

Die Kompetenz von Studierenden, Schülerschwierigkeiten zu diagnostizieren Erste Ergebnisse am Beispiel des Hooke'schen Gesetzes

Die Diagnose von möglichen Schülerfehlern und Lernschwierigkeiten bei der Bearbeitung von Experimenten stellt eine „Voraussetzung für angemessene Unterrichtsgestaltung und gezielte individuelle Förderungen“ (Artelt & Gräsel, 2009, S. 157) dar und wird deshalb von angehenden Physiklehrkräften erwartet (Gramzow et al., 2013, S. 23).

Zur Frage, mit welchen Schwierigkeiten beim Experimentieren zu rechnen ist, liegen einige Studien vor. Neben zahlreichen Untersuchungen zu themenspezifischen Präkonzepten existiert eine Reihe von Erkenntnissen zu allgemeinen Lernschwierigkeiten beim Experimentieren (vgl. Hammann et al., 2006; Hopf, 2007; de Jong & van Joolingen, 1998). Vereinzelt liegen auch Ergebnisse zu Schwierigkeiten bei speziellen Experimenten vor. So konnte Kechel (2016) 39 verschiedene Schwierigkeiten bei der Bearbeitung eines Experiments zum Hooke'schen Gesetz herausarbeiten. Dabei liegt eine Schwierigkeit dann vor, wenn Lernende „ein für das erfolgreiche Bearbeiten der Experimentieraufgabe erforderliches Teilziel nicht, in unbefriedigendem Maße oder nur mit großer Mühe erreichen oder wenn der Experimentierprozess von unerwünschten Nebenwirkungen im (Sozial-) Verhalten oder beim Erleben (motivational, emotional, volitional) begleitet wird“ (Kechel, 2016, S. 57).

Draude (2016) untersuchte, inwiefern es Lehrkräften gelingt, Schwierigkeiten bei dem von Kechel untersuchten Experiment zu diagnostizieren, wobei er zwischen prädiktiver und handlungsbegleitender Diagnosekompetenz unterscheidet. Prädiktive Diagnosekompetenz ist dabei die Fähigkeit, auf Grundlage der Aufgabe mögliche Schwierigkeiten vorherzusagen, wohingegen handlungsbegleitende Diagnose das Diagnostizieren von Schwierigkeiten während des Lernprozesses meint.

Als zentrale Ergebnisse arbeitete Draude heraus, dass es den 25 untersuchten Lehrkräften unabhängig von der Lehrerfahrung teils große Probleme bereitete, Schwierigkeiten im Vorfeld einzuschätzen und prozessbegleitend zu erkennen. Aus diesem Grund scheint die explizite Förderung der Diagnosekompetenz bereits in der Lehramtsausbildung sinnvoll.

Studien zur Förderung der Diagnosekompetenz im zuvor beschriebenen Sinne liegen nur in geringem Umfang vor (vgl. Fischer & Sjuts, 2011; Girulat et al., 2013; Rogalla & Vogt, 2008), was zum Teil daran liegt, dass die diagnostische Kompetenz in den meisten Publikationen auf die Urteilsgenauigkeit bei der Einschätzung eines Personenmerkmals reduziert wird (Praetorius et al., 2012, S. 116). Aus diesem Grund wird anknüpfend an die Arbeiten von Draude und Kechel der Frage nachgegangen, wie die Fähigkeit, Schülerschwierigkeiten prädiktiv zu diagnostizieren, gefördert werden kann. Im Hinblick auf die Gestaltung von Lerngelegenheiten im Studium ist besonders interessant, welche Rolle die Durchführung von Experimenten und das eigene Durchlaufen des Lernprozesses auf die Diagnose hat.

Forschungsfragen und Design

Anhand von Interviews mit Studierenden, die sich mindestens im vierten Fachsemester befinden, wird zunächst erhoben, welche Ursachen ge- bzw. misslungene prädiktive

Diagnosen haben, um darauf aufbauend Fördermöglichkeiten zu entwickeln. Dabei liegt der gleiche Experimentierauftrag zu Grunde, der auch schon von Kechel (2016) und Draude (2016) verwendet wurde. Konkret werden dabei die folgenden Fragen beantwortet:

- (FF1)** Inwiefern unterscheiden sich die Diagnosen von Lehrkräften und Studierenden?
(FF2) Welche Schwierigkeiten haben Studierende bei der Bearbeitung des Experimentierauftrags?
(FF3) Welchen Einfluss hat die Durchführung des Experiments durch die Studierenden auf die prädiktive Diagnose von Schülerschwierigkeiten?
(FF4) Welche Situationen während der Bearbeitung der Experimentieraufgabe werden von den Studierenden als Schwierigkeit angesehen?

Das Interview besteht aus fünf Phasen (Abb. 1). In der ersten Phase machen sich die Studierenden mit der Aufgabenstellung vertraut. Dabei steht das Experimentiermaterial noch nicht zur Verfügung. Im Anschluss folgt die erste prädiktive Diagnose, in der die Studierenden Schwierigkeiten benennen, die sie bei der Bearbeitung des Auftrags durch Schülerinnen und Schüler erwarten. Nachdem sie in der dritten Phase den Versuch selbst durchgeführt haben, überprüfen sie ihre zuvor benannten Schwierigkeiten und nehmen ggf. Ergänzungen oder Änderungen vor. In der letzten Interviewphase werden den Studierenden Situationen aus Schülerexperimentierphasen präsentiert, welche dahingehend beurteilt werden sollen, ob eine Schwierigkeit vorliegt oder nicht.¹

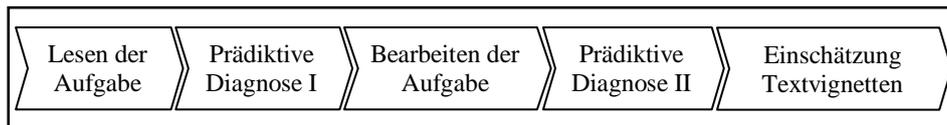


Abb. 1: Ablauf des Interviews

Ergebnisse

Im Folgenden sind erste Ergebnisse jeweils in Bezug auf die Forschungsfragen formuliert.
Forschungsfrage 1: Entgegen der Erwartung sind die Diagnosen der untersuchten Studierenden wenigstens so differenziert wie die der von Draude untersuchten Lehrkräfte. Während der Anteil an Personen, die mindestens eine Schwierigkeit in einer Experimentierphase diagnostizieren, pro Phase ähnlich groß sind, diagnostizieren Studierende im Schnitt mehr Schwierigkeiten (Abb. 2).

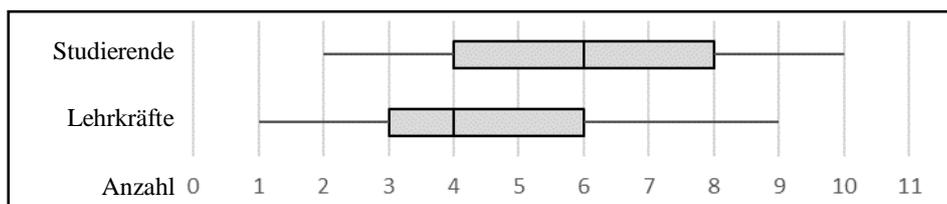


Abb. 2: Anzahl diagnostizierter Schwierigkeiten von Studierenden und Lehrkräften

Außerdem ist hervorzuheben, dass etwa 88 % der Studierenden mindestens eine der Schwierigkeiten „fehlende Kenntnis des Hooke’schen Gesetzes“, „fehlendes Verständnis des Hooke’schen Gesetzes“ oder „fehlerhafte Übertragung des Hooke’schen Gesetzes auf Massen“ benennen, während der Anteil bei den Lehrkräften lediglich 24 % beträgt.

¹ Eine detailliert P127_Kurth e Beschreibung des Interviewablaufs und der Auswertungsmethoden findet sich in Kurth & Wodzinski (2017).

Forschungsfrage 2: Durch die Analyse der Experimentiervideos konnten zahlreiche Schwierigkeiten identifiziert werden, welche die Studierenden bei der Bearbeitung des Experimentierauftrags haben. Insbesondere verwendete nur einer von neun Studierenden alle bekannten Massen zur Bestimmung der unbekannt Masse. Bei sieben Studierenden traten Schwierigkeiten bei der Dokumentation, wie z. B. fehlende Versuchsdurchführungen oder Rechenwege, auf. Ebenso häufig wurden Schwierigkeiten beim genauen Messen beobachtet. Zum Beispiel wurden Gegenstände während der Messung berührt oder der Zollstock ungenau angehalten und abgelesen. Des Weiteren traten bei den Studierenden viele individuelle Schwierigkeiten auf, die bereits Kechel (2016) bei Schülern beobachten konnte. Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass Schwierigkeiten der Studierenden eine gelungene Diagnose behindern.

Forschungsfrage 3: Der Erwartung entsprechend benennen sieben der neun Studierenden nach der Durchführung des Versuchs Schwierigkeiten, die sie zuvor nicht benannt haben. Als Begründung geben sie an, dass ihnen diese während der Durchführung bewusstgeworden sind. Entgegen der Erwartung verwerfen sechs von neun Studierenden nach der Durchführung des Versuchs Schwierigkeiten, die sie zuvor diagnostiziert haben. Als Begründung geben sie an, dass sie diese Schwierigkeiten selbst nicht hatten. Eine ausführlichere Auseinandersetzung mit dem Experiment in Form der Durchführung führt demnach nicht automatisch zu einer besseren Diagnose von Schülerschwierigkeiten.

Forschungsfrage 4: Insgesamt erweist sich die Definition einer Schwierigkeit mittels Teilzielen als sinnvoll, da im Schnitt 75 % der Studierenden in Situationen Schwierigkeiten erkennen, in denen ein Teilziel nicht erreicht wurde. Ausnahmen bilden hierbei Situationen, in denen Ungenauigkeiten bei der Messung erkennbar sind, wie z. B. die Markierung der Nulllage der Feder mit dem Finger oder das Messen der Ausgangsfederlänge, während diese auf dem Tisch liegt. Diese Ergebnisse wurden lediglich aus der endgültigen Einschätzung der Studierenden gewonnen. Da die Studierenden die Situationen differenziert einschätzen und eine Situation in Abhängigkeit verschiedener Bedingungen, z.B. ob sich die Schülerinnen und Schüler über die Ungenauigkeit der Markierung mit dem Finger im Klaren sind, unterschiedlich einschätzen, bedarf diese Phase noch einer detaillierten Auswertung. In Verbindung mit Forschungsfrage 2 kann jedoch an dieser Stelle schon festgehalten werden, dass nur wenige der Schwierigkeiten der Studierenden während der Versuchsdurchführung von diesen nicht als solche wahrgenommen werden.

Ausblick

Das zuvor beschriebene Interview wird mit weiteren Studierenden durchgeführt, um die Ergebnisse der ersten drei Forschungsfragen auf eine breitere Datenbasis zu stellen und Zusammenhänge zwischen den Diagnosen und Schwierigkeiten der Studierenden detaillierter herausarbeiten zu können. Zudem werden die Einschätzungen der Situationen in der letzten Interviewphase unter Berücksichtigung der speziellen Argumentationen der Studierenden nochmals ausgewertet. Im nächsten Schritt werden die Schülerschwierigkeiten bei zwei weiteren Experimenten analog zum Vorgehen von Kechel (2016) erhoben, um das Kategoriensystem der Schwierigkeiten zu verallgemeinern. Auf Grundlage des dabei gewonnenen Videomaterials und unter Berücksichtigung der Erkenntnisse zu den vier oben beschriebenen Forschungsfragen werden Möglichkeiten entwickelt, die Diagnosekompetenz von Studierenden zu fördern. Zuletzt werden diese Möglichkeiten erprobt und ihre Wirksamkeit evaluiert.

Literatur

- de Jong, T. & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 68 (2), S. 179–201.
- Draude, M. (2016). Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren. Berlin: Logos Berlin (Studien zum Physik- und Chemielernen, 212).
- Fischer, A.; Sjuts, J. (2011). Entwicklung von Diagnose- und Förderkompetenz im Fach Mathematik. *SEMINAR - Lehrerbildung und Schule* 4, S. 31–47.
- Girulat, A.; Nührenbörger, M. & Wember, F. (2013). Fachdidaktisch fundierte Reflexion von Diagnose und individueller Förderung im Unterrichtskontext - am Beispiel des Faches Mathematik unter Berücksichtigung sonderpädagogischer Förderung. In: Hußmann, S. & Selter, C. (Hg.): *Diagnose und individuelle Förderung in der MINT-Lehrerbildung. Das Projekt dortMINT*. Münster: Waxmann, S. 150–166.
- Hammann, M., Phan, T. T. H., Ehmer, M. & Bayrhuber, H. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 59 (5), S. 292–299.
- Hopf, M. (2007). Problemorientierte Schülerexperimente. Berlin: Logos Berlin (Studien zum Physik- und Chemielernen, 68).
- Kechel, J.-H. (2016). Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. Eine qualitative Studie am Beispiel einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz. Berlin: Logos Berlin (Studien zum Physik- und Chemielernen, 214).
- Kurth, C. & Wodzinski, R. (in Vorbereitung). Die Kompetenz von Studierenden, Schülerschwierigkeiten zu diagnostizieren. Vorstellung eines Promotionsvorhabens. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.
- Rogalla, M. & Vogt, F. (2008). Förderung adaptiver Lehrkompetenz: eine Interventionsstudie. *Unterrichtswissenschaft* 36 (1), S. 17–36.