

Eduard KRAUSE, Siegen

Fächerverbindende Didaktik am Beispiel von subjektiven Lernvoraussetzungen im Mathematik- und Physikunterricht

In diesem Beitrag wird anhand eines gemeinsamen Projekts der Mathematik- und Physikdidaktik der Universität Siegen die Idee fächerverbindender Didaktik diskutiert. Fächerverbindendes Lehren und Lernen bedeutet dabei die Bearbeitung eines Inhalts aus der Sicht unterschiedlicher Fächer (Peterßen, 2000). Für die Schule ist fächerverbindender Unterricht schon länger gefordert, doch an der Hochschule wird ein solches Unterfangen eher selten angebahnt. Das Projekt FäMaPdi (**F**ächerverbindendes Seminar zur **M**athematik- und **P**hysik**d**idaktik) stellt sich der Aufgabe, das Vorbereitungsseminar zur Praxisphase für Lehramtsstudenten der Fächer Mathematik und Physik im Masterstudium fächerverbindend zu gestalten. Da dieses Seminar auf das Unterrichten vorbereiten soll, erarbeiten die Studierenden unter Begleitung von Lehrkräften fächerverbindende Unterrichtsentwürfe, die dann in Zusammenarbeit mit einer Schule aus der Region erprobt werden. Diese unterrichtspraktischen Aspekte des Seminars werden mit didaktischer Theorie verzahnt. Ziel der Seminarsitzungen zur Theorie ist es, Beobachtungsfragen zu entwickeln, die die Grundlage des forschenden Lernens darstellen, das im Praxissemester gefordert ist (vgl. Witzke, 2015). Inhalte dieser Sitzungen sind allgemeine didaktische Themen wie Problemlösen, Interaktionstheorien, subjektive Lernvoraussetzungen und Modellieren. Diese Themen werden fächerverbindend aus der Sicht der Mathematik- und Physikdidaktik besprochen und dann verglichen. Das Seminar wurde erstmalig im WS 14/15 durchgeführt. Im Folgenden soll exemplarisch am Beispiel der subjektiven Lernvoraussetzungen gezeigt werden, welcher Gewinn aus einem Seminar dieses Formats gezogen werden kann.

Allgemeines zu subjektiven Lernvoraussetzungen

Die konstruktivistische Auffassung von Lernen geht davon aus, dass die vom Lernenden wahrgenommenen Informationen erst durch eigentätige Eingliederung in bereits vorhandene Denkstrukturen ihren Sinn erhalten. Die Fragen wie die Worte des Lehrers gedeutet werden und welche Assoziationen dadurch geweckt werden, sind nur individuell zu beantworten. Jeder Lerner verfügt über unterschiedliche Voraussetzungen. Dieser Umstand macht sich vor allem in der Kommunikation zwischen Lehrer und Lerner bemerkbar und muss vor eine gründliche didaktische Analyse gestellt werden. In der Physikdidaktik findet dies seinen Niederschlag in den sogenannten „Präkonzepten“. Auf der Seite der Mathematikdidaktik soll hier

auf die Theorie der Subjektiven Erfahrungsbereiche nach Bauersfeld eingegangen werden.

Präkonzepte in der Physikdidaktik

Unter Präkonzepten versteht man in der Physikdidaktik vorunterrichtliche Vorstellungen und Meinungen, die auf Intuition und Alltagserfahrung beruhen. Diese decken sich in vielen Fällen nicht mit der „etablierten“ Physik. In diesem Fall spricht man von Fehlvorstellungen. Ein Beispiel dafür ist die intuitive Vorstellung, dass jede Bewegung einen Beweger braucht. Wo kein Beweger ist, kommt jede Bewegung zum Erliegen. Diese Vorstellung scheint aufgrund der Reibung plausibel und war Jahrhunderte lang Lehrsatz in der aristotelischen Naturlehre. Das Trägheitsprinzip besagt, dass sich alle bewegten Körper sofern geradlinig gleichförmig bewegen, solange keine äußeren Kräfte wirken, erscheint äußerst contra-intuitiv. Die physikdidaktische Forschung hat schon zu nahezu allen schulrelevanten Themen solche Präkonzepte diskutiert (vgl. Müller et al., 2007; Duit, 2009). Dabei wird auch betont, wie solchen Präkonzepten begegnet werden soll. Konkrete Möglichkeiten zum Konzeptwechsel sind Anknüpfen, Umdeuten, Konfrontieren (Kircher et al., 2009). Dabei ist aber zu beachten, dass vorhandene Konzepte nie vollständig ausgelöscht werden können. Durch den Lernprozess werden neue Konzepte generiert, die dann aber mit bereits vorhandenen (teilweise sogar widersprechenden) um Aktivierung konkurrieren. Diese Aktivierung ist kontextabhängig. In einer Physikprüfung wird das neu gelernte Konzept aktiviert, am selben Nachmittag kann aber auf dem Fußballplatz bei gleicher Fragestellung das urige Präkonzept das Verhalten steuern.

Subjektive Erfahrungsbereiche nach Bauersfeld

Im fächerverbindenden Seminar wurde diskutiert, was ein mathematikdidaktisches Pendant zu den Präkonzepten aus der Physik sein könnte. Der Begriff des Präkonzepts ist auch in der mathematikdidaktischen Literatur zu finden, wie z.B. in (Prediger & Wittmann, 2009): „Als Präkonzepte der Lernenden werden die vorunterrichtlichen Erfahrungen und Vorstellungen bezeichnet. Sie werden im Unterricht gezielt zur Sprache gebracht, entweder um daran anknüpfen zu können, wenn sie tragfähig sind, oder um eine Weiterentwicklung bzw. Überwindung hin zu fachlich korrekten Konzepten zu ermöglichen.“ An diesem Zitat wird deutlich, dass sich das Verständnis von Präkonzepten in der Mathematik nur bedingt mit dem aus der Physikdidaktik deckt. In der Physik findet der negative Aspekt der Fehlvorstellung einen wesentlich größeren Niederschlag als in der Mathematik, wo das Verständnis von Präkonzepten mit dem mathematikdidaktischen Kon-

zept der Grundvorstellungen im Sinne vom Hofes verbunden ist. Eine interessante Theorie in diesem komparativen Setting stellt die Theorie der subjektiven Erfahrungsbereiche nach Bauersfeld dar (Bauersfeld, 1983). Diese beschreibt Bauersfeld prägnant in vier Thesen. Die ersten beiden seien hier zitiert, um diese Theorie grob zu umreißen:

These 1: Jede subjektive Erfahrung ist bereichsspezifisch, d.h. die Erfahrungen eines Subjektes gliedern sich in subjektive Erfahrungsbereiche (SEB).

These 2: Die Gesamtheit der subjektiven Erfahrung präsentiert sich in einer Anhäufung von nichthierarchisch geordneten SEB, die um eine Aktivierung konkurrieren.

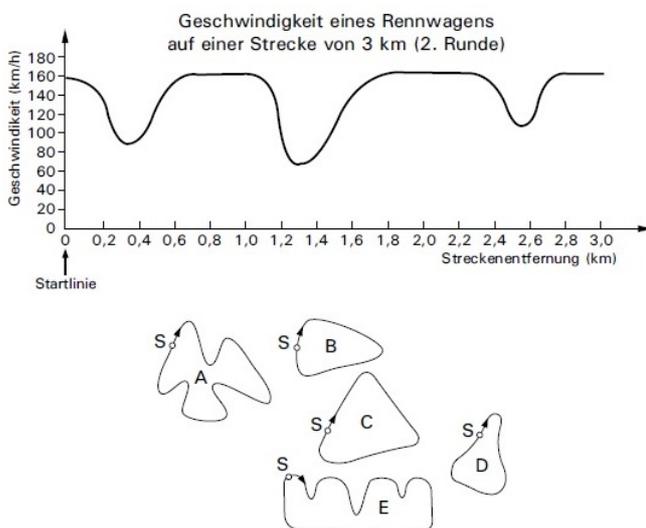


Abb. 1: Beispielaufgabe zur Erklärung von Schülerfehlern mit den SEB nach Bauersfeld.

B gewählt. Die meisten wählten Antwort E. Die Ursache liegt sicherlich in der augenscheinlichen Ähnlichkeit des Verlaufes des Graphen und der Rennstrecke. Mit Bauersfeld lassen sich Erklärungsansätze darüber entwickeln, warum die SuS in der ausgehenden Mittelstufe noch in Subjektiven Erfahrungsbereichen des Nachzeichnens von Kurvenverläufen denken, die aus der Geometrie geprägt sind.

Vergleich der beiden Theorien und Zusammenfassung

In dem Seminar wurde nach der Darstellung der didaktischen Theorien beider Fachdidaktiken eine vergleichende Diskussion geführt. Per Definition haben beide Theorien gemeinsam, dass es um Lernvoraussetzungen geht. Bei genauerer Betrachtung fallen weitere Ähnlichkeiten auf. So weisen zum einen beide Theorien auf die nichthierarchische Anordnung kogni-

Dieser Ansatz mit Wurzel in der Lernpsychologie liefert eine differenzierte Erklärungsgrundlage für „Fehlverhalten“ von Lernenden. Als Beispiel sei eine Aufgabe aus der PISA-Studie angeführt (Abb. 1) (vgl. Leuders, 2005) Bei dieser Aufgabe sollten Schülerinnen und Schüler (SuS) dem v-t-Diagramm eines Rennwagens in der zweiten Runde die passende Rennstrecke zuordnen. In Deutschland haben nur 29,8% der SuS die richtige Antwort

tiver Strukturen hin und zum anderen auch auf die Unauslöschbarkeit bereits vorhandener Konzepte. In der Mathematikdidaktik scheint der letztgenannte Aspekt durch die Arbeiten Bauersfelds fundierter thematisiert worden zu sein, als in der Physikdidaktik. Eine Ursache liegt darin, dass die Erforschung von Präkonzepten in der Physikdidaktik eher deskriptiv erfolgt. Als weiterer Unterschied lässt sich die unterschiedliche Verbindung von subjektiven Lernvoraussetzungen und der Diskrepanz zwischen Alltagssprache und Fachsprache nennen. In der Physik sind Präkonzepte häufig sehr eng mit solchen begrifflichen Unstimmigkeiten verbunden. Ein Beispiel dazu ist der Begriff der Wärme, der nicht nur in der Umgangssprache etwas anderes bezeichnet als in der Fachsprache, sondern auch mit einem anderen Verständniskonzept verbunden ist, als in der Physik. In der Mathematik gibt es auch Unterschiede in Worten der Alltagssprache und den Fachtermini (Kegel, komplex,...), doch sind diese in der Regel so verschieden, dass sie nicht mit unterschiedlichen Verständniskonzepten einhergehen, die sich auf ein und dieselben Sache beziehen.

Die Diskussion der Unterschiede und Gemeinsamkeiten wurde von den Seminarteilnehmern in offenen Fragebögen, die gegenwärtig noch in der Auswertung sind, als sehr gewinnbringend beurteilt, da die Vermittlung der Inhalte des eigenen Faches an Interessenten aus benachbarten Fächern ein fundiertes Verständnis erfordert („Learning by teaching“). Zudem führt die komparative Analyse fachdidaktischer Ansätze aus benachbarten Fächern nach Einschätzung der Teilnehmer und Veranstalter zu einem tieferen Verständnis der jeweiligen Lernprozesse.

Literatur

- Bauersfeld, H., Bussmann, H., Krummheuer, G., Lorenz, J. H. & Voigt, J. (1983): Lernen und Lehren von Mathematik. Köln: Aulis Verlag. Band 6, S.1-57
- Duit, R. (2009). *Students' and teachers' conceptions and science education*. Bibliography-STCSE. <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>.
- Leuders, T., & Prediger, S. (2005). Funktioniert's? – Denken in Funktionen. *Praxis der Mathematik in der Schule*. Heft 2
- Kircher, E., Girwidz, R., Häußler, P. (Hrsg.) (2009): *Physikdidaktik – Theorie und Praxis*. Heidelberg: Springer Verlag. 2. Auflage, S. 615 ff
- Müller, R., Wodziniski R. & Hopf, M. (Hrsg.) (2007). *Schülervorstellungen in der Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Peterßen, W. H. (2000). *Fächerverbindender Unterricht*. München: Oldenbourg.
- Prediger, S. & Wittmann, G. (2009): Aus Fehlern lernen – (wie) ist das möglich? *Praxis der Mathematik in der Schule*. Heft 27
- Witzke, I. (2015). *Fachdidaktischverbindendes Lehren und Lernen im MINT-Bereich*. Tagungsband der 49. Jahrestagung der GDM