

Hürden bei der Nutzung von Repräsentationen beheben

Im naturwissenschaftlichen Unterricht werden häufig Repräsentationen eingesetzt (Geyer & Kuske-Janßen, 2019) unter denen man Zeichen oder Symbole versteht, die für ein Phänomen oder Objekt stehen (Dolin, 2020) und die eine vermittelnde Rolle zwischen dem Lernenden und einem abstrakten Objekt haben (Härtig et al.; 2022, Klappauf & Friege, 2016; de Jong et al., 1998). Sie dienen im naturwissenschaftlichen Unterricht vor allem der Kommunikation von Konzepten oder Problemen (Cock, 2012; Geyer & Kuske-Janßen, 2019) und dem Visualisieren von Beziehungen zwischen mathematischen Variablen (Hardy, 2002). Auch multiple Repräsentationen, also ein Zusammenschluss verschiedener Repräsentationen, die miteinander in Beziehung stehen, dienen der Vermittlung von Informationen und der Unterstützung bei der Wissensvermittlung (Opfermann et al., 2017). Ainsworth (1999) fasst zusammen, dass der Umgang mit multiplen Repräsentationen für viele Schüler*innen schwierig ist. Mögliche Hürden für die Nutzung seitens der Lernenden könnten z. B. sein, dass einzelne Repräsentation nicht verstanden werden oder keine Verbindung zwischen den einzelnen Repräsentationen hergestellt wird (Ainsworth, 2006).

Projektübersicht

Das vorliegende Projekt gliedert sich in zwei Phasen. In der ersten Phase wurden Hürden identifiziert, die einer Nutzung einzelner Repräsentationen möglicherweise entgegenstehen. Für dieses Projekt wurden als Hürden alle Schwierigkeiten auf dem Lösungsweg definiert, die vom Lernenden überwunden werden müssen, d. h. alle Schwierigkeiten, die den Lösungsprozess verlangsamen oder sogar verhindern. In einer zweiten Phase sollen diese Hürden durch ein entwickeltes Training behoben werden.

Phase 1

Methode

Ziel ist es, die in der Literatur für andere Fächer oder Altersstufen benannten Hürden für den Physikunterricht zu überprüfen. 47 Schüler*innen von drei Gymnasien in Nordrhein-Westfalen haben in Einzelinterviews Aufgaben im Themenbereich Elektrizitätslehre zu einzelnen Repräsentationen bearbeitet. Diese fokussieren bereits aus der Literatur bekannte Hürden, lassen aber dennoch Raum für die Entdeckung weiterer Hürden. Genutzt wurden die Repräsentationsformen Bild, Schaltskizze, Tabelle und Diagramm. Die Aufgabenbearbeitung erfolgte mit Hilfe der Methode des Lauten Denkens, so dass die gesamte Bearbeitung autographiert werden konnte. Anschließend wurden die Audioaufnahmen transkribiert und mit der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016) ausgewertet.

Ergebnisse

Die Qualitative Inhaltsanalyse führt für die vier betrachteten Repräsentationsformen Bild, Schaltskizze, Tabelle und Diagramm zu verschiedenen Hürden. Diese wurden für alle

Schüler*innen zusammengetragen und sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Hürden, die von den meisten Schüler*innen genannt wurden, sind kursiv dargestellt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016)

Bild	Schaltskizze	Tabelle	Diagramm
<i>Fachwortschatz</i>	<i>Fachwortschatz</i>	Fachwortschatz	<i>Fachwortschatz</i>
Kabelführung	2D-3D-Problem	<i>Achsenbeschriftung</i>	<i>Achsenbeschriftung</i>
	Schaltsymbole unbekannt	„Legende“	<i>Legende</i>
	<i>Verallgemeinerung</i>	<i>Punktuelle Betrachtung</i>	<i>Punktuelle Betrachtung</i>
		Nicht-Linear	Nicht-Linear
		Leserichtung	Abhängigkeit der Achsen
			Ablesen

Wie in Tabelle 1 dargestellt, verbindet alle vier genutzten Repräsentationsformen, dass ein fehlender Fachwortschatz zu Verständnisschwierigkeiten führen kann. Besonders beim Umgang mit Tabellen und Diagrammen zeigen sich vermehrt Hürden. Eine mögliche Ursache für Probleme bei der Achsenbeschriftung kann eine fehlende Einheit sein, da ansonsten möglicherweise unterschiedliche Größen oder Größenordnungen miteinander verglichen werden. Die Legende kann zu Hürden führen, wenn Tabellenspalten bzw. Graphen nicht der richtigen Größe zugeordnet werden. Auch die Punktuelle Betrachtung führt zu Schwierigkeiten, da hierbei immer nur einzelne Wertepaare betrachtet werden und somit keine allgemeine Aussage über den Verlauf möglich ist.

Phase 2

Methode

Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten Phase wurde ein Training entwickelt, das die identifizierten Hürden explizit thematisiert. Die Erhebung findet im Prä-Post-Follow-Up-Kontrollgruppendesign statt. In der Interventionsgruppe werden die Repräsentationen explizit behandelt (direktes Training), d. h. es wird der Fachwortschatz aufgegriffen, sowie das Ablesen einzelner Werte schrittweise besprochen. Auch der Zusammenhang in einem Diagramm über den Graphen wird explizit gemacht. Um sicherzustellen, dass auch die Kontrollgruppe mit Repräsentationen arbeitet, werden dieselben Repräsentationen, wie im Unterricht typisch, als Werkzeug eingesetzt, ohne dass sie explizit thematisiert werden (indirektes Training). Dazu werden sie im Rahmen eines Trainings zur Variablenkontrollstrategie eingesetzt. Der Ablauf beider Gruppen erfolgt analog. Nach einer kurzen fachlichen Wiederholung werden die Darstellung mittels Bild und Schaltskizze sowie Tabelle und Diagramm besprochen und in Übungsphasen trainiert. Überprüft wird die Wirksamkeit des Trainings mit verschiedenen Tests. Im Vortest werden neben Kontrollvariablen, wie den demografischen Daten, dem Interesse und dem räumlichen Vorstellungsvermögen auch das Fachwissen zur Elektrizitätslehre, das Repräsentationswissen

und das Wissen zur Variablenkontrollstrategie erhoben. Die letzten drei werden erneut beim Post- und beim Follow-Up-Test eingesetzt.

An der Pilotierung nahmen zwei achte Schulklassen aus NRW teil. Die Gymnasialklasse hatte 23 Schüler*innen und die Gesamtschulklasse 20 Schüler*innen. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Klassen jeweils anhand ihres Fachwissens gleichmäßig in die Kontroll- und Interventionsgruppe aufgeteilt.

Ergebnisse

Für beide Klassen gibt es weder einen Unterschied im Fachwissen noch im Repräsentationswissen zwischen den Gruppen ($t_{GE(11.11)}=1.088$, $p=.299$, $t_{GY(21)}=.532$, $p=.601$). Allerdings unterscheiden sich die Klassen selbst im Repräsentationswissen ($t(25.6)=4.392$, $p<.001$). Eine ANOVA mit Messwiederholung zeigt nur einen Einfluss der Schulform auf das Fachwissen ($F(2, 82)=5.872$, $p=.004$), sowie das Repräsentationswissen ($F(2, 82)=13.566$, $p<.001$). Aus diesem Grund werden die Ergebnisse in Abbildung 1 getrennt nach Schulform und Gruppe aufgetragen.

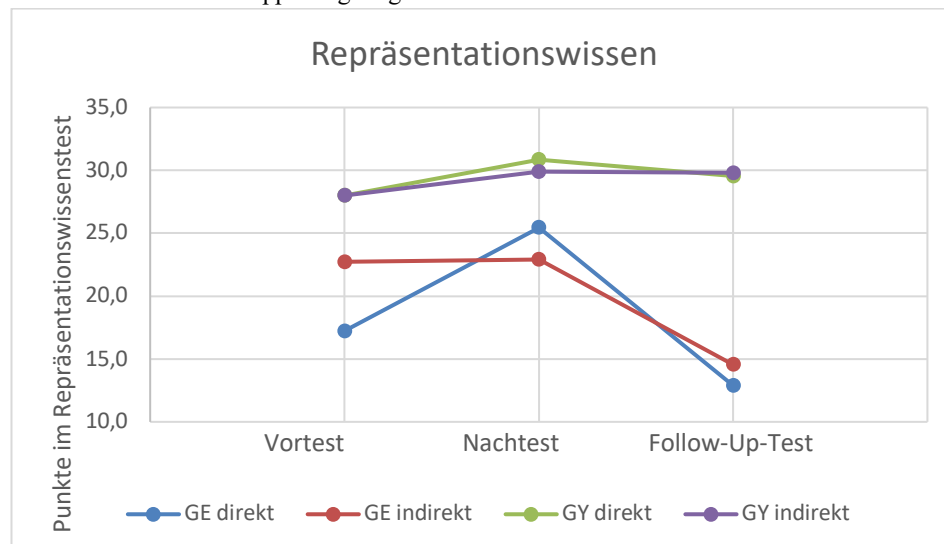


Abb. 1: Entwicklung des Repräsentationswissens

Abbildung 1 zeigt für beide direkte Gruppen eine signifikante Verbesserung, wohingegen das indirekte Training keine Verbesserung darstellt. Hieraus lässt sich die Vermutung ableiten, dass nur ein direktes Training zu einem höheren Repräsentationswissen führt. Besonders die Schule mit geringerem Repräsentationsvorwissen zeigt durch das direkte Training eine enorme Verbesserung.

Diskussion

Ob sich die Vermutung, dass nur ein direktes Training zu einer Verbesserung führt, bestätigen lässt oder weitere Faktoren einen Einfluss haben, muss aufgrund der kleinen Stichprobe in einer anschließenden Haupterhebung überprüft werden. Zusammenfassend kann man davon ausgehen, dass ein explizites Thematisieren des Umgangs mit Repräsentationen im Unterricht wichtig ist, damit Hürden vermieden werden können.

Literatur

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33, 131–152.
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Cock, M. de (2012). Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 8(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.020117>
- Dolin, J. (2020). Representations in Science. In R. Gunstone (Hrsg.), *Encyclopedia of Science Education*. Springer Netherlands; Imprint Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6165-0>
- Geyer, M.-A. & Kuske-Janßen, W. (2019). Mathematical Representations in Physics Lessons. In G. Pospiech, M. Michelini & B.-S. Eylon (Hrsg.), *Mathematics in physics education*. Springer.
- Hardy, I. (2002). Repräsentationsaktivitäten zur Förderung proportionalen und graphisch-visuellen Verständnisses im Grundschulalter. In H. Petillon (Hrsg.), *Jahrbuch Grundschulforschung: Bd. 5. Individuelles und soziales Lernen in der Grundschule: Kindperspektive und pädagogische Konzepte*. Springer; VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Härtig, H., Bernholt, S., Fraser, N., Cromley, J. G. & Retelsdorf, J. (2022). Comparing Reading Comprehension of Narrative and Expository Texts Based on the Direct and Inferential Mediation Model. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(S1), 17–41. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10302-5>
- Jong, T. de, Ainsworth, S., Dobson, M., van der Hulst, A., Levonen, J., reimann, P., Sime, J.-A., van Someren, M. W., Spada, H. & Swaak, J. (1998). Acquiring Knowledge in Science and Mathematics: The Use of Multiple Representations in Technology-Based Learning Environments. In M. W. van Someren (Hrsg.), *Advances in learning and instruction series. Learning with multiple representations* (1. ed.). Pergamon.
- Klappauf, I. & Friege, G. (2016). "Denken Sie wirklich, ich könnte logisch denken?" - wie Lernende mathematische und physikalische Darstellungsformen sortieren. In DPG-Frühjahrstagung Hannover.
- Opfermann, M., Schmeck, A. & Fischer, H. E. (2017). Multiple Representations in Physics and Science Education - Why should we use them? In D. F. Treagust, R. Duit & H. E. Fischer (Hrsg.), *Multiple Representations in Physics Education*. Springer International Publishing.