

Die Kompetenz von Studierenden, Schülerschwierigkeiten zu diagnostizieren

- Vorstellung eines Promotionsvorhabens -

Christopher Kurth, Rita Wodzinski

Universität Kassel, Didaktik der Physik, Heinrich-Plett-Straße 40, 34109 Kassel
kurth@physik.uni-kassel.de, wodzinski@physik.uni-kassel.de

Kurzfassung

Im Rahmen einer kürzlich abgeschlossenen Promotion (Draude, 2016) wurde gezeigt, dass es Lehrkräften im Allgemeinen nur unzureichend gelingt, Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren vorherzusagen bzw. handlungsbegleitend zu erkennen. Anknüpfend daran wird in dem vorliegenden Promotionsvorhaben der Frage nachgegangen, wie diese diagnostischen Fähigkeiten in der Lehrerbildung gefördert werden können.

In einem ersten Schritt werden mögliche Ursachen für das Ge- oder Misslingen der Diagnose geklärt. Dazu werden Studierende in Interviews zu erwartbaren Schwierigkeiten beim Einsatz einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz befragt. Um Zusammenhänge zu eigenen Schwierigkeiten herausarbeiten zu können, wird die Bearbeitung des Experimentierauftrags durch die Studierenden erfasst und analysiert. Zusätzlich wird der Frage nachgegangen, welche Situationen durch die Studierenden überhaupt als Schwierigkeit wahrgenommen werden. Als Auswertungsmethode wird die Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring verwendet.

1. Ausgangslage

Angehende Physiklehrkräfte sollten in der Lage sein, Schülerfehler, Schülerkonzeptionen und Lernschwierigkeiten bei der Bearbeitung von Experimenten diagnostizieren und vorherzusagen zu können (Gramzow et al., 2013, S. 23). Doch mit welchen Arten von Schwierigkeiten ist zu rechnen? Welche Merkmale entscheiden darüber, ob eine Schwierigkeit vorliegt oder nicht? Wie ist die Diagnosekompetenz von Lehrkräften ausgebildet?

Diesen Fragestellungen näherten sich bereits Draude (2016) und Kechel (2016). Beiden Untersuchungen liegt eine Experimentieraufgabe zu Grunde, in der die Schülerinnen und Schüler die Masse einer Bonbon-tüte mittels einer Stahlfeder und drei Gegenständen mit bekannter Masse experimentell bestimmen sollen. In der Aufgabenstellung wird explizit dazu aufgefordert, das Hooke'sche Gesetz zur Bestimmung der unbekannt Masse zu nutzen.

Schwarz et al. (2008, S. 779) definieren die Diagnosekompetenz als „ability and [...] readiness of an assessing person to assess or analyze people or their performance according to predefined categories and terms or conceptions“ (Schwarz et al., 2008, S. 779).

Draude konkretisiert diese Definition in seiner Studie, in der er die Schwierigkeiten untersuchte, die Lehrkräfte bei der Bearbeitung der Aufgabe durch Schülerteams erwarten bzw. erkennen, indem er zwischen prädiktiver und handlungsbegleitender Diagnosekompetenz unterscheidet. Prädiktive Diagnosekom-

petenz meint hier die Fähigkeit, mögliche Schwierigkeiten bereits auf Grundlage der Aufgabe vorherzusagen, wohingegen handlungsbegleitende Diagnose das Beobachten von Schwierigkeiten während des Lernprozesses meint.

Zur Erhebung der zweiten Facette präsentierte Draude den Lehrkräften ein Video, welches den gesamten Experimentierprozess zweier Schülerinnen zeigt. Auf dieser Grundlage sollten die Lehrkräfte die Schwierigkeiten benennen, welche bei diesem Schülerpaar auftreten.

Draude fand heraus, dass es vielen Lehrkräften große Probleme bereitet, Schwierigkeiten des Experimentierprozesses im Vorfeld einzuschätzen. Insbesondere lassen die Daten den Schluss zu, dass kein Zusammenhang zwischen der Lehrerfahrung und der Anzahl der prädiktiv diagnostizierten Schwierigkeiten besteht.

Bezüglich der handlungsbegleitenden Diagnosekompetenz stellte sich heraus, dass diese bei vielen Lehrkräften nur gering ausgeprägt ist. Deutlich wird dies vor allem daran, dass zentrale Schwierigkeiten, wie z.B. die Verwendung der Gesamtfederlänge anstatt der Längenänderung, nicht erkannt werden.

Kechel hat auf Grundlage einer Literaturanalyse eine Kategorisierung von Schülerschwierigkeiten vorgelegt, die er auf die konkreten Experimentierprozesse von zehn Schülerpaaren anwenden konnte. Nach Kechel liegt dann eine Schwierigkeit vor, wenn Lernende „ein für das erfolgreiche Bearbeiten der Experimentieraufgabe erforderliches Teilziel nicht, in unbefriedigendem Maße oder nur mit großer Mühe er-

reichen oder wenn der Experimentierprozess von unerwünschten Nebenwirkungen im (Sozial-)Verhalten oder beim Erleben (motivational, emotional, volitional) begleitet wird“ (Kechel 2016, S. 57). Ein Teilziel beschreibt hierbei eine Handlung, die zur erfolgreichen Bearbeitung des Auftrags notwendig ist. Bezogen auf die Phase „Daten aufbereiten“ bedeutet dies im Fall einer grafischen Auswertung, dass folgende Teilziele erfüllt werden müssen:

- Die Schülerinnen und Schüler zeichnen ein geeignetes Koordinatensystem und tragen hierin die Messwerte (Massen und Längenänderungen/Gesamtlänge) ein.
- Die Schülerinnen und Schüler fertigen eine Ausgleichsgerade an.
- Die Schülerinnen und Schüler lesen zur gemessenen Auslenkung die zugehörige gesuchte Masse ab.

Nach Kechel können für das Scheitern des Experimentierprozesses verantwortliche Schwierigkeiten in allen Phasen des Experimentierens auftreten und oftmals nur aus vermeintlichen Kleinigkeiten bestehen. Insgesamt ermittelte er 39 verschiedene Schwierigkeiten, wie zum Beispiel „Fehlendes Wissen über das Hooke'sche Gesetz“, „ungeeignete Auffassung von Messungenauigkeiten“, „Messen der Ausgangslänge der Feder im Liegen statt hängend“ oder „fehlendes Wissen zur Dreisatzrechnung“.

Studien zur Förderung der Diagnosekompetenz im oben beschriebenen Sinne sind im deutschsprachigen Raum kaum zu finden, da die diagnostische Kompetenz in den meisten Publikationen zu diesem Thema als „die Fähigkeit eines Urteilers, Personen zutreffend zu beurteilen“ (Schrader, 2010, S. 95) definiert wird (Praetorius et al., 2012, S. 116).

Einigen Publikationen liegen weiter gefasste Definitionen von diagnostischen Kompetenzen zu Grunde, bei denen der Lernprozess und die Schülersichtweisen stärker im Fokus stehen (vgl. Fischer & Sjuts, 2011; Groß, 2013; Rogalla & Vogt, 2008).

Fischer und Sjuts (2011) stellten fest, dass es Studierenden nach Besuch eines Mathematikseminars, in dem sie sich mit der Entwicklung von Diagnoseaufgaben, Methoden zur Analyse von Schülerbearbeitungen und Möglichkeiten für weiterführende Hilfestellungen auseinandersetzten, tendenziell besser gelang, die Schülersichtweise einzunehmen und detaillierte Wahrnehmungen und Urteile zu formulieren. Außerdem stellten sie fest, dass sowohl vor als auch nach dem Besuch des Seminars „unzureichende mathematische Kompetenzen zur Bewältigung der geometrischen Aufgabe und der mathematischen Herausforderungen, die die Schüleräußerungen stellen“ (Fischer & Sjuts, 2011, S. 46) die Diagnose behindern können.

2. Forschungsfragen

Diese Ergebnisse dienen als Ausgangspunkt der geplanten Untersuchung. Zunächst wird untersucht,

welche Schwierigkeiten Studierende bei dem Experiment zum Hooke'schen Gesetz diagnostizieren. Die Unabhängigkeit der Diagnosekompetenz von der Lehrerfahrung, die Draude feststellte, führt zu der Vermutung, dass Studierende ähnlich viele Schwierigkeiten wie die befragten Lehrkräfte diagnostizieren werden. Im Gegensatz zur Untersuchung von Draude soll hier zusätzlich der Frage nachgegangen werden, welche Ursachen einer ge- bzw. misslungenen prädiktiven (FF1) bzw. handlungsbegleitenden Diagnose von Schülerschwierigkeiten (FF2) zu Grunde liegen. Insbesondere erscheint dabei interessant, ob die geringe Anzahl an diagnostizierten Schwierigkeiten auf unterschiedliche Definitionen bzw. Vorstellungen einer Schwierigkeit zurückgeführt werden können und inwiefern fachliche Defizite der Studierenden die Diagnosekompetenz beeinflussen.

Auf Grundlage der dabei gewonnenen Ergebnisse soll im Anschluss der Frage nachgegangen werden, wie die Diagnosekompetenz von Studierenden gefördert werden kann (FF3).

3. Ablauf und Auswertung der Interviews zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage

Um den Ursachen einer ge- bzw. misslungenen prädiktiven Diagnose auf den Grund zu gehen, werden Studierende ab dem vierten Fachsemester im Rahmen eines Interviews dazu befragt, welche Schwierigkeiten sie bei der Bearbeitung des Experimentierauftrags zum Hooke'schen Gesetz erwarten.

Das Interview besteht aus fünf Abschnitten: Zunächst machen sich die Studierenden mit dem Experimentierauftrag vertraut. Das konkrete Experimentiermaterial steht zu diesem Zeitpunkt noch nicht zur Verfügung um die Phase der Versuchsdurchführung, mit Hilfe derer die fachlichen Kenntnisse der Studierenden erhoben werden, von den Phasen der prädiktiven Diagnose abzugrenzen.

In der zweiten Phase machen sich die Interviewteilnehmer Notizen zu den Schwierigkeiten, die sie bei der Bearbeitung dieses Auftrags durch Schülerinnen und Schüler der 7. bzw. 8. Jahrgangsstufe erwarten. Diese Einschätzungen werden im Anschluss unter Verwendung eines Interviewleitfadens nochmals ausführlich thematisiert. Dabei werden die Studierenden dazu aufgefordert, zu jeder Schwierigkeit mindestens ein konkretes Beispiel zu nennen, was zum einen die Einordnung der Aussagen in ein deduktiv gewonnenes Kategoriensystem zur Beschreibung von Schülerschwierigkeiten vereinfacht und zum anderen Rückschlüsse darauf zulässt, wie sicher sich die Studierenden mit ihrer Einschätzung sind.

Im dritten Interviewabschnitt wird der Experimentierauftrag durch die Studierenden bearbeitet. Diese Phase erfüllt zwei Funktionen. Der Lösungsprozess gibt Aufschluss über die fachlichen Kompetenzen der Studierenden, die bei diesem Experiment benötigt werden. Des Weiteren kann der Einfluss von eigenen Erfahrungen mit dem konkreten Experiment auf die Wahrnehmung von möglichen Schülerschwierigkeiten untersucht werden. Um den Lösungsprozess im

Hinblick auf auftretende Schwierigkeiten besser analysieren zu können, werden die Teilnehmer dazu aufgefordert, ihre Handlungen durch verbale Beschreibungen zu begleiten.

Nach der Durchführung nehmen die Studierenden Änderungen oder Ergänzungen an ihren in der zweiten Phase getroffenen Einschätzungen vor, die erneut leitfadengestützt thematisiert werden. Dabei werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer insbesondere dazu aufgefordert, die Beweggründe und die Ursachen ihrer Änderungen bzw. Ergänzungen zu beschreiben.

In der letzten Interviewphase werden den Studierenden Handlungen von Schülerinnen und Schülern in Textform präsentiert, welche dahingehend beurteilt werden sollen, ob die Schülerinnen und Schüler gerade eine Schwierigkeit haben oder nicht. Dabei werden sowohl solche Handlungen beurteilt, in denen ein Teilziel verletzt wird, als auch solche, in denen laut der Definition nach Kechel keine Schwierigkeit vorliegt. Die Einordnungen der Studierenden liefern Indizien darüber, was die Interviewteilnehmer unter einer Schwierigkeit verstehen.

Die Auswertung der Interviews wird in mehreren Schritten vorgenommen.

Durch Vergleichen der Schwierigkeiten, welche die Studierenden im zweiten Abschnitt – also vor der Bearbeitung des Experimentierauftrags – nennen und denen, die bei der Bearbeitung des Auftrags durch die Studierenden beobachtet werden, können Rückschlüsse darauf gezogen werden, inwiefern eine unvollständige prädiktive Diagnose mit fachlichen Defiziten der Studierenden zusammenhängt. Die Schwierigkeiten werden dabei mittels qualitativer Inhaltsanalyse auf Grundlage eines deduktiv gewonnenen Kategoriensystems herausgearbeitet.

In gleicher Weise werden die prädiktiv diagnostizierten Schwierigkeiten des vierten Abschnitts – also die erwarteten Schwierigkeiten nach Bearbeitung des Experimentierauftrags – herausgearbeitet. Die Änderungen gegenüber den zuvor erwarteten Schwierigkeiten geben Aufschluss darüber, inwiefern das Durchlaufen des Experimentierprozesses einen Einfluss auf die Wahrnehmung von möglichen Schwierigkeiten und die Angabe von konkreten Beispielen hat.

Der letzte Interviewabschnitt wird unter zweierlei Gesichtspunkten ausgewertet. Zum einen wird überprüft, inwieweit die Definition einer Schwierigkeit mittels Teilzielen mit der subjektiven Wahrnehmung der Studierenden übereinstimmt. Zum anderen kann in Erfahrung gebracht werden, wie die Studierenden ihre Zuordnung begründen. Im Speziellen wird hier also untersucht: Auf welcher Grundlage argumentieren die Studierenden? Denkbar wären hier z. B. eigene Erfahrungen aus der Schule, eigene Erfahrungen beim Experimentieren oder die Aufgabenstellung. Da das Spektrum an möglichen Begründungen hier sehr breit ist und aus der Literatur kein geeignetes Kategoriensystem gewonnen werden konnte, wird diese Phase induktiv ausgewertet.

4. Ergebnisse der Vorstudie

Das Interview wurde mit sechs Studierenden (ab dem vierten Fachsemester) durchgeführt. Die Dauer betrug zwischen 60 und 90 Minuten.

Der grundsätzliche Aufbau der Interviews hat sich als sinnvoll erwiesen. Insbesondere die Kommentierung des Experimentierprozesses durch die Studierenden (Talk-Aloud) liefert einen hilfreichen Einblick in die Schwierigkeiten, welche die Studierenden bei der Bearbeitung des Auftrags haben. Die Einschätzungen im fünften Abschnitt werden sehr differenziert begründet, so dass Rückschlüsse auf die Vorstellungen über Schwierigkeiten möglich sind.

Ursprünglich war ein Vergleich zwischen den Antwortsicherheiten der zweiten und vierten Phase angedacht, um weitere Hinweise darüber zu erhalten, wie sich die Durchführung des Experiments auf die prädiktive Diagnose von Schwierigkeiten auswirkt. Eine Analyse der Sicherheit auf Grundlage der Transkripte ist jedoch nicht möglich, da diese zu wenig Informationen für eine objektive Einschätzung beinhalten.

Des Weiteren werden die Studierenden in der letzten Phase danach befragt, warum sie eine Schwierigkeit, die sie in dieser Phase erkennen, zuvor nicht benannt haben. Größtenteils gaben die Studierenden der Vorstudie an, dass ihnen die Schwierigkeit „einfach nicht in den Sinn gekommen“ sei, so dass sich diese Frage als nicht ergiebig erwiesen hat.

Die vollständige inhaltliche Auswertung steht noch aus. Dennoch werden an dieser Stelle einige Tendenzen genannt, die trotz des kleinen Stichprobenumfangs erkennbar sind.

Die Studierenden erwarten ähnliche Schwierigkeiten wie die in der Studie von Draude befragten Lehrkräfte. Auch die Anzahl der erwarteten Schwierigkeiten liegt in einer ähnlichen Größenordnung (die Lehrkräfte erwarteten im Durchschnitt 4,3 Schwierigkeiten ($n = 25$; $SD = 2,1$) und die Studierenden 4,5 Schwierigkeiten).

Des Weiteren erwarten die Befragten tendenziell bei dem Lösungsweg Schwierigkeiten, den sie selbst bei der Bearbeitung wählen. So benennen Studierende, welche die Aufgabe rechnerisch lösen, keine Schwierigkeiten, die bei einer grafischen Auswertung auftreten könnten. Sollte sich dieses Ergebnis in größeren Stichproben bestätigen, zeigt dies die Notwendigkeit auf, Studierende für verschiedene individuelle Schülerlösungswege zu sensibilisieren.

Eine erstaunliche Tendenz, die sich in der Vorstudie abzeichnet ist, dass lediglich zwei der sechs Studierenden nach der Durchführung des Experiments die zuvor erwarteten Schwierigkeiten abänderten bzw. ergänzten.

In der letzten Interviewphase erkannten alle Studierenden Schülerschwierigkeiten in den vorgegebenen Situationen, die sie zuvor nicht benannt hatten. Auch wenn die genaue Auswertung der Frage, inwiefern sich die Einschätzung der Studierenden mit der Definition einer Schwierigkeit mittels Teilzielen deckt, noch aussteht, lässt sich festhalten, dass die geringe Anzahl an prädiktiv diagnostizierten Schwierigkeiten

nicht allein auf Lücken im Fachwissen oder unterschiedliche Vorstellungen einer Schwierigkeit zurückgeführt werden können. Vielmehr ermutigt dieses Ergebnis dazu, genau zu untersuchen, in welchen Experimentierphasen Schwierigkeiten benannt werden und welche Schwierigkeiten häufig übersehen werden, um die prädiktive Diagnosekompetenz gezielt fördern zu können.

5. Ausblick

Zentrales Ziel des vorgestellten Promotionsvorhabens besteht in der Entwicklung von Maßnahmen zur Förderung der Kompetenz, Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren.

Dazu werden zunächst die Ursachen einer ge- bzw. misslungenen prädiktiven Diagnose herausgearbeitet, indem weitere Interviews in der oben beschriebenen Weise durchgeführt und detailliert ausgewertet werden. In ähnlicher Weise wird die handlungsbegleitende Diagnosekompetenz der Studierenden untersucht. Dazu erhalten die Interviewteilnehmer Videos, die den gesamten Experimentierprozess einer Schülergruppe zeigen. Die erkannten Schülerschwierigkeiten können im Anschluss mit den von den Lehrkräften in der Studie von Draude (2016) benannten und den mittels Teilzielen herausgearbeiteten Schwierigkeiten abgeglichen werden. Dies soll Hinweise darauf liefern, wie die handlungsbegleitende Diagnosekompetenz gefördert werden kann.

Beim bisherigen Vorgehen wurde auf das zuvor beschriebene Experiment zum Hooke'schen Gesetz zurückgegriffen, da auftretende Schwierigkeiten und deren Wahrnehmung durch Lehrkräfte in den Studien von Draude und Kechel detailliert untersucht wurden. Um in weiteren Interviews auf andere Experimente zurückgreifen zu können, werden die Schwierigkeiten bei der Bearbeitung von zwei weiteren Experimenten analog zu dem Vorgehen von Kechel (2016) erhoben. Das gewonnene Material kann außerdem im späteren Verlauf zur Förderung der diagnostischen Kompetenzen verwendet werden.

6. Literatur

Draude, Martin (2016): Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren (Studien zum Physik- und Chemielernen).

Fischer, Astrid; Sjuts, Johann (2011): Entwicklung von Diagnose- und Förderkompetenz im Fach Mathematik. In: SEMINAR - Lehrerbildung und Schule 4, S. 31–47.

Gramzow, Yvonne; Riese, Josef; Reinhold, Peter (2013): Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 19, S. 7–30.

Groß, Katharina (2013): Experimente alternativ dokumentieren. Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in

der Chemielehrerbildung. Univ. Diss. 2013--Köln, 2013. Berlin: Logos (Studien zum Physik- und Chemielernen, 154).

Kechel, Jan-Henrik (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).

Praetorius, Anna-Katharina; Lipowsky, Frank; Karst, Karina; Lazarides, Rebecca; Ittel, Angela (2012): Diagnostische Kompetenz von Lehrkräften. Aktueller Forschungsstand, unterrichtspraktische Umsetzbarkeit und Bedeutung für den Unterricht. In: Rebecca Lazarides und Angela Ittel (Hg.): Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Implikationen für Theorie und Praxis. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 115–146.

Rogalla, Marion; Vogt, Franziska (2008): Förderung adaptiver Lehrkompetenz: eine Interventionsstudie. In: Unterrichtswissenschaft 36 (1), S. 17–36.

Schrader, Friedrich-Wilhelm (2010): Diagnostische Kompetenz von Eltern und Lehrern. In: D. H. Rost (Hg.): Handwörterbuch pädagogische Psychologie. 4. Aufl. Weinheim: Beltz, S. 95–100.

Schwarz, Björn; Wissmach, Björn; Kaiser, Gabriele (2008): "Last curves not quite correct": diagnostic competences of future teachers with regard to modelling and graphical representations. In: ZDM : the international journal on mathematics education 40 (5), S. 777–790.