

Strategien und Probleme im Umgang mit Übungsaufgaben – Pilotergebnisse einer Interviewstudie im ersten Semester Physik –

Einleitung

Der Erwerb eines verknüpften, durchdrungenen, belastbaren und anwendbaren Fachwissens ist zentrales Ziel der universitären Ausbildung in Fach- und Lehramtsstudiengängen in Physik. Hierbei spielt die Studieneingangsphase (hier: das erste Studienjahr) aus zweierlei Gründen eine wichtige Rolle: Einerseits werden fachliche Leistungsprobleme mit Studienabbruch und –wechsel assoziiert (z. B. Heublein et al., 2014). Andererseits zeigt sich bereits ab dem ersten Studienjahr eine deutliche Leistungsdisparität zwischen verschiedenen Studierenden-gruppen (z. B. Riese, 2009), die im Laufe des Studiums noch zunimmt. Selbst im höheren Semester beherrschen bis zu 30 % der Studierenden die Mechanik nicht auf angemessenem Niveau (Woitkowski & Riese, 2017).

Der Übungsbetrieb als Lerngelegenheit

Die Einführungsveranstaltungen der Physik sind häufig zweigeteilt. In der Vorlesung wird Fachwissen vermittelt, welches dann in der Übung zur Lösung physikalischer Problemstellungen angewandt werden soll (vgl. Haak, 2016). Die Übung kann vor dem Hintergrund einer konstruktivistischen Sicht auf Lernen als zentrale Lerngelegenheit für den Erwerb fachlichen Wissens aufgefasst werden. Betrachtet man die dort eingesetzten Übungsaufgaben (die zu Hause bearbeitet und in der Übung besprochen werden) jedoch genauer, so lässt sich sagen, dass hier das Fachwissen in einem komplexen Problemlöseprozess angewandt werden muss. Dieser Prozess kann im Rahmen des Modells des *wissenszentrierten Problemlösens* (Friege, 2001) beschrieben werden. Neben dem Fachwissen stellen hier Problemschemata eine wesentliche Ressource dar. Diese können beim reflektierten Aggregieren bekannter Beispielprobleme erworben werden. Fehlen sie, sind Schwierigkeiten beim Finden eines Ansatzes, beim Bemerkens von Gemeinsamkeiten zwischen den möglichen Lösungen verschiedener Aufgaben und bei anderen Aspekten der Aufgabenbearbeitung zu erwarten.

Vor dem Hintergrund der o. g. Probleme im Fachwissenserwerb stellt sich nun die Frage, inwiefern die Studierenden diese Ressource zur Problemlösung sowie den Lösungsprozess insgesamt im Übungsbetrieb tatsächlich erlernen oder welche Schwierigkeiten sich hier ggf. ergeben

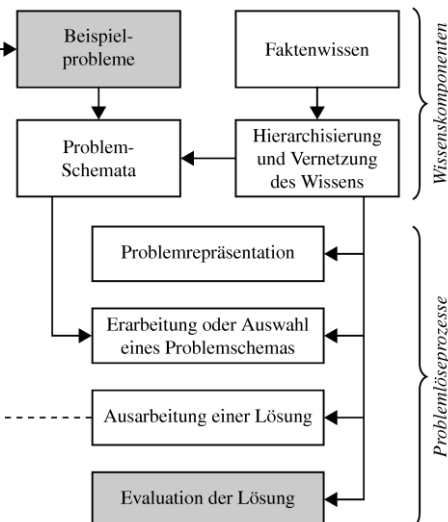


Abb. 1: Wissenszentriertes Problemlösen (Friege, 2001)

Gegenstand und Ziele der Interviewstudie

Da es schwierig ist, mit rein distalen Merkmalen befriedigende Prädiktoren für die Unterschiede im Fachwissenserwerb zu erhalten (Woitkowski & Reinhold, 2017) wurde hier ein eher exploratives Herangehen in Form einer Interviewstudie gewählt. Im Rahmen der

KEMΦ-Fachwissenserhebung (Woitkowski & Reinhold, 2017) wurden in Paderborn 8 freiwillige Studierende angeworben (5 Fach, 3 Lehramt, je ein Dropout im Laufe der Studie), die in den Merkmalen Geschlecht und Abiturnote ausreichende Streuung aufweisen. Von diesen Personen liegen außerdem längsschnittliche Fachwissensdaten zu drei Testzeitpunkten vor, die hier allerdings nicht berichtet werden.

Im Verlauf des ersten Semesters wurden mit jedem dieser Studierenden im Abstand von 2–3 Wochen insgesamt 5 ca. 45-minütige leitfadengestützte Interviews geführt, das erste in der dritten Semesterwoche, das letzte in der Woche vor der Klausur. Neben sozialen und emotionalen Aspekten des Studienbeginns, des Selbstkonzeptes als Physiker bzw. Physik-Lehrkraft und dem allgemeinen Arbeitsverhalten wurde in jedem Interview die Bearbeitung des jeweils zuletzt gelösten Übungszettels der Experimentalphysik A thematisiert.

Auswertung

Die Interviews wurden transkribiert und mit MaxQDA kategorienbasiert im Rahmen einer qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2014) ausgewertet. Für die im folgenden berichteten Ergebnisse wurden dabei induktiv Kategorien aus dem Material entwickelt und in einem zweiten Schritt aggregiert, da sich die zunächst deduktiv gebildeten Kategorien im Material nicht wiederfanden.

Berichtet werden hier die Antworten auf die Fragen

- (1) Wie gehst du an den Übungszettel insgesamt heran, in welcher Reihenfolge bearbeitest du die Aufgaben und warum?
- (2) Welche war deiner Meinung nach die schwierigste Aufgabe auf diesem Übungszettel und was hat sie so schwierig gemacht?
- (3) Welches Material nutzt du zur Aufgabebearbeitung?

Dabei wird jeweils ein Kontrast zwischen dem ersten und dem vierten Interview, also zwischen Beginn und Ende des 1. Fachsemesters hergestellt.

Ergebnisse: (1) Herangehensweise

Zu Semesterbeginn dominieren vor allem unreflektierte oder intuitive Herangehensweisen: 2 Personen bearbeiten die Aufgaben auf dem Übungszettel chronologisch, 1 nach „Sympathie“, 3 schätzen die Schwierigkeit ab und beginnen mit der leichtesten Aufgabe (ohne jedoch angeben zu können, worauf diese Abschätzung beruht) und 2 Personen haben für einzelne Aufgaben eine spontane Lösungsidee und beginnen dann dort. Lediglich die letzte Kategorie kann dabei als vorsichtig als Hinweis auf das Vorhandensein von Problemschemata (aus denen sich so eine Lösungsidee ja generiert) gewertet werden.

Zu Semesterende hat 1 Person gänzlich aufgehört regelmäßig Übungszettel zu bearbeiten, 2 Personen verbleiben bei der chronologischen Bearbeitung, 1 geht nach Lösungsidee vor (diese bearbeitete zu Semesterbeginn nach unspezifisch eingeschätzter Schwierigkeit). Bei 2 Personen zeigen sich weitere Elaborationen: 1 berichtet eine erste Heuristik zur Schwierigkeitseinschätzung (Aufgaben „mit konkreten Zahlen“ fallen leichter), 1 berichtet einen mehrstufigen, mehrstufigen Lösungsprozess mit Phasen der Einzel- und Gruppenarbeit.

Insgesamt zeigt sich hier eine Gruppe von 3 Studierenden, deren Vorgehen sich weiterentwickelt und eine Gruppe von 3 Studierenden, deren Vorgehen stagniert oder die sogar aus der Übung aussteigen (außerdem 2 Personen Dropout).

Ergebnisse: (2) Aufgabenschwierigkeit

Zu Semesterbeginn werden sehr unterschiedliche Aufgaben als schwierigste benannt und entsprechend unterschiedliche Gründe angeführt: 2 Personen nennen die Unbekanntheit des Inhalts oder eines Begriffs im Aufgabentext (scheitern also am Fachwissen), 3 Personen haben Probleme beim Erstellen eines ersten (z. B. geometrischen) Modells (scheitern also eher am Schritt des Problemverstehens), 3 Personen verrechnen sich, verlieren den Über-

blick oder sind von der mathematischen Gestalt des Lösungsweges abgeschreckt (diese kommen also im Problemlöseprozess am weitesten).

Zu Semesterende zeigt sich ein sehr viel einheitlicheres Bild. Die Studierenden sind sich weitgehend einig darüber, welche Aufgabe am schwierigsten ist und berichten ausnahmslos (z. T. unüberwindliche) Probleme mathematischer Art: 2 waren wie schon zu Semesterbeginn allgemein von der unübersichtlichen Mathematik abgeschreckt, 3 benannten die nötige Modellierung als zu mathematisch und zu abstrakt und 1 Person beherrschte die geforderte mathematische Methode nicht. Unterschiede liegen hier also vor allem in der Frage, wie reflektiert und differenziert die Studierenden ihre mathematischen Probleme explizieren können und wo sie sie im Detail verorten. Alle weiteren Schwierigkeiten wie Problemverstehen oder Anschauung treten vollständig hinter die Mathematik als einzigen Punkt zurück.

Ergebnisse: (3) Genutztes Material

Die Auftretenden Schwierigkeiten könnten möglicherweise durch gezielte Materialnutzung aufgefangen werden sofern alle weiteren nötigen Fähigkeiten und Ressourcen zur Problemlösung zur Verfügung stehen.

Zu Semesterbeginn nennen alle 8 Studierenden mindestens entweder die Nutzung eines Lehrbuchs der Hochschulphysik oder des Vorlesungsskripts und mehrfach zusätzlich die Nutzung von Wikipedia, YouTube-Lernvideos, anderer Internetseiten (per Google-Suche), Teilweise auch die Nutzung von WolframAlpha oder anderen Computer-Algebra-Systemen. Die Vielfalt der Hilfsmittel korrespondiert hier mit der Vielfalt der Problemlagen unter (2).

Zu Semesterende werden Lehrbuch und Skript nur noch selten verwendet. Dagegen steigt die Anzahl der Studierenden, die angeben, zumindest bei einem Teil der Aufgaben den Ansatz oder eine Musterlösung zu googeln, von 50 % auf 100 %. Begründet wird dies mit den in (2) genannten mathematischen Schwierigkeiten. Hier zeigt sich am deutlichsten eine massive Überforderung im Grunde aller befragter Studierenden, die auch an anderen Stellen im Interview deutlich wurde.

Zusammenfassung und Ausblick

Während es vor dem Hintergrund der Literatur wünschenswert wäre, dass die Studierenden im Übungsbetrieb das Lösen physikalischer Problemstellungen lernen und die dazu nötigen Ressourcen erwerben (wozu im Semesterverlauf in angemessenem Tempo steigende Abstraktion, Komplexität und Mathematisierungsgrad) beitragen müssten, lässt sich im Längsschnitt eher folgendes Bild nachzeichnen: Die Studierenden starten mit heterogenem Fachwissen und Problemlösefähigkeiten ins Studium, dabei sind das Problemverstehen und die zum Finden eines Lösungsansatzes nötigen Problemschemata häufig nur schwach ausgebildet. Im Laufe des Semesters wird der Problemlöseprozess kaum reflektiert oder gezielt gefördert. Stattdessen steigen Mathematisierung, Komplexität und Abstraktion bald nach Semesterbeginn stark an. Es tritt früher oder später im Semester eine Überforderung durch die Mathematik auf, welche dazu führt, dass Problemlösungen oder -ansätze gegoogelt statt selbst erarbeitet werden, so dass sie als Lerngelegenheit nicht wirksam werden können.

Die Methode Leitfadeninterviews zum Gegenstand bereits gelöster Übungsaufgaben erweist sich zur weiteren Auflösung des Lernens des Problemlösens allerdings als nur begrenzt geeignet, da der Problemlöseprozess selbst und die dabei auftretenden Schwierigkeiten einerseits nur retrospektiv berichtet und andererseits von den Studierenden nur wenig reflektiert und begründet werden können. Als nächster Schritt, bietet es sich daher an, Studierende direkt während der Problemlösung mit Lautem Denken zu beobachten. Dabei könnten auch die zu bearbeitenden Aufgaben gezielt ausgewertet werden, um z. B. Einfluss auf die dabei anwendbaren Problemschemata zu nehmen.

Die mittelfristige Lösung des Problems der Überforderung durch einen zu schnell ansteigenden Schwierigkeitsgrad wird dem Leser unterdessen als Übungsaufgabe überlassen.

Literatur

- Brandenburger, M. (2016). Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik? Eine Untersuchung mit Studierenden. Berlin: Logos.
- Friege, G. (2001). Wissen und Problemlösen: Eine empirische Untersuchung des wissenszentrierten Problemlösens im Gebiet der Elektrizitätslehre auf der Grundlage des Experten-Novizen-Vergleichs. Berlin: Logos.
- Haak, I. (2016). Was macht eine gute Übung aus?: Ein Vergleich von Vorstellungen zum physikalischen Übungsbetrieb. *die Hochschullehre*, 2, 1-25.
- Heublein, U., Richter, J., Schmelzer, R. & Sommer, D. (2014). Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen: Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2012. Hannover: DZHW.
- Kuckartz, U. (2014). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (2., durchges. Aufl.). Weinheim: Beltz Juventa.
- Riese, J. (2009). Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. Berlin: Logos.
- Woitkowski, David & Reinhold, Peter (2017). Fachwissenserwerb in der Studieneingangsphase Physik -Ein Längsschnitt-. In: C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016*. (S. 532). Universität Regensburg.
- Woitkowski, D. & Riese, J. (2017). Kriterienorientierte Konstruktion eines Kompetenzniveaumodells im physikalischen Fachwissen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23(1), 1–14.
- Woitkowski, D. (2015). Fachliches Wissen in der Hochschulausbildung Physik. Konzeptionalisierung, Messung, Niveaubildung. Berlin: Logos.