

Jan-Philipp Burde<sup>1</sup>  
Lana Ivanjek<sup>2</sup>  
Thomas Wilhelm<sup>3</sup>  
Thomas Schubatzky<sup>4</sup>  
Claudia Haagen-Schützenhöfer<sup>4</sup>  
Liza Dopatka<sup>5</sup>  
Verena Spatz<sup>5</sup>  
Martin Hopf<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Eberhard Karls Universität Tübingen  
<sup>2</sup>Technische Universität Dresden  
<sup>3</sup>Goethe-Universität Frankfurt  
<sup>4</sup>Karl-Franzens-Universität Graz  
<sup>5</sup>Technische Universität Darmstadt  
<sup>6</sup>Universität Wien

## Schülervorstellungen in Schule und Studium – ein Vergleich

### Hintergrund

Schülervorstellungen sind seit den 1970er Jahren Gegenstand intensiver fachdidaktischer Forschung (Duit 2009). Neben dem Begriff „Schülervorstellungen“ finden sich in der deutschsprachigen Literatur u.a. die Bezeichnungen „Fehlvorstellungen“, „Alltagsvorstellungen“ und „alternative Vorstellungen“, die zwar leicht unterschiedlich konnotiert sind, jedoch alle die Tatsache beschreiben, dass Lernende zu physikalischen Phänomenen und Gesetzmäßigkeiten alternative Erklärungen vertreten, die sich zwar aus ihrer Sicht bewährt haben, jedoch der wissenschaftlichen Erklärung i.d.R. widersprechen (Schecker und Duit 2018). Eine besondere Rolle spielen Schülervorstellungen u.a. bei elektrischen Stromkreisen, da diese aufgrund ihrer Unanschaulichkeit ein äußerst abstraktes Thema darstellen. Dies wird u.a. daran deutlich, dass zentrale Größen wie das elektrische Potenzial, die elektrische Spannung, aber auch der elektrische Strom einer direkten Beobachtung nicht zugänglich sind, sondern nur mittels entsprechender Messgeräte erfasst werden können. Erschwerend kommt hinzu, dass sich in der Alltagssprache eine Reihe von Begriffen findet, die den Lernenden physikalisch gesehen problematische Vorstellungen nahelegen. Als Beispiel sei an dieser Stelle auf den gängigen Begriff des „Stromverbrauchs“ verwiesen, der die Idee nahelegt, der elektrische Strom (als substanzartige Größe) würde von Elektrogeräten verbraucht werden (Tiberghien und Delacôte 1976; Osborne 1983). Eine weitere Schwierigkeit besteht für viele Lernende darin, den Strombegriff konzeptionell vom Spannungsbegriff abzugrenzen (Wilhelm und Hopf 2018). Statt zu erkennen, dass es sich bei Strom und Spannung um zwei eigenständige physikalische Größen handelt, sind viele Lernende der Auffassung, die Spannung sei eine Eigenschaft des elektrischen Stroms (Rhöneck 1981; Maichle 1982).

Diverse fachdidaktische Forschungsprojekte haben sich in den vergangenen Jahrzehnten dem Ziel gewidmet, die bei den Lernenden vorhandenen alternativen Vorstellungen zu erheben und zu kategorisieren (Duit 2009), wobei einige Studien einen qualitativen und andere einen quantitativen Zugang verfolgten. Die jeweiligen Projekte nahmen jedoch i.d.R. entweder nur das Verständnis von Schülerinnen und Schülern oder nur von Studierenden in den Blick. Im Rahmen des EPo-EKo-Projektes (Haagen-Schützenhöfer et al. 2019) wird nun quantitativ-empirisch untersucht, über welche alternativen Vorstellungen Lernende der Sekundarstufe I im Vergleich zu Studierenden verfügen. Hierzu wurde ein rasch-skaliertes Multiple-Choice-Test eingesetzt (Ivanjek et al. 2021), der aufgrund seiner Zweistufigkeit die Identifikation einer Vielzahl von Schülervorstellungen erlaubt. Nach einer kurzen Beschreibung der vorläufigen Stichprobe sowie des verwendeten Testinstruments sollen im Folgenden erste ausgewählte Ergebnisse vorgestellt und anschließend diskutiert werden.

### **Stichprobe und Testinstrument**

An der Erhebung beteiligten sich bisher insgesamt  $N = 801$  Lernende aus Österreich und Deutschland, die sich wiederum auf  $N = 633$  Schülerinnen und Schüler ( $m = 344$ ;  $w = 285$ ;  $kA = 4$ ) aus der 7. Jahrgangsstufe nach dem „traditionellen“ Physikunterricht zur Elektrizitätslehre sowie  $N = 168$  Studierende ( $m = 105$ ;  $w = 63$ ;  $kA = 0$ ) aufteilten. Während die Schülerinnen und Schüler zu etwa gleichen Teilen aus Bayern, Hessen, der Steiermark und Wien kamen, nahmen an der universitären Befragung bisher primär Studierende aus Frankfurt ( $N = 81$ ) sowie Tübingen ( $N = 61$ ) teil – die restlichen Studierenden kamen aus Dresden, Wien und Graz. Im Durchschnitt befanden sich die Studierenden im 3. Fachsemester ( $M = 2,90$ ;  $SD = 1,95$ ) und hatten zum größten Teil in universitären Lehrveranstaltungen bisher keinen Kontakt mit der Elektrizitätslehre ( $N = 106$ ) bzw. bereits ein Seminar und/oder ein Experimentierpraktikum zu dem Thema ( $N = 62$ ). An der bisherigen Befragung nahmen  $N = 72$  Studierende mit Physik als Hauptfach,  $N = 53$  Studierende mit Physik als Nebenfach und  $N = 43$  Lehramtsstudierende (Haupt-, Real- und Gymnasialschullehramt) teil.

Das konzeptionelle Verständnis wurde mithilfe des im Rahmen des EPo-EKo-Projektes entwickelten zweistufigen, Rasch-skalierten 2T-SEC-Tests („Two-Tier-Simple-Electric-Circuits-Test) erhoben (Ivanjek et al. 2021). Dabei handelt es sich um einen Multiple-Choice-Test mit insgesamt 25 zweistufigen Items, wobei die jeweilige Frage im Test auf der ersten Stufe beantwortet und auf der zweiten Stufe begründet werden muss. Anhand der Kombination von Antwort (erste Stufe) und Begründung (zweite Stufe) kann so auf die bei den Lernenden vorhandenen Vorstellungen geschlossen werden, wobei die Zuordnung von Antwortkombinationen zu den Schülervorstellungen im Rahmen des Projektes mittels einer Expertenvalidierung ( $N = 8$ ) erfolgte. Auf diese Weise können mithilfe des 2T-SEC-Tests eine Reihe von alternativen Vorstellungen u.a. zu Strom, Spannung und Widerstand erhoben werden.

### **Erste Ergebnisse**

Im Folgenden sollen erste Ergebnisse auf Basis der oben beschriebenen vorläufigen Stichprobe in Hinblick auf zwei alternative Vorstellungen in der Elektrizitätslehre präsentiert werden, die in der fachdidaktischen Forschung gut dokumentiert sind: Die Stromverbrauchsvorstellung und die Vorstellung, dass es in einem offenen Stromkreis keine Spannung gibt. Wie Abb. 1 zu entnehmen, vertreten 33 % der Schülerinnen und Schüler und 39 % der Studierenden in der vorliegenden Stichprobe die Stromverbrauchsvorstellung, wobei der Unterschied zwischen den beiden Gruppen statistisch nicht signifikant ist ( $\chi^2(1, N = 638) = 0.97, p = .325$ ). Ferner geben 74 % der Schülerinnen und Schüler und 45 % der Studierenden an, dass es in einem offenen Stromkreis keine Spannung geben könne, was einen statistisch höchst signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen darstellt ( $\chi^2(1, N = 702) = 29.2, p < .001$ ).

### **Diskussion und Ausblick**

Die Ergebnisse zeigen eindrücklich, dass zumindest die beiden hier diskutierten Schülervorstellungen nicht nur von einem großen Anteil der Schülerinnen und Schüler nach dem Physikunterricht in der Sek I vertreten werden, sondern darüber hinaus auch von einem bedeutenden Anteil der Studierenden. Zeitlich gesehen erweisen sich diese Schülervorstellungen damit auch in dieser Erhebung als äußerst stabile Konstrukte, die sich nicht nur direkt nach dem Unterricht zu elektrischen Stromkreisen zeigen, sondern auch die weitere Schulzeit teilweise unverändert überdauern. Dieser Befund ist umso eindrücklicher vor dem Hintergrund, dass es sich bei den Studierenden im Vergleich zu den Schülerinnen und Schülern insofern um eine

Positivauswahl handelt, als dass die Studierenden sich aktiv für ein naturwissenschaftliches Studium entschieden haben.

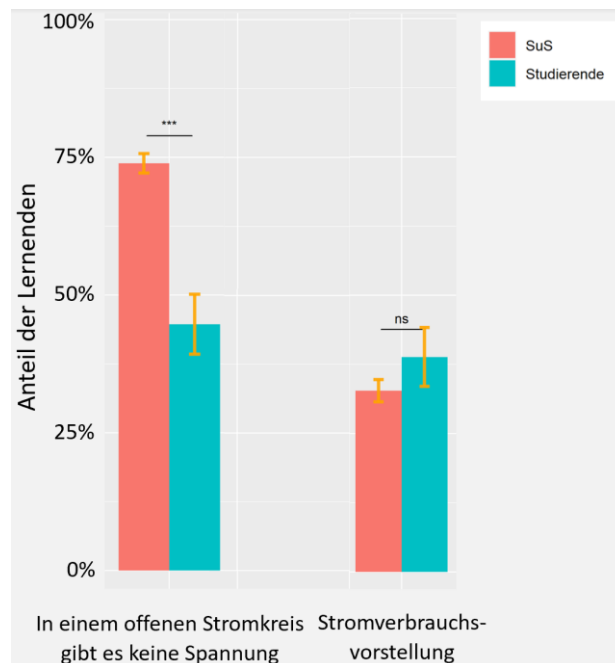


Abb. 1: Anteil der Lernenden, die die Schülervorstellung bei mind. einem zugehörigen Item gezeigt haben, in der Gesamtgruppe der Lernenden, die alle zur jeweiligen Schülervorstellung gehörenden Items bearbeitet haben. SuS: Schülerinnen und Schüler; ns: statistisch nicht signifikant; \*\*\* :  $p < .001$

Die Ergebnisse verdeutlichen einerseits die Notwendigkeit für weitere fachdidaktische (Entwicklungs-)Forschung, um Lernenden schon frühzeitig ein konzeptionelles Verständnis der Grundgrößen der Elektrizitätslehre sowie ihres Zusammenhangs in einfachen Stromkreisen zu vermitteln. Vor dem Hintergrund, dass sich in bereits durchgeführten empirischen Studien zeigt, dass auf Basis fachdidaktischer Kriterien entwickelte Unterrichtskonzeptionen bei den Lernenden u.a. zu einem besseren Verständnis der elektrischen Spannung führen (Gleixner 1998; Burde 2018), bestünde andererseits eine weitere Interpretation dieser Ergebnisse darin, dass noch mehr Anstrengungen unternommen werden müssen, den sogenannten „Research-Practice-Gap“ zu überwinden, indem es z.B. Lehrkräften erleichtert wird, bewährte fachdidaktische Unterrichtskonzeptionen in ihren Unterricht einzubinden (Wilhelm et al. 2021). Im Rahmen des EPo-EKo-Projektes ist in einem nächsten Schritt u.a. geplant, den 2T-SEC-Test an den verschiedenen Projektstandorten bei weiteren Studierenden einzusetzen, um u.a. mit einer größeren Stichprobe eine höhere ökologische Validität der Befunde zu erreichen und zu untersuchen, wie weit verbreitet weitere alternative Vorstellungen sind und wie konsistent das Antwortverhalten der beiden untersuchten Gruppen ist.

## Literatur

- Burde, J.-P. (2018): Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells. Berlin: Logos-Verlag (259).
- Duit, R. (2009): Bibliography - STCSE: Students' and Teachers' Conceptions and Science Education. IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften. Kiel. Online verfügbar unter <http://archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse/>, zuletzt aktualisiert am 2009, zuletzt geprüft am 10.02.2017.
- Gleixner, C. (1998): Einleuchtende Elektrizitätslehre mit Potenzial. Dissertation. LMU München.
- Haagen-Schützenhöfer, C.; Burde, J.-P.; Hopf, M.; Spatz, V.; Wilhelm, T. (2019): Using the electron-gas model in lower secondary schools - a binational design-based research project. In: E. McLoughlin (Hg.): GIREP 2017 Selected Papers. GIREP 2017. Dublin.
- Ivanjek, L.; Morris, L.; Schubatzky, T.; Hopf, M.; Burde, J.-P.; Haagen-Schützenhöfer, C. et al. (2021): Development of a two-tier instrument on simple electric circuits. In: Phys. Rev. Phys. Educ. Res. 17. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020123.
- Maichle, U. (1982): Schülervorstellungen zu Stromstärke und Spannung. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Physik/Chemie 30 (11), S. 383–387.
- Osborne, R. (1983): Towards modifying children's ideas about electric current. In: Res. Sci. Technol. Educ. 1, S. 73–82.
- Rhöneck, C. v. (1981): Schüleräußerungen zum Begriff der elektrischen Spannung beim Erklären der Meßwerte am Schalter. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Physik/Chemie 29 (6), S. 210–215.
- Schecker, H.; Duit, R. (2018): Schülervorstellungen und Physiklernen. In: H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf und R. Duit (Hg.): Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Berlin: Springer-Spektrum, S. 1–21.
- Tiberghien, A.; Delacôte, G. (1976): Manipulations et représentations de circuits électriques simples chez les enfants de 7 à 12 ans. In: Revue Française de Pédagogie 34, S. 32–44.
- Wilhelm, T.; Hopf, M. (2018): Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis. In: H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf und R. Duit (Hg.): Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Berlin: Springer-Spektrum, S. 115–138.
- Wilhelm, T.; Schecker, H.; Hopf, M. (Hg.) (2021): Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Berlin: Springer Spektrum.