

Hanne Brandt, Jule Böhmer, Ingrid Gogolin, Dietmar Höttecke,
Rebecca Möller & Regina Schauer

Physikunterricht im Kontext sprachlicher Diversität (PhyDiv)

Zusammenfassung

*In diesem Beitrag wird das Forschungsprojekt „Physikunterricht im Kontext sprachlicher Diversität“ (PhyDiv) vorgestellt. Dieses zielt darauf ab, exemplarisch für den Physikunterricht Unterrichtsansätze zu entwickeln und zu evaluieren, die die sprachliche Zusammensetzung von Lerngruppen besonders berücksichtigen. Untersucht werden soll die Frage, ob und unter welchen Bedingungen eine sprachförderliche Gestaltung des Fachunterrichts sowie der systematische Einbezug vorhandener mehrsprachiger Fähigkeiten in den Unterricht den fachlichen Lernerfolg von Schüler*innen im Fach Physik unterstützen. Dazu wird im Rahmen einer experimentellen Interventionsstudie qualitativvoller Physikunterricht zum physikalischen Basiskonzept „Energie“ in drei Unterrichtsvarianten entwickelt und durchgeführt. In der ersten Interventionsvariante wird fachliches Lernen mit sprachlichem Lernen durch sprachexpliziten Fachunterricht (SEU) verknüpft. In der zweiten Interventionsvariante wird der sprachexplizite Fachunterricht um das Merkmal „Mehrsprachigkeit“ erweitert (SEUM). Zwei- oder mehrsprachige Lernende werden dazu angeregt, ihre herkunftssprachlichen Kompetenzen in bestimmten Unterrichtsphasen aktiv einzusetzen. Eine Kontrollgruppe erhält Physikunterricht, in dem sprachliches Lernen nicht explizit berücksichtigt wird (K).*

*Das Projekt soll Grundlagen für die Entwicklung von Unterricht liefern, der zur Verbesserung des Lernerfolgs lebensweltlich mehrsprachiger Schüler*innen und einsprachig deutscher Lernender mit geringen bildungssprachlichen Fähigkeiten beiträgt.*

Schlüsselwörter: Sprachliche Diversität; Physikunterricht; Mehrsprachigkeit; Sprachexpliziter Unterricht; Bildungssprache

Learning Physics in the Context of Linguistic Diversity

Abstract

This contribution introduces the research project “Physics Education in the Context of Linguistic Diversity” (PhyDiv). The aim of the project is to develop and evaluate teaching approaches that consider the linguistic composition of learners in a classroom. The question to be investigated is whether and under what conditions a language-supportive lesson design with a focus on academic language and the systematic integration of pupils’

multilingual skills in teaching support the subject-related learning success of pupils in physics. For this purpose, three variants of high-quality physics lessons on the basic concept of “energy” have been developed and implemented as part of an experimental intervention study. In the first intervention variant, subject and language learning are combined through so-called language-explicit instruction (SEU). In the second intervention variant, language-explicit subject teaching is extended by the inclusion of multilingualism (SEUM): Multilingual learners are encouraged to actively use their home language in certain phases of the lesson. A control group (K) received physics lessons in which language was not explicitly addressed.

The project aims to provide a basis for the development of teaching strategies that can contribute to the improvement of the learning success of multilingual pupils and monolingual German learners with low(er) academic language skills.

Keywords: linguistic diversity; Physics education; multilingualism; language-explicit instruction; academic language

1 Hintergrund

Die migrationsbedingte Diversifizierung der bundesdeutschen Gesellschaft ist im urbanen Raum besonders ausgeprägt: In Hamburg hatten im Schuljahr 2022/23 über die Hälfte (53 %) aller Schüler*innen einen Migrationshintergrund; an Stadtteilschulen¹ lag der Anteil bei über 60 Prozent (Behörde für Schule und Berufsbildung, 2023a). Im Alltag vieler dieser Schüler*innen spielen Herkunftssprachen zusätzlich zum Deutschen auch über mehrere Generationen hinweg eine wichtige Rolle (Ilić, 2016; Strobel & Kristen, 2015). Laut Schuljahresstatistik 2022 wachsen rund 45 Prozent der Schüler*innen in Hamburg zwei- oder mehrsprachig auf – dabei wurden mehr als 115 verschiedene Sprachen erfasst (Behörde für Schule und Berufsbildung, 2023b). In den Schulen ist somit ein breites Spektrum an Spracherfahrungen vertreten.

Empirische Untersuchungen zeigen wiederkehrend, dass ein enger Zusammenhang zwischen sprachlichen Kompetenzen im Deutschen und fachlichem Lernerfolg besteht (Kempert et al., 2016). Außerdem liegen Hinweise dafür vor, dass für schulischen Erfolg weniger alltagssprachliche Kompetenzen, sondern die Beherrschung des Registers Bildungssprache von besonderer Bedeutung ist (Feilke, 2012; Gogolin & Duarte, 2016; Schleppegrell, 2004). Kinder und Jugendliche, die Deutsch als Zweitsprache lernen, und Lernende, die in bildungsfernen Familien aufwachsen, stellt der Erwerb von Bildungssprache vor eine besondere Herausforderung: Sie müssen sich im Unterricht gleichzeitig fachliche Inhalte erschließen und die dafür notwendigen sprachlichen Kompetenzen aneignen (Gibbons, 2006). Um diese Aufgabe erfolgreich zu meistern, benötigen die Lernenden eine systematische Unterstützung (Gogolin & Lange, 2011). Dazu zählt u. a., dass sprachliches und fachliches Lernen im Unterricht aller Fächer miteinander verbunden werden. Auch die Nutzung lebensweltlich mehrsprachiger Ressourcen gilt als potenziell lernunterstützend (Duarte, 2018).

¹ Seit 2010 gibt es in Hamburg nur noch zwei weiterführende Schulformen: Stadtteilschulen und Gymnasien.

In den Bildungs- und Lehrplänen vieler Bundesländer – so auch in Hamburg – wird vor dem Hintergrund einer zunehmenden sprachlichen Heterogenität von Lerngruppen die Wichtigkeit einer durchgängigen Sprachbildung betont: Der Aufbau bildungs- und fachsprachlicher Fähigkeiten ist zentrale Aufgabe aller Fächer (Behörde für Schule und Berufsbildung, 2022; KMK, 2017). In den letzten Jahren wurden erfolgreich sprachförderliche Unterrichtsansätze entwickelt und im Unterricht erprobt. Zur Frage der Wirksamkeit dieser Ansätze besteht jedoch weiterhin ein Mangel an belastbarer empirischer Evidenz (Becker-Mrotzek et al., 2021).

2 Forschungsfragen und Ziel des Projekts PhyDiv

Die dargestellte Situation ist der Ausgangspunkt für das Projekt „Physikunterricht im Kontext sprachlicher Diversität“ (PhyDiv), das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Laufzeit von drei Jahren gefördert wird (DFG-Projektnr. 445350182). Ziel des Projekts ist es, Unterrichtsansätze, die die sprachliche Zusammensetzung von Lerngruppen besonders berücksichtigen, exemplarisch für den Physikunterricht zu entwickeln und zu evaluieren. In einem interdisziplinären Team aus Physikdidaktiker*innen und Forscher*innen aus dem Bereich Educational Linguistics untersuchen wir, ob und unter welchen Bedingungen a) eine sprachexplizite Gestaltung des Fachunterrichts sowie b) der zusätzliche systematische Einbezug vorhandener mehrsprachiger Fähigkeiten in den Unterricht den fachlichen Lernerfolg von Schüler*innen im Fach Physik unterstützen.

3 Drei Unterrichtsvarianten zum Thema „Energie“

Um die Forschungsfragen zu beantworten, wird im Rahmen einer experimentellen Interventionsstudie Physikunterricht zum physikalischen Basiskonzept „Energie“ in drei Unterrichtsvarianten erteilt (Schauer et al., 2023):

- In der *ersten Interventionsvariante* wird fachliches Lernen mit sprachlichem Lernen durch sprachexpliziten (auch bekannt als „sprachsensibler“ oder „sprachförderlicher“) Unterricht verknüpft (Variante SEU). Dabei ist Deutsch durchgängig die Unterrichtssprache. Sprachbezogene Lernziele werden ausdrücklich zum Thema gemacht. Jeweils nach der Einführung neuer bzw. weiterführender Sachverhalte durch die Lehrkraft erfolgt die ko-konstruktive Bearbeitung von Aufgaben in Paaren oder Gruppen. In anschließenden Plenumsphasen werden die bisherigen Lernergebnisse und -produkte inhaltlich und sprachlich aufgearbeitet. In der Unterrichtsinteraktion wird Mikro-Scaffolding angewendet. Realobjekte wie Experimentiermaterial bleiben durchgehend sichtbar, sodass Bezugnahmen (z. B. Zeigehandlungen) sprachentlastend wirken können und Sprache stark kontextualisiert bleibt. Methodenwerkzeuge (z. B. Leisen, 2013) unterstützen die Aneignung bildungs- und fachsprachlicher Redemittel.
- In der *zweiten Interventionsvariante* wird der sprachexplizite Unterricht um das Merkmal Mehrsprachigkeit erweitert (Variante SEUM): Zwei- oder mehrsprachige Lernende werden explizit aufgefordert, ihre herkunftssprachlichen Fähigkeiten in

Gruppenarbeitsphasen zur Erarbeitung von fachlichen Inhalten zu nutzen. Hierfür setzen sich Schüler*innen mit denselben Herkunftssprachen zusammen. Die erreichten Ergebnisse und Lösungen werden dann im anschließenden Unterrichtsgespräch auf Deutsch präsentiert und reflektiert (vgl. SEU).

- Die *Kontrollgruppe* (K) erhält Physikunterricht, in dem Sprache nicht zum Lerngegenstand gemacht wird.

Der Unterricht wird bezüglich der Fachinhalte in allen drei Unterrichtsvarianten parallel gestaltet. Das grundlegende Unterrichtsskript orientiert sich an rezenter Forschung zum Lernen über das Energiekonzept. Der Unterricht aller Gruppen soll qualitativvoll im Sinne der Basisdimensionen von Unterrichtsqualität (Klieme, 2022) sein: Erforderlich sind eine klar strukturierte und störungspräventive Unterrichtsführung, starke Schüler*innenorientierung, eine unterstützende Lernatmosphäre, durchgehende kognitive Aktivierung im Rahmen von offenen Aufgabenstellungen und gut eingebundene Experimente sowie ein diskursiver Umgang mit Fehlern.

4 Design und Instrumente der Untersuchung

Die Wirkung der drei Unterrichtsvarianten auf das Energiewissen der Schüler*innen wird längsschnittlich (Pre-, Post-, Follow-up-Test) untersucht (vgl. Abb. 1).

Abb. 1: Design der PhyDiv-Studie



Quelle: eigene Darstellung.

In einem *Pre-Test* werden eine Woche vor Beginn des Unterrichts zunächst das Energiewissen (22 Multiple-Choice-Items), das Fachinteresse und das fähigkeitsbezogene Selbstkonzept Physik, Einstellungen zum Fach Physik, non-verbale kognitive Fähigkeiten (KFT 4–12; Heller & Perleth, 2000) sowie die Sprachkompetenz der Schüler*innen im Deutschen (C-Tests; Schipolowski et al., 2013) erfasst. Außerdem erhalten die Schüler*innen einen Fragebogen zu ihrem soziodemografischen Hintergrund (u. a. Geschlecht, Migrationsbiografie, familialer Sprachgebrauch, Bildungsniveau der Eltern) und werden gebeten, ihre Kompetenzen im Deutschen und den Herkunftssprachen einzuschätzen (basierend auf Klinger, 2022). Anschließend erhalten die Schüler*innen sechs Wochen lang Unterricht zum Thema „Energie“. Der Unterricht wird von dafür geschulten Lehramtsstudierenden und Doktorierenden mit dem Unterrichtsfach Physik durchgeführt.

Direkt im Anschluss an die sechswöchige Unterrichtseinheit erfolgt ein *Post-Test*. Hier werden erneut das Energiewissen (Multiple-Choice-Test und produktive Schreibauf-

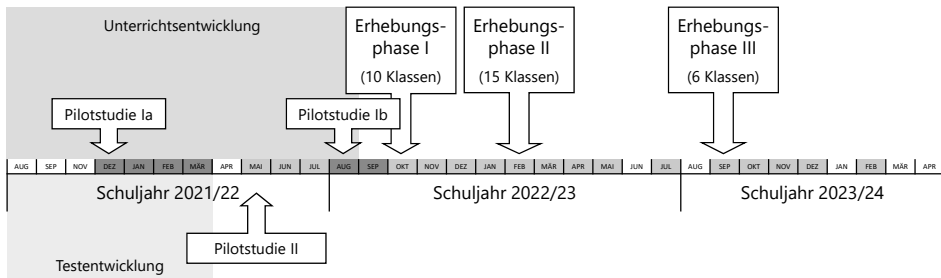
gabe), das Fachinteresse / fähigkeitsbezogene Selbstkonzept der Schüler*innen sowie ihre Einstellungen zum Fach Physik erhoben. Zusätzlich werden Grundwissen im Bereich Naturwissenschaften (Feser & Höttecke, 2023), subjektive Einstellungen zu Sprachbildung und Mehrsprachigkeit im Unterricht sowie Sprachkompetenzen in den Herkunftssprachen Russisch und Türkisch (C-Tests; MEZ, 2020; Schüler-Meyer et al., 2019) erfasst. In einem *Follow-Up Test* (ca. 12 Wochen nach dem Post-Test) wird dann noch einmal das Energiewissen der Schüler*innen getestet und das fachliche Selbstkonzept / Fachinteresse in Physik letztmalig erhoben.

Zur Qualitätskontrolle (Treatment-Check) werden alle Unterrichtsstunden mithilfe eines Beobachtungsbogens durch Projektmitarbeiter*innen dokumentiert. In zufällig ausgewählten Stunden werden Gruppenarbeitsphasen mit 360-Grad-Kameras gefilmt. Außerdem wird während der Unterrichtseinheit dreimal ein schriftliches Feedback zur Unterrichtsqualität von den Schüler*innen eingeholt.

5 Ablauf der Untersuchung

Zur Vorbereitung der Hauptstudie wurden im Schuljahr 2021/22 mehrere *Pilotstudien* durchgeführt (vgl. Abb. 2): Einerseits wurde die von uns entwickelte Unterrichtseinheit zum Thema „Energie“ erprobt (Pilotstudien Ia und Ib).

Abb. 2: Ablauf der PhyDiv-Studie



Quelle: eigene Darstellung.

Andererseits wurden neu entwickelte Testitems zur Erfassung des Energiewissens und Items zur sprachlichen Selbsteinschätzung pilotiert (Pilotstudie II).

Für die Haupterhebung wurden die Klassen an jeder Schule den Treatments K, SEU und SEUM zufällig zugewiesen (ca. 230 Schüler*innen pro Gruppe). In der ersten Erhebungsphase der *Hauptstudie* (Oktober 2022 bis Januar 2023) wurde der Interventionsunterricht in zunächst zehn Klassen durchgeführt. In Erhebungsphase II (Februar bis Mai 2023) wurde der Unterricht in weiteren 15 Klassen erteilt. Die dritte (und letzte) Erhebungsphase begann im September 2023 und wird voraussichtlich im April 2024 abgeschlossen sein.

6 Wer nimmt an der PhyDiv-Studie teil?

Die PhyDiv-Studie richtet sich an Schüler*innen an Hamburger Stadtteilschulen in sozialräumlich (eher) benachteiligten Lagen (Sozialindex 1–3, vgl. Schulte et al., 2023), an denen ein Großteil der Schüler*innenschaft eine andere Herkunftssprache als Deutsch in die Schule mitbringt. Wir konnten sieben Schulen für die Teilnahme an der Untersuchung gewinnen. Insgesamt soll die PhyDiv-Stichprobe ca. 550 Schüler*innen aus 30 Klassen der Jahrgangsstufe 9 umfassen.

Bislang haben rund 470 Schüler*innen an der Untersuchung teilgenommen (45,2 % weiblich, Durchschnittsalter = 15,5 Jahre). Fast drei Viertel (72,2 %) der teilnehmenden Schüler*innen haben einen Migrationshintergrund. Die meisten der Jugendlichen sind in Deutschland geboren (69,2 %). Die Hälfte der Teilnehmenden (49,9 %) spricht zu Hause im Alltag neben dem Deutschen auch andere Sprachen; rund ein Fünftel (20,6 %) ausschließlich andere Sprachen. Die Herkunftssprachen, die von den meisten Schüler*innen gesprochen werden, sind Türkisch (23 %) und Russisch (10 %).

7 Erwartete Ergebnisse

Untersucht werden soll im Rahmen des Projekts, inwiefern sich die Effekte der Interventionen SEU und SEUM auf Schüler*innen mit und ohne lebensweltliche Zwei- oder Mehrsprachigkeitserfahrung unterscheiden. Wir erwarten einen positiven Effekt der Mehrsprachigkeit umfassenden Intervention (SEUM) auf zwei- / mehrsprachige Schüler*innen. Sofern sich Effekte zeigen, wird geprüft, ob sie vom Grad der Beherrschung der Herkunftssprache(n) bzw. der Unterrichtssprache Deutsch beeinflusst werden. Außerdem gehen wir der Frage nach, inwiefern die Interventionen jeweils auch für lebensweltlich einsprachige Lernende vorteilhaft sind. Zu erwarten ist, dass insbesondere monolinguale Schüler*innen mit geringen bildungssprachlichen Fähigkeiten im Deutschen von der verstärkten Sprachaufmerksamkeit im Unterricht profitieren. Da motivationale Faktoren wichtige Voraussetzungen für erfolgreiches Lernen darstellen, überprüfen wir auch, ob der Einfluss der unterschiedlichen Treatments über diese vermittelt wird. Die Erkenntnisse aus dem Projekt sollen Grundlagen dafür liefern, Unterricht zu entwickeln, der zur Verbesserung des Lernerfolgs von lebensweltlich mehrsprachigen Schüler*innen und einsprachig deutschen Lernenden mit geringen bildungssprachlichen Fähigkeiten beiträgt.

Literatur und Internetquellen

- Becker-Mrotzek, M., Höfler, M., & Wörfel, T. (2021). Sprachsensibel unterrichten – in allen Fächern und für alle Lernenden. *Swiss Journal of Educational Research*, 43 (2), 250–259. <https://doi.org/10.24452/10.24452/sjer.43.2.5>
- Behörde für Schule und Berufsbildung (Hrsg.). (2022). *Bildungsplan Grundschule, Stadtteilschule, Gymnasium. Allgemeiner Teil. Bildung und Erziehung an Hamburgs Schulen.*

- <https://www.hamburg.de/contentblob/16762978/f4ec5d1f1348e96f16dc22d676c53ea2/data/a-teil-dl.pdf>
- Behörde für Schule und Berufsbildung. (Hrsg.). (2023a). *Das Schuljahr 2022/23 in Zahlen. Das Hamburger Schulwesen*. <https://www.hamburg.de/contentblob/16884502/674dee-2e6bfd80aedf47f9bab5108167/data/pdf-gesamtdokument-2022-23.pdf>
- Behörde für Schule und Berufsbildung. (Hrsg.). (2023b) *Schuljahreserhebung Schuljahr 2023. Datensatz*.
- Duarte, J. (2018). Translanguaging in the Context of Mainstream Multilingual Education. *International Journal of Multilingualism*, 17 (2), 232–247. <https://doi.org/10.1080/14790718.2018.1512607>
- Feilke, H. (2012). Bildungssprachliche Kompetenzen – fördern und entwickeln. *Praxis Deutsch*, 233, 4–13.
- Feser, M. S., & Höttecke, D. (2023). Development of a Test in German Language to Assess Middle School Students' Physics Proficiency. *The Physics Educator*, 5 (1). <https://doi.org/10.1142/S2661339523200020>
- Gibbons, P. (2006). Unterrichtsgespräche und das Erlernen neuer Register in der Zweitsprache. In P. Mecheril (Hrsg.), *Die Macht der Sprachen. Englische Perspektiven auf die mehrsprachige Schule* (S. 269–292). Waxmann.
- Gogolin, I., & Duarte, J. (2016). Bildungssprache. In J. Kilian, B. Brouër & D. Lüttenberg (Hrsg.), *Handbuch Sprache in der Bildung* (S. 478–499). de Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110296358-025>
- Gogolin, I., & Lange, I. (2011). Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung. In S. Fürstenau & M. Gomolla (Hrsg.), *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit* (S. 107–127). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92659-9_6
- Heller, K. A., & Perleth, C. (2000). *KFT 4-12+ R: Kognitiver Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen, Revision*. Hogrefe.
- Ilić, V. (2016). *Familiale Lernumwelt von Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund*. Budrich UniPress. <https://doi.org/10.2307/j.ctvddzhd1>
- Kempert, S., Edele, A., Rauch, D. P., Wolf, K. M., Paetsch, J., Darsow, A., Maluch, J., & Stanat, P. (2016). Die Rolle der Sprache für zuwanderungsbezogene Ungleichheiten im Bildungserfolg. In C. Diehl, C. Hunkler & C. Kristen (Hrsg.), *Ethnische Ungleichheiten im Bildungsverlauf* (S. 157–241). VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04322-3_5
- Klieme, E. (2022). Unterrichtsqualität. In M. Harring, C. Rohlf's & M. Gläser-Zikuda (Hrsg.), *Handbuch Schulpädagogik* (S. 411–426). Waxmann.
- Klinger, T. (2022). Die Selbsteinschätzung von Sprachfähigkeiten: Eine Skala zur differenzierten Erfassung. In T. Klinger, I. Gogolin & B. Schnoor (Hrsg.), *Sprachentwicklung im Kontext von Mehrsprachigkeit: Hypothesen, Methoden, Forschungsperspektiven* (S. 79–112). VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-36770-1_4
- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland) (Hrsg.). (2017). *Interkulturelle Bildung und Erziehung in der Schule (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.10.1996 i. d. F. vom 05.12.2013). Berichte der Länder über die Umsetzung des Beschlusses*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/AllgBildung/2017-05-11-Berichte_Interkulturelle_Bildung.pdf
- Leisen, J. (2013). *Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis*. Klett.
- MEZ (Mehrsprachigkeitsentwicklung im Zeitverlauf) (2020). *MEZ-Testhandbuch 1*. <https://www.iqb.hu-berlin.de/fdz/studies/MEZ/MEZTesthandbuch.pdf>
- Schauer, R., Möller, R., Böhmer, J., Brandt, H., & Höttecke, D. (2023). „Energie“ – Entwicklung von sprachexplizitem Physikunterricht. In H. van Vorst (Hrsg.), *Lernen, Lehren und Forschen in einer digital geprägten Welt. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Aachen 2022* (S. 965–968). <https://doi.org/10.25656/01:27632>

- Schipolowski, S., Schroeders, U., & Böhme, K. (2013). *C-Tests zur Erfassung allgemeiner Sprachkompetenz im Deutschen*. Unveröffentlichtes Testverfahren.
- Schleppegrell, M. J. (2004). *The Language of Schooling. A Functional Linguistics Perspective*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410610317>
- Schüler-Meyer, A., Prediger, S., Kuzu, T., Wessel, L., & Redder, A. (2019). Is Formal Language Proficiency in the Home Language Required to Profit from a Bilingual Teaching Intervention in Mathematics? A Mixed Methods Study on Fostering Multilingual Students' Conceptual Understanding. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17 (2), 317–339. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9857-8>
- Schulte, K., Lücken, M., Warmt, M., & Hartig, J. (2023). Die Neuauflage des Sozialindex für Hamburger Schulen auf amtlicher Basis. Gründe, Verfahren und Zusammenhänge. *DDS – Die Deutsche Schule*, 115 (4), 384–397. <https://doi.org/10.31244/dds.2023.04.08>
- Strobel, B., & Kristen, C. (2015). Erhalt der Herkunftssprache? Muster des Sprachgebrauchs in Migrantenfamilien. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 18 (1), 125–142. <https://doi.org/10.1007/s11618-014-0607-1>

Hanne Brandt, Dr., wiss. Mitarbeiterin, Interkulturelle und International Vergleichende Erziehungswissenschaft, Universität Hamburg.
E-Mail: hanne.brandt@uni-hamburg.de

Jule Böhmer, Dr., wiss. Mitarbeiterin, Interkulturelle und International Vergleichende Erziehungswissenschaft, Universität Hamburg.
E-Mail: jule.boehmer@uni-hamburg.de

Ingrid Gogolin, Prof. Dr., Seniorprofessorin für International Vergleichende und Interkulturelle Bildungsforschung, Universität Hamburg.
E-Mail: gogolin@uni-hamburg.de

Korrespondenzadresse: Universität Hamburg, Fakultät Erziehungswissenschaft, Interkulturelle und International Vergleichende Erziehungswissenschaft, Von-Melle-Park 8, 20146 Hamburg

Dietmar Höttecke, Prof. Dr., Professor für Didaktik der Physik, AG Didaktik der Physik, Universität Hamburg.
E-Mail: dietmar.hoettecke@uni-hamburg.de

Rebecca Möller, wiss. Mitarbeiterin, AG Didaktik der Physik, Universität Hamburg.
E-Mail: rebecca.moeller@uni-hamburg.de

Regina Schauer, wiss. Mitarbeiterin, AG Didaktik der Physik, Universität Hamburg.
E-Mail: regina.schauer@uni-hamburg.de

Korrespondenzadresse: Universität Hamburg, Fakultät Erziehungswissenschaft, AG Didaktik der Physik, Von-Melle-Park 8, 20146 Hamburg