

Messung der Erklärungsfähigkeit von Lehramtsstudierenden der Physik

Erklären wird als eine wichtige Fähigkeit von Physiklehrkräften angesehen (Osborne & Patterson, 2011). Egal ob in Frontal- oder in Gruppenarbeitsphasen, die Lehrkraft muss ihren Schülerinnen und Schülern immer wieder etwas erklären. Nicht selten geschieht dies sogar spontan, wenn beispielsweise ein Schüler sagt: „Das habe ich noch nicht verstanden“. Physikreferendare berichten zudem, dass gutes Erklären für sie die Hauptschwierigkeit im Unterricht darstellt (Merzyn, 2005). Gleichzeitig beklagt Geelan (2012) den Mangel an empirischer Forschung zum Erklären. Er findet lediglich zwei Studien, die sich mit der Beschreibung verbaler Unterrichtserklärungen beschäftigen.

In diesem Beitrag wird ein videobasiertes Testinstrument vorgestellt, mit dem die Erklärungsfähigkeit von Lehramtsstudierenden der Physik erhoben werden kann. Dafür wird zunächst ein Modell für Unterrichtserklärungen beschrieben und ein Setting vorgestellt, in dem die Erklärungsfähigkeit in einer standardisierten Handlungssituation erhoben werden kann. Dann werden ein Kategoriensystem und ein Maß, mit dem sich die Erklärungsfähigkeit quantifizieren lässt, präsentiert.

Unterrichtserklärungen

Bei Unterrichtserklärungen geht es darum, einen Sachverhalt für Schülerinnen und Schüler verständlich zu machen. Erklären kann also als die Fähigkeit definiert werden, Verständnis zu erzeugen (Gage, 1968). Treagust und Harrison (1999) nennen diese Art von Erklärungen, *science teacher explanations*. Hier steht die Vermittlungsabsicht im Vordergrund. Treagust und Harrison stellen dieser ersten Art von Erklärungen *scientific explanations* gegenüber, bei denen es primär darum geht, wie Phänomene deduktiv aus Gesetzen und Vorbedingungen sachlogisch abgeleitet werden können (Hempel & Oppenheim, 1948). Diese Erklärungen werden unabhängig von einem Adressaten gedacht.

Als Grundlage für ein Modell von Unterrichtserklärungen wurde das Modell für fachbezogene Kommunikation von Schülerinnen und Schülern (Kulgemeyer & Schecker, 2009) gewählt und angepasst. Mindestens zwei Personen sind an dem Dialog beteiligt, wobei der Erklärer einen Wissensvorsprung gegenüber dem Adressaten hat und diesem etwas erklären möchte. Der Erklärer muss die Erklärung sachgerecht und adressatengemäß gestalten, damit sie fachlich richtig aber auch verständlich und interessant für den Adressaten ist. Es gibt nach dem Modell vier Aspekte in denen der Erklärer die Erklärung variieren kann: *Sprachebene, Mathematisierungen, Beispiele und Darstellungsformen*.

Der Adressat ist aktiv an dem Dialog beteiligt und gibt verbal und nonverbal Rückmeldungen darüber, ob das Erklärungsangebot des Erklärers verständlich ist und zu seinem Vorwissen und Interesse passt. Meldet der Adressat zurück, dass er bereits den ersten Erklärungsansatz nicht verstanden hat, kann der Erklärer z. B. den Grad der Verwendung formaler Fachsprache reduzieren, indem er seine Erklärung durch Alltagsbegriffe ergänzt (*Sprachebene*). Er kann Formeln durch Zahlenbeispiele vereinfachen (*Mathematisierungen*), anhand eines alltagsnahen Beispiels erklären (*Beispiele*) oder die Erklärung durch eine Abbildung anschaulicher machen (*Darstellungsformen*).

Das Verwenden einer reduzierten Form von Fachsprache, von Beispielen und von Darstellungsformen wird in Literatur als verständnisförderlich beschrieben (z. B. Brown, 2006). Darüber hinaus werden noch weitere Kriterien genannt. Beispielsweise sollte die Erklärung klar strukturiert sein und der Adressat in die Erklärung einbezogen werden.

Experten-Novizen-Dialog

Beim Experten-Novizen-Dialog (vgl. Kulgemeyer & Schecker, 2009) bekommt ein/e Student/in die Aufgabe einem Schüler oder einer Schülerin der 10. Klasse des Gymnasiums einen vorgegebenen physikalischen Sachverhalt zu erklären. Beispielsweise soll erklärt werden, warum man sich in der Achterbahn beim Durchfahren eines parabelförmigen Hügel schwerelos fühlt. Zunächst bekommt die erklärende Person einige Materialien, z. B. Formeln und Abbildungen, sowie zehn Minuten Zeit sich auf die Erklärung vorzubereiten. Anschließend wird sie mit einem Schüler bzw. einer Schülerin zusammengebracht und bekommt zehn Minuten Zeit den Sachverhalt zu erklären. Die Schülerinnen und Schüler sind von uns darauf trainiert worden, sich in jeder Erklärung vergleichbar zu verhalten und gleichartige Fragen zu stellen. Beispielsweise sagen sie „*Das habe ich noch nicht verstanden. Kannst du das nochmal leichter erklären?*“ Sie werden in mehreren Durchgängen mit einem videobasierten Feedbacktraining geschult, um die Fragen glaubhaft und an passenden Stellen zu setzen. Die Videos werden mit einem Kategoriensystem kodiert (s. u.) und dahingehend analysiert, wer der bessere Erklärer ist.

Mit dem Experten-Novizen-Dialog kann die Erklärungsfähigkeit in einem standardisierten Setting erhoben werden. Gegenüber schriftlichen Tests zum Professionswissen (z. B. von Riese & Reinhold, 2010) hat das Verfahren den Vorteil eines größeren Handlungsbezugs und über rein kognitive Aspekte hinaus zu messen, wie es beispielsweise von v. Aufschnaiter und Blömeke (2010) gefordert wird.

Entwicklung des Kategoriensystems

Mit qualitativer Inhaltsanalyse wurde ein Kategoriensystem entwickelt, um Unterschiede in den Erklärungen auszumachen. Im ersten Schritt wurden deduktiv Kategorien aus der Literatur formuliert. Anhand von Erklärungsvideos, die mit dem Experten-Novizen-Dialog entstanden sind, wurden diese Kategorien überarbeitet und induktiv neue entwickelt. Die so entstandenen 45 Kategorien beschreiben alle Änderungen, die in den Erklärungen vorgenommen wurden. Zwei Kodierer konnten sich kommunikativ über alle Kategorien einigen. Die große Zahl an Kategorien resultierte daraus, dass Aspekte aus dem Modell oder die Kriterien aus der Literatur jeweils durch mehrere Kategorien vertreten waren. Beispielsweise gab es zu dem Modellaspekt *Sprache* die Kategorien: a) *Fachbegriffe mit Fachbegriffen kommentieren*, b) *Fachbegriffe mit Alltagsbegriffen kommentieren*, c) *Fachbegriffe vermeiden, indem sie durch Alltagsformulierungen ersetzt werden*, etc.

Maß für Erklärungsfähigkeit

Aus den Kategorien sollte ein Maß gebildet werden, das die Erklärungsfähigkeit reliabel und valide misst. Dafür wurde ein Expertenrating durchgeführt. Zunächst wurden 16 Erklärungsvideos zum gleichen Thema und mit vergleichbarer physikalischer Korrektheit gepaart. Jedes Videopaar wurde von jeweils fünf Experten hochinferent hinsichtlich der Frage „Wer war in diesen Videos der bessere Erklärer bzw. die bessere Erklärerin?“ eingeschätzt. Die Experten waren sich in fast allen Fällen einig. Die prozentuale Übereinstimmung liegt bei 95% und Fleiss' Kappa bei $\kappa = 0,798$.

Um aus den Kategorien ein Maß zu bilden, wurde die Anzahl der auftretenden Kategorien aufsummiert. Für das Auftreten einer Kategorie innerhalb einer Erklärung wird ein Mal ein Punkt vergeben. Dabei werden nur solche Kategorien berücksichtigt, die nach der Theorie verständnisförderlich sind und die häufiger in den Videos vorkommen, die von den Experten als besser eingeschätzt wurden. Daraus ergeben sich 26 Kategorien, die ein erstes reliables Maß₂₆ (Cronbachs $\alpha = 0,735$) bilden, was mit der Expertenentscheidung zu 100 % übereinstimmt. In einem nächsten Schritt, wurden die Kategorien schrittweise reduziert und bei jedem Reduktionsschritt kontrolliert, ob 1) die Reliabilität und 2) die Übereinstimmung zwischen dem Maß und den Experten hoch bleiben (Cronbachs $\alpha > 0,7$ und Cohens $\kappa > 0,7$).

Berdem wurde 3) darauf geachtet, alle Modellaspekte (Sprache, Beispiele, Darstellungsform, Mathematisierung) mit den Kategorien abzudecken. Das neue schlankere und damit besser handhabbare Maß₁₂ (siehe Tab. 1) setzt sich aus nur noch zwölf Kategorien zusammen und erfüllt diese Anforderungen.

Nur bei einem der acht zu vergleichenden Videopaare weicht die Entscheidung der Experten von der durch das Maß₁₂ ab. Hier kommt das Maß allerdings auch mit nur einem Punkt Unterschied zu einer anderen Reihenfolge bezüglich des besseren Erklärers. Bei allen anderen Entscheidungen ist der Unterschied größer. Gerade bei diesem Videopaar sind sich die Experten auch nicht einig, welcher Erklärer besser ist. Das lässt vermuten, dass die Erklärungsfähigkeit der beiden Erklärer ähnlich ist und die Entscheidung wer besser ist, nicht so eindeutig gefällt werden kann.

Tab. 1: Bildung des Maßes

	Maß ₂₆	Maß ₁₂
Anzahl der Kategorien	26	12
Übereinstimmung: Maß und Expertenrating, (Cohens κ .)	100 % (1,00)	87,5 % (0,75)
Reliabilität, Cronbachs α :	0,735	0,772
Alle Modellaspekte sind abgedeckt	✓	✓

Ausblick

Das hier präsentierte Maß für Erklärungsfähigkeit berücksichtigt bisher nur die adressatengemäße Komponente des Modells für Unterrichtserklärungen. Darüber hinaus sollen die Erklärungen noch hinsichtlich der Sachgerechtigkeit analysiert werden.

Im Verbundprojekt *Profile-P* (Professionswissen in der Lehramtsausbildung – Physik; Projektpartner an den Universitäten Duisburg-Essen, Paderborn und Potsdam) wird der Experten-Novizen-Dialog eingesetzt, um den Zusammenhang zwischen Fachwissen, fachdidaktischen Wissen und der Erklärungsfähigkeit zu untersuchen. Für jeden Bereich wurden Testinstrumente entwickelt und pilotiert. Sie werden an einer gemeinsamen Stichprobe aus Studierenden aller Semester an allen Partneruniversitäten eingesetzt. Mit dem Experten-Novizen-Dialog wird eine Teilmenge von $N = 200$ Studierenden getestet. Die Datenerhebung endet im Wintersemester 2014/15.

Literatur

- Aufschnaiter, C. v. & Blömeke, S. (2010). Professionelle Kompetenz von (angehenden) Lehrkräften erfassen - Desiderata. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 16, 361-367
- Brown, G. (2006). Explaining. In O. Hargie (Hrsg.): The handbook of communication skills. East Sussex: Taylor & Francis, 195-228
- Gage, N. L., Belgard, M., Dell, D., Hiller, J. E., Rosenshine, B. & Unruh, W. R. (1968). Exploration of the Teacher's Effectiveness in Explaining. Technical Report No.4. Stanford Center for Research and Development in Teaching. Stanford, California
- Geelan, D. (2012). Teacher Explanations. In B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Hrsg.): Second International Handbook of Science Education. Dordrecht: Springer, 987-999
- Hempel, C.G. & Oppenheim, P. (1948). Studies in the logic of explanation. Reprint, in: C.G. Hempel (1967). Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science and other essays in the philosophy of science. New York: Free Press, 245-290
- Kulgemeyer, C. & Schecker, H. (2009). Kommunikationskompetenz in der Physik: Zur Entwicklung eines domänenspezifischen Kompetenzbegriffs. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 15, 131-153
- Merzyn, G. (2005). Junge Lehrer im Referendariat. In: MNU 58 (1), 4-7
- Osborne, J. F. & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? Science Education 95(4), 627-638
- Riese, J. & Reinhold, P. (2010). Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 16, 167-187
- Treagust, D. & Harrison, A. (1999). The genesis of effective science explanations for the classroom. In J. Loughran (Hrsg.), Researching Teaching: Methodologies and Practices for Understanding Pedagogy. Abingdon: Routledge, 28-43