

Jan-Martin Österlein¹
 Mathias Ropohl¹
 Sebastian Habig²
 Miriam Morek¹

¹Universität Duisburg-Essen
²Friedrich-Alexander Universität Erlangen-
 Nürnberg

Förderung protokollbezogener Schreibfertigkeiten im Chemieunterricht

Theoretischer Hintergrund

Sprache bildet die Grundlage für Kommunikationsprozesse und ist damit für Lehr-Lernprozesse maßgeblich. Gleichzeitig ist die Sprache im Fach jedoch auch das Medium des Fachinhalts und damit auch explizit Gegenstand des Fachunterrichts (Childs et al., 2015; Taber, 2015). In ihrer Funktion der Kommunikation ist sie als einer von drei prozessbezogenen Kompetenzbereichen im Kernlehrplan fest verankert (KMK, 2005). Kommunikation dient dabei nicht nur dem Austausch im Unterricht, sondern ist gleichzeitig eine Kerntätigkeit naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens (Osborne, 2002; Rönnebeck et al., 2016). Im Kontext des Erkenntnisgewinnungsprozesses nimmt Kommunikation einerseits die Rolle des Austauschs über Erkenntnisse und Ideen ein, gleichzeitig ermöglicht sie es den Lernenden aber auch, ein Verständnis für naturwissenschaftliche Konzepte zu erlangen (Ebenezer et al., 2011; Osborne, 2002; Ruiz-Primo et al., 2004). Im Chemieunterricht erfolgt Kommunikation über den Erkenntnisprozess nicht nur mündlich, sondern häufig auch in schriftlicher Form, z. B. in Form von Versuchsprotokollen (KMK, 2005). Textproduktion trägt dabei wesentlich zum Erwerb von *scientific literacy* bei (Wellington & Osborne, 2001). Beese und Roll (2015) sprechen beim Schreiben von einem *Werkzeug des Denkens*, durch das Lernende sich intensiv mit einem Lerngegenstand auseinandersetzen können. Die Rolle von Schreibprozessen hat sich also von reinem Dokumentieren hin zu einem Verständnis von Schreiben als Werkzeug entwickelt, das Lernenden hilft, ihre Gedanken zu organisieren, Ideen zu konsolidieren oder zu reflektieren. (Newell, 2006; Rivard & Straw, 2000). Hinsichtlich der Integration von Schreibprozessen in den naturwissenschaftlichen Unterricht können zwei Ansätze unterschieden werden. Bei *writing to learn* steht epistemisches Schreiben mit dem Ziel einer sinnstiftenden Auseinandersetzung mit dem Gegenstand im Vordergrund (Klein & Boscolo, 2016; Schmölzer-Eibinger & Thürmann, 2015; Sampson et al., 2013). Der Fokus liegt dabei auf informellen Schreibaufgaben, anhand derer die Lernenden sich reflexiv mit einem Inhalt auseinandersetzen. Die Lernenden nutzen dabei häufig Alltagssprache anstelle von Fachsprache. Dem gegenüber fokussiert *learning to write* auf fachsprachliche Charakteristika sowie disziplinspezifische Textsortenmerkmale (McCutchen, 2008, Sampson et al., 2013). Dazu werden vor allem traditionelle Textsorten wie das Versuchsprotokoll verwendet, um Lernende darin zu fördern, bessere naturwissenschaftliche Texte zu schreiben. Während bei *writing to learn* Fachsprache und naturwissenschaftliche Schreibfertigkeiten wie das Schreiben argumentativer Texte wenig Berücksichtigung finden, steht *learning to write* vor allem aufgrund geringer Lernwirksamkeit und einem häufig fehlenden Bezug zum Erkenntnisprozess in der Kritik. Beide Ansätze weisen also komplementäre Stärken und Schwächen auf.

Zielsetzung und Forschungsfragen

Mit *writing to learn* und *learning to write* haben sich zwei weitestgehend konträre, aber auch komplementäre Ansätze forschungsbasiert in der Praxis etabliert. Vor diesem Hintergrund untersucht das vorliegende Promotionsprojekt, inwiefern die Kombination beider Ansätze in Form von epistemischen (*writing to learn*) und fachsprachlichen (*learning to write*) Schreibfördermaßnahmen die protokollbezogenen Schreibfertigkeiten und den Lernzuwachs hinsichtlich des chemischen Fachwissens fördern. Folgende Forschungsfragen sollen beantwortet werden:

Inwiefern beeinflussen unterschiedliche Kombinationen von epistemischen und sprachlichen Fördermaßnahmen ...

- (1) ...die protokollbezogenen Schreibfertigkeiten von Lernenden im Chemieunterricht?
- (2) ...den Fachwissenszuwachs von Lernenden im Chemieunterricht?

Methode

Als Schreibförderansatz werden Kombinationen aus epistemischen (*writing to learn*) und fachsprachlichen (*learning to write*) Fördererelementen entwickelt. Als epistemische Förderung erhalten die Lernenden Hilfen hinsichtlich des strukturellen Aufbaus der einzelnen Abschnitte des Versuchsprotokolls. Für die fachsprachliche Förderung werden von Leisen (2010) vorgeschlagene Methoden der allgemeinen Schreibförderung als Grundlage ausgewählt:

- Schreiben mithilfe von **Wortlisten** und **Satzbausteinen**
- Schreiben anhand eines **Beispieltextes**

Die Kombination der epistemischen und den beiden unterschiedlichen fachsprachlichen Fördermaßnahmen ergibt unter Berücksichtigung einer Kontrollgruppe ein 2x3-Gruppen-Design. Die Wirksamkeit der Maßnahmen wird in einer experimentellen Interventionsstudie im Prä-Post-Design untersucht. Die erste Erhebungsphase umfasst $n = 109$ vollständige Datensätze von Lernenden der neunten und zehnten Jahrgangsstufe aus Gymnasien bzw. Gesamtschulen aus Nordrhein-Westfalen. Die Lernenden sind gleichmäßig auf die sechs Interventionsgruppen verteilt ($15 \leq n \leq 22$). Weitere $n = 300$ Lernende werden in der zweiten Erhebungsphase (Herbst 2022) rekrutiert. Im Prä- und Post-Test werden dabei die Qualität der Versuchsprotokolle und das Fachwissen als abhängige Variablen erhoben, zusätzlich werden allgemeine Sprachfertigkeiten und figurale kognitive Fähigkeiten (Heller & Perleth, 2000) als Kontrollvariablen erhoben. Zu jedem der insgesamt drei Interventionszeitpunkte fertigen die Lernenden Versuchsprotokolle auf Basis von zwei Experimentalvideos an und nutzen dabei die Ihnen zugewiesenen Hilfen. Das erste Video konfrontiert die Lernenden mit einem chemischen Phänomen, woraufhin eine Fragestellung und eine Hypothese formuliert werden sollen. Das zweite Video zeigt ein Experiment, das zur Beantwortung der Fragestellung geeignet ist. Die Lernende formulieren im Anschluss eine Durchführung, Beobachtung und Auswertung. Während der Bearbeitung des Fördermaterials werden für die Anfertigung jedes Abschnitts des Versuchsprotokolls die wahrgenommene kognitive Belastung und die wahrgenommene Unterstützung erhoben. Außerdem geben die Lernenden an, ob Sie eine bestimmte Hilfe genutzt haben oder nicht.

Vorläufige Ergebnisse

Zur Bewertung der Qualität der Versuchsprotokolle ist ein Kodiermanual aus der Literatur abgeleitet und induktiv im Rahmen einer Vorstudie erweitert worden. Während der erste Teil

des Kodiermanuals rein epistemische Kategorien (z.B. Vollständigkeit oder die Überprüfbarkeit der Hypothese) umfasst, enthält der zweite Teil epistemische Kategorien, die unmittelbar fachsprachlich umgesetzt werden. Die Kategorie *akkurate Handlungsbeschreibung* wird etwa durch die Nutzung adäquater experimentbezogener Verben sprachlich umgesetzt. Hinsichtlich der Kodierung der Versuchsprotokolle konnte mit Werten für Cohen's κ zwischen $\kappa = .61$ und $.80$ eine substantielle Übereinstimmung erreicht werden (Landis & Koch, 1977).

In ersten Analysen werden die protokollbezogenen Schreibfertigkeiten zunächst durch die Summenscores aller rein epistemischen Kategorien einerseits sowie aller epistemisch-fachsprachlichen Kategorien andererseits bestimmt. Um den Einfluss der Interventionsgruppe zu untersuchen, ist für beide Summenscores eine ANOVA mit Messwiederholung mit der Interventionsgruppe als Intersubjektfaktor berechnet worden. Die Ergebnisse zeigen keinen signifikanten Einfluss der Interventionsgruppe auf die Veränderung der Summenscores in den epistemischen Kategorien, $F(5, 103) = .746, p = .591$. Auch für die Veränderung in den epistemisch-sprachlichen Kategorien kann kein Einfluss der Interventionsgruppe festgestellt werden, $F(5, 103) = .084, p = .995$. In einer darauffolgenden Analyse wird untersucht, ob Unterschiede in den protokollbezogenen Schreibfertigkeiten auf der Ebene der unterschiedlichen Abschnitte des Versuchsprotokolls festgestellt werden können. Für die epistemischen Kategorien des Beobachtungabschnitts zeigt sich ein marginal signifikanter Unterschied zwischen den Interventionsgruppen, $F(5, 103) = 2.11, p = .070$, der deskriptiv mit einer stärkeren Qualitätssteigerung der Interventionsgruppe, die ausschließlich mit Beispielprotokollen in der Förderphase gearbeitet hat, zu begründen ist. Für die übrigen Abschnitte ist weder in den epistemischen noch in den epistemisch-sprachlichen Kategorien ein Einfluss der Gruppe zu berichten. Jedoch nimmt die sprachliche Qualität der Fragestellung über alle Gruppen hinweg signifikant zu, $F(1, 103) = 5.44, p = .022$. Die sprachliche Qualität der Beobachtung, $F(1, 103) = 5.01, p = .027$, sowie der Auswertung, $F(1, 103) = 4.17, p = .044$, nimmt hingegen signifikant über alle Gruppen hinweg ab.

Diskussion

Aufgrund der geringen Stichprobe und den daraus resultierenden kleinen Teilstichproben für die Interventionsgruppen aus der ersten Erhebungsphase ist es nicht überraschend, dass zwischen den Interventionsgruppen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden können.

In einem nächsten Analyseschritt sollen für das gesamte Versuchsprotokoll Qualitätsstufen auf Basis der Bewertungskategorien und deren Ausprägungen definiert werden, sodass mögliche Qualitätsveränderungen noch präziser analysiert werden können.

Dass insgesamt über alle Gruppen hinweg signifikante Verschlechterungen im Bereich der Beobachtung und Auswertung vorzufinden sind, entspricht nicht den Erwartungen. Potenziell sind diese Befunde auf affektive Variablen wie die Motivation zurückzuführen. Da es sich um die letzten beiden Abschnitte des Versuchsprotokolls handelt, sind motivationale Gründe bei der Bearbeitung nicht auszuschließen. Durch eine Analyse des Nutzungsverhaltens der unterschiedlichen Hilfen des Fördermaterials kann möglicherweise Aufschluss darüber gewonnen werden, inwiefern die Veränderung der Qualität der Versuchsprotokolle tatsächlich auf das jeweilige Fördermaterial zurückzuführen ist.

Literatur

- 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.), *Sprachbildung in allen Fächern: Konzepte für Lehrerbildung und Unterricht* (S. 51–72). Fillibach bei Klett.
- Childs, P. E., Markic, S. & Ryan, M. C. (2015). The Role of Language in the Teaching and Learning of Chemistry. In J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Hrsg.), *Chemistry Education* (Bd. 4, S. 421–446). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Ebenezer, J., Kaya, O. N. & Ebenezer, D. L. (2011). Engaging students in environmental research projects: Perceptions of fluency with innovative technologies and levels of scientific inquiry abilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 94–116.
- Heller, K. A. & Perleth, C. (2000). Kognitiver Fähigkeitstest für 4.-12. Klassen: Revision (KFT 4-12 + R). Hogrefe.
- Klein, P. D. & Boscolo, P. (2016). Trends in Research on Writing as a Learning Activity. *Journal of Writing Research*, 7(3), 311–350.
- Kultusministerkonferenz. (2005). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 16.12.2004.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159.
- Leisen, J. (2010). *Handbuch Sprachförderung im Fach: Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis; Grundlagenwissen, Anregungen und Beispiele für die Unterstützung von sprachschwachen Lernern und Lernern mit Zuwanderungsgeschichte beim Sprechen, Lesen, Schreiben und Üben im Fach*. Varus-Verlag.
- McCutchen, D., Teske, P. & Bankston, C. (2008). Writing and cognition: Implications of the cognitive architecture for learning to write and writing to learn. In *Handbook of research on writing: History, society, school, individual, text* (S. 451–470). Taylor & Francis Group/Lawrence Erlbaum Associates.
- Newell, G. E. (2006). Writing to Learn: How Alternative Theories of School Writing Account for Student Performance. In C. A. MacArthur, S. Graham & J. Fitzgerald (Hrsg.), *Handbook of writing research* (S. 235–246). Guilford Press.
- Osborne, J. (2002). Science Without Literacy: A ship without a sail? *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 203–218.
- Rivard, L. P. & Straw, S. B. (2000). The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science Education*, 84(5), 566–593.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S. & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground – A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Ayala, C. & Shavelson, R. J. (2004). Evaluating students' science notebooks as an assessment tool. *International Journal of Science Education*, 26(12), 1477–1506.
- Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J. & Witte, S. (2013). Writing to Learn by Learning to Write During the School Science Laboratory: Helping Middle and High School Students Develop Argumentative Writing Skills as They Learn Core Ideas. *Science Education*, 97(5), 643–670.
- Schmölzer-Eibinger, S. & Thürmann, E. (Hrsg.). (2015). *Fachdidaktische Forschung: Bd. 8. Schreiben als Medium des Lernens: Kompetenzentwicklung durch Schreiben im Fachunterricht*. Waxmann Verlag.
- Taber, K. S. (2015). Exploring the language(s) of chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 193–197.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education* (Repr.). Open Univ. Press.