

Regina Schauer<sup>1</sup>  
 Rebecca Möller<sup>1</sup>  
 Jule Böhmer<sup>1</sup>  
 Hanne Brandt<sup>1</sup>  
 Dietmar Höttecke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Hamburg

### **„Energie“ – Entwicklung von sprachexplizitem Physikunterricht**

Empirische Studien zeigen, dass erfolgreiches fachliches Lernen von sprachlichen Kompetenzen abhängt, insbesondere von der Beherrschung von Bildungssprache (Cummins, 2000; Gogolin & Lange 2011). Somit ist die Sprachkompetenz eine wichtige Voraussetzung für einen fachlichen Lernerfolg und dies gilt sowohl für mehrsprachige Schüler:innen als auch für deutsch-einsprachige Schüler:innen (Prediger, 2016). Insbesondere bei sprachlich diversen Schülerschaften, wie sie in urbanen Räumen wie Hamburg die Regel ist, ist eine systematische sprachliche Unterstützung erforderlich. Im Projekt „Physikunterricht im Kontext sprachlicher Diversität“ (PhyDiv) wurde für das Basiskonzept Energie ein Unterricht entwickelt, der sowohl fachliches als auch sprachliches Lernen verbindet und somit sprachexpliziten Unterricht darstellt. Dabei wird durch den sprachexpliziten Physikunterricht einerseits der systematische Aufbau von sprachlichen Kompetenzen unterstützt, aber insbesondere fachsprachliche Formulierungen werden als Lerngelegenheit wahrgenommen, um das konzeptuelle Verständnis zu entwickeln. Dabei werden Widersprüche zwischen alltäglichen Aussagen über Energie und fachlichen Konzepten diskursiv über Sprachreflexion bearbeitet.

#### **Konzeption des sprachexpliziten Energieunterrichts**

Der Einführungsunterricht zum Thema Energie umfasst sechs Doppelstunden. Es werden die Teilkonzepte Energieformen, Energieumwandlung, Energietransport und Energieentwertung behandelt. Dabei ist die Verständnisentwicklung für das Teilkonzept Energieentwertung bzw. Energieerhaltung am anspruchsvollsten (Neumann, Viering & Fischer, 2010). Diese stellen für die Schüler:innen häufig eine Schwierigkeit dar, da der Transfer auf Alltagsphänomene nur schwer gelingt. Die alltäglichen Aussagen über Energie wie z.B. der Energieverbrauch widersprechen dem fachlichen Erhaltungsprinzip. Um bei Alltagsphänomenen die Energieerhaltung erkennbar zu machen, wurde der Fokus auf die Entwertungsvorgänge gelegt. Diese werden mit Hilfe von Infrarotkameras visualisiert, da diese thermische Phänomene sichtbar machen und dadurch Verlust-Vorstellungen entgegenwirken können (Greinert & Weßnigk, 2019).

Weiterhin werden sowohl fachliche als auch sprachliche Lernziele im Unterricht thematisiert. Der Aufbau der fachlichen Konzepte ist systematisch mit dem Aufbau eines Sprachwissens verknüpft, durch den es den Schüler:innen ermöglicht werden soll, explizit und bedeutungsbezogen über fachliche Kontexte zu sprechen. Die Lehr-Lern-Arrangements richten sich dabei nach fünf Designprinzipien, angelehnt an die Designprinzipien für allgemein sprachbildenden Unterricht (Uribe & Prediger, 2022).

## Designprinzipien für sprachexpliziten Unterricht

### 1. Reichhaltige Diskursanregungen

Lernförderlich für konzeptuelles Verständnis sind im Unterricht diskursiv anspruchsvolle Sprachhandlungen (Erath & Prediger, 2018), die das Beschreiben, Erklären und Begründen der fachlichen Konzepte beinhalten. Diese sprachlichen Handlungen werden dazu genutzt, um fachliche Konzepte zum Thema, z.B. Energieformen, weiterzuentwickeln. Anhand der Frage „Wo ist die Energie?“ werden unterschiedlichen Schülervorstellungen zu den einzelnen Energieformen sichtbar (Abb.1). Die Beschreibung und der Diskurs bietet hier den Aufbau von Konzeptverständnis, der an das individuelle Vorwissen anschließt.

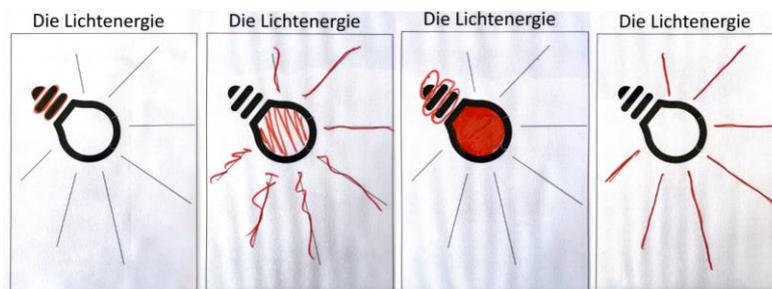


Abb. 1: Zeichnungen von Schüler:innen zu der Frage, wo sich die Lichtenergie befindet.

### 2. Makro-Scaffolding entlang eines dualen Lernpfades

Das Makro-Scaffolding wird für den fachlichen Lernpfad und für den sprachlichen Lernpfad angewendet. Somit werden an unterschiedlichen Stufen Lerngelegenheiten für diejenigen sprachlichen Praktiken angeboten, die für die Erarbeitung des fachlichen Konzeptes förderlich sind (Gibbons, 2002; Pöhler & Prediger, 2015). Dabei werden die fachlichen Konzepte durch unterschiedliche Experimente phänomennah eingeführt. Durch das schrittweise Beschreiben und Erklären der Phänomene erlangen die Schüler:innen die sprachliche Kompetenz und somit das Sprachwissen, bedeutungsbezogen über die fachlichen Konzepte zu sprechen.

### 3. Darstellungs- und Sprachvernetzung (Bechermodelle/Energieflussdiagramme)

Es werden verschiedene Darstellungsformen verwendet, um fachliche und sprachliche Kompetenzen aufzubauen. Durch die Einführung einer haptisch zugänglichen Darstellung eines Kontomodells (Bechermodell) wird fachlich durch das händische Umkippen von Wasser und das Aufzeichnen von Füllständen in Bechern für unterschiedliche Energieformen die Bilanzierung der Energie quantitativ, aber ohne Formeln eingeführt (Höttecke, 2016). Das sprachlich-mentale Nachdenken über die Darstellung der Bilanzierung und das explizite Erklären, wie diese zu den vorher praktisch durchgeführten Umwandlungsprozessen passen, ist sowohl verstehens- als auch sprachförderlich. Die anschließende Darstellung von Umwandlungsprozessen durch Energieflussdiagramme ermöglicht dann die Vernetzung verschiedener Darstellungsformen, wodurch erneut durch das sprachlich-mentale Nachdenken über die Inhalte das konzeptuelle Verstehen gefördert wird.

#### 4. Formulierungsvariationen und Sprachvergleich

Um die Schüler:innen für die fachlich unterschiedlichen Bedeutungen von Wörtern zu sensibilisieren, werden unterschiedliche Formulierungen miteinander verglichen und hinsichtlich ihrer Bedeutungen und Konnotationen erörtert. Dabei wird z.B. die Bedeutung des Verbs *umwandeln* mit der Bedeutung der Verben *entstehen* und *erzeugen* verglichen und im Diskurs erarbeitet, warum *umwandeln* das physikalische Konzept am besten beschreibt. Durch den Vergleich und die Variation von Wörtern und Formulierungen wird Sprachbewusstsein gefördert und ein tieferes Verständnis der fachlichen Konzepte aufgebaut.

#### 5. Mikro-Scaffolding

Die Erwartungen an den Gebrauch von Alltags- oder Bildungssprache in unterschiedlichen Unterrichtsphasen werden für die Schüler:innen transparent gemacht. Bei Interaktionen im Unterricht werden von der Lehrkraft Fragen und Impulse offen formuliert, so dass diese nicht mit einzelnen Wörtern beantwortet werden können. Weiterhin ermutigt die Lehrkraft zu längeren und fachlichen Äußerungen und zur Selbstkorrektur (Thürmann & Vollmer, 2013). Um den Schüler:innen zu ermöglichen, komplexe fachliche und auch sprachliche Äußerungen zu konstruieren, wird ausreichend Antwort-Wartezeit eingeräumt und mündliche Interaktionen werden möglichst entschleunigt.

#### Ausblick: Wirkung von sprachexplizitem Physikunterricht

Ob und unter welchen Bedingungen sprachexpliziter Unterricht die Lernwirksamkeit erhöht, soll nach der Entwicklung des sprachexpliziten Physikunterrichts zum Thema Energie empirisch überprüft werden. Es werden drei Unterrichtsvarianten verglichen, deren Fachinhalte (Einführung Energiekonzept) konstant gehalten werden, sich aber hinsichtlich der Ausprägung des Merkmals *Sprachexpliztheit* systematisch unterscheiden. Die Wirkung von sprachexplizitem Unterricht (SEU) und sprachexplizitem Unterricht mit Einbezug von Mehrsprachigkeit (SEUM) werden mit den Lernwirkungen von Physikunterricht ohne sprachliche Unterstützung (Kontrollgruppe) im Rahmen eines Pre-Post-Follow-up-Designs kontrastiert (Abb. 2). Die Interventionsstudie wird ab Oktober 2022 in voraussichtlich 36 Klassen an mehreren Hamburger Stadtteilschulen durchgeführt.

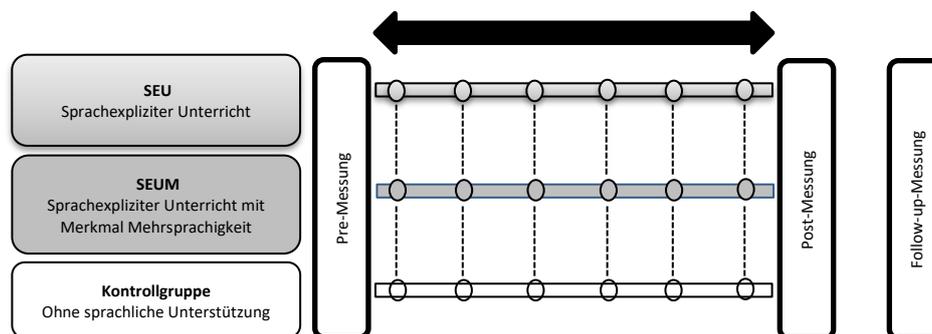


Abb. 2: Design der Interventionsstudie zur Lernwirksamkeit von sprachexplizitem Physikunterricht.

**Literatur**

- Cummins, J. (2000). *Language, power and pedagogy*. Clevedon: Multilingual Matters
- Erath, K. & Prediger, S. (2018). What characterizes quality of mathematics classroom interaction for supporting language learners? Disentangling a complex phenomenon. In: N. Planas & M. Schütte (Hrsg.), *Proceedings of ETC4 - Fourth ERME Topic Conference 'Classroom-Based Research on Mathematics and Language'*. Dresden: ERME/HAL, 49–56
- Gibbons, P. (2002). *Scaffolding Language, Scaffolding Learning. Teaching Second Language Learners in the Mainstream Classroom*. Portsmouth: Heinemann
- Gogolin, I. & Lange, I. (2011). *Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung*. In: Fürstenau, S. & Gomolla, M. (Hrsg.), *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit*. Wiesbaden: VS Verlag, 107-127
- Greinert, L. & Weßnig, S. (2019). Energieentwertung mit der IR-Kamera – Studie zum Einfluss der IR-Kamera auf das Energieverständnis in einem curriculumorientierten Lehrgang mit Fokus auf Energietransfer. *ZfDN*, 25, 245-257
- Höttecke, D. (2016). Energietöpfchen – ein abstraktes gedankliches Modell zur Vermittlung von Phänomenen und Abstraktion beim Lernen über Energie. *Unterricht Physik* 153/154, 32-35
- Neumann, K., Viering, T. & Fischer, H. (2010). Die Entwicklung physikalischer Kompetenz am Beispiel des Energiekonzepts. *ZfDN*, 26, 285 – 298
- Pöhler, B. & Prediger, S. (2015). Intertwining lexical and conceptual learning trajectories – A design research study on dual macro-scaffolding towards percentages. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1697–1722
- Prediger, S. (2015). Wortfelder und Formulierungsvariation. *Lernchancen*, 18, 10-14
- Thürmann, E. & Vollmer, H. (2013). Checkliste zu sprachlichen Aspekten des Fachunterrichts. <<https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/3831>>, letzter Zugriff: 26.10.2022
- Uribe, A. & Prediger, S. (2022). Mehrsprachigkeitseinbeziehende fachdidaktische Ansätze und empirische Analyse ihrer Umsetzung. In: J. Wagner, A. Krause, A. Uribe, S. Prediger & A. Redder, *Mehrsprachiges Mathematiklernen*. Münster: Waxmann Verlag, 195-218