

Wiebke Leisen<sup>1</sup>  
 Maria Opfermann<sup>2</sup>  
 Hendrik Härtig<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Duisburg-Essen  
<sup>2</sup>Bergische Universität Wuppertal

## Wahrnehmung von Repräsentationen im Physikunterricht

### Einleitung

Dem Angebots-Nutzungs-Modell von Helmke und Schrader (2019) folgend hängt die Nutzung eines - von Lehrkräften erstellten – unterrichtlichen Angebots u. a. von der individuellen Wahrnehmung und Interpretation seitens der Schülerinnen und Schüler ab. In unserem Beitrag stellen wir ein Projekt vor, das untersucht, wie Lehrkräfte und Schüler\*innen Repräsentationen sowie den Umgang mit Repräsentationen im Physikunterricht jeweils wahrnehmen.

Unser Fokus liegt hierbei auf externen Repräsentationen (Ainsworth, 1999). Diese umfassen zum Beispiel Diagramme, Tabellen, Texte und Formeln, die im Fach Physik bedeutend sind und insbesondere in Versuchsprotokollen eine entscheidende Rolle spielen. Die Fähigkeit zur Interpretation und Übersetzung von Repräsentationen im Unterricht ist Ziel und Anforderung zugleich (Dreher, Leuders, Holzäpfel, 2015). Die Schüler\*innen müssen die Merkmale von Repräsentationen verstehen und zwischen verschiedenen Formen übersetzen (zum Beispiel Werte aus einer Tabelle in ein Diagramm übertragen) können (Ainsworth, 1999). Insbesondere dieser Repräsentationswechsel sollte im Unterricht bewusst aufgenommen und geübt werden (Dreher, 2013), da er für Schüler\*innen eine Lernschwierigkeit darstellt (Scheid et al., 2017). Aktuell ist jedoch für den Physikunterricht nicht geklärt, inwiefern die wahrgenommene Angemessenheit und eingeschätzte Häufigkeit des Angebots zum Umgang mit Repräsentationen im Physikunterricht durch die Lehrkräfte zur wahrgenommenen Angemessenheit des Angebots auf Seiten der Schüler\*innen passt. Zusätzlich wünschenswert wäre eine explizite Förderung als eigenständiges Lernziel, zum Beispiel mittels Scaffolding beim Umgang mit verschiedenen Repräsentationen. Hierbei wird den Schüler\*innen ein Unterstützungsgestüt an die Hand gegeben (Gibbons, 2002). Scaffolding hat sich im Unterricht bisher als effektiver als herkömmliche Unterstützungsmaßnahmen gezeigt; z.B. in der Studie von McNeill et al. (2006), in der Studierende mithilfe von Scaffolding bessere naturwissenschaftliche Erklärungen formulierten als Studierende mit einfachen Instruktionen ohne Scaffolding.

### Projektziel

Ziel unserer Studie ist der Vergleich der eingeschätzten Häufigkeit zum unterrichtlichen Angebot verschiedener Repräsentationen seitens der Lehrkräfte mit deren durch die Schüler\*innen bewerteten Angemessenheit. Aufbauend auf diesem Vergleich ist prospektiv eine Intervention zur expliziten Förderung des Umgangs mit Repräsentationen geplant.

### Forschungsfragen

Die Studie wird von folgenden Forschungsfragen geleitet:

- (FF1a) Inwiefern unterscheidet sich die eingeschätzte Häufigkeit des Angebots verschiedener Repräsentationen seitens der Lehrkräfte von der wahrgenommenen Angemessenheit des Angebots auf Seiten der Schüler\*innen?
- (FF1b) Inwiefern beeinflusst die Jahrgangsstufe die differenziellen Effekte in Bezug auf die eingeschätzte Häufigkeit von Lehrkräften und die wahrgenommene Angemessenheit durch die Schüler\*innen?

- (FF2a) Inwiefern unterscheidet sich die wahrgenommene Angemessenheit des unterrichtlichen Angebots verschiedener Repräsentationen seitens der Lehrkräfte von der wahrgenommenen Angemessenheit durch die Schüler\*innen?
- (FF2b) Inwiefern beeinflusst die Jahrgangsstufe die wahrgenommene Angemessenheit des Angebots verschiedener Repräsentationen durch die Lehrkräfte und Schüler\*innen?

### Design und Methoden

Die Forschungsfragen wurden mithilfe einer querschnittlichen Befragung von Lehrkräften und Schüler\*innen beantwortet. Der genutzte Fragebogen orientierte sich am Fragebogen für Fachsprache im Biologieunterricht nach Nitz, Nerdel und Prechtel (2012). Die Stichprobe umfasste 23 Physiklehrkräfte ( $M_{\text{Alter}} = 45.0$ ,  $SD = 11.3$ , 39.1% weiblich) und 867 Schüler\*innen ( $M_{\text{Alter}} = 13.1$ ,  $SD = 1.9$ , 49% weiblich, 48.8% männlich, 2.2% divers) der sechsten, achten und zehnten Klassenstufe von Gymnasien und Gesamtschulen in NRW.

Der Fragebogen fokussiert folgende in Subskalen aufgeteilte Repräsentationen: Diagramm, Tabelle, Text, Formel bzw. Berechnung und Wechsel zwischen Repräsentationen.

### Ergebnisse

Die genutzten Subskalen erweisen sich als reliabel (Cronbachs  $\alpha = [.607 \leq \alpha \leq .960]$ ). Eine explorative Faktorenanalyse zeigt, dass die Lehrkräfte zwischen verschiedenen Repräsentationen differenziert unterscheiden, wohingegen die Schüler\*innen nur zwischen „Text“ und „anderen Repräsentationen“ unterscheiden.

In Bezug auf die erste Forschungsfrage weicht die Einschätzung der Lehrkräfte zur Häufigkeit des Angebots verschiedener Repräsentationen von der wahrgenommenen Angemessenheit des Angebots der Schüler\*innen ab. Lehrkräfte schätzen, dass sie ihr Angebot überdurchschnittlich oft einsetzen ( $M > 3.7$ , 1 = nie, ..., 5 = immer). Für die Schüler\*innen ist das größtenteils, aber nicht in allen Fällen, zufriedenstellend ( $M \sim 3.0$ , 1 = zu wenig, ..., 5 = zu viel). Diese Ergebnisse bezogen auf Forschungsfrage 1a sind im folgenden Diagramm (Abb. 1) dargestellt.

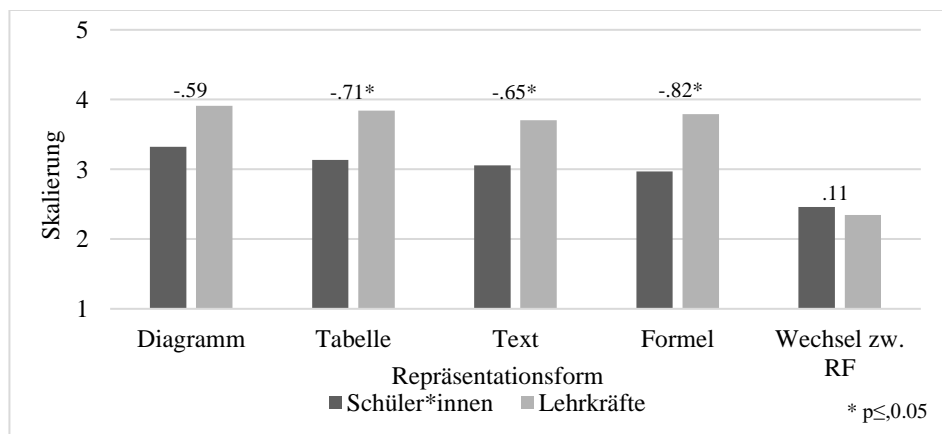


Abbildung 1 zeigt die durchschnittlichen Werte und Differenzen zwischen den Lehrkräften zur eingeschätzten Häufigkeit des Angebots und den Schüler\*innen zur wahrgenommenen Angemessenheit des Angebots.

Der Vergleich zwischen den Klassenstufen zeigt signifikante Unterschiede zwischen der eingeschätzten Häufigkeit der Lehrkräfte und der wahrgenommenen Angemessenheit durch die Schüler\*innen abhängig von der Repräsentationsform. In der sechsten Klassenstufe gibt es signifikante Differenzen bezogen auf das Lernen mit Diagrammen, Tabellen und Texten. In

der achten Klasse hingegen unterscheiden sich die eingeschätzte Häufigkeit der Lehrkräfte und die wahrgenommene Angemessenheit der Schüler\*innen nur bezogen auf das Lernen mit Formeln. In der zehnten Klasse sind die Werte in all diesen vier Lernbereichen signifikant verschieden. Letztlich wird hier der Einfluss der Jahrgangsstufe erkenntlich (FF1b).

Zudem zeigen sich in Bezug auf die zweite Forschungsfrage (FF2a) zum Vergleich der wahrgenommenen Angemessenheit von Schüler\*innen und Lehrkräften signifikante Unterschiede. Die Differenzen beziehen sich auf das gesamte unterrichtliche Angebot auf allen Skalen und zeigen, dass die wahrgenommene Angemessenheit für Lehrkräfte höher ausfällt als für Schüler\*innen. Das heißt, dass Schüler\*innen in fast allen Fällen häufiger mit verschiedenen Repräsentationen arbeiten wollen. Die Lehrkräfte hingegen nehmen ihr Angebot an Repräsentationen als genau richtig wahr.

Der Vergleich der sechsten, achten und zehnten Klassenstufen zeigt ähnliche Mittelwerte in den Klassenstufen, aber unterschiedliche Differenzen, die in Tabelle 1 dargestellt sind. Die Ergebnisse zu Forschungsfrage 2b zeigen hier signifikante Differenzen in der wahrgenommenen Angemessenheit von Lehrkräften und Schüler\*innen, wobei die Intensität der Wahrnehmungsunterschiede zwischen den Klassenstufen verschieden stark ist.

Klassenstufe	Diagramm		Tabelle		Text		Formel		Wechsel	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
6	-.49	1.12	-.51	1.07	.11	1.02	-.96	1.05	-.13	1.14
8	-.23	1.23	-.47	.92	.30	1.02	-.24	1.25	.08	1.29
10	-.28	.87	-.14	.89	-.17	.96	-.27	.88	-.28	.99

Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen Differenzen zwischen der wahrgenommenen Angemessenheit der Schüler\*innen und Lehrkräfte in den unterschiedlichen Klassenstufen.

### Zusammenfassung

Die wahrgenommene Angemessenheit bezüglich des Einsatzes und Umgangs mit Repräsentationen im Physikunterricht unterscheidet sich zwischen Lehrkräften und ihren Schüler\*innen. Die Schüler\*innen nehmen das Angebot der Lehrkräfte als (eher) zu wenig wahr. Sie möchten häufiger mit verschiedenen Repräsentationen arbeiten. Die Lehrkräfte nehmen ihr Angebot hingegen als genau angemessen wahr. In Bezug auf die unterschiedlichen Klassenstufen unterscheiden sich die Höhe und Intensität der Differenzen.

Dies zeigt, dass das unterrichtliche Angebot zum Umgang mit Repräsentationen von Lehrkräften und Schüler\*innen jeweils unterschiedlich wahrgenommen wird. Die Studie unterstreicht somit nicht nur die Relevanz des Lernens und Lehrens mit (verschiedenen) Repräsentationen im Physikunterricht, sondern deutet auch auf einen gewissen Förderbedarf hin.

### Ausblick

Aufbauend auf den Ergebnissen folgt eine Intervention zur Förderung des Umgangs mit Repräsentationen im Physikunterricht. Im Fokus steht das *Fading Out* als eine Art des *Scaffoldings*, in welchem die Intensität und Quantität der Unterstützung über die Zeit hinweg abnimmt (Pöhler, 2018). Die Studie beschränkt sich auf Tabellen, Texte, Formeln und Diagramme als wichtige Bestandteile von Versuchsprotokollen im Physikunterricht. In einer Interventionsstudie mit drei Gruppen und einem Prä-Post-Design werden Schüler\*innen über eine Unterrichtsreihe hinweg Versuchsprotokolle zu einzelnen Experimenten mithilfe verschiedener Repräsentationen erstellen. Anhand der Prä- und Post-Tests wird der Einfluss von *Fading Out* auf den Fachwissenserwerb und die kognitive Belastung untersucht.

## Literatur

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33, 131–152.
- Dreher, A. (2013). Den Wechsel von Darstellungsebenen fördern und fordern oder vermeiden? In: Sprenger, J., Wagner, A. & Zimmermann, M. (Hrsg.): *Mathematik lernen, darstellen, deuten, verstehen*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Dreher, U., Leuders, T. & Holzäpfel, L. (2015). Einfluss von Präferenzen und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen auf den Umgang mit verschiedenen Repräsentationen. In: Calouri, F., Linneweber-Lammerskitten, H. & Streit, C. (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht*. Münster: WTM-Verlag.
- Gibbons, P. (2002). *Scaffolding Language, Scaffolding Learning: Teaching Second Language Learners in the Mainstream Classroom*. Portsmouth: Heinemann.
- Helmke, A. & Schrader, F. (2019). Angebots-Nutzungs-Modell der Wirkfaktoren akademischer Leistungen. In M. A. Wirtz (Hrsg.), *Dorsch – Lexikon der Psychologie*. Abgerufen am 30.09.2019, von <https://portal.hogrefe.com/dorsch/angebots-nutzungs-modell-der-wirkfaktoren-akademischer-leistungen/>
- McNeill, K., Lizotte, D. J., Krajcik, J. & Marx, R. W. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading Scaffolds in Instructional Materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15 (2), 153-191.
- Nitz, S., Nerdel, C., & Precht, H. (2012). Entwicklung eines Erhebungsinstruments zur Erfassung der Verwendung von Fachsprache im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 117-139
- Pöhler, B. (2018). Konzeptuelle und lexikalische Lernpfade und Lernwege zu Prozenten. *Dortmunder Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts* 35. Wiesbaden: Springer.
- Scheid, J., Müller, A., Hettmannsperger, R. & Kuhn, J. (2017). Erhebung von repräsentationaler Kohärenzfähigkeit von Schülerinnen und Schülern im Themenbereich Strahlenoptik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23 (1), 181-203.