

Laura Sührig¹
 Katja Hartig²
 Albert Teichrew¹
 Mark Ullrich²
 Jan Winkelmann³
 Holger Horz²
 Roger Erb¹

¹Institut für Didaktik der Physik, Goethe
 Universität Frankfurt
²Pädagogische Psychologie, Goethe
 Universität Frankfurt
³Pädagogische Hochschule Schwäbisch
 Gmünd

Auswirkung von Wahlfreiheit beim Experimentieren im inklusiven Physikunterricht

Fachunterricht nicht mehr an einer fiktiven Homogenität der Schülerschaft auszurichten, sondern so zu gestalten, dass er allen Schüler*innen gerecht wird, ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Im Physikunterricht ist das Experimentieren ein wesentlicher Zugang, um Wissen oder Arbeitsweisen zu vermitteln und muss daher auch im inklusiven Unterricht eine zentrale Rolle spielen. Damit Schüler*innen beim Experimentieren individuelle Lernwege vollziehen und ihren Lernprozess beeinflussen können, haben wir im Projekt „FINEX“ ein Unterrichtskonzept für inklusive Schüler*innenexperimente entwickelt, welches eine Wahl aus experimentellen Zugängen vorschlägt. Dieses Konzept wurde in Form einer Unterrichtseinheit an hessischen und thüringischen Schulen verschiedener Schulzweige evaluiert. Dabei wird in der zugehörigen Studie die Auswirkung der Wahlfreiheit auf unterschiedliche Schüler*innenvariablen gemessen.

Hintergrund und Konzept

Schüler*innenexperimente sind ein essenzielles Element naturwissenschaftlicher Bildung und für viele Lehrkräfte ein zentraler Aspekt von Physikunterricht (Committee on High School Science Laboratories: Role and Vision, 2004). Es ist somit nicht verwunderlich, dass ein Großteil der Unterrichtszeit mit Experimentieren verbracht wird (Tesch & Duit, 2004). Schüler*innenexperimente sind jedoch mit vielfältigen Barrieren verbunden, die für jede*n Schüler*in individuell sind. Um diese Barrieren abzubauen, müssen Schüler*innenexperimente dahingehend adaptiert werden, dass sie den Ansprüchen heterogener Lernender gerecht werden. Ein Ansatz dafür stellt das Universal Design for Learning (UDL) dar. Ein Aspekt von UDL ist das Angebot von Wahlmöglichkeiten bei der Perception. In Bezug auf die Gestaltung von Schüler*innenexperimenten enthält diese UDL-Richtlinie zwei Aspekte: zum einen die Bereitstellung verschiedener Experimentierformen und zum anderen die Wahlmöglichkeit aus diesen. In der Experimentierphase werden deshalb verschiedene Zugänge in Form von fünf Experimentierformen zu einem gemeinsamen Kontext angeboten. Die Schüler*innen dürfen selbst entscheiden, welche Experimente sie machen wollen. Im Folgenden werden die fünf Formen kurz umrissen:

Beim *Offenen Freihandexperiment* arbeiten Schüler*innen unter einer eigenen Fragestellung mit bekannten Materialien. *Modellbildung* beinhaltet die Arbeit an einem interaktiven, experimentierfähigen Modell, um bei diesem Variablen zu verändern und die Auswirkung zu beobachten (Teichrew & Erb, 2022). Das *Digitalisierte Experiment* ist ein interaktives Experimentiervideo (Glatz et al., 2021). Beim *Kreativen Gestalten* basteln und bauen die Lernenden zu Anwendungen des Kontextes. Beim *Angeleiteten Schüler*innenexperiment*

wird nach einer strukturierten Schritt-für-Schritt-Anleitung experimentiert. Das Konzept haben wir in Form einer Unterrichtseinheit ausgestaltet, die in unserer Studie als Intervention eingesetzt wird.

Studiendesign und Stichprobe

In unserer Studie stellen wir uns zwei Forschungsfragen:

- Wie wirkt sich die in unserem Konzept angebotene Wahlmöglichkeit auf die intrinsische Motivation und wahrgenommene Wahlfreiheit der Schüler*innen aus?
- Welchen Einfluss hat die Wahlmöglichkeit auf die Entwicklung von Fachwissen, der Einschätzung der Lehr-/Lernbedingungen, des physikbezogenen Selbstkonzepts und der Selbstwirksamkeitserwartung beim Experimentieren?

Um die Forschungsfragen beantworten zu können, vergleichen wir zwei Interventionen miteinander. Diese Interventionen sind Unterrichtseinheiten zum Kontext „Unsichtbarkeit“, der sich mit dem Phänomen beschäftigt, dass sogenannte Aquakugeln in Wasser unsichtbar erscheinen.

Beide Einheiten beginnen mit einer Instruktionsphase und enden mit einer Sicherung im Plenum. Sie unterscheiden sich nur in der Experimentierphase: die eine Gruppe wählt zwei aus den fünf angebotenen Experimentierformen aus und bearbeitet diese (Interventionsgruppe; INT), die andere Gruppe bekommt zuerst das Freihandexperiment und im Anschluss das angeleitete Experiment ohne eine Wahlmöglichkeit (Vergleichsgruppe; VGL).

Vor und nach der Einheit wurden die Schüler*innen mit einem Fragebogen befragt. Der Prätest enthielt einen Fachwissenstest zur Lichtbrechung (adaptiert von Weber et al., 2017), die Einschätzung der Lehr- und Lernbedingungen aus dem SINUS-Transfer-Programm, das physikbezogene Selbstkonzept aus der IPN-Interessenstudie Physik (Hoffmann et al., 1998) und die Selbstwirksamkeitserwartung beim Experimentieren (Körner & Ihringer, 2016). Der Posttest enthielt zusätzlich dazu die Kurzskala intrinsische Motivation (Wilde et al., 2009) und die wahrgenommene Wahlfreiheit aus dem Intrinsic Motivation Inventory IMI (Deci & Ryan, 2003).

In der Studie betrachten wir 373 gematchte Datensätze, bei denen sowohl Prä- und Posttest vorlagen. Die vertretenen Schulformen waren Gymnasium, Realschule und Integrierte Gesamtschule. Die Teilnehmenden stammten vorrangig aus der 7. und 8. Jahrgangsstufe.

Ergebnisse

Die Mittelwertsunterschiede vor und nach der Unterrichtseinheit wurden mithilfe von gepaarten t-Tests berechnet (s. Abb. 1). Beim Fachwissen zeigen beide Gruppen eine signifikante Verbesserung (INT: $p = .001$, Cohens $d = .376$; VGL: $p = .002$, Cohens $d = .253$). Bei der Einschätzung der Lehr- und Lernbedingungen sind keine signifikanten Unterschiede zwischen Prä- und Posttest bei beiden Gruppen festzustellen. Beim physikbezogenen Selbstkonzept zeigt nur die Vergleichsgruppe eine signifikante Verbesserung ($p = .001$, Cohens $d = .413$). Die Selbstwirksamkeit beim Experimentieren verbessert sich bei beiden Gruppen signifikant (INT: $p = .001$, Cohens $d = .370$, VGL: $p = .001$, Cohens $d = .400$). Beide Gruppen scheinen somit ähnliche Entwicklungen aufzuweisen außer beim physikbezogenen Selbstkonzept.

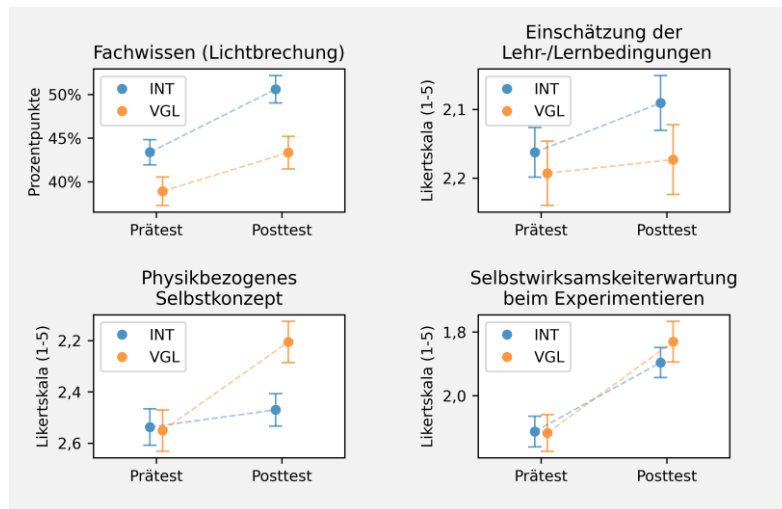


Abb. 1: Mittelwerte vor und nach der Unterrichtseinheit (INT: Interventionsgruppe, VGL: Vergleichsgruppe)

Um zu untersuchen, ob es Gruppenunterschiede bei der Entwicklung von Prä- zu Posttest gibt, wurde eine ANCOVA (Kovariable: Gruppenzugehörigkeit) gerechnet (s. Tab. 1). Die Gruppen unterscheiden sich bei der Entwicklung des Selbstkonzeptes mit kleinem Effekt.

Tab.1: ANCOVA (*Test der Zwischensubjekteffekte)

Variable	Sig.*	Partielles η^2
Fachwissen	.164	.005
Einschätzung der Lehr- und Lernbedingungen	.623	.001
Physikbezogenes Selbstkonzept	.001	.032
Selbstwirksamkeit beim Experimentieren	.291	.003

Bezüglich der intrinsischen Motivation und wahrgenommenen Wahlfreiheit, sehen wir einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (ungepaarter t-Test) bei beiden Variablen. Die Interventionsgruppe schneidet signifikant besser ab als die Vergleichsgruppe bei Motivation ($p = .007$, Cohens $d = .287$) und wahrgenommener Wahlfreiheit ($p = .001$, Cohens $d = .533$).

Fazit

Die Gruppen, die eine Wahl beim Experimentieren hatten, nehmen diese Wahlfreiheit wahr und weisen eine höhere Motivation auf als die Gruppen ohne Wahl. Wahlfreiheit hat in unserer Studie keinen Effekt auf den Fachwissenserwerb, die Einschätzung der Lehr-Lernbedingungen und die Selbstwirksamkeitserwartung beim Experimentieren gezeigt. Die Gruppen ohne Wahlfreiheit haben nach der Unterrichtseinheit ein signifikant besseres physikbezogenes Selbstkonzept als die Gruppen, die wählen durften. Eine Erklärung dafür kann in der Art der Experimente liegen. In der Interventionsgruppe war das *Kreative Gestalten* ein beliebtes Experiment, welches aufgrund seines eher spielerischen Ansatzes das Selbstkonzept der Schüler*innen weniger verbessern dürfte.

Literatur

- Committee on High School Science Laboratories: Role and Vision. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. In *America's Lab Report*. National Academy of Sciences.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2003). *Intrinsic Motivation Inventory*. <https://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>
- Glatz, L. C., Erb, R., & Teichrew, A. (2021). Studierende erstellen interaktive Experimentiervideos. In M. Kubsch, S. Sorge, J. Arnold, & N. Graulich (Hrsg.), *Lehrkräftebildung neu gedacht: Ein Praxishandbuch für die Lehre in den Naturwissenschaften und deren Didaktiken* (S. 223–227). Waxmann Verlag GmbH. <https://www.waxmann.com/index.php?eID=download&buchnr=4349#page=223>
- Hoffmann, L., Häussler, P., & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. IPN.
- Körner, H.-D., & Ihringer, S. (2016). Selbstwirksamkeit beim Experimentieren – Mädchen und Jungen in den Naturwissenschaften. In C. Wiepcke & M. Kampshoff (Hrsg.), *Vielfalt geschlechtergerechten Unterrichts: Ideen und konkrete Umsetzungsbeispiele für die Sekundarstufen* (1. Aufl., S. 106–140). epubli.
- Teichrew, A., & Erb, R. (2022). Dynamisch modelliert. *Physik Journal*, 21(2), 25–28.
- Tesch, M., & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht—Ergebnisse einer Videostudie. *ZfDN*, 10, 51–69.
- Weber, J., Winkelmann, J., Erb, R., Wenzel, F., Ullrich, M., & Holger, H. (2017). Ein Fachwissenstest zur geometrischen Optik. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis* (S. 107). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016.
- Wilde, M., Bätz, K., Kovaleva, A., & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM). *ZfDN*, 15.