

## Die Übergangsproblematik von der Schule zur Hochschule im Fach Physik aus lerntheoretischer Sicht

Eduard Krause

\* Walter-Flex-Straße 3, 57068 Siegen  
krause@physik.uni-siegen.de

### Kurzfassung

Viele Studienfächer im MINT-Bereich beklagen hohe Abbruchquoten. Die sogenannte Übergangsproblematik, die die Schwierigkeiten von Studierenden beim Wechsel von Schule zu Hochschule zusammenfasst, ist auch bei Studierenden des Faches Physik (inklusive des Lehramtsstudiums für das gymnasiale Lehramt) hinlänglich bekannt und stellt eine Herausforderung für die Schul- und Hochschuldidaktik dar. Im vorliegenden Artikel wird ein physikdidaktischer Forschungsansatz vorgestellt, mit dem diese Problematik auf einer lerntheoretischen Grundlage angegangen werden kann. Dabei ist vor allem der Auffassungswechsel von Physik beim Übergang in die Hochschule wesentlich.

### 1. Allgemeines zur Übergangsproblematik

Um die Übergangsproblematik im Fach Physik zu belegen, lassen sich zahlreiche Statistiken anführen. 2005 ergab der Vergleich der Studierendenzahlen von Drittsemestern mit den Neueinschreibungen im Vorjahr, dass 35% im Diplom und 41,4% im Lehramt ihr Studium abgebrochen haben [5]. Auch aktuellere Statistiken belegen, dass weniger als die Hälfte der Studienanfänger den Bachelor bzw. das Vordiplom erreichen (vgl. Abbildung 1). Beforscht wird

dieses Problem aus der Perspektive verschiedener Fachrichtungen. Da es sich im Kern aber um eine Herausforderung für die Schul- wie auch Hochschuldidaktik handelt, sollten vor allem die Fachdidaktiken einen Beitrag leisten, um diesem Problem zu begegnen. In der Physikdidaktik sind in der jüngeren Vergangenheit einige (meist deskriptive) Arbeiten in diesem Forschungsfeld entstanden (z. B. [1]), wobei aber die lerntheoretischen Ursachen dieses Problems noch recht unerforscht sind. Meist

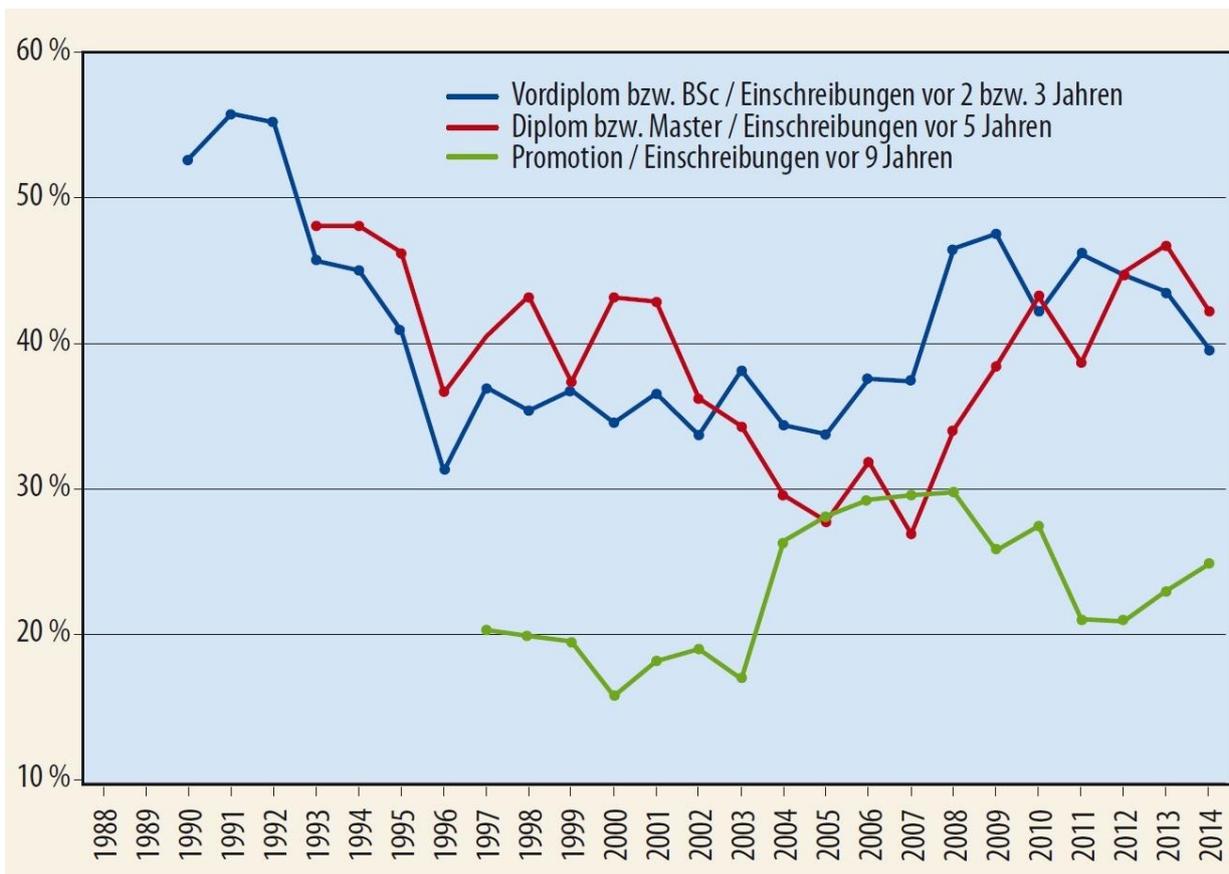


Abb. 1: Statistik zur Erfolgsquote im Physikstudium (als Quotient der Zahl der Abschlüsse und der Einschreibungen in den entsprechenden Vorjahren) [3]

wird das Scheitern des Studiums eines MINT-Faches an mangelnden fachlichen – meist mathematischen – Kompetenzen ausgemacht. Sicherlich sind mathematische Fähigkeiten und Fertigkeiten notwendig für das Studieren im MINT-Bereich, doch kann das allein nicht die Ursache sein. Wenn es bei der Übergangproblematik nur um inhaltliche Defizite geht, so könnte man diesem Problem leicht durch Brücken- oder Vorbereitungskurse begegnen. Die langjährige Erfahrung mit dem Angebot von Brückenkursen lehrt jedoch, dass diese nicht ausreichen der Problematik zu begegnen. Im folgenden Abschnitt soll gezeigt werden, dass als ein weiterer wesentlicher Faktor die „Andersartigkeit“ der Hochschulphysik im Vergleich zur Schulphysik beim Übergang zum Tragen kommt.

### 2. Der Auffassungswechsel als Teil der Übergangproblematik

Bekanntlich existieren die verschiedensten Auffassungen darüber, was Physik ist und was sie ausmacht. Unter dem Stichwort „nature of science“ spielt die Auffassungs-/Belief-Forschung schon seit längerem eine wichtige Rolle in der Physikdidaktik. So hat beispielsweise Höttecke die Auffassungen von Schülerinnen und Schülern zur Natur der Naturwissenschaft untersucht und kommt zu folgendem Ergebnis: Mit Blick auf die Tätigkeit eines Physikers, den epistemologischen Status der Physik, der Rolle des Experiments in der Physik und des Prozess der Erkenntnisgewinnung in der Physik weisen Schülerinnen und Schüler erhebliche Abweichungen zur Physikauffassung, wie sie der Universitäten vorherrscht auf [7]. Vereinfacht ausgedrückt lässt sich sagen, dass der Aspekt der theoretischen Physik, d. h. vor allem das deduktive Schließen, in der Schulphysik kaum eine Rolle spielt (siehe auch [11]). Um diesen Umstand zu diskutieren, soll im Folgenden exemplarisch die Physikauffassung

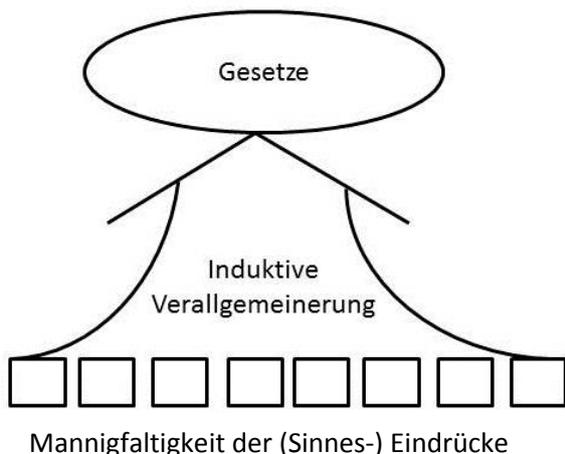


Abb. 2: Landläufige Auffassung über die Arbeitsweise der Physik: Naturgesetze werden durch induktive Verallgemeinerung konkreter Sinneseindrücke gewonnen.

Einsteins skizziert werden und dem vorherrschenden Verständnis in der Schule gegenübergestellt werden.

Einstein hat dieses Schema 1951 in einem Brief an seinen Freund Solovine verfasst (reprinted und

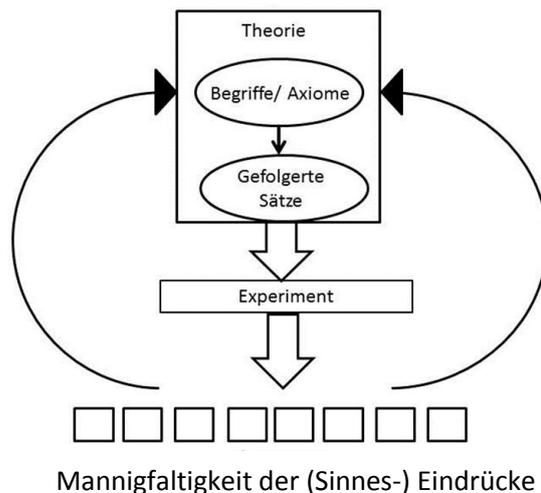


Abb 3: Das methodische Konzept Einsteins

kommentiert in [6]). Einstein beklagt darin, dass landläufig angenommen wird die Gesetze der Physik würden durch induktive Verallgemeinerung konkreter Sinneserfahrungen gewonnen (vgl. Abbildung 2). Seine Auffassung skizziert er wie in Abbildung 3 dargestellt. Die Begriffe und Axiome der Physik sind ad hoc-Setzungen auf der Basis von (erweiterter) Sinneserfahrungen, die aber so konzipiert sind, dass sich die daraus gefolgerten Sätze in der Empirie bewähren und sich eine möglichst allgemeine und konsistente Theorie ableiten lässt. Das Experiment dient seiner Meinung nach vornehmlich zur Überprüfung einer Theorie, wohingegen in der Auffassung, die in Abbildung 2 dargestellt ist, das Experiment zur Generierung einer Theorie verwendet wird. Als weiterer wesentlicher Unterschied beider Physikauffassungen kann die Rolle der Deduktion ausgemacht werden. Während in der „landläufigen Auffassung“ die Deduktion keine Rolle spielt, weil nur induktiv geschlossen wird, ist sie in der Sichtweise Einsteins wesentliches Element im Prozess der Erkenntnisgewinnung, da die Gesetze aus den Axiomen und Begriffen deduziert werden.

Die genannten Studien zur Physikauffassung legen nahe, dass in Schulen zu häufig ein Bild von Physik vermittelt wird, das der „landläufigen Auffassung“ entspricht, wohingegen die Hochschulen das in Abbildung 3 skizzierte voraussetzen. Dies könnte eine wesentliche Ursache für die Probleme beim Übergang von Schule zur Hochschule im Fach Physik darstellen.

### 3. Zur Entwicklung physikalischen Denkens

Es wurde lange Zeit angenommen, dass abstraktes Denken nicht im Kleinkindalter möglich ist. Piaget hat maßgeblich zur Festigung dieser Meinung beigetragen. Dieser entwicklungspsychologischen Grundlage fußenden Schritte in der Entwicklung physikalischen Denkens wurden meist wie folgt formuliert:

Das Staunen über Naturphänomene ist im Kleinkindalter ist der erste Schritt zum physikalischen Denken. Im Weiteren lernen Kinder gewisse Eigenschaften (Qualitäten) der Naturphänomene kennen, was als qualitatives Verständnis zu bezeichnen ist. Werden Eigenschaften unterschiedlicher Phänomene nun untereinander verglichen, so wäre dies als halbquantitatives Arbeiten zu bezeichnen, bevor dann beim quantitativen Betreiben von Physik die Naturphänomene mathematisiert werden. Diese Stufe – und damit auch formelhaftes Arbeiten – wird erst gegen Ende des Schulcurriculums erreicht. Nach diesem Modell wird abstraktes Denken erst sehr spät in der Entwicklung physikalischen Denkens gefordert und gefördert. An der Hochschule begegnen Lernende dann einer sehr formalen und abstrakten Physik, was bei vielen zu Problemen führt.

Der geschilderte entwicklungspsychologische Ansatz gilt heutzutage aber als überholt [10 oder auch 4]. Aus wissenschaftspropädeutischen Gründen sollte man daher auch schon in der Schulphysik darauf achten, dass die Deduktion als wichtiger Bestandteil im Prozess der Erkenntnisgewinnung erkannt wird, welche dann in der Hochschule aufgegriffen und vertieft werden kann. Es sollte nicht zu einem methodischen Bruch im Übergang von Schule zu Hochschule kommen.

#### 4. Mögliche Forschungsperspektiven

Das in Abbildung 3 dargestellte methodische Verständnis der Physik weist interessante erkenntnistheoretische Parallelen zur Schulmathematik auf [12] da diese auch als empirische Theorie aufgefasst werden können (vgl. [2], [13]). Dieser Ansatz bietet damit interessante Anknüpfungspunkte für fächerverbindendes Lehren und Forschen, gerade hinsichtlich des Übergangs von der Schule zur Hochschule [8 und 9]. Da die Übergangsproblematik in den MINT-Fächern bekanntlich ohnehin schon stark an die Mathematik geknüpft ist, bietet es sich auch an, mit diesem Ansatz die Korrelation der Übergangsproblematik im Fach Physik mit dem Auffassungswechsel im Fach Mathematik zu untersuchen. Darüber hinaus bieten sich zur Stabilisierung der oben geschilderten Hypothese deskriptive Studien zur Schul- und Hochschulphysik an (bspw. hinsichtlich der Aufgabekultur oder auch der Lehrbücher).

Über das deskriptive Niveau hinaus sollten in der Physikdidaktik aber auch Lernsettings konzipiert und erprobt werden, die schon im Schulunterricht die Möglichkeit geben eine „elaborierte“ Auffassung von Physik ganz im wissenschaftspropädeutischen Sinne zu erwerben.

#### 5. Literatur

- [1] Albrecht, A. (2011): Längsschnittstudie zur Identifikation von Risikofaktoren für einen erfolgreichen Studieneinstieg in das Fach Physik. Dissertation an der FU Berlin
- [2] Burscheid, H. J., Struve, H. (2010). Mathematikdidaktik in Rekonstruktionen, Hildesheim.
- [3] Düchs, G.; Matzdorf, R.: Stabilisierung auf hohem Niveau Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2014. In: Physik Journal 13 (2014) Nr. 8/9, S. 23-28
- [4] Gopnik, A.; Meltzoff, A. N. (1998): Words, thoughts, and theories. Cambridge, MA: MIT Press (A Bradford book).
- [5] Haase, A. (2005): Trendwende im Physikstudium? Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2005. Physik Journal, 4 (8/9), S. 25-30
- [6] Holton, G. (1981): Thematische Analyse der Wissenschaften – Die Physik Einsteins und seiner Zeit. Frankfurt am Main: suhrkamp Verlag
- [7] Höttecke, D. (2001): Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften“. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 7:7–23
- [8] Krause, E. (2015): Nutzen von fächerverbindender Didaktik am Beispiel von subjektiven Lernvoraussetzungen im Mathematik- und Physikunterricht. Tagungsband der 49. Jahrestagung der GDM
- [9] 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
- [10] Stern, E. (2002): Wie abstrakt lernt das Grundschulkind? – Neuere Ergebnisse der entwicklungspsychologischen Forschung. Aus: Petillon, H. (2002): Individuelles und soziales Lernen in der Grundschule – Kindperspektive und pädagogische Konzepte (S. 27-42). Opladen: Leske+Budrich
- [11] Uhden, O. (2012): Mathematisches Denken im Physikunterricht – Theorieentwicklung und Problemanalyse. Dissertation an der technischen Universität Dresden
- [12] Witzke, I. & Krause, E. (2016): Erkenntnistheoretische Parallelen zwischen Schulphysik und –mathematik. Vergleichende Beschreibung im Rahmen des Konzepts empirischer Theorien. In PhyDidB – Didaktik der Physik, Beitrag DD 3.3
- [13] Witzke, I. (2009): Die Entwicklung des leibnizischen Calculus. Eine Fallstudie zur Theorieentwicklung in der Mathematik. Hildesheim: Verlag Franzbecker