

Repräsentationen im Fokus: Training zum Umgang mit typischen Hürden

Repräsentationen, wie Tabellen, Diagramme und Bilder, sind stetiger Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Opfermann et al., 2017). Daher müssen Lernende auf den kompetenten Umgang mit verschiedenen Repräsentationen vorbereitet werden (Cock, 2012). Allerdings zeigen empirische Untersuchungen, dass Physikstudierende Schwierigkeiten im Umgang mit Repräsentationen haben (Nguyen & Rebello, 2009; Planinic et al., 2019). Vergleichbare Hürden zeigen sich auch zum Beispiel für den Biologieunterricht (Brandstetter et al., 2017). Dies lässt vermuten, dass entsprechende Hürden auch im Physikunterricht der Sekundarstufe I relevant sind. Daher wurde zunächst in einer qualitativen Studie untersucht, welche Hürden relevant sind (Gresens & Härtig, 2025). Diese wurden dann in einer Interventionsstudie behandelt und versucht abzubauen.

Forschungsfragen

Wie in Gresens & Härtig (2025) gezeigt, treten unterschiedliche Hürden auch im Physikunterricht der Mittelstufe auf. Nun soll anhand eines speziell hierauf abgestimmten Trainings untersucht werden, ob das Repräsentationswissen gesteigert werden kann, wenn Wissen über die Repräsentationen explizit vermittelt wird. Daher lautet die erste Forschungsfrage: „Inwieweit kann durch ein direktes Training das Repräsentationswissen gesteigert werden?“

Da im Schulalltag meist davon ausgegangen wird, dass das nötige Repräsentationswissen bereits in anderen Fächern, wie z. B. Mathematik vermittelt wurde, wird im Physikunterricht nicht mehr darauf eingegangen. Aus diesem Grund soll auch überprüft werden, ob das Nutzen der Repräsentationen ausreicht, um das Repräsentationswissen zu steigern. Daher lautet die zweite Forschungsfrage: „Lässt sich das Repräsentationswissen auch durch ein indirektes Training erhöhen?“

Ablauf des Trainings

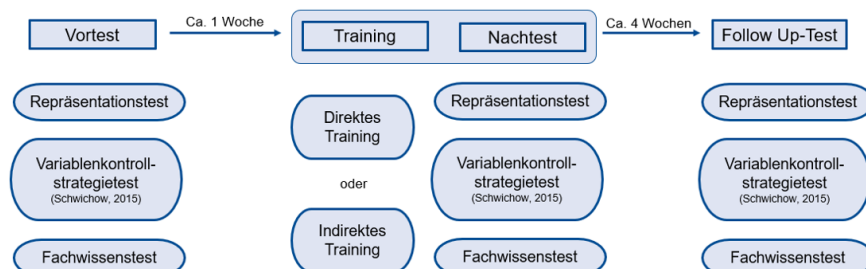


Abb. 1: zeitlicher Verlauf des Trainings

Die Interventionsstudie wurde in einem Prä-Post-Follow Up-Design durchgeführt (Abbildung 1). Zu allen drei Testzeitpunkten wurde das Repräsentationswissen, das Variablenkontrollstrategiewissen (VKS-Wissen) und das Fachwissen im Bereich

Elektrizitätslehre erhoben. Für das Training wurden die teilnehmenden Klassen anhand ihrer Leistung im Vortest gleichmäßig auf die beiden Gruppen *direktes Training* (Interventionsgruppe) und *indirektes Training* (Kontrollgruppe) aufgeteilt. Mit einem unabhängigen t-Test wurde überprüft, dass sich die Gruppen vor dem Training nicht unterscheiden ($t_{\text{Repräsentationswissen}(155)}=-1.190$, $p=.236$; $t_{\text{Fachwissen}(155)}=-.515$, $p=.607$; $t_{\text{VKS-Wissen}(155)}=-1.360$, $p=.176$).

Beim *direkten Training* wird das Rezipieren von Repräsentationen behandelt. Dazu wird der repräsentationsbezogene Fachwortschatz, wie die Benennung der Bestandteile im Stromkreis inklusive der Symbole in Bild und Schaltskizze oder z. B. die Achsenbeschriftung eines Diagramms behandelt. Ebenso wird Schritt für Schritt vermittelt, wie man in einer Tabelle oder in einem Diagramm Werte abliest.

Beim *indirekten Training* werden die Repräsentationen genutzt, um ein anderes Thema (Variablenkontrollstrategie) zu vermitteln. Hierbei werden bewusst dieselben Repräsentationen und der gleiche Ablauf wie beim direkten Training verwendet, aber es wurde nicht auf den Umgang mit Repräsentationen eingegangen.

Für beide Gruppen gab es eine begleitende Präsentation mit den wichtigsten zentralen Aspekten. In beiden Gruppen wurden zunächst das benötigte Fachwissen und die wichtigen Fachbegriffe im Bereich Elektrizitätslehre (Stromstärke in Ampere, Spannung in Volt, ...) wiederholt. Anschließend wurden beim direkten Training die Hürden von Bildern und Schaltskizzen thematisiert. Direkt im Anschluss haben die Lernenden eine kurze Übungsphase in Moodle durchgeführt, um das gerade Gelernte zu festigen. Als nächstes wurden mögliche Hürden von Tabellen und Diagrammen thematisiert und ebenfalls das neu erworbene Wissen in einer kurzen Übungsphase in Moodle gefestigt. Abschließend konnte das Erlernte in einer individuellen Übungsphase, ebenfalls in Moodle, vertieft werden. Hierbei gab es verschiedene Lernpakete, die den Aufgaben aus den kurzen Übungsphasen zunächst noch sehr ähnlich sind. Die Lernenden konnten frei wählen, welches Lernpaket sie nutzen möchten. Mit genügend Punkten konnten vertiefende, sowie Transferaufgaben freigeschaltet werden. Während allen Übungsphasen konnten die Lernenden selbstbestimmt Hilfe für die jeweilige Übung nutzen, indem sie den Hilfebutton anklicken. Ebenso wurden sie bei einer falschen Antwort auf die Hilfeseite weitergeleitet.

Den gleichen Ablauf hatte auch die Gruppe des indirekten Trainings. Hierbei lag der Fokus allerdings nicht auf den Repräsentationen selbst, sondern auf der Variablenkontrollstrategie. Hierbei wurde vor allem der Fachwortschatz der Variablenkontrollstrategie (abhängige und unabhängige Variable, Kontrollvariable) fokussiert. Es wurde auch das Erkennen der Variablen bei einer gegebenen Repräsentation und einem vorgegebenen Experiment behandelt.

Die Interventionsstudie wurde mit insgesamt 196 Lernenden aus sieben Klassen der Jahrgangsstufen 9 und 10 (vier Gesamtschulklassen und drei Gymnasialklassen) aus NRW durchgeführt.

Ergebnisse

Zur Beantwortung der Forschungsfragen, wird der Verlauf über die drei Testzeitpunkte für den Repräsentationstest betrachtet. In Abbildung 2 sind sowohl die Ergebnisse für das direkte Training (Interventionsgruppe, blaue Linie) als auch für das indirekte Training (Kontrollgruppe, rote Linie) aufgetragen. Es sind auf der x-Achse die drei Testzeitpunkte aufgetragen und auf der y-Achse der Mittelwert der erreichten Punktzahl (Maximal mögliche Punktzahl=41 Punkte).

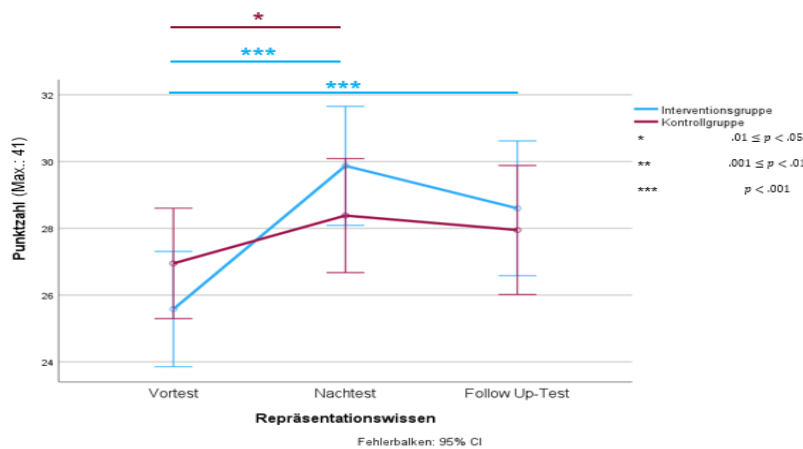


Abb. 2: Entwicklung des Repräsentationswissens für das direkte Training (blau) und das indirekte Training (rot)

Um zu überprüfen, ob ein direktes Training das Repräsentationswissen steigert wurde eine ANOVA gerechnet. Diese zeigt, dass eine signifikante Verbesserung stattfindet ($F(2,106)=16.27, p<.001$). Es findet sowohl vom Vortest zum Nachtest, als auch vom Vortest zum Follow Up-Test eine signifikante Verbesserung statt. Weder das Vorwissen (Fachwissen, VKS-Wissen) noch die Schulform zeigt hier einen Einfluss.

Ebenso wurde zur Überprüfung, ob das Repräsentationswissen auch durch ein indirektes Training gesteigert werden kann, eine ANOVA gerechnet. Diese zeigt ebenfalls eine signifikante Verbesserung ($F(2,116)=3.75, p=.026$). Allerdings findet hier nur eine signifikante Zunahme vom Vortest zum Nachtest statt. Das Vorwissen und die Schulform zeigen ebenfalls keinen Einfluss.

Im Vergleich beider Gruppen zeigt sich bei der Betrachtung aller drei Messzeitpunkte ein kleiner Effekt ($part. \eta^2 = .042$) zugunsten der direkten Gruppe, bei der Betrachtung von Vortest zu Nachtest zeigt sich ein mittlerer Effekt ($part. \eta^2 = .086$).

Fazit

Es zeigt sich, dass das direkte Training aufgrund der signifikanten Verbesserungen sowohl vom Vortest zum Nachtest, als auch vom Vortest zum Follow Up-Test gut geeignet ist, um das Repräsentationswissen zu steigern. Das indirekte Training hingegen zeigt nur eine signifikante Steigerung des Repräsentationswissens vom Vortest zum Nachtest. Die höhere Wirksamkeit des direkten Trainings zeigt sich auch bei der Betrachtung der Effektstärken. Besonders bei der Betrachtung vom Vortest zum Nachtest, bei der beide Gruppen eine signifikante Verbesserung zeigen, wird die höhere Wirksamkeit des direkten Trainings durch den mittleren Effekt deutlich.

Zusammenfassend lohnt sich im Schulalltag das direkte Training, da es effektiver ist und das Wissen länger aufrechterhalten wird.

Literatur

- Brandstetter, M., Sandmann, A. & Florian, C. (2017). Understanding pictorial information in biology: students' cognitive activities and visual reading strategies. *International Journal of Science Education*, 39(9), 1218–1237. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1320454>
- 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>
- Gresens, K. & Härtig, H. (2025). Hürden bei der Nutzung von Repräsentationen beheben. In H. van Vorst (Hrsg.), *Entdecken, lehren und forschen im Schülerlabor* (S. 417–420).
- Nguyen, D.-H. & Rebello, N. S. (2009). Students' difficulties in transfer of problem solving across representations. *Physics Education Research Conference*, 221–224. <https://doi.org/10.1063/1.3266720>
- 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.
- Planinic, M., Susac, A., Ivanjek, L. & Šipuš Željka Milin. (2019). Comparing student understanding of graphs in physics and mathematics. In G. Pospiech, M. Michelini & B.-S. Eylon (Hrsg.), *Mathematics in physics education* (233-246). Springer.