeführt und nicht nur als „Sprungbrett“ zum intendierten mathematischen Inhalt missbraucht werden. Damit geht einher, dass anwendungsorientiertes Lehren und Lernen im Mathematikunterricht mehr als nur die fachmathematischen und mathematikdidaktischen Aspekte berücksichtigen muss, sondern auch die Aspekte der anderen beteiligten Fächer. Damit ist authentische Anwendungsorientierung kaum im fachübergreifenden, sondern viel eher in fächerverbindendem Lehren und Lernen möglich. In der Mathematikdidaktik sind in der jüngeren Vergangenheit zahlreiche Ansätze zur Bedeutung von authentischen Anwendungskontexten im Mathematikunterricht (z. B. Büchter & Henn 2015) sowie zu fächerverbindendem Lehren und Lernen (z. B. Hilbrich et al. 2003) speziell auch in der Verbindung zur Physik (z. B. Beckmann 2003) veröffentlicht worden. Im vorliegenden Artikel soll es aber nicht direkt um fächerverbindendes Unterrichten in der Schule gehen, sondern um eine fachdidaktische Verknüpfung der Fächer Mathematik und Physik. Es soll also nicht nur ein Unterrichtsgegenstand aus Sicht der beiden Fächer Mathematik und Physik betrachtet werden, sondern fachdidaktischverbindende Lehrerbildung soll auch im Zeichen des Versuchs stehen, die beteiligten Fachdidaktiken in Form eines Austausches in Verbindung zu bringen. Es geht dabei folglich um mehr als die Didaktik des fächerverbindenden Unterrichts. Der Ansatz besteht in der Hypothese, dass sich die beteiligten Fachdidaktiken über Gemeinsamkeiten und Unterschiede ihrer Konzepte befruchten.

2. Projekte zu fachdidaktischverbindender Lehrerinnen und Lehrerbildung an der Universität Siegen

Den Herausforderungen des fachübergreifenden oder gar fächerverbindenden Unterrichts sollte die Lehrerbildung Rechnung tragen. Schon in der Lehrerbildung aber auch in Form von Lehrerfortbildungen sollten angehende

bzw. praktizierende Lehrkräfte entsprechend aus- bzw. weitergebildet werden. In diesem Sinne meint auch Leuders exemplarisch zum Experimentieren: „Gerade auch Studierende des Lehramtes Mathematik brauchen eine Experimentierkompetenz“ (Leuders 2011). Da das Experimentieren nicht genuin zur Mathematik gehört, sondern vor allem in den Naturwissenschaften eine lange Tradition hat, liegt die Expertise einer solchen Kompetenz eher bei den Kollegen der Naturwissenschaft(-sdidaktik). In Abschnitt 3 soll exemplarisch am Thema „Experimentieren“ ein fachdidaktischverbindender Vergleich skizziert werden. Der Ansatz des fachdidaktischverbindenden Forschens und Lehrens wird in der Mathematikdidaktik an der Universität Siegen schon seit einiger Zeit diskutiert (Witzke 2015). Hier sind auf Grundlage dieses Ansatzes der Forschungsverbund der MINT-Didaktiken MINTUS und auch das fachdidaktischverbindende Seminar FäMaPdi für Lehramtsstudierende der Fächer Mathematik und Physik entstanden (Krause und Witzke 2015). Aus den ersten Erfahrungen aus diesem Seminar lässt sich sagen, dass einerseits die Stereotypen - Mathematik sei nur Werkzeug der Naturwissenschaften und Physik sei nur Anwendung der Mathematik - im Denken tief verwurzelt sind. Ein weiteres Problem ist das unterschiedliche Verständnis gleicher Begriffe, wie es sich gerade bei benachbarten Disziplinen stellt. Z.B. wird der Begriff der Variablen in der Mathematik mit einem ganz anderen Sinn belegt, als in der Physik (Karam, Uhden & Höttecke 2016). Trotz aller Herausforderungen (Holten & Witzke 2017) hat sich dieses Seminar als sehr gewinnbringend herausgestellt.

3. Exemplarischer Vergleichspunkt: Das Experimentieren

Das Experimentieren wird schon länger in der Mathematikdidaktik als Möglichkeit zur Förderung sowohl inhaltlicher aber vor allem auch prozessbezogener Kompetenzen diskutiert (siehe dazu die Themenhefte in Mathematik-lehren 141, März 2007 und Praxis der Mathematik in der Schule - Sekundarstufe I und II 65, Oktober 2016). Dabei werden Realexperimente (Barzel, 2009) sowie innermathematisches Experimentieren in den Blick genommen (Leuders & Philipp 2012).

In den Naturwissenschaften - und damit auch in der Physik – hat das Experimentieren eine sehr lange Tradition. Dem wird auch in der Physikdidaktik Rechnung getragen. Das Experiment – oder besser die experimentelle Methode – ist erkenntnistheoretisch gesehen ein essentielles Element im Prozess der Theoriebildung in der Physik. Die Bedeutsamkeit der experimentellen Methode spielt auch für die Physikdidaktik eine wesentliche Rolle (Kuhn 1983 oder auch Schwarz 2009). Im Physikunterricht dient das Experimentieren nicht nur der Vermittlung und Demonstration physikalischer Inhalte und

methodischen Verständnisses, sondern es macht auch eine wichtige prozessbezogene Kompetenz aus. Konkret geht es dabei um die Teilkompetenzen der Hypothesenbildung, der Planung und Durchführung eines Experiments sowie der Auswertung der Daten (Klahr 2000 oder auch Schreiber et al. 2009). Neben dieser lernseitigen Relevanz des Experimentierens zählen Kircher et al. (2015, S. 229ff) folgende Intentionen für die lehrseitige Verwendung des Experiments im Physikunterricht auf: Unter idealisierten Umständen können komplexe Naturphänomene im Experiment demonstriert werden. Neben Naturphänomenen können auch physikalische Konzepte (wie z. B. die Energieerhaltung oder die geradlinige Ausbreitung von Licht) veranschaulicht werden. Dabei helfen Experimente beim Lernen Grunderfahrungen aufzubauen und auszuscharfen und Denkanstöße zu geben. Dadurch kann das Experiment zur Überprüfung von theoretischen Aussagen oder auch von Schülervorstellungen dienen. Der quantitativen Überprüfung von physikalischen Gesetzen kommt dabei eine besondere Rolle zu. Über das Experimentieren können im Physikunterricht technische und alltägliche Anwendungen der Physik exemplifiziert werden. Dass über das Experiment auch Meilensteine der Kulturgeschichte honoriert werden können, sollte nicht unerwähnt bleiben. Insgesamt sollte das Experiment neben der Vermittlung physikalischer Inhalte und Arbeitsweisen auch nachhaltige Eindrücke beim Lernenden vermitteln und so Motivation und Interesse fördern.

Bei der Beschreibung der Bedeutung des Experiments in der Mathematik- und Physikdidaktik fallen Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf. Ein Vergleichspunkt kann z.B. die Frage sein, was das Experiment im Unterricht leisten kann bzw. leisten soll. Dabei können Vergleichspunkte zu anderen mit angeregt werden. So kommt man beispielsweise durch das Thema „Experimentieren“ leicht auf das Thema „Argumentieren und Begründen“. Das Ausdiskutieren dieser Aspekte hilft Studierenden beider Fächer didaktische Theorien des eigenen Faches zu reflektieren und um Erkenntnisse benachbarter Didaktiken zu bereichern.

Die angeführten Projekte der Universität Siegen sehen als Begleitforschung vor, relevante Themen für fachdidaktischverbindendes Arbeiten systematisch zu identifizieren (über eine vergleichende Analyse von Schulbüchern, Lehrplänen, Handbüchern zur Didaktik und Lehrerinterviews) und in die Lehrerbildung zu implementieren.

Literatur

Barzel, B., Reinhoffer, B. & Schrenk, M. (2012). Das Experiment im Unterricht. In W. Rieß M. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz (Hrsg.), *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten*, (p. 103 - 127). Münster: Waxmann Verlag.

- Baumann, A. (2011). Eine kritische Betrachtung zum Thema „Modellierungsaufgaben“ anhand von Beispielen aus dem hessischen Zentralabitur 2009. *Mathematikinformation*, 55, 15-23.
- Beckmann, A. (2003): *Fächerübergreifender Mathematikunterricht. Teil 2: Mathematikunterricht in Kooperation mit dem Fach Physik*. Hildesheim Berlin: Verlag Franzbecker.
- Büchter, A. & Henn, H.-W. (2015): Schulmathematik und Realität – Verstehen durch Anwenden. In Bruder, R.; Hefendehl-Hebeker, L.; Schmidt-Thieme, B.; Weigand, H.-G. (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- Hilbrich, C.; Walter, K.-H.; Zöllner, H. unter Mitarbeit von Eckstein, A.; Fritz, B.; Wehse, H. (2003): *Materialien zur Rahmenlehrplanimplementation: Über das Fach hinaus. fachübergreifender, fächerverbindender Unterricht und die Übergreifenden Themenkomplexe (ÜTK)*, 1. Auflage, Ludwigsfelde: Landesinstitut für Schule und Medien Brandenburg.
- Holton, K.; Witzke, I. (2017): Chancen und Herausforderungen von fachdidaktisch-verbindenden Elementen in der Lehramtsausbildung. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, 50.
- Karam, R.; Uhden, O.; Höttecke, D. (2016): *Das habt ihr schon in Mathe gelernt! Stimmt das wirklich? Ein Vergleich zwischen dem Umgang mit mathematischen Konzepten in der Mathematik und in der Physik*. In: *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*. 153/154, 27. Jahrgang. Friedrich Verlag.
- Kircher, E.; Girwidz, R.; Häußler, P. (Hrsg.) (2015): *Physikdidaktik – Theorie und Praxis*. 3. Auflage, Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- Klahr, D. (2000). *Exploring Science. The cognition and development of discovery processes*. Massachusetts.
- Krause, E.; Witzke, I. (2015): Fächerverbindung von Mathematik und Physik im Unterricht und in der didaktischen Forschung. In *PhyDidB – Didaktik der Physik*, Beitrag DD 8.3.
- Kuhn, W. (1983): Das Wechselspiel von Theorie und Experiment im physikalischen Erkenntnisprozess. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik*, 12, S. 355-362.
- Leuders, T. & Naccarella, D. & Philipp, K. (2011): *Experimentelles Denken - Vorgehensweisen beim innermathematischen Experimentieren*.
- Leuders, T. & Philipp, K. (2012). Innermathematisches Experimentieren– Empiriegestützte Entwicklung eines Kompetenzmodells und Evaluation eines Förderkonzepts. In Rieß, W., Wirtz, M., Barzel, B. (Hrsg), *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht – Theoretische Fundierung und empirische Befunde*. Münster: Waxmann. S.285-300
- Schwarz, O. (2009): Die Theorie des Experiments – Aus der Sicht der Physik, der Physikgeschichte und der Physikdidaktik. *Geographie und Schule*, Heft 180/2009, S. 15-20.
- Schreiber, N.; Theyßen, H.; Schecker, H. (2009): Experimentelle Kompetenz messen?! *Physik und ihre Didaktik in Schule und Hochschule* PhyDid 3/8, S. 92-101
- Witzke, I. (2015): Fachdidaktischverbindendes Lernen und Lehren im MINT- Bereich. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, 48.