

Sprachliche Unterstützung beim Erwerb chemiebezogenen Fachwissens

Lernende im Erwerb bildungs- und fachsprachlicher Kompetenzen zu unterstützen, stellt insbesondere Lehrer*innen mit naturwissenschaftlichem Fach vor große unterrichtliche Herausforderungen. Demzufolge bleibt der Lernerfolg von Schüler*innen mit Förderbedarfen in der Bildungssprache Deutsch noch immer und viel zu oft hinter dem ihrer bildungssprachlich kompetenteren Mitschüler*innen zurück (OECD, 2007; Stanat et al., 2019). Der *Disaggregate-Instruction-Ansatz (DIA)* von Brown et al. (2010) soll dieser Barriere entgegenwirken, indem Lernende beim Erwerb chemischen Fachwissens in besonderem Maße unterstützt werden. Um die Wirkungsweise des *DIA* mit der des sprachsensiblen *Scaffoldings* vergleichend zu evaluieren, haben wir Cluster-randomisierte Vergleichsstudien durchgeführt (Gieske et al. 2022; 2023) und die fachbezogenen Lernzuwächse der Schüler*innen mittels verschiedener Regressionsmodelle analysiert. Im Beitrag stellen wir das Studiendesign und ausgewählte Ergebnisse zur Diskussion.

Theoretische Rahmung

Für den Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts lässt sich konstatieren, dass eine systematische, durchgängige Sprachbildung keineswegs in der Breite der Schulpraxis angekommen ist: Sprachbildende Unterrichtsmaßnahmen werden häufig gar nicht oder nur sporadisch von Lehrkräften geplant und umgesetzt (Riebling, 2013). Eine Möglichkeit, diese lediglich punktuelle Implementation zu erklären, könnte im Fehlen belastbarer empirischer Befunde begründet sein. Befunde, wie sie beispielsweise aus der Mathematikdidaktik bereits vorliegen (Prediger & Neugebauer, 2023), sind uns im Feld naturwissenschaftsdidaktischer Forschung nicht bekannt. Ein sprachsensibler Fachunterricht sollte „alle Schülerinnen und Schüler, die wegen unzureichender sprachlicher Fähigkeiten dem Unterricht nicht folgen können“ (Becker-Mrotzek & Woerfel, 2020, S. 99) fördern und folglich darauf ausgelegt sein, bildungs- und fachsprachliche Fähigkeiten systematisch und kumulativ aufzubauen (Gogolin & Lange, 2011). Dafür ist es notwendig, dass Fachlehrer*innen die Fachsprache sowohl als Lernziel als auch als Kommunikationsmedium des Fachunterrichts anerkennen (Bolte & Pastille, 2010; Streller et al., 2012). Einen vielversprechenden Ansatz, der eine systematische Förderung fachsprachlicher Fähigkeiten ermöglicht, stellt Chemieunterricht in Anlehnung an die Konzeption von *Disaggregate Instruction* (Brown et al., 2010) dar. Im Zuge dieses Unterrichts, welcher in insgesamt vier Phasen gegliedert ist (Gieske et al., 2022, 2023), werden neue fachinhaltliche Konzepte zunächst ohne die Verwendung neuer Fachterminologie erarbeitet (Brown et al., 2010, S. 1474). Wenn dies nach Einschätzung der Lehrkraft gelungen ist, werden anschließend die Fachtermini sprachsensibel eingeführt und mit den korrespondierenden Fachkonzepten verknüpft (Brown et al., 2010, S. 1474). Der *DIA* weist Überschneidungen mit dem prominenten Ansatz des sprachsensiblen *Scaffoldings* auf, welcher ebenfalls anstrebt, am konkreten Lern- und Sprachstand der Schüler*innen zu beginnen, jedoch keine strenge Phasenstruktur für den Unterricht vorgibt (Hammond & Gibbons, 2005). Interventionsstudien in den USA haben nachgewiesen, dass Unterricht in Anlehnung an den *DIA* auf Seiten der Lernenden zu höheren fachlichen Lernzuwächsen führt, als Unterricht, indem keine strikte Trennung zwischen konzeptuellem und fachsprachlichem Lernen erfolgt (Brown et al., 2010).

Forschungsfragen

Um die Wirksamkeit von Unterricht nach den Gestaltungsprinzipien von *Disaggregate Instruction* zu untersuchen, bearbeiten wir drei aufeinander aufbauende Fragestellungen:

1. Inwiefern werden Schüler*innen hinsichtlich des Lernzuwachses im Bereich chemiebezogenen Fachwissens durch Unterricht nach dem *Disaggregate-Instruction-Ansatz (DIA)*, verglichen mit sprachsensiblen Unterricht anhand von *Scaffolding*, unterstützt?
2. Inwieweit beeinflussen Kompetenzen in der Bildungssprache Deutsch den Lernerfolg im Bereich chemiebezogenen Fachwissens in Abhängigkeit des Unterrichtsansatzes?
3. Welchen Einfluss übt der Unterrichtsansatz auf die fachlichen Lernzuwächse von Schüler*innen an Integrierten Sekundarschulen (im Vergleich zu Gymnasien) aus?

Studiendesign

Für die vergleichende Untersuchung der beiden Unterrichtsvarianten (*DIA* und *Scaffolding*) haben wir eine Interventionsstudie im Prä-Post-Design geplant. Im Zuge dessen entstand eine Unterrichtsreihe mit dem Titel „Das Tote Meer stirbt“ (Gieske et al., eingereicht) für die Jahrgangsstufen 8/9 im Themenfeld „Salze – Gegensätze ziehen sich an“ (SenBJF Berlin, 2015, S. 36), die in zwei sprachsensiblen Varianten konzipiert und realisiert wurde. In der Interventionsgruppe sind *DIA*- und *Scaffolding*-Prinzipien miteinander kombiniert im Einsatz, während in der Kontrollgruppe lediglich *Scaffolding*-Prinzipien Anwendung finden. Der Lernzuwachs wird durch einen eigens entwickelten, themenfeldbezogenen Fachwissenstest im Prä-Post-Design ermittelt (Gieske et al., 2023). Außerdem werden zum Prä-Zeitpunkt (t_0) durch einen C-Test (ibq Hamburg, 2008) die Kenntnisse der Schüler*innen in der Bildungssprache Deutsch erfasst. C-Tests gelten als zeitökonomisches und zuverlässiges Testverfahren, um globale Sprachfähigkeiten zu erheben (Eckes & Grotjahn, 2006). Die an der Studie teilnehmenden Schüler*innen werden als Klassenverbände randomisiert der Interventions- oder Kontrollbedingung so zugeordnet, dass von jeder teilnehmenden Schule mindestens eine Klasse als Interventions- und eine Parallelklasse als Kontrollgruppe fungiert. Die zu gewinnenden Daten hinsichtlich der fachlichen Lernzuwächse und Kenntnisse der deutschen Bildungssprache werden inferenzstatistisch über Mehrebenen-Regressionsanalysen ausgewertet. Dafür nutzen wir lineare, gemischte Modelle mit t-Tests unter Anwendung der Satterthwaite-Methode (Leyrat et al., 2018).

Ergebnisse

An der Interventionsstudie haben insgesamt 464 Schüler*innen aus 20 Klassen verschiedener Gymnasien und Integrierter Sekundarschulen in Berlin und Brandenburg teilgenommen. Die statistischen Analysen berücksichtigen die Daten von $N = 276$ Lernenden, die während der gesamten Unterrichtsreihe anwesend waren und von denen vollständige Datensätze vorliegen. Die Stichprobe setzt sich zusammen aus $n = 137$ Schüler*innen in der Interventions- und $n = 139$ Schüler*innen in der Kontrollgruppe. Zum Zeitpunkt t_0 unterscheiden sich die Schüler*innen beider Gruppen statistisch weder hinsichtlich des themenfeldbezogenen Fachwissens noch hinsichtlich ihrer Kenntnisse in der Bildungssprache Deutsch ($p > 0,05$). Werden nun die Lernzuwächse betrachtet, so lässt sich deskriptiv kein Unterschied zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe erkennen. Die Lernenden erreichen unabhängig von der Unterrichtsvariante einen mittleren Lernzuwachs von $DM = 5,2$ Punkten zwischen Prä- und Post-Test. Der Gruppenvergleich durch Mehrebenen-Regressionsanalysen mit einem Random Intercept für Lerngruppen-Cluster ergibt ebenfalls keinen statistisch signifikanten

Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollbedingung bezüglich der erreichten Lernzuwächse ($p = 0,90$). Fügt man dem Regressionsmodell die C-Test-Scores hinzu, so ergibt sich für den multiplikativen Interaktionsterm *Art der Intervention* \times *C-Test-Score* erneut kein statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0,28$). Im letzten Schritt werden die teilnehmenden Schüler*innen getrennt nach der Schulform (Integrierte Sekundarschule und Gymnasium) analysiert. Wiederholt man die Berechnung des multiplikativen Interaktionsterms *Art der Intervention* \times *C-Test-Score* für die Lernenden an Integrierten Sekundarschulen ($N = 166$ in 14 Clustern), so steigt der fachliche Lernzuwachs in der Kontrollgruppe mit höherem C-Test-Score deutlich steiler an als in der Interventionsgruppe ($p < 0,05$; s. Abb. 1).

Diskussion und Ausblick

Auf der Grundlage unserer Analysen lässt sich dem *DIA* zunächst kein grundlegender Vorteil gegenüber Chemieunterricht in Anlehnung an sprachsensibles *Scaffolding* bescheinigen (1. Forschungsfrage). Auch unter Berücksichtigung der Kompetenzen aller teilnehmenden Schüler*innen in der Bildungssprache Deutsch unterscheiden sich die fachlichen Lernzuwächse zwischen den beiden untersuchten Gruppen nicht statistisch bedeutsam voneinander (2. Forschungsfrage).

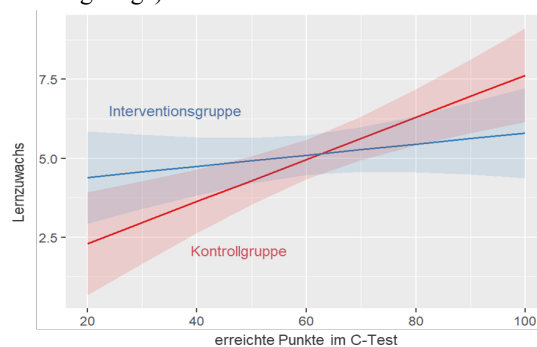


Abb. 1. Zusammenhang zwischen dem fachlichen Lernzuwachs, der Unterrichtsvariante und den erreichten Punkten im C-Test für Lernende an Integrierten Sekundarschulen ($n = 166$).

Sprachsensibles *Scaffolding* scheint unter diesen Bedingungen durch seine Gestaltungsprinzipien, wie das Anknüpfen an den sprachlichen Lernstand der Schüler*innen und das gezielte Verknüpfen erkenntnisunterstützender Darstellungsformen (Hammond & Gibbons, 2005), bereits ausreichend adäquate Gelegenheiten für die fachliche und fachsprachliche Lernentwicklung zu schaffen. Demgegenüber vermag der *DIA*, Lernende an Integrierten Sekundarschulen mit hohen bildungssprachlichen Förderbedarfen in besonderem Maße zu unterstützen (3. Forschungsfrage). Für diese Schüler*innen stellt sich die explizite zeitliche Trennung der Einführung neuer Fachtermini vom fachlichen Konzepterwerb als ausgesprochen gewinnbringend heraus (s. Abb. 1; Brown et al., 2010, S. 1491). Wenngleich wir durch die quantitativen Betrachtungen der fachlichen Lernzuwächse unter Berücksichtigung relevanter Kontrollvariablen Evidenz für die Wirksamkeit der beiden betrachteten sprachsensiblen Ansätze gewinnen konnten, bleiben die individuellen Prozesse bezüglich der Aneignung fachlicher Konzepte und neuer Fachtermini auf Seiten der Lernenden offen. Um diese zu untersuchen, haben wir im Rahmen des Post-Tests zusätzlich schriftliche Texte von den Schüler*innen erhoben. Diese untersuchen wir gegenwärtig mit besonderem Fokus auf den Gebrauch der Fachtermini inhaltsanalytisch, um die quantitativen Erkenntnisse zusätzlich qualitativ zu stützen (Gieske et al., in diesem Band).

Literatur

- Becker-Mrotzek, M., & Woerfel, T. (2020). Sprachsensibler Unterricht und Deutsch als Zweitsprache als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland, & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 98–104). UTB.
- Bolte, C., & Pastille, R. (2010). Naturwissenschaften zur Sprache bringen. Strategien und Umsetzung eines sprachaktivierend naturwissenschaftlichen Unterrichts. In G. Fenkart, A. Lembens, & E. Erlacher-Zeitlinger (Hrsg.), *Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften* (S. 26–46). StudienVerlag.
- Brown, B. A., Ryoo, K., & Rodriguez, J. (2010). Pathway Towards Fluency: Using ‘disaggregate instruction’ to promote science literacy. *International Journal of Science Education*, 32(11), 1465–1493.
- Eckes, T., & Grotjahn, R. (2006). A closer look at the construct validity of C-tests. *Language Testing*, 23(3), 290–325.
- Gieske, R., Freudenberg, S., & Bolte, C. (in diesem Band). *Adressatenorientierung in Texten: Schüler*innen erklären Lösevorgänge*. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik 2023.
- Gieske, R., Streller, S., & Bolte, C. (2022). Transferring language instruction into science education: Evaluating a novel approach to language- and subject-integrated science teaching and learning. *RISTAL*, 5, 144–162.
- Gieske, R., Streller, S., & Bolte, C. (2023). Das Tote Meer stirbt – Effekte einer sprachsensiblen Unterrichtsreihe. In H. van Vorst (Hrsg.), *Lernen, Lehren und Forschen in einer digital geprägten Welt* (S. 206–209).
- Gieske, R., Streller, S., & Bolte, C. (eingereicht). Vom Salz zur Ionensubstanz: Eine sprachensible Unterrichtsreihe zur Erkundung von Salzen im Toten Meer. *CHEMKON*.
- Gogolin, I., & Lange, I. (2011). Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung. In S. Fürstenau & M. Gomolla (Hrsg.), *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit* (S. 107–127). VS.
- Hammond, J., & Gibbons, P. (2005). Putting scaffolding to work: The contribution of scaffolding in articulating ESL education. *Prospect*, 20(1), 6–30.
- ifbq Hamburg. (2008). *C-Test Klasse 7/8 „Überfall +3“*.
- Leyrat, C., Morgan, K. E., Leurent, B., & Kahan, B. C. (2018). Cluster randomized trials with a small number of clusters: Which analyses should be used? *International Journal of Epidemiology*, 47(1), 321–331.
- OECD (Hrsg.). (2007). *PISA 2006 - Schulleistungen im internationalen Vergleich: Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen*. Bertelsmann.
- Prediger, S. (2022). Enhancing language for developing conceptual understanding: A research journey connecting different research approaches. *Proceedings of Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. CERME, Bozen-Bolzano, Italy.
- Prediger, S., & Neugebauer, P. (2023). Can students with different language backgrounds profit equally from a language-responsive instructional approach for percentages? Differential effectiveness in a field trial. *Mathematical Thinking and Learning*, 25(1), 2–22.
- Riebling, L. (2013). *Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht: Eine Studie im Kontext migrationsbedingter sprachlicher Heterogenität*. Waxmann.
- SenBJF [Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie] Berlin. (2015). *Rahmenlehrplan für die Jahrgangsstufen 7-10. Chemie*.
- Stanat, P., Schipolowski, S., Mahler, N., Weirich, S., & Henschel, S. (2019). *IQB-Bildungstrend 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich*. Waxmann.
- Streller, S., Hoffmann, M., & Bolte, C. (2012). KieWi & Co.: Sprachförderung im Kontext naturwissenschaftlichen Lernens. In S. Bernholt (Hrsg.), *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht* (S. 572–574). Lit.