

Wiebke Leisen¹
 Robert Aleksov¹
 Heiko Krabbe²
 Hendrik Härtig¹
 Hans E. Fischer¹

¹Universität Duisburg-Essen
²Ruhr-Universität Bochum

Sprachliche Muster und Repräsentationsformen im Physikunterricht Vorstellung eines Forschungsprogramms

Einleitung

Dem Angebots-Nutzungs-Modell von Helmke und Schrader (2019) folgend hängt die Nutzung eines - von Lehrkräften erstellten - Lernangebots u. a. von Eigenschaften der Lernenden ab. In diesem Beitrag stellen wir drei physikdidaktische Projekte mit besonderem Fokus auf sprachliche Fähigkeiten der Lernenden unter Bezugnahme auf das Angebots-Nutzungs-Modell vor.

Generell bedingt Sprache schulisches Lernen in allen Fächern (u.a. Beese & Benholz, 2013) Zusätzlich ist Sprache im Sinne von *scientific literacy* ein wichtiges Lehrziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts (u.a. Wellington & Osborn, 2001; Yore, Bisanz & Hand, 2003). Sprachkompetenz sollte daher im Fachunterricht gefördert werden und gleichzeitig den fachlichen Kompetenzerwerb nicht behindern. Domänenspezifische sprachliche Muster (Beese & Roll, 2015; Buhlmann & Fearn, 2000) verknüpft mit einer authentischen Schreibförderung (Draper, Broomhead & Peterson, 2015), die zum Erwerb fachlicher Kompetenzen beiträgt (Keys, Hand, Prain & Collins, 1999; Storch, 2005), erfüllt diesen Zweck. Diese Annahme führt in unserem Forschungsprogramm zu einer Untersuchung von Experimentierprotokollen, die neben der Arbeit mit fachtypischen sprachlichen Mustern auch den Umgang mit verschiedenen Repräsentationsformen voraussetzt. In unserem Forschungsprogramm gehen wir drei Fragen nach. Die erste Studie ist bereits abgeschlossen und bezieht sich im Allgemeinen auf folgende Fragestellung: In welchem Umfang kann man Lernenden helfen, diese sprachlichen Muster zu erkennen und für sich erfolgreich zu nutzen? In der zweiten Studie untersuchen wir, in welchem Umfang die Lehrkräfte davon ausgehen, dass sie ein angemessenes Angebot haben und ob das zur Wahrnehmung der Lernenden passt. Das dritte Projekt steht unter folgender Fragestellung: Wie lassen sich entsprechende explizite Unterrichtskonzepte mit Lehrkräften gemeinsam erarbeiten und nachhaltig implementieren?

Projekt „Sprachbildung im Physikunterricht“

Hintergrund

Ziel des Projekts *Sprachbildung im Physikunterricht* (finanziert durch die Stiftung Mercator) war es, gemeinsam mit teilnehmenden Physiklehrkräften ein Unterrichtskonzept zu entwickeln und empirisch zu überprüfen, sprachliches Handeln im Umgang mit einem fachtypischen sprachlichen Muster mit fachlichem Lernen verknüpft.

Forschungsfragen

Um das Unterrichtskonzept empirisch zu überprüfen und abzusichern, wurden folgende Forschungsfragen beantwortet:

- (1a) In welchem Umfang lässt sich durch eine Intervention die Fähigkeit der Lernenden schulen, ein sprachliches Muster anzuwenden?
 In welchem Umfang werden die fachlichen Fähigkeiten der Lernenden geschult?
- (1b) Inwiefern lassen sich differenzielle Interventionseffekte auf die sprachlichen und fachlichen Fähigkeiten der Lernenden feststellen?

- (2) In welchem Umfang sagen die sprachlichen Fähigkeiten der Lernenden ihre fachlichen Fähigkeiten voraus?

Design und Methoden

Die Forschungsfragen wurden mit Hilfe einer quasiexperimentellen Interventionsstudie mit Interventionsgruppe [IG] und Kontrollgruppe [KG] im Prä-Post-Design beantwortet. Die Gelegenheitsstichprobe umfasste 113 Lernende in der IG ($M_{\text{Alter}} = 11,59$, $SD = 0,57$, 49% weiblich) und 113 Lernende in der KG ($M_{\text{Alter}} = 11,73$, $SD = 0,77$, 46% weiblich) aus 8 Klassen der Jahrgangsstufen 6 und 7.

	IG	KG
Prätest 2 Schulstunden	Kognitive Fähigkeiten Test (Heller & Perleth, 2000), Fachwissenstest Elektrizitätslehre (Eigenentwicklung), Test zum Umgang mit konditionalen Satzmustern (Eigenentwicklung), Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation (Rheinberg, Vollmeyer & Burns, 2001)	
Intervention 5 Doppelstunden	Verschriftlichung von Fachinhalten durch konditionale Satzmuster	Thematisch vergleichbare Erweiterung der Fachinhalte unter Kontrolle der Lernzeit
Posttest 1 Schulstunde	Fachwissenstest Elektrizitätslehre, Test zum Umgang mit konditionalen Satzmustern, Salzburger Lese-Screening (Mayringer & Wimmer, 2014)	

Tabelle 1: Studiendesign und Interventionsumfang

In Tabelle 1 sind die zu erhebenden Konstrukte, der zeitliche Umfang und die Inhalte für Interventions- und Kontrollgruppe dargestellt. Während in der Unterrichtseinheit der IG die Verschriftlichung fachlicher Inhalte und die Reflexion des Einsatzes konditionaler Satzmuster im Mittelpunkt stehen, werden in der KG Fachinhalte in zusätzlichen Kontexten integriert und weitere Experimente durchgeführt.

Ergebnisse

Vor der Intervention konnten wir keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich des Geschlechts ($p = .678$) und des Alters ($p = .155$) sowie der Konstrukte Fachwissen zur Elektrizitätslehre, Fähigkeit im Umgang mit konditionalen Satzmustern und aktuelle Motivation (alle $F < 1$) feststellen. Allerdings zeigte die Kontrollgruppe signifikant höhere kognitive Fähigkeiten ($F(1,214) = 8,95$, $p = .003$). Die kognitiven Fähigkeiten wurden daher in allen weiteren Analysen als Kovariate berücksichtigt.

Um die erste Forschungsfrage zu beantworten, wurden zwei einfaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholung gerechnet, mit dem Messzeitpunkt als Innersubjektfaktor und der Gruppenzugehörigkeit als Zwischensubjektfaktor. Bezüglich der Fähigkeit im Umgang mit konditionalen Satzmustern zeigt die Analyse einen signifikanten Zuwachs nur in der IG ($p < .001$). Nach der Intervention war der Gruppenunterschied ebenfalls signifikant ($F(1,198) = 7,00$, $p = .009$). Bezüglich des Fachwissens in der Elektrizitätslehre zeigte die Analyse einen signifikanten Zuwachs in beiden Gruppen (beide $p < .001$). Gruppenunterschiede im Zuwachs

konnten nicht festgestellt werden. Es fanden sich keine Interaktionseffekte zwischen Gruppe und Migrationshintergrund und Gruppe und Geschlecht. Nur bezüglich der Fähigkeit im Umgang mit konditionalen Satzmustern ist der Zuwachs der Mädchen in der IG im Vergleich zu Jungen statistisch signifikant höher ($F(1,187) = 5.25, p = .023$). In der Kontrollgruppe zeigten sich diese Unterschiede nicht.

Um die zweite Frage zu beantworten, wurde eine lineare Regression mit dem *Fachwissen Elektrizitätslehre* als abhängige Variable und *basale Lesefähigkeit*, *Fähigkeit im Umgang mit konditionalen Satzmustern* sowie *kognitive Fähigkeiten* als unabhängige Variablen gerechnet. Die kognitiven Fähigkeiten ($\beta = .31, p < .001$), die basale Lesefähigkeit ($\beta = .23, p < .001$) und die Fähigkeit im Umgang mit konditionalen Satzmustern ($\beta = .17, p < .001$) konnte das Fachwissen zur Elektrizitätslehre vorhersagen.

Zusammenfassung

Die Fähigkeit im Umgang mit einem fachtypischen sprachlichen Muster lässt sich im Physikunterricht fördern. Die Förderung erfolgt dabei nicht auf Kosten der Fachinhalte. Obwohl alle Lernenden sowohl sprachlich als auch fachlich von der Förderung profitieren können, führt die Unterrichtseinheit insbesondere bei Schülerinnen zu einem höheren Wissenszuwachs im Umgang mit konditionalen Satzmustern. Der Zusammenhang zwischen sprachlichen Fähigkeiten und Fachwissen unterstreicht die Bedeutung expliziter Spracharbeit mit fachtypischen sprachlichen Mustern im Physikunterricht.

Lehrkräftebefragung zur Wahrnehmung des unterrichtlichen Angebots

Im Anschluss an dieses Projekt wird im Hinblick auf das Angebot-Nutzungs-Modell nach Helmke und Schrader (2019) die Wahrnehmung des unterrichtlichen Angebots in Bezug auf den Umgang mit Repräsentationsformen anhand einer Lehrkräftebefragung untersucht. Im Fokus steht der Vergleich der Wahrnehmung der Lehrkräfte und der Wahrnehmung der Lernenden. Das Material ist am Fragebogen für Fachsprache im Biologieunterricht nach Nitz, Nerdel und Prechtl (2012) orientiert und für Repräsentationsformen im Physikunterricht angepasst. Es wird sich auf Diagramme, Tabellen, Formeln und Texte als wichtige Bestandteile von Versuchsprotokollen beschränkt. Sowohl Lehrkräfte als auch Lernende der sechsten, achten und zehnten Klassenstufen füllen den Fragebogen aus. Anhand der gewählten Klassenstufen wird ein Vergleich zwischen den verschiedenen Stufen ermöglicht. Es wird erwartet, dass die Lehrkräfte ihr unterrichtliches Angebot stärker wahrnehmen als die Lernenden. Zudem werden größere Differenzen in der Wahrnehmung der Lehrkräfte und der Lernenden in der unteren Klassenstufe im Vergleich zu den höheren Klassenstufen erwartet. Ziel des Projektes ist eine Steigerung des Bewusstseins im Hinblick auf das unterrichtliche Angebot und folglich eine Förderung im Umgang mit Repräsentationsformen.

Projekt „GemeinsamGANZTAG“

Das Projekt *GemeinsamGANZTAG* (finanziert durch die Stiftung RAG) hat zum Ziel, Schulen in herausfordernder Lage zu unterstützen, bildungsbezogene Ungleichheiten zu reduzieren. Ein besonderer Fokus wird u.a. auf Sprachbildung gelegt. Gemeinsam mit teilnehmenden Lehrkräften werden sprachexplizite Unterrichtskonzepte für die Fächer Biologie, Chemie und Physik erarbeitet und implementiert. Die Implementierung wird durch die Physikdidaktik der Universität Duisburg-Essen begleitet und unterstützt. Dabei werden Erfahrungen, Ergebnisse und Werkzeuge aus dem Projekt *Sprachbildung im Physikunterricht* genutzt. Die erarbeiteten Unterrichtskonzepte werden am Ende der Projektlaufzeit in einer wissenschaftlichen Begleitstudie evaluiert.

Literatur

- Beese, M. & Benholz, C. (2013): Sprachförderung im Fachunterricht. Voraussetzungen, Konzepte und empirische Befunde. In Röhner, C. & Hövelbrinks, B. (Hrsg.): Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache. Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen. Weinheim und Basel: Juventa, 37–56
- Beese, M. & Roll, H. (2015). Textsorten im Fach - zur Förderung von Literalität im Sachfach in Schule und Lehrerbildung. In Benholz, C. & Frank, M. & Gürsoy, E. (Hg.). (2015). *Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern. Konzepte für Lehrerbildung und Unterricht. Beiträge zu Sprachbildung und Mehrsprachigkeit aus dem Modellprojekt ProDaZ*. Stuttgart: Fillibach bei Klett, 51-72
- Buhlmann, R. & Fearn, A. (2000). Handbuch des Fachsprachenunterrichts: unter besonderer Berücksichtigung naturwissenschaftlich-technischer Fachsprachen. Tübingen: Gunter Narr
- Draper, R. J., Broomhead, P., & Jensen, A. P. (2015). (Re)Imagining Content-Area Literacy Instruction. Language and Literacy. New York: Teachers College Press.
- Duit, R., Gropengießer, H., & Stäudel, L. (2004). Naturwissenschaftliches Arbeiten: Unterricht und Material 5-10. Seelze-Velber: Friedrich-Verlag
- Heller, K. A. & Perleth, C. (2000). *KFT 4-12 + R: Kognitiver Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen, Revision* (1. Aufl). Göttingen: Beltz-Test GmbH
- Helmke, A. & Schrader, F. (2019). Angebots-Nutzungs-Modell der Wirkfaktoren akademischer Leistungen. In M. A. Wirtz (Hrsg.), *Dorsch – Lexikon der Psychologie*. Abgerufen am 30.09.2019, von <https://portal.hogrefe.com/dorsch/angebots-nutzungs-modell-der-wirkfaktoren-akademischer-leistungen/>
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V. & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065–1084
- Nitz, S., Nerdel, C., & Prechtel, H. (2012). Entwicklung eines Erhebungsinstruments zur Erfassung der Verwendung von Fachsprache im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 117-139
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Burns, B. D. (2001). FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen. *Diagnostica*, 2, 57-66
- Storch, N. (2005). Collaborative writing: Product, process, and students' reflections. *Journal of Second Language Writing*, 14(3), 153–173
- Wellington, J. J. & Osborne, J. (2001): *Language and literacy in science education*. Buckingham, Philadelphia: Open University.
- Wimmer, H., & Mayringer, H. (2014). *Salzburger Lese-Screening für die Schulstufen 2-9: SLS 2-9* [Salzburg screening test of reading for Grades 2-9]. Bern: Huber
- Yore, L., Bisanz, G. L. & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research, *International Journal of Science Education*, 25 (6), 689-725