

Methoden zur Erfassung von Schwierigkeiten bei Schülerexperimenten

Ausgangslage und Forschungsanliegen

Ebenso wie Schülerexperimente im Zusammenhang mit der Einführung der Bildungsstandards Physik (KMK, 2004) an Bedeutung gewonnen haben, ist auch die Frage nach einem angemessenen Umgang mit der immer größer werdenden Heterogenität an deutschen Schulen (Trautmann & Wischer, 2011, S. 7) in den Mittelpunkt gerückt. Einen vielversprechenden Lösungsansatz hierfür stellt das Konzept der (inneren) Differenzierung dar (z. B. Wodzinski & Wodzinski, 2007, S. 5). Einer Möglichkeit, beide Aspekte – Schülerexperimente und Differenzierung – im Physikunterricht miteinander zu verknüpfen, wurde in dem Projekt „Experimente mit gestuften Lernhilfen“ der Universität Kassel nachgegangen (Wodzinski et al., eing.): Entsprechend ihrer individuellen Fähigkeiten konnten Schülerinnen und Schüler beim Bearbeiten einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz auf vorgefertigte gestufte Hilfekarten zurückgreifen. Wider Erwarten wurden im Rahmen dieser Studie keine eindeutigen Effekte der gestuften Hilfen auf den Lernerfolg der Lernenden festgestellt. Als eine Erklärung hierfür kann angeführt werden, dass die von den Schülerinnen und Schülern benötigten Lernhilfen möglicherweise nicht mit den tatsächlich angebotenen übereinstimmten. Im Rahmen des DiSiE-Projekts der Universität Kassel soll daher der Frage nachgegangen werden, *welche Schülerschwierigkeiten tatsächlich beim eigenständigen Experimentieren zum Hooke'schen Gesetz in der Praxis auftreten*.

Aus Sicht der Forschung genügt es für eine gelungene Differenzierung aber nicht, den Fokus ausschließlich auf die Lernenden zu richten – es gilt auch die Sichtweise der Lehrkräfte zu berücksichtigen: Diese müssen die Vielfalt ihrer Schülerinnen und Schüler erkennen, um diese im Unterricht nutzen zu können (Wodzinski & Wodzinski, 2007, S. 9). Hierzu ist eine ausgeprägte diagnostische Kompetenz seitens der Lehrperson notwendig, die jedoch im Studium sowie in Fortbildungen kaum entwickelt und gefördert wird (Helmke, 2010, S. 253). Die aufgeworfene Frage nach den Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren zum Hooke'schen Gesetz wird daher auf die Frage ausgeweitet, *inwiefern sich diese Schwierigkeiten in ein zu entwickelndes, praktikables Modell einordnen lassen*, das die Lehrpersonen für die Thematik Schülerschwierigkeiten beim Experimentieren sensibilisieren und sie bei deren Diagnose unterstützen soll. Dieser Beitrag legt einen Fokus auf die methodische Umsetzung dieses Vorhabens und stellt erste, vorläufige Ergebnisse vor.

Theoretische Vorarbeiten

Ein erster Ansatz zur umfassenden und praxisnahen Beschreibung der Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren ist bei Kechel & Wodzinski (2013) zu finden, die eine Unterscheidung in innenbedingte, lehrbedingte, sachbedingte und sozialbedingte Lernschwierigkeiten vornehmen. Da bei dieser Kategorisierung aber weder der Experimentierprozess berücksichtigt noch auf die den Schwierigkeiten zugrundeliegenden Ursachen eingegangen wird, gilt es, dieses Modell zu optimieren. Für eine differenziertere Beschreibung der Schülerschwierigkeiten und deren Ursachen bietet sich eine Systematisierung von Lernschwierigkeiten aus dem Bereich der Sonderpädagogik nach Heimlich (2009, S. 35) an. Der Experimentierprozess lässt sich durch experimentelle Teilschritte beschreiben, die an die experimentellen Teilkompetenzen nach Nawrath, Maiseyenka & Schecker (2011, S. 43) angelehnt sind. Fügt man beide Ansätze zusammen, ergibt sich folgendes Modell (Abb. 1):

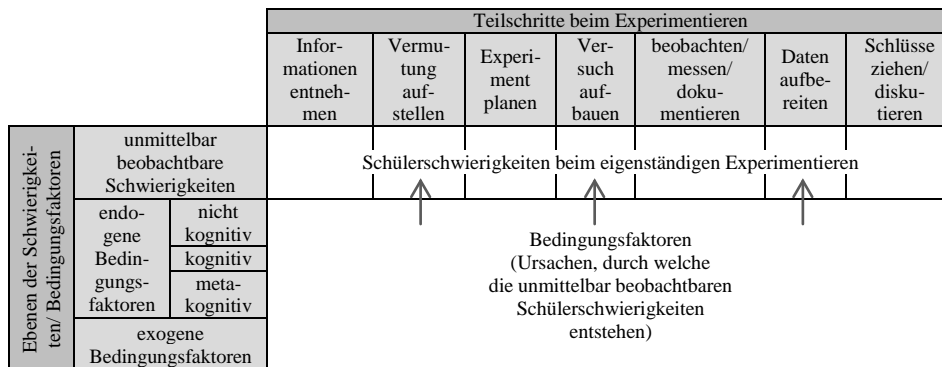


Abb. 1: Modell der Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren.

Methodische Umsetzung

In einer Laborstudie mit zehn Schülerpaaren aus zwei 8. Gymnasialklassen, die bereits das Hooke'sche Gesetz kannten, wurde eine Experimentieraufgabe eingesetzt, bei der möglichst exakt die Masse einer Bonbontüte herauszufinden ist. Dies soll unter Verwendung des Hooke'schen Gesetzes und mithilfe von Stativmaterial, einer Feder, eines Zollstocks sowie dreier Alltagsgegenstände, deren Massen allesamt bekannt sind, erfolgen. Um die Schülerschwierigkeiten bei der Bearbeitung dieser Experimentieraufgabe herauszuarbeiten und diese in einem nächsten Schritt in das vorgestellte Modell einzuordnen, wurden die Schülerpaare während ihres Experimentierprozesses gefilmt. Die entstandenen Videos werden mithilfe des Programms Videograph (Rimmele, 2013) in zwei Schritten ausgewertet: Zunächst wird der Experimentierprozess mittels einer niedrig-inferenten Kodierung anhand der o. g. Teilschritte beim Experimentieren unterteilt, bevor mittels einer hoch-inferenten Kodierung die unmittelbar beobachtbaren Schülerschwierigkeiten herausgearbeitet und diesen Teilschritten zugeordnet werden. Des Weiteren wurde den teilnehmenden Schülerpaaren ein bis zwei Tage nach der Durchführung des Experiments das Video ihres Experimentierprozesses vorgeführt. Dabei wurden sie zu den Ursachen der unmittelbar beobachtbaren Schwierigkeiten befragt. Diese Stimulated-Recall-Interviews werden mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring, 2010) analysiert, mit dem Ziel, die Bedingungsfaktoren der Schwierigkeiten herauszuarbeiten und diese den unmittelbar beobachtbaren Schwierigkeiten zuzuordnen.

Erste Ergebnisse

Bislang wurden fünf Videos anhand der niedrig-inferenten Kodierung ausgewertet. Über alle ausgewerteten Videos gemittelt zeigt sich, dass ein Großteil der Experimentierzeit für das Beobachten, Messen und Dokumentieren (34,0 %) sowie das Datenaufbereiten (34,3 %) verwendet wird, die Teilschritte Vermutung aufstellen (0,1 %), Experiment planen (1,3 %) und Schlüsse ziehen (3,0 %) jedoch nahezu keine Anwendung finden.

In den fünf analysierten Videos konnte zudem eine Vielzahl an Schülerschwierigkeiten beim Experimentieren zum Hooke'schen Gesetz aufgedeckt werden und es ließen sich für einige der beobachteten Schwierigkeiten mit Hilfe der Stimulated-Recall-Interviews die zugehörigen Bedingungsfaktoren herausarbeiten. Im Folgenden werden die bislang am häufigsten aufgetretenen Schülerschwierigkeiten und Bedingungsfaktoren aufgelistet und in das vorgestellte Modell eingeordnet (Abb. 2):

- A: Messungenauigkeiten (aufgetreten bei 5 von 5 Experimentierpaaren)
- B: Schwierigkeiten bei der Handhabung der Tischklemme (4/5)
- C: Verwendung der Gesamtlänge statt der Längenänderung bei der Anwendung des Hooke'schen Gesetzes (4/5)

- D: Ungenauigkeit des Ergebnisses durch fehlende Mittelwertbildung (4/5)
- E: Schwierigkeiten bei der Anwendung der Formel zum Hooke'schen Gesetz (4/5) bedingt durch fehlendes Wissen über die Formel zum Hooke'schen Gesetz (4/5)
- F: Schwierigkeiten bedingt durch das Überlesen von Textinformationen (3/5)
- G: Unvollständigkeit der Versuchsbeschreibung (3/5) bedingt durch eine missverständliche Aufgabenformulierung bzgl. des Protokolls (2/5)

		Teilschritte beim Experimentieren			
		Informationen entnehmen	Versuch aufbauen	beobachten/messen/dokumentieren	Daten aufbereiten
Ebenen der Schwierigkeiten/Bedingungsfaktoren	unmittelbar beobachtbare Schwierigkeiten		B	A G	C D E
	endogene Bedingungsfaktoren	kognitiv	F		E
	exogene Bedingungsfaktoren			G	

Abb. 2: In das Modell eingeordnete Schülerschwierigkeiten und Bedingungsfaktoren

Neben der allgemeinen Beschreibung und Einordnung der Schülerschwierigkeiten und Bedingungsfaktoren können auch Einzelfalluntersuchungen durchgeführt werden. Auf diese Weise lässt sich beispielsweise sehr anschaulich zeigen, wie durch eher unwesentlich erscheinende Faktoren immense Schwierigkeiten für die Schülerinnen und Schüler entstehen können. So verwarfen in der Studie zwei Schülerinnen ihre fast richtige Lösung u. a. deshalb, weil sie bereits 20 Minuten vor Ablauf der vorgegebenen Experimentierzeit fertig waren und hierdurch an der Richtigkeit ihrer Lösung zweifelten.

Zusammenfassung und Ausblick

Obwohl die Auswertung des Materials noch nicht vollständig abgeschlossen ist, scheint das entwickelte Modell geeignet zu sein, um die aufgetretenen Schülerschwierigkeiten und die zugehörigen Bedingungsfaktoren einzuordnen. Es gilt noch zu prüfen, inwieweit sich dieses Modell auch auf andere Experimentiergruppen und Experimentiersituationen übertragen lässt. Ebenso offen ist noch die Frage, inwiefern Lehrpersonen mithilfe dieses Modells für die Diagnose von Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren sensibilisiert werden können.

Literatur

- Heimlich, U. (2009). Lernschwierigkeiten. Sonderpädagogische Förderung im Förderschwerpunkt Lernen (UTB Erziehungswissenschaft, Sonderpädagogik, Bd. 3192). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Helmke, A. (2010). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts; (1. Aufl.). Seelze-Velber: Klett/Kallmeyer.
- Kechel, J.-H. & Wodzinski, R. (2013). Erfassung von Lernschwierigkeiten bei computergestützten Experimenten. In S. Bernholt (Hrsg.), Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen. Jahrestagung in Hannover 2012 (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Bd. 33, S. 254–256). Kiel: IPN.
- KMK. (2004). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004. Zugriff am 10.09.2014. Verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf.
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken (11. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Nawrath, D., Maiseyenka, V. & Schecker, H. (2011). Experimentelle Kompetenz. Ein Modell für die Unterrichtspraxis. Praxis der Naturwissenschaften Physik in der Schule, 60 (6), 42–49.
- Rimle, R. (2013) Videograph [Computer software]. Kiel: IPN.
- Trautmann, M. & Wischer, B. (2011). Heterogenität in der Schule. Eine kritische Einführung (1. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Wodzinski, R. & Wodzinski, C. T. (2007). Unterschiede zwischen Schülern - Unterschiede im Unterricht. Guten Physikunterricht für alle Schülerinnen und Schüler gestalten. Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 18 (99/100), 4–9.
- Wodzinski, R., Strehlau, T., Schmidt-Weigand, F., Hänze, M. & Blum, S. (eingereicht). Gestufte Lernhilfen bei experimentellen Aufgaben: Wie beeinflusst die Experimentierumgebung die Nutzung und die Wirkung von gestuften Lernhilfen. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften.