

Experimentelle Handlungen von Lehramt-Studierenden im physikalischen Praktikum

Ausgangslage

Experimentieren nimmt im Physikunterricht eine zentrale Rolle ein. Die dabei geforderten bzw. geförderten Kompetenzen auf der Schülerseite sind in der Fachdidaktik zahlreich untersucht. In Kompetenzstrukturmodellen werden als höchste Ausprägungsstufen verschiedener Facetten beispielsweise beschrieben: Schülerinnen und Schüler (SuS.) können Experimente „unter Berücksichtigung von Hypothesen und Variablenkontrolle planen...“, „Idealisierungen vornehmen“ (KSM, 2013); „Versuchsmaterial und Geräte sachgerecht auswählen“, „sorgfältiges Messen als ein wichtiges Verfahren zur Reduzierung von Messunsicherheiten“ einschätzen (Steffensky & Hardy, 2013). Im Gegensatz hierzu ist die Experimentierkompetenz von Lehrkräften oder Lehramtsstudierenden wenig erforscht (Arndt, 2016). Jedoch sollte man annehmen können, dass die angehende Lehrkräfte mindestens diejenige Kompetenzen, die von SuS. verlangt werden (s. oben), selbst souverän beherrschen sollten. Die KMK (2014) fordert, dass Studienabsolventen im Physik-Lehramt mit den Arbeits- und Erkenntnismethoden der Physik vertraut sind, über Kenntnisse und Fertigkeiten im Experimentieren verfügen und schultypische Geräten handhaben können.

Hintergründe

In der universitären Ausbildung besteht eine typische Aufgabenstellung im Experimentalpraktikum zur Schulphysik aus der experimentellen Überprüfung von physikalischen Gesetzmäßigkeiten. Die Studierenden sollen sich im Vorfeld über die theoretischen Hintergründe informieren, und geeignete Versuchsaufbauten bzw. Messreihen überlegen, Aspekte der Fehleranalyse eingeschlossen. Je nach bereitgestellten Materialien müssen sie dann ihre Planung vor Ort spontan modifizieren, den Versuch durchführen und wiederum diesen nachbereiten bzw. schriftlich auswerten. Solche Aufgabenstellungen sollen u.a. auf die Anforderungen der beruflichen Aufgaben auf fachlicher Ebene vorbereiten und die Forderungen der KMK erfüllen. Jedoch zeigt sich dass diese den Studierenden erhebliche Schwierigkeiten bereiten (Rath, 2016). Eine Kluft zwischen der in der universitären Lehre (physikalische Vorlesungen und Übungen) vermittelten Theorie und professionellen Handeln im Praktikum ist hier – wie auch in anderen Bereichen – zu vermuten. Es stellt sich dann die Frage, wenn Studierende bei Experimentieren nicht theoriegeleitet arbeiten, auf welchen nicht-wissenschaftlichen (narrativen) Denkstrukturen sie dann bei Handeln zurückgreifen.

Das methodische Vorgehen (schriftliche Tests und Performanz-Beobachtungen) der meisten empirischen Studien erlaubt Aussagen bezüglich experimenteller Handlungen nur auf der Oberflächenstruktur (Arndt, 2016). Über die Denkprozesse der Experimentatoren beim Ausführen der Handlungen existieren zurzeit wenig empirisch gesicherte Erkenntnisse; den Zugang zur solchen Tiefenstrukturen können nur Untersuchungsmethoden wie Lautes Denken oder Stimulated Recall Interviews (Messmer, 2015) ermöglichen. Um jedoch herausfinden zu können, an welcher Stelle professionelles Handlungswissen bei den Studierenden als vorhanden annehmbar ist und wo noch Verbesserungsbedarf besteht und wie diese Verbesserung zu gestalten sein soll, ist eine differenzierte Betrachtung der Denkprozesse der Studierenden während der praktischen Durchführung (Performanz) notwendig.

An dieser Stelle setzt die hier vorgestellte Untersuchung an. Das Ziel einer Vorstudie ist es, bestimmte Erhebungs- und Auswertungsmethoden dahingehend zu evaluieren, ob diese Erkenntnisgewinnungen auf der Tiefenstrukturebene zu experimentellen Handlungen ermöglichen.

Feldstudie

Hierzu wurden die experimentellen Handlungen von 10 Studierenden videografiert. Es wurden zwei Kameras aufgestellt, die eine Perspektive in Draufsicht s. Abb.1 rechts und von der Seite bieten. Alle Probanden bearbeiteten dieselbe Experimentieraufgabe der Schulphysik („Zeigen Sie experimentell, wie Länge, Querschnitt und Material eines Leiterdrahtes mit seinem Widerstandswert

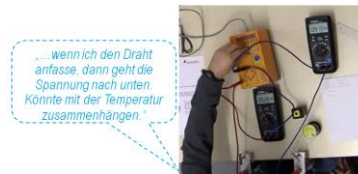


Abb. 1 Perspektive von oben

zusammenhängen. Halten Sie dabei die systematischen Messfehler so gering wie möglich.“) allein im Rahmen des Regelpraktikums an der Universität Paderborn. Es liegen insgesamt jeweils folgende Daten vor:

- Schriftliches Planungsprodukt zum Experiment, schriftlicher Wissenstest (fachliches und methodisches Wissen) erhoben vor der Performanz
- Videoaufnahme der Performanz, mit lautem Denken versprachlicht
- Stimulated Recall Interview zu Schlüsselszenen der Aufnahmen.

Auswertung am Fallbeispiel „Martin“

Nachfolgend wird an drei konkreten Szenen dargestellt, wie bei der Auswertung der Daten vorgegangen wurde bzw. wie die einzelnen Datenquellen zu einem Bild zusammengefügt werden müssen, um diagnostizieren zu können, welche Denkstrukturen die Studierenden bei experimentellen Handlungen leiten.

Szene 1: Auf *Performanzebene* beobachtet man, dass Martin das Amperemeter in Reihe und das Voltmeter parallel zur Spannungsquelle schaltet. Auf der *Oberflächenstrukturebene* ist dies als eine eher ungünstige Versuchsanordnung (bezüglich systematischer Fehler) zu werten. Für den Beobachter stellt sich die Frage: Hat Martin an dieser Stelle fehlende Fachkenntnisse? Bei der Sichtung seiner Antworten beim *schriftlichen Wissenstest* stellt man fest, dass er weiß, dass Messgeräte Innenwiderstände haben und dadurch die Messung verfälschen. Dies differenziert er jedoch nicht bis zur „Strom- und Spannungsrichtigen Messung“, was als mangelhaftes Wissen zu bewerten ist. Welche Denkstruktur leitet dann Martin bei der Handlung „Messgeräte schalten“? Beim *Lauten Denken* sagt er: „So. Und dann, um zu kontrollieren, ob das Gerät auch ganz genau ist und welche Spannung es genau ausgibt, werde ich hier noch direkt eine Spannungsmessung machen, direkt am Gerät. So.“ Auf der *Tiefenstrukturebene* ist festzustellen, dass sein Handlungswissen an dieser Stelle die Vorstellung ist, dass für die Messung nur die angelegte Spannung eine Rolle spielt. Im Praktikum vermitteltes Wissen – strom- und spannungsrichtig Messen am Steckwiderständen – wird auf den Kontext „Widerstandswert eines Leiterdrahts“ nicht übertragen.

Szene 2: Auf *Performanzebene* beobachtet man, dass Martin beim Versuchsaufbau die groß regulierbare Spannungsquelle auswählt. Auf der *Oberflächenstrukturebene* ist dies als eine eher ungünstige Auswahl zu werten, da hier ein feinregulierbares Stromversorgungsgerät messtechnisch gesehen die bessere Wahl gewesen wäre. Für den Beobachter stellt sich die Frage: Ist Martin an dieser Stelle den Vorteil der Feinregulierung nicht bewusst? Beim *Planungsprodukt* oder im *schriftlichen Wissenstest* gibt es hierzu keine Ansatzpunkte. Beim *Lauten Denken* sagt er bei Ausführen der Handlung folgendes „Ehm. Ich nutze diese Spannungsquelle, da werde ich einfach eine fixe Spannung einstellen.“ Beim *Stimulated*

Recall Interview formuliert er bezüglich dieser Szene wie folgt: „Das war so bisschen so aus Einfachheitsgründen, weil ich wollte nicht so viel Herumregeln, sondern wollte ich einfach diesen ersten Wert haben und fertig...“. Auf der *Tiefenstrukturebene* kann man sein Erfahrungswissen folgendermaßen beschreiben: Feinregulierung bedeutet viel unnötiges Herumregeln. Ihm fehlt offensichtlich Übung in der Handhabung dieses schultypischen Geräts. Zu vermuten ist, dass nur wenn dieses Hindernis ausgeräumt ist, der messtechnische Vorteil als Handlungsabsicht dominieren wird.

Szene 3: Auf Performanzebene beobachtet man, dass Martin als erstes 6 V einstellt und dann kurz darauf auf 2 V (kleinstmögliche Spannungswert bei der gewählten Spannungsquelle) zurückstellt. Von da an fasst Martin den Draht immer wieder mit der Hand an, als würde er prüfen, ob der Draht sich warm anfühlt. Auf der *Oberflächenstrukturebene* ist dies als eine eher ungünstige Vorgehensweise zu werten. Falls man im Vorfeld keine genaueren Werte recherchiert hat, ist es messmethodisch sinnvoller, mit kleinen Werten anzufangen und ggf. höher zu „drehen“. Andererseits, da unser Temperaturempfinden subjektiv ist, ist hier die Temperaturkontrolle nur mit einem Thermometer – das zur Verfügung gestellt wurde – objektiv genug. Welche Denkstrukturen sind bei dieser Handlungssituation für ihn entscheidend? Im *Planungsprodukt* und im *schriftlichen Wissenstest* wird klar, dass Martin weiß, dass der Widerstandswert temperaturabhängig ist, führt dies aber nur auf die Raumtemperatur zurück. Den von der eingestellten Betriebsspannung resultierenden Stromfluss als weitere mögliche Ursache hierfür benennt er nicht. Also hat er fehlendes Fachwissen. Dieses Wissen wird offensichtlich erst bei der Durchführung erworben. Nach der Analyse auf der *Tiefenstrukturebene* (Lautes Denken und Stimulated Recall Interview) kann man sein Erfahrungswissen folgenderweise beschreiben: bei der Einstellung einer Betriebsspannung ist seine erste Wahl die „goldene Mitte“ und bei unerwartetem Temperaturanstieg ist kurze Handkontrolle, ob der Gegenstand „fühlbarm“ wird, die gewählte Strategie. Interessant ist noch, dass er am Ende der Durchführung sagt: „Und da das Ganze temperaturabhängig ist, werde ich noch Raumtemperatur messen“ und an dieser Stelle nimmt er doch noch die bereitgestellten Thermometer zur Hand. Die Durchführung des Experiments ist insgesamt planfixiert und unflexibel: bei erkannten Problemen handelt Martin eher intuitiv statt reflektiert.

Konsequenz und Ausblick

Zur Eignung der Erhebungsmethode für weiter Untersuchungen ist folgendes festzustellen: Aus reiner Performanzbeobachtung kann man zwar erkennen, welche experimentellen Handlungen angehende Lehrkräfte tun oder eben unterlassen, jedoch nicht ihre Entscheidungsgründe erfassen. Das Planungsprodukt und das fachliche und methodische Wissen vor der Performanz schriftlich zu erheben ist wichtig, um ausdifferenzieren zu können, ob eine nicht optimale Handlung auf Mangel an Wissen oder Mangel an Anwendbarkeit dieses Wissens zurückzuführen ist. Die Methode Lauten Denkens bietet wichtige Hinweise auf die Tiefenstrukturen, sie reicht jedoch für eine vollständige Aufdeckung von Denkmustern nicht aus. Die Grenze der Methode bei der Auswertung war deutlich zu spüren, es wird nämlich nicht alles, was im Kurzzeitgedächtnis vorhanden ist, auch versprochen. Schnelle intuitive Denkprozesse, die besonders für praktisches Handlungswissen typisch sind, bleiben unausgesprochen. Das Stimulated Recall Interview wird für diese Stelle als sehr geeignet empfunden. Die Studierenden konnten sich mehrere Wochen nach der Durchführung anhand der gezeigten Szenen an dieses Erfahrungswissen gut erinnern. Insgesamt ist festzuhalten, dass der hier beschriebene Methodenmix einen empirischen Zugang zu Tiefenstrukturen bei experimentellen Handlungen ermöglicht. Im Wintersemester 2016/17 ist die Hauptstudie mit 18 Teilnehmern geplant. Das Stimulated Recall Interview wird auf den Planungs- und Auswertungsprozess ausgeweitet. Weiterhin ist die Ableitung von Fördermaßnahmen aus dem gewonnen Erkenntnissen geplant.

Literatur

- Arndt, K. (2016). Experimentierkompetenz erfassen: Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie. Berlin: Logos Berlin, Band 202.
- IQB, Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen. (2013). Kompetenzstufenmodelle zu den Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss: Kompetenzbereiche „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“: Entwurf, Stand:29. Oktober 2013. Berlin. Zugriff am 14.10.2016 auf https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/ksm/KSM_Physik.pdf
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2014): Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 09.10.2014. Zugriff am 14.10.2016 auf http://www.akkreditierungsrat.de/fileadmin/Seiteninhalte/KMK/Vorgaben/KMK_Lehrerbildung_inhaltliche_Anforderungen_aktuell.pdf
- Messmer, R. (2015). Stimulated Recall als fokussierter Zugang zu Handlungs- und Denkprozessen von Lehrpersonen. In Forum: Qualitative Social Research. FQS. Vol 16, No. 1, Art. 3. Zugriff am 14.10.2016 auf <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/2051/3732>
- Rath, V. (2016). Fachpraktische Ausbildung von Paderborner Physiklehramtsstudierenden. Entwicklung, Implementierung und Evaluation eines neuen Lehrkonzepts für das physikalische Praktikum `Schulphysik I im Haupt- und Realschulstudiengang Physik. In die hochschullehre, Interdisziplinäre Zeitschrift für Studium und Lehre. Jahrgang 2. Zugriff am 14.10.2016 auf <http://www.hochschullehre.org>
- Steffensky, M. & Hardy, I. (2013). Spiralcurriculum Magnetismus. Naturwissenschaftlich denken und arbeiten lernen - Elementarbereich, Seelze: Friedrich Verlag.