

**Was beeinflusst die Performanz beim Erklären von Physik?
- Fachwissen und fachdidaktisches Wissen im unterrichtlichen Handeln -**

Der Zusammenhang zwischen universitär erworbenem Professionswissen (insbesondere Fachwissen und fachdidaktischem Wissen) sowie Unterrichtsqualität ist nach wie vor unklar (Vogelsang, 2014). Das Projekt ProfiLe-P leistet einen Beitrag dazu, diese Lücke zu schließen. Dazu wurde eine Situation physikalischen Unterrichtens – das Erklären physikalischer Phänomene – modelliert und in standardisierten Situationen videobasiert untersucht. Der Einfluss von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen auf das freie berufliche Handeln von Physiklehrkräften im Unterricht könnte im Vergleich schwer zu messen sein, da *eine einzelne Unterrichtsstunde* durch viele Variablen (z.B. Lage der Stunde, Beziehung zwischen Lehrkraft und Schülern, Nähe von Leistungsüberprüfungen, ...) stark beeinflusst wird. *Über eine lange Dauer* des Unterrichts sollte dennoch Fachwissen und fachdidaktisches Wissen eine wichtige Rolle spielen, ansonsten wäre die Ausbildung von Physiklehrkräften grundlegend zu überdenken. In einem standardisierten Performanztest, der das unterrichtliche Handeln direkt nachbildet, sollte der Einfluss von Fachwissen und fachdidaktischem frei von vielen der genannten „Störvariablen“ nachweisbar sein. Zwar wird damit nicht allgemeine Unterrichtsperformanz nachgebildet, sondern nur eine Situation des Unterrichts. Dennoch kann dies wichtige Anhaltspunkte liefern, wenn diese Situation sehr bedeutend für den Unterricht ist. Erklärungen bieten sich an, weil sie besonders wichtig für Physikunterricht sind (Osborne & Patterson, 2011).

Die Gestaltung des Performanztests zum Erklären

In einem Performanztest werden Anforderungssituationen des Handelns standardisiert und authentisch nachgebildet. Der Erklärtest bezieht sich auf Vorarbeiten zur physikalischen Kommunikationskompetenz von Schülerinnen und Schülern (Kulgemeyer & Schecker, 2013) und ist mit aufwändigen Validierungsstudien entwickelt worden (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). Die Grundkonstellation liegt darin, dass eine angehende Lehrkraft der Physik einer Schülerin oder einem Schüler ein physikalisches Phänomen erklärt. Dabei sind die Themen vorgegeben (z.B. *Warum gleite ich auf einer Pflütze eher aus der Kurve als auf trockener Strecke?*), die Erklärungsdauer beträgt 10 Minuten und die Erklärer haben ebenfalls 10 Minuten Zeit, sich mit vorgegebenen Materialien vorzubereiten. Dazu gehören einerseits vorgegebene Darstellungsformen (Bilder, Diagramme), andererseits aber auch z.B. Stift und Papier für selbst angefertigte Zeichnungen. Alle in der Vorbereitungszeit angefertigten Materialien können mit in die Erklärsituationen genommen werden. Die Schülerinnen und Schüler sind in einer auf Videofeedback basierenden Methode geschult worden, sich in den Situationen vergleichbar zu verhalten und z.B. bestimmte Fragen zu stellen (z.B. *Gibt's dafür ein Beispiel?*), die von den Probanden verlangen, ihre Erklärung zu verändern. Die Erklärsituationen wurden gefilmt.

Methodik der Datenauswertung

Die entstandenen Videos wurden kategorienbasiert ausgewertet (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). Grundlage war das Modell dialogischen Erklärens (Abb. 1). Die Grundkonstellation sieht vor, dass ein Erklärer sowohl *adressatengemäße* als auch *sachgerechte* Überlegungen zu treffen hat, um eine Erklärung vorzunehmen. Dies bedeutet, dass sowohl die Voraussetzungen des Schülers (Vorwissen, Interessen) als auch die physikalische Sachstruktur (Vollständigkeit der Erklärung, Korrektheit der Erklärung) als zentrale Fakto-

ren für gelingendes Erklären zu berücksichtigen sind. Das Erklären selbst ist ein Prozess, der daraus besteht, immer wieder Erklärungen anzubieten und zu verändern. Der Schüler gibt ständig verbal oder nonverbal Auskunft, ob er der Erklärung folgt und sie versteht oder eben nicht.

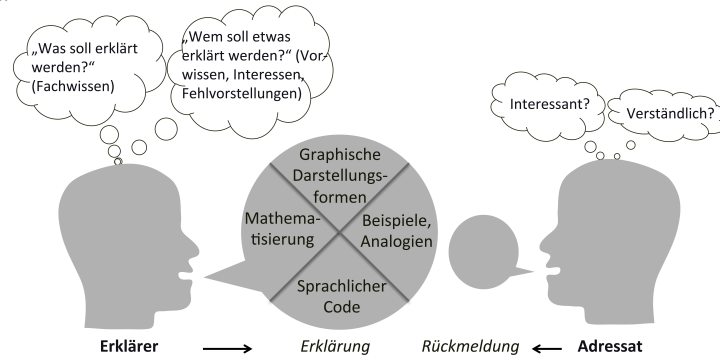


Abbildung 1: Modell dialogischen Erklärens (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015)

Der Erklärer kann vier „Variablen“ verändern, um eine Erklärung adressatengemäßer zu gestalten (Abb.1): verwendete Beispiele, die Sprachebene (z.B. Fachsprache, Alltagssprache), Elemente der Mathematisierung (z.B. Formelsprache) und Darstellungsformen (logische Bilder, Bildanalogien, realistische Bilder). In der Auswertung der Videos wurden diese vier Variablen als Oberkategorien behandelt. Es wurden dann induktiv Kategorien gebildet, um zu beschreiben, was konkret als Reaktion auf Fragen der Schüler in diesen Oberkategorien verändert wurde. Zudem wurden deduktiv allgemeine Qualitätskriterien des Erklärens wie das „Geben von Zusammenfassungen“ für die Kategorien herangezogen.

Maß für adressatengemäßes Erklären: Aus diesen Kategorien wurde zur weiteren Auswertung ein quantitatives Maß berechnet. Es wurde jeweils das erste Auftreten einer Kategorie gezählt und die Summe der auftretenden Kategorien berechnet: je mehr Kategorien auftreten, desto besser das Erklären. Zudem wurde ein Expertenrating durchgeführt, um das Maß zu validieren (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015).

Maß für sachgerechtes Erklären: Jede Erklärung wurde mit einem auf Likert-Skalen beruhenden Verfahren darauf überprüft, ob die Erklärung vollständig und korrekt ist. „Vollständigkeit“ bedeutet, dass alle wichtigen inhaltlichen Aspekte erklärt werden und jeweils Begründungen geliefert werden. Beispielsweise müssen für das Thema „*Warum gleite ich auf einer Wasserlache eher aus der Kurve als auf trockener Strecke?*“ sowohl das Kurvenfahren als Teil einer Kreisbewegung (Begründung: Zentripetalkraft durch die Reibungskraft zwischen Reifen und Straße) als auch das Ausgleiten auf einer Pfütze (Begründung: Reibung und Trägheit) behandelt werden. Außerdem müssen diese Phänomene zu einer Gesamterklärung verknüpft werden. „Korrektheit“ ist ein Maß für die fachliche Adäquatheit der Begründungen.

Performanzmaß Erklären: Für das Gesamtmaß wurden die Einzelmaße für adressatengemäßes und sachgerechtes Erklären zu gleichen Teil verrechnet.

(Vorläufige) Ergebnisse

Die Stichprobe zur Auswertung besteht aus 134 Studierenden der Physik über alle Semester. Es ergeben sich zunächst (manifeste) Korrelationen zwischen Fachwissen, fachdidaktischem Wissen sowie sachgerechtem und adressatengemäßem Erklären. Diese Korrelationen steigen deutlich an, wenn man die schlechtesten 10 % der Erklärer aus den Analysen ausblendet. Dies spricht dafür, dass das Maß im unteren Bereich entweder nicht gut auflöst oder erst ein gewisses Maß an Erfahrung da sein muss, um das vorhandene Wissen in der Performanzsitu-

ation gewinnbringend zu nutzen. Konzentriert man die Analysen auf die besten 90 % ergeben sich die in Abb. 2 angeführten manifesten Korrelationen.

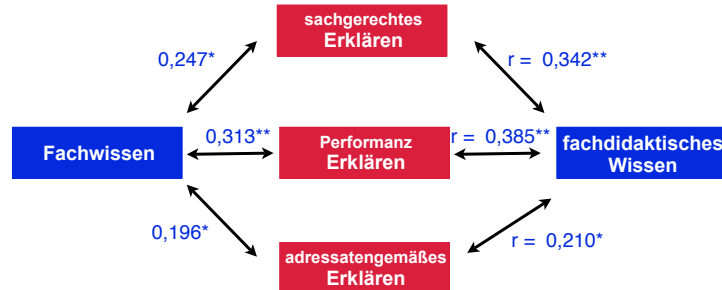


Abbildung 2: Pearson-Korrelationen zwischen Fachwissen, fachdidaktischem Wissen und den Erklärkomponenten (basierend auf den besten 90 % der Stichprobe im Erklären)

Mit Kontrollvariablen (vgl. Einführungsbeitrag zum Symposium) kann man nun den Zusammenhang mit einem Pfadmodell (MLE, R-Paket *lavaan*) untersuchen (s. Abb. 3).

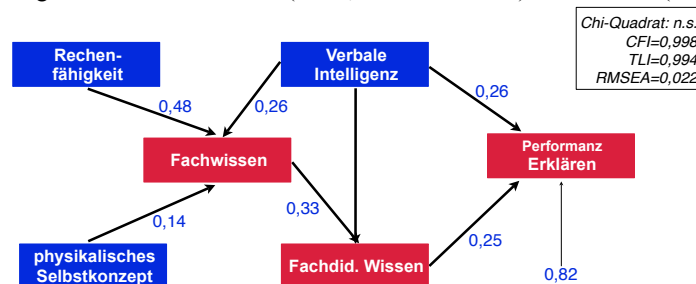


Abbildung 3: Pfadmodell (MLE) für unterrichtliche Erklärperformanz (basierend auf den besten 90 % der Stichprobe im Erklären). Angegeben sind Pfadkoeffizienten. Rechts oben: Modellgüteparameter

Ein Modell, das nur einen indirekten Pfad vom Fachwissen über das fachdidaktische Wissen zur Erklärperformanz annimmt, beschreibt die Daten am besten. Die Modellgüteparameter sind zufriedenstellend. Sowohl Fachwissen als auch fachdidaktisches Wissen sind wichtig für gutes Erklären – allerdings werden insgesamt mit dem Modell lediglich 18 % der Varianz erklärt. Festzuhalten bleibt, dass auf Basis der bislang vorgenommenen Analysen das fachdidaktische Wissen (insbesondere das Wissen über Schülervorstellungen) die ausschlaggebende Rolle spielt. Ohne fachdidaktisches Wissen ist es nicht möglich, in der unterrichtlichen Performanzsituation des Erklärens das Fachwissen als nützliche Ressource zu nutzen. Diese Analysen werden in der Folge verstärkt, insbesondere wird untersucht, ob die Varianzaufklärung durch weitere Merkmale verbessert werden kann. Es deutet sich jedoch ein Hinweis darauf an, dass unterrichtliche Performanz (im Erklären) sowohl von Fachwissen als auch von fachdidaktischem Wissen profitiert.

Literatur

- Kulgemeyer, C. & Schecker, H. (2013). Students Explaining Science – Assessment of Science Communication Competence. *Research in Science Education* 43, S. 2235-2256.
- Kulgemeyer, C. & Tomczyszyn, E. (2015). Physik erklären – Messung der Erklärens-fähigkeit angehender Physiklehrkräfte in einer simulierten Unterrichtssituation. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* DOI 10.1007/s40573-015-0029-5.
- Osborne, J. F. & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education* 95(4), S. 627-638.
- Vogelsang, C. (2015). *Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von Physiklehrkräften - Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*. Berlin: Logos.