

Boubakri Christine¹
 Krabbe Heiko²
 Fischer E. Hans¹

¹Universität Duisburg-Essen
²Ruhruniversität Bochum

Schreiben im Physikunterricht anhand der Textsorte Versuchsprotokoll Eine empirische Studie zu den Einflussgrößen auf die Schreibfähigkeiten im Physikunterricht

Die vorgestellte Studie ist Teil des Projektes SchriFT (**S**chreiben im **F**achunterricht unter Einbeziehung des **T**ürkischen), welches im Rahmen des Schwerpunktes „Mehrsprachigkeit und sprachliche Bildung“ vom BMBF gefördert wird.

Grundlagen

Die Sprache der Naturwissenschaften besitzt eine logisch formale Struktur. Das bedeutet, sie zeichnet sich durch Gegenstandsbindung, Eindeutigkeit und Ökonomie aus (Weinrich, 1985). Auch im Physikunterricht spielt diese besondere Sprachstruktur eine Rolle, die für viele Schülerinnen und Schüler jedoch ohne besondere Einführung nicht verständlich ist. So entsteht bei vielen Schülerinnen und Schülern eine Verstehensbarriere, die dazu führt, dass sie physikalische Inhalte nicht mehr adäquat aufnehmen und verarbeiten können (Lemke, 1990; Merzyn, 1994; Sumfleth & Schütter, 1995; Starauschek, 2003). Die Beherrschung der Sprache spielt demnach eine wichtige Rolle beim physikalischen Verstehensprozess und der systematischen Entwicklung von physikalischem und naturwissenschaftlichem Wissen (Beese & Roll, 2013; Boubakri, Krabbe & Fischer, 2016; Boubakri, Beese, Krabbe, Fischer & Roll, 2017). Deshalb sollte nach Becker-Mrotzek, Schramm, Thürmann und Vollmer (2013) Sprachvermittlung in Verbindung mit dem Fachkonzept ein wichtiger Bestandteil des Physikunterrichts sein.

Die Unterrichtspraxis zeigt, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht hauptsächlich Definitionen abgefragt werden und die strukturelle Entwicklung von Sprachstrukturen und Begriffen oft unberücksichtigt bleibt (Sumfleth & Pitton, 1998). Eine strukturierte Förderung der Fachkommunikation im naturwissenschaftlichen Unterricht (hier speziell des Chemieunterrichts) führt dagegen zu einer Steigerung des Lernerfolges (Knoblauch, Sumfleth & Walpuski, 2013). Vor allem das Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht hilft Schülerinnen und Schülern, Fachverständnis zu entwickeln und führt dazu, dass Schülerinnen und Schüler Fachinhalte und naturwissenschaftliche Denkweisen strukturierter aufbauen (Prain, Hand & Kay, 1997; Hein, 1999; Klugemeyer & Schecker, 2012).

Naturwissenschaftliche Denkweisen sind für den Physikunterricht eine wichtige prozedurale Kompetenz, die in den KMK Standards (2005) als ein wichtiges Ziel des Physikunterrichts definiert wird. Jedoch zeigt eine Metaanalyse, dass der Umgang mit prozeduralem naturwissenschaftlichem Wissen in der Schule, ähnlich wie beim Schreiben, nicht systematisch erfolgt. Außerdem sind oftmals vorherrschende Vermittlungsstrategien nicht zielführend, um prozedurales naturwissenschaftliches Wissen zu fördern (Hattie und Marsh, 1996). In der hier beschriebenen Studie wird prozedurales naturwissenschaftliches Wissen erhoben und, in Anlehnung an Mayer (2007), als *methodisches* und *konzeptuelles* Wissen über naturwissenschaftliche Denkweisen charakterisiert. Das *methodische* naturwissenschaftliche Wissen bezieht sich auf den Aufbau und die Durchführung von Experimenten (z.B. Fragen stellen, Variablen kontrollieren, eine Durchführung strukturieren und zielgenau beobachten). Das *konzeptuelle* naturwissenschaftliche Wissen bezieht sich auf Metawissen zu experimentellen

Methoden (z.B. Funktion von Forschungsfragen, Metastruktur von Experimenten oder präzise, theoriegeleitete Begründungen für Beobachtungen).

In der Studie wurden die Einflüsse auf die Fähigkeit von Schülerinnen und Schülern untersucht, einen kohärenten fachlichen Text im Physikunterricht zur Elektrizitätslehre zu schreiben (Textsortenfähigkeit Physik). Als Schreibaufgabe wurde die Textsorte Versuchsprotokoll gewählt. Das Versuchsprotokoll wird im Physikunterricht zwar nicht einheitlich verwendet (Krabbe, 2015), eignet sich aber, um methodisches und konzeptuelles naturwissenschaftliches Wissen über naturwissenschaftliche Denkweisen aufzubauen und fachliche (experimentelle) Prozesse strukturiert darzustellen (Boubakri, Beese, Krabbe, Fischer & Roll, 2017; Boubakri, Krabbe & Fischer, 2016). Die Textsortenfähigkeit Deutsch wurde mit einer Schreibaufgabe zum Verfassen einer Bauanleitung erhoben.

Die folgenden Forschungsfragen werden bearbeitet:

- Welchen Einfluss haben sprachliche Fähigkeiten auf prozedurales naturwissenschaftliches Wissen und auf Fachwissen?
- Welchen Einfluss hat die sprachliche Fähigkeit (bezogen auf die Textsorte Bauanleitung) auf die Fähigkeit ein Versuchsprotokoll im Physikunterricht zu schreiben?
- Wie beeinflussen sich sprachliche Fähigkeiten, fachliches Wissen und prozedurales naturwissenschaftliches Wissen?

Studiendesign

Folgende vier Testinstrumente (Tabelle 1) wurden entwickelt und eingesetzt:

| Testinstrument | gemessene(s) Fähigkeit/Wissen | Gütekriterien |
|--|---|--|
| <i>Schreibaufgabe Versuchsprotokoll</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Sprachliche Fähigkeit, bezogen auf ein Versuchsprotokoll (Textsorte Physik) • Fachliche Fähigkeiten, bezogen auf ein Versuchsprotokoll | $\kappa=[.70; 1.0]$ $\alpha=[.67; .79]$ |
| <i>Schreibaufgabe Bauanleitung</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Sprachliche Fähigkeit, bezogen auf eine Bauanleitung (Textsorte Deutsch) | $\kappa=[.70; 1.0]$ $\alpha = (.89)$ |
| <i>prozedurales naturwissenschaftliches Wissen</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Methodisches naturwissenschaftliches Wissen • Konzeptuelles naturwissenschaftliches Wissen | $\alpha=[.73; .89]$ |
| <i>Fachwissen</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Fachwissen zur Elektrizitätslehre | $\alpha=(.70)$ |

Tabelle 1: Übersicht zu den eingesetzten Testinstrumenten

Die Datenerhebung erfolgte mit einer Gelegenheitsstichprobe von 304 Schülerinnen und Schülern (M=14,6 Jahre) der siebten und achten Klasse aus 25 Klassen von 13 Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen.

Die sprachlichen Fähigkeiten, bezogen auf die Textsorte Bauanleitung aus dem Deutschunterricht, das konzeptuelle naturwissenschaftliche Wissen und das Fachwissen zur E-Lehre werden in der Analyse als Prädiktorvariablen betrachtet (siehe Abb. 1); sie beziehen sich nicht auf das vorgeführte Experiment, sondern auf das Vorwissen und die Fähigkeiten, die Schülerinnen und Schüler mitbringen müssen, um die Aufgaben bearbeiten zu können. Die Textsortenfähigkeit in Physik (sprachliche und fachliche Fähigkeiten, bezogen auf die Textsorte Versuchsprotokoll) ist die Zielvariable, weil Schülerinnen und Schüler das Anwenden ihres Wissens, durch die Darstellung eines Experiments in einem kohärenten Text,

zeigen sollen. Das methodische naturwissenschaftliche Wissen bezieht sich direkt auf das Experiment, es wird als Mediator für das Versuchsprotokoll betrachtet.

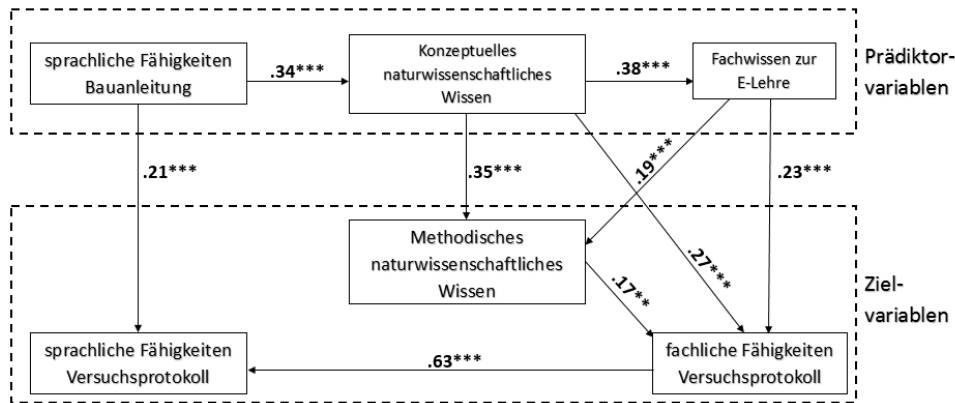


Abbildung 1: Strukturgleichungsmodell, um den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Variablen darzustellen; *** < .001, ** < .005

Ergebnisse

In Abbildung 1 sind nur signifikante Einflüsse mit $p < .005$ berücksichtigt, andere Zusammenhänge werden durch die Daten nicht gestützt. Das gebildete Modell (siehe Abb. 1) fittet gut auf die Ausgangsdaten ($\chi^2 = .090$; $\chi^2/df = 1.823$; $NFI = .976$; $IFI = .989$; $TLI = .972$; $CFI = .989$; $RMSEA = .052$). In Abbildung 1 ist zu erkennen, dass die sprachlichen Fähigkeiten aus dem Deutschunterricht nur auf das konzeptuelle naturwissenschaftliche Wissen und die sprachlichen Fähigkeiten im Versuchsprotokoll wirken. Alle weiteren Effekte werden über das prozedurale naturwissenschaftliche Wissen mediiert. Das Fachwissen zur E-Lehre und das prozedurale naturwissenschaftliche Wissen haben nur einen Einfluss auf die fachlichen Fähigkeiten im Versuchsprotokoll. Der Einfluss des Fachwissens zur E-Lehre und des prozeduralen naturwissenschaftlichen Wissens auf die sprachlichen Fähigkeiten im Versuchsprotokoll ist indirekt und wird über die fachlichen Fähigkeiten im Versuchsprotokoll mediiert. Die fachlichen Fähigkeiten im Versuchsprotokoll haben den stärksten Einfluss auf die sprachlichen Fähigkeiten im Versuchsprotokoll.

Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass sprachliche Fähigkeiten wichtig für das prozedurale naturwissenschaftliche Wissen sind, welches wiederum den Erwerb von Fachwissen begünstigt. Sprachliche Fähigkeiten aus dem Deutschunterricht helfen Schülerinnen und Schülern aber nur im geringen Maße beim kohärenten Schreiben eines Versuchsprotokolls. Sprachliche Strukturen sollten demnach funktional in Verbindung mit dem Fachwissen und dem prozeduralen naturwissenschaftlichen Wissen im Physikunterricht vermittelt werden. Anhand des Modells ist zu erkennen, dass alle Variablen komplex zusammenwirken und nicht einzeln betrachtet werden können. Bislang wurden nur korrelative Zusammenhänge erhoben und einer Kausalanalyse unterzogen. Im nächsten Schritt sollte mit einer Intervention kausal getestet werden, wie weit sich eine sprachensible Gestaltung von Physikunterricht, bei der fachliches und sprachliches Lernen funktional verbunden wird, auf das Fachwissen und das prozedurale naturwissenschaftliche Wissen auswirkt.

Literaturverzeichnis

- Becker-Mrotzek, M., Schramm, K., Thürmann, E., & Vollmer, H. (2013). *Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen*. Münster: Waxmann.
- Beese, M., & Roll, H. (2013). Gemeinsam Versuchsprotokolle schreiben - zur fächerübergreifenden Förderung literaler Routinen bei mehrsprachigen Schülern der Sek. I. In Y. Decker, & I. Oohme-Welke (Hrsg.), *Zweitsprache Deutsch: Beiträge zu durchgängiger sprachlichen Bildung* (S. 213-229). Stuttgart: Filibach bei Klett.
- Boubakri, C., Beese, M., Krabbe, H., Fischer, H. E., & Roll, H. (2017). Sprachsenisbler Fachunterricht. In M. Becker-Mrotzek, & H.-J. Roth (Hrsg.), *Sprachliche Bildung - Grundlagen und Handlungsfelder, Band 1* (S. 335-350).
- Boubakri, C., Krabbe, H., & Fischer, H. E. (2016). Sprachkompetenz im Versuchsprotokoll - Erste Ergebnisse aus der Pilotierung im Projekt SchriFT. In C. Maurer (Hrsg.), *Authentizität und Lernen - das Fach in der Fachdidaktik. GDCP Tagungsband* (S. 205-207). Regensburg: Universität Regensburg.
- Hattie, J., & Marsh, H. W. (1996). The relationship between research and teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66(4), 507-542.
- Hein, T. L. (1999). Using writing to confront student misconceptions in physics. *European Journal of Physics*(20), 137-141.
- Klugemeyer, C., & Scheckner, H. (2009). Kommunikationskompetenz in der Physik: Zur Entwicklung eines domänenspezifischen Kommunikationsbegriffs. *Zeitschrift für Didaktik der naturwissenschaft Jg.15*, 131-153.
- KMK. (2005). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz - Bildungssandarts im Fach Physik für den mittleren Bildungsabschluss (Beschluss vom 16. Dezember 2004)*. München: Wolters Kluwer.
- Knoblauch, R. (2013). Förderung der Qualität fachinhaltlicher Schüleräußerungen in experimenteller Kleingruppenarbeit im Chemieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 19*, 347-373.
- Lemke, J. L. (1992). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger, & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 177-186). Berlin: Springer Verlag.
- Merzyn, G. (1994). *Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht*. Kiel: IPN.
- Prain, V., Hand, B., & Kay, S. (1997). Writing for learning in physics. *The Physics Teacher*, 40-41.
- Starauschek, E. (2003). Ergebnisse einer Schülerbefragung über Physikschulbücher. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 9*, S. 135-146.
- Sumfleth, E., & Pitton, A. (1998). Sprachliche Kommunikation im Chemieunterricht: Schülervorstellungen und ihre Bedeutung im Unterrichtsalltag. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 4, Heft 2*, 4-20.
- Sumfleth, E., & Schüttler, S. (1995). Linguistische Textverständlichkeitskriterien. Helfen sie bei der Darstellung chemischer Inhalte? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 1*, 55-72.
- Weinrich, H. (1985). *Wege der Sprachkultur*. Augsburg: Deutsche Verlags-Anstalt.