

Robert Aleksov<sup>1</sup>  
 Heiko Krabbe<sup>2</sup>  
 Hendrik Härtig<sup>1</sup>  
 Hans E. Fischer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Duisburg-Essen  
<sup>2</sup>Ruhr-Universität Bochum

## **Sprechen Sie Physik? Konditionale Satzmuster und Lernen im Physikunterricht**

### **Hintergrund**

Erfolgreiches Lehren und Lernen ist im naturwissenschaftlichen Unterricht ohne Sprache undenkbar. Ebenso ist Sprachbildung in allen Fächern ein zentrales Anliegen von Bildungspolitik (KMK, 2004). Durch die zunehmende Heterogenität an Schulen in Deutschland, wird sprachsensibler Unterricht zur Herausforderung für professionelles Handeln der Lehrpersonen und damit für die Bildungsforschung. Schulerfolg ist eng mit Sprachkompetenz verknüpft (Beese & Benholz, 2015). Insbesondere dem Schreiben wird dabei eine positive Wirkung auf Lernprozesse und Lernerfolg zugeschrieben (Bergeler, 2009; Langer & Appleby, 1987).

In der Schulpraxis wird allerdings eine dezidierte Berücksichtigung/Förderung von Sprache im Fachunterricht bislang kaum umgesetzt (Becker-Mrotzek, Hentschel, Hippmann & Linnemann, 2012). Thürmann (2012) stellt in einer Analyse von Unterrichtsbeobachtungen fest, dass insbesondere Schreiben als Medium des fachlichen Lernens wenig eingesetzt wird. Deshalb besteht Handlungsbedarf bei der Entwicklung und Evaluation von Unterrichtskonzepten, um sprachbewusstes Lernen im Fachunterricht empirisch abgesichert zu ermöglichen (Beese & Roll, 2015).

Vor diesem Hintergrund werden im Projekt *Sprachbildung im Physikunterricht* der Universität Duisburg-Essen (finanziert durch die Stiftung Mercator) Lehrerinnen und Lehrer für sprachliche Aspekte im Physikunterricht sensibilisiert und bei der Umsetzung sprachsensiblen Unterrichts unterstützt. Zusätzlich werden Methoden und Werkzeuge vermittelt, die es ermöglichen, Sprachdefizite bei Schülerinnen und Schülern zu diagnostizieren, um auch im Fachunterricht Sprachkompetenzen gezielt und nachhaltig zu fördern.

Der Zusammenhang zwischen sprachlichem Handeln und fachlichem Lernen kann im sprachsensiblen Physikunterricht über fachtypische sprachliche Muster hergestellt werden. Konditionale Satzmuster sind z.B. ein typisches sprachliches Muster in der Physik. Sie stellen u.a. Bedingung-Folge-Relationen dar, die für die Dokumentation experimenteller Ergebnisse und die Vermittlung fachlicher Zusammenhänge wichtig sind (z.B. „Wenn der Stromkreis geschlossen ist, dann leuchtet die Glühlampe.“). Das Verstehen fachlicher Mitteilungsstrukturen ist somit vermutlich eine Voraussetzung für das Verständnis fachlicher Konzepte (Buhlmann & Fearn, 2000). Dabei wird durch die Verschriftlichung fachlicher Inhalte durch funktionale sprachliche Muster sowohl ein positiver Effekt auf fachliche als auch auf sprachliche Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern angenommen (Schmölzer-Eibinger & Thürmann, 2015; Wygotski 1964).

### **Forschungsfragen**

Für die empirische Überprüfung dieser Annahmen ergeben sich folgende Forschungsfragen:  
 - Inwiefern lassen sich durch eine Intervention im Umgang mit Sprachmustern die sprachlichen Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern schulen?

- Welchen Zusammenhang zwischen der Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, Sprachmuster anzuwenden, und ihren fachlichen Fähigkeiten gibt es?
- Welche differenziellen Effekte der Intervention auf sprachliche und fachliche Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler lassen sich feststellen?

### Studiendesign

Wie in Aleksov, Krabbe, Fischer & Härtig (2017) dargestellt, sollen die Forschungsfragen mithilfe einer quasiexperimentellen Interventionsstudie mit einer Experimental- und einer Kontrollgruppe im Prä-Post-Design untersucht werden. Über die Pilotierung des Designs und der Instrumente wird im Folgenden berichtet.

Für die Intervention wurde in einer Entwicklungspartnerschaft mit drei Projektschulen eine Unterrichtseinheit für die Unterstufe konzipiert, die konditionale Satzmuster in den Unterricht zur Elektrizitätslehre integriert. Tabelle 1 stellt einen Ausschnitt der Ziele der entwickelten Unterrichtseinheit für die Experimentalgruppe dar und verdeutlicht die Vernetzung der fachinhaltlichen und der sprachlichen Stundenziele.

UE	<u>Fachinhaltliche Stundenziele</u> Die Schülerinnen und Schüler ...	<u>Sprachliche Stundenziele</u> Die Schülerinnen und Schüler ...
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erarbeiten handlungsorientiert die Anschlussbedingung für einfache Stromkreise (die Bedingung für das Fließen von Strom)</li> <li>- verstehen, dass ein geschlossener Stromkreis die Voraussetzung für das Fließen von Strom ist</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen einfache konditionale Satzmuster (wenn-dann-Sätze) kennen und benutzen diese, um Bedingungen und Voraussetzungen zu formulieren</li> <li>- analysieren den Aufbau von Konditionalsätzen und reflektieren über die Funktion der beiden Satzteile bei der Beschreibung von Bedingungen</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen Leiter als Materialien kennen, durch die Strom fließen kann und Isolatoren als Materialien, durch die Strom nicht fließen kann</li> <li>- ordnen Materialien der Gruppe „Leiter“ oder der Gruppe „Isolator“ aufgrund von Beobachtungen experimentell zu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nutzen konditionale Satzformen (einfache wenn-dann Satzmuster) um Beobachtungen fachlich und sprachlich korrekt zu dokumentieren (Anwendung des Konzepts „Konditionalsatz“ im Kontext der Beobachtungsbeschreibung)</li> <li>- analysieren den Aufbau von Konditionalsätzen und reflektieren über die Funktion der beiden Satzteile bei der Beschreibung von Beobachtungen (Darstellung: abhängige und unabhängige Größe)</li> </ul>

*Tabelle 1: Fachinhaltliche und sprachliche Stundenziele für zwei Unterrichtsstunden der Unterrichtseinheit*

In Tabelle 2 sind die zu erhebenden Konstrukte und der zeitliche Umfang der Intervention für die Experimental- und die Kontrollgruppe aufgelistet. Ebenfalls wird der inhaltliche Unterschied der Unterrichtseinheiten für die Intervention dargestellt. Während in der Unterrichtseinheit der Experimentalgruppe die Verschriftlichung fachlicher Inhalte und die Reflexion des Einsatzes konditionaler Satzmuster im Mittelpunkt stehen, werden in der Kontrollgruppe Fachinhalte in zusätzlichen Kontexten integriert und weitere Experimente durchgeführt.

	<b>Experimentalgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>
<b>Prätest</b> 2 Schulstunden	Kognitive Fähigkeiten Test (Heller & Perleth, 2000), Fragebogen zum sozioökonomischen Status (PISA, 2006), Fachwissenstest Elektrizitätslehre (Eigenentwicklung), Test zur Variablenkontrollstrategie (Schwichow, 2015), Test zum Umgang mit konditionalen Satzmustern (Eigenentwicklung), Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation (Rheinberg, Vollmeyer & Burns, 2001)	
<b>Intervention</b> 5 Doppelstunden	<b>Unterrichtseinheit zum Themenbereich der Elektrizitätslehre</b> <b>Verschriftlichung von Fachinhalten durch konditionale Satzmuster</b>	zusätzliche Fachinhalte und Experimente
<b>Posttest</b> 1 Schulstunde	Fachwissenstest Elektrizitätslehre, Test zur Variablenkontrollstrategie Test zum Umgang mit konditionalen Satzmustern, Intrinsic Motivation Inventory (Markland & Hardy, 1997) Learning Climate Questionnaire (Black & Deci, 2000)	

*Tabelle 2: Studiendesign und Interventionsumfang*

Der Test zum Fachwissen über Elektrizitätslehre ist eine Eigenentwicklung in Anlehnung an Engelhardt & Beichner, 2003; Krabbe & Fischer, 2015).

Zur Pilotierung der Intervention und ausgewählter Instrumente wurde mit 7 Klassen der Jahrgangsstufen 6 und 7 an den drei Projektschulen (Gelegenheitsstichprobe) herangezogen. Die Verteilung auf zwei Jahrgangsstufen resultiert aus der unterschiedlichen Verteilung des Physikunterrichts in der Stundentafel der Projektschulen. An jeder Schule wurden Parallelklassen als Kontrollgruppe herangezogen. In der Pilotierung wurden kognitive Fähigkeiten und sozioökonomischer Status nicht erhoben. Ebenso wurde aus pragmatischen Gründen auf Schülercodes verzichtet, so dass eine personenbezogene Zuordnung von Prä- und Posttestdaten nicht möglich ist.

### **Ergebnisse**

Die Qualität der entwickelten und adaptierten Instrumente wurde überprüft, sie zeigen akzeptable bis gute interne Konsistenzen ( $.70 \leq \alpha \leq .86$ ). Aus unseren Erhebungen der Pilotierung liegen Daten von 181 Schülerinnen und Schülern (84w, 97m) vor. Messwiederholungsanalysen zeigen, dass die Intervention die Fähigkeit im Umgang mit konditionalen Satzmustern (FUKS) ( $p < .05$ ;  $d = 0.82$ ) und das Fachwissen ( $p < .01$ ;  $d = 1.89$ ) in der Experimentalgruppe steigert und dass die FUKS in der Experimentalgruppe nach der Intervention höher als in der Kontrollgruppe ist ( $p < .01$ ;  $d = 1.20$ ).

### **Ausblick**

Analysen der am Ende des ersten Halbjahres des Schuljahres 2017/2018 vorliegenden Daten der Hauptstudie sollen aufzeigen, ob und in welchem Ausmaß die Lernförderlichkeit der Intervention über die FUKS mediiert wird und ob die Stärke dieser Zusammenhänge von weiteren individuellen Schülereigenschaften abhängen. Unsere Ergebnisse können wertvolle Einsichten in die Zusammenhänge zwischen sprachlichen und fachlichen Kompetenzen liefern und Lehrkräften dabei helfen, Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht bestmöglich zu fördern.

**Literatur**

- Becker-Mrotzek, M., Hentschel, B., Hippmann, K. & Linnemann, M. (2012). Sprachförderung in deutschen Schulen - die Sicht der Lehrerinnen und Lehrer. Von [http://www.mercator-institut-sprachfoerderung.de/fileadmin/user\\_upload/Lehrerumfrage\\_Langfassung\\_final\\_30\\_05\\_03.pdf](http://www.mercator-institut-sprachfoerderung.de/fileadmin/user_upload/Lehrerumfrage_Langfassung_final_30_05_03.pdf) [07.10.2016]
- Becker-Mrotzek, M., Schramm, K., Thürmann, E., & Vollmer, H. (2013). Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Münster: Waxmann.
- Beese, M. & Benholz, C. (2013). Sprachförderung im Fachunterricht - Voraussetzungen, Konzepte und empirische Befunde. In C. Röhner, & B. Hövelbrinks (Hrsg.), Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache - Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen (S. 37-57). Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- Beese, M. & Roll, H. (2015). Textsorten im Fach - zur Förderung von Literalität im Sachfach in Schule und Lehrerbildung. In C. Benholz, M. Frank, & E. Gürsoy (Hrsg.), Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern. Konzepte für die Lehrerbildung und Unterricht (S. 51-72). Stuttgart: Ernst Klett Sprachen. Duit, R., Gropengießer, H., & Stäudel, L. (2004). Naturwissenschaftliches Arbeiten: Unterricht und Material 5-10. Seelze-Velber: Friedrich-Verlag
- Bergeler, E. (2009). Lernen durch eigenständiges Schreiben von sachbezogenen Texten im Physikunterricht. Eine Feldstudie zum Schreiben im Physikunterricht am Beispiel der Akustik. Dissertation. technische Universität Dresden.
- Buhlmann, R., & Fearn, A. (2000). Handbuch des Fachsprachenunterrichts: unter besonderer Berücksichtigung naturwissenschaftlich-technischer Fachsprache. Tübingen: Narr.
- Gogolin, I. & Lange, I. (2011). Bildungssprache und durchgängige Sprachbildung. In: Fürestenau, Sara & Gomola, Mechthild (Hrsg.), Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit. Wiesbaden: VS, 107-127
- KMK. (2005). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz - Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Bildungsabschluss (Beschluss vom 16. Dezember 2004). München: Wolters Kluwer.
- Langer, J. A. & Appleby, A. N. (1987). How writing shapes thinking: A study of teaching and learning. Urbana, IL: National Council of Teachers of English.
- Ministerium für Schule, Jugend und Kinder (Hrsg.). (1999). Förderung in der deutschen Sprache als Aufgabe des Unterrichts in allen Fächern - Empfehlung. Frechen: Ritterbach Verlag.
- Thürmann, E. (2012). Lernen durch Schreiben? Thesen zur Unterstützung sprachlicher Risikogruppen im Sachfachunterricht. Von dieS-online 1: [http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2012/8668/pdf/DieS\\_online-2012-1.pdf/](http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2012/8668/pdf/DieS_online-2012-1.pdf/) [07.10.2016]
- Schmölzer-Eibinger, S. & Thürmann, E. (Hrsg.). (2015). Schreiben als Medium des Lernens : Kompetenzentwicklung durch Schreiben im Fachunterricht. Münster: Waxmann.
- Wygotzki, L. (1964). Denken und Sprachen. Berlin: Akademie Verlag.