

Paul Schlummer¹
 Philipp Wichtrup¹
 Jenny Meßinger-Koppelt²
 Stefan Heusler¹
 Daniel Laumann¹

¹WWU Münster
²Joachim Herz Stiftung

Digitale Medien und Experimente – Perspektiven aus der Schulpraxis

Die Einstellungen von Lernenden gegenüber naturwissenschaftlichen Fächern entwickeln sich im Verlauf der Mittel- und Oberstufe negativ (Williams et al., 2003). Dies erscheint problematisch, da eben diese Einstellungen (Trumper, 2006) neben dem Interesse (Singh, Granville, & Dika, 2002) und der Selbstwirksamkeit (Kahu, 2013) entscheidend für das Engagement der Lernenden und damit u.a. die Kurswahl sind. Als Folge lässt sich häufig auch eine negative Entwicklung der Belegung naturwissenschaftlicher Fächer gegenüber anderen Fächern in höheren Jahrgangsstufen beobachten (Köller & Klieme, 2000).

Hintergrund und Zielsetzung

Im Allgemeinen werden Einstellungen im Sinne von Breckler (1984) sowie Millar und Tesser (1989) eine kognitive, eine affektive sowie eine verhaltensbezogene Dimension zugewiesen. Weiterhin wird mit Blick auf die Objektebene davon ausgegangen, dass sich z.B. die Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften aus folgenden drei Komponenten ergeben: die Person des Lernenden, die Lehrenden, sowie die Lehr-Lernumgebung (Haladyna, Olsen, & Shaughnessy, 1982). Die nachfolgenden Aspekte des Artikels beziehen sich insbesondere auf die affektive und verhaltensbezogene Dimension der Einstellungen von Lernenden gegenüber Elementen von Lehr-Lernumgebungen im Physikunterricht. Da das Nutzungsverhalten von Lernenden jedoch ebenso durch die Unterrichtsgestaltung der Lehrkräfte beeinflusst wird, richten sich ausgewählte Forschungsfragen auch an Lehrende.

Nutzung von und Einstellungen zu Unterrichtsmedien – Allgemein

Die Wahrnehmung spezifischer Lehr-Lernaktivitäten durch die Lernenden wurde bislang häufig für verschiedene Sozialformen des Unterrichtens sowie klassische Lehr-Lernmedien, wie Arbeitsblätter, untersucht (Owen et al., 2008). Es existieren auch erste Befunde, die darauf hinweisen, dass Simulationen als Unterrichtsmedien die Einstellungen von Lernenden gegenüber den Naturwissenschaften potentiell positiv beeinflussen (Zacharia, 2003; Chen & Howard, 2010; Smetana & Bell, 2012). Es existieren jedoch nur in Ansätzen Studien zur Beschreibung der Einstellungen gegenüber Experimenten. Da beide Medien sehr unterschiedliche Eigenschaften besitzen, erscheint es von Interesse die affektive Dimension der Einstellungen von Lernenden bezogen auf die genannten Medien zu erheben: Welches Medium nutzen Lernende lieber und warum (Forschungsfrage 1, nf. FF1 – Lernende). Bei den bestehenden Untersuchungen und FF1 wird jedoch die verhaltensbezogene Dimension nicht bzw. nur in Teilen berücksichtigt. Bezogen auf die Nutzung zeigen Studien allgemein, dass der Einbezug vielfältiger Instruktionmethoden die Einstellungen von Lernenden gegenüber den Naturwissenschaften positiv beeinflussen können (Myers & Fout, 1992; Piburn, 1993). Dabei lässt sich Vielfalt sowohl durch die Variation von Medien als auch durch die spezifische Art und Weise der Nutzung eines Mediums herstellen. Studien deuten jedoch an, dass Lehrkräfte Simulationen eher einseitig nutzen (Bo et al., 2018) und die Nutzung häufig nicht

den intendierten Zielen der Entwickler entspricht (Perkins, Moore, & Chasteen, 2015). Es ergeben sich folgende Fragen: Welche methodischen Ziele verfolgen Lehrkräfte beim Einsatz von Simulationen und Experimenten? (FF2 – Lehrende), Wozu nutzen Lernende eigenständig Experimente und Simulationen? (FF3 – Lernende, Lehrende).

Nutzung von und Einstellungen zu Unterrichtsmedien – Bezug Schülerexperimente

Ein besonderes und für den naturwissenschaftlichen Unterricht spezifisches Medium stellen Experimente dar. Dabei ist bekannt, dass die Effizienz beim Lernen mit praktischen Tätigkeiten, wie dem Experimentieren im Schülerexperiment, durch begleitende Unterrichtsmaterialien gesteigert werden kann (Abrahams & Millar, 2008). Häufig werden Schülerexperimente mit Anleitungen im „Rezeptstil“ durchgeführt (Clackson & Wright, 1992; Kirschner, 1992), da Lehrkräfte davon ausgehen, nur auf diese Weise ihre Schülerinnen und Schüler dazu befähigen können innerhalb einer Unterrichtsstunde ein Experiment aufzubauen, das zu untersuchende Phänomen zu erzeugen und Daten aufzuzeichnen. Da diese Vorgehensweise nicht zwangsläufig als ideal hinsichtlich der Einstellungen von Lernenden scheint, stellt sich die Frage, welche alternativen Instruktionsformen und -medien im Unterricht präsent sind: Welche Medien kommen im Unterricht bei der Vor- und Nachbereitung von Experimenten zum Einsatz? (FF4 – Lernende, Lehrende), Welche Medien wünschen sich Lernende und Lehrkräfte zur Vor- und Nachbereitung von realen Experimenten im Unterricht? (FF5 – Lernende, Lehrende).

Methode

Die Datenerhebung erfolgte im Rahmen der LEIFIPhysik Nutzerbefragung 2019 als anonyme Online-Befragung im Herbst 2019. Die Anzahl teilnehmender Lernender bzw. Lehrender variierte (Angaben siehe Abschnitt „Ergebnisse“). Die Schulform *Gymnasium* überwiegt bei der großen Mehrheit der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrkräfte, die an der Umfrage teilgenommen haben.

Ergebnisse

Auf die Frage nach der Präferenz für Experimente oder Simulationen gab die Mehrheit (58 %) der 988 *Lernenden* an, lieber Simulationen zum Lernen zu nutzen. Das MC-Item mit der Frage, wie die Lernenden die Simulationen inhaltlich vorwiegend nutzen, wurde von 624 Lernenden beantwortet. Hiervon gaben 36 % an, die Simulationen zur Veranschaulichung bereits bekannter Inhalte zu nutzen. Weitere 29 % nutzen die Simulationen zur theoretischen Erarbeitung neuer Inhalte. 21 % gaben an, dass sie die Simulationen nutzten, um das Ergebnis von Experimenten besser zu verstehen. Nur 8 % gaben an, die Simulation zu nutzen, um auch ohne Experiment Ergebnisse zu bekommen, während 2 % die Simulation als Hilfe beim realen Experimentieren nutzen.

Die *Lehrkräfte* wurden zunächst nach der Art des Einsatzes (Ergänzung oder Ersatz) in Bezug auf ein Realexperiment, und danach je nach Antwort spezifischer zu ihren jeweiligen didaktischen Zielen befragt. Es überwiegt der Einsatz von Simulationen als Ergänzung zu einem Realexperiment (37 % von N = 409), sowie ein Wechsel zwischen Ergänzung und Ersatz (34 %). Während 23 % angaben, Simulationen nur als Ersatz zu nutzen, nutzen 5 % der Lehrkräfte gar keine Simulationen im Unterricht. Die Gruppe von 787 Lehrkräften, die Simulationen als Ergänzung im Unterricht einsetzen, nutzt diese am häufigsten zur Erklärung der Beobachtungen aus dem Experiment (28 %), zur Wiederholung eines bereits durchgeführten Experiments (26 %) und zur Untersuchung zusätzlicher Parameter (14 %). Die

meistgenannten Ziele beim Einsatz als Ersatz (560 Lehrkräfte) waren das Veranschaulichen von theoretischen Zusammenhängen (33 %), das Zeigen eines Phänomens (33 %), sowie das Aufnehmen von Messdaten (16 %). Zur allgemeinen Einsatzweise unabhängig vom Realexperiment befragt, überwiegen der Demonstrationseinsatz (33% von N=1078), zur Erarbeitung durch die Lernenden (21 %) und der Einsatz zur Zusammenfassung und Wiederholung (20 %). Seltener werden dagegen Hausaufgaben zu Simulationen gestellt (11 %). 14% der Lehrkräfte nutzen die Simulationen auch zur eigenen Vorbereitung auf den Unterricht.

In einer Umfrage sollten Physiklehrkräfte und Lernende angeben, wie sie das letzte Schülerexperiment im Physikunterricht angeleitet haben bzw. wie sie angeleitet worden sind. Folgende Methoden und Medien standen zur Auswahl: „mündliche Anleitung“, „schriftliche Anleitung ohne Abbildungen“, „schriftliche Anleitung mit Abbildungen“, „Powerpointpräsentation mit Text und Abbildungen“, „Videoanleitung“, „interaktive Simulation“, „Tafelbild“ und „nichts davon“. Die Befragten konnten mehrere Antworten geben. Die Mehrzahl der 472 Lehrkräfte (59 %) verwendeten eine „schriftliche Anleitung mit Abbildungen“. Nur 5 % nutzen eine „interaktive Simulation“ und gerade mal 3 % eine „Videoanleitung“. Die Mehrheit (42 %) der 1.002 Lernenden wurde mithilfe einer „mündlichen Anleitung“ angeleitet. Auf die Frage, wie die Lehrkräfte die Lernenden bei freier Auswahl der genannten Methoden und Medien angeleitet hätten, nannte der größte Teil (56 %) eine „schriftliche Anleitung mit Abbildungen“ an. Die meisten Lernenden (41 %) hätten sich ebenfalls eine „schriftliche Anleitung mit Abbildungen“ gewünscht. Sowohl die Lehrkräfte als auch die Lernenden sollten zudem benennen, wie sie die physikalischen Prozesse des Experiments erklärt haben bzw. diese erklärt wurden. Folgende Methoden und Medien waren zur Auswahl: „mündliche Erklärung“, „schriftliche Erklärung ohne Abbildungen“, „schriftliche Erklärung mit Abbildungen“, „Powerpointpräsentation mit Text und Abbildungen“, „Erklärvideo“, „interaktive Simulation“, „Tafelbild“ und „nichts davon“. Die meisten Lehrkräfte (60 %) nutzen eine „mündliche Erklärung“. Nur 12 % nutzen eine „Powerpointpräsentation“ und lediglich 5 % eine „schriftliche Anleitung ohne Abbildungen“. Der Mehrheit der Lernenden (50 %) wurde das Experiment mündlich erklärt. Zudem wurden die Lehrkräfte als auch die Lernenden gefragt, welche Methoden oder Medien sie bei freier Auswahl der genannten Methoden und Medien genutzt bzw. welche sie sich gewünscht hätten. Die meisten Lehrenden (46 %) gaben an, dass sie eine „interaktive Simulation“ verwendet hätten. Die Mehrheit der Lernenden (34 %) gab an, dass sie sich eine „schriftliche Erklärung mit Abbildungen“ gewünscht hätten.

Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass Simulationen im Physikunterricht primär zur Aufarbeitung bekannter und seltener zur Erarbeitung neuer Inhalte eingesetzt werden. Zudem werden Simulationen oft als Ergänzung zu Experimenten genutzt, insbesondere zur Erarbeitung und Veranschaulichung theoretischer Zusammenhänge. Dies deutet darauf hin, dass Lehrkräfte in den genannten Funktionen spezifische Stärken von Simulationen gegenüber Experimenten sehen. Das Potential einer integrativen Nutzung beider Medien scheint aber in der Praxis noch nicht ausgeschöpft. Darauf deutet der von Lehrenden und Lernenden geäußerte Wunsch nach mehr digitalem Zusatzmaterial zur Vor- und Nachbereitung von Experimenten hin, dem durch die Weiterentwicklung von Unterrichtsmaterial und -konzepten Rechnung getragen werden sollte.

Literatur

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969
- Bo, W.V., Fulmer, G., Lee C.K.-E., & Chen, V.D.-T. (2018). How Do Secondary Science Teachers Perceive the use of Interactive Simulations? The Affordance in Singapore Context. *Journal of Science Education & Technology*, 27(6), 550-565
- Breckler, S.J. (1984). Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47(6), 1191-1205
- Chen, C.-H., & Howard, B. (2010). Effect of live simulation on middle school students' attitudes and learning toward science. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(1), 133-139
- Clackson, S.G., & Wright, D.K. (1992). An appraisal of practical work in science education. *School Science Review*, 74(266), 39-42
- Haladyna, T., Olsen, R., & Shaughnessy, J. (1982). Relations of student, teacher, and learning environment variables of attitudes toward science. *Science Education*, 66(5), 671-687
- Kahu, E.R. (2013). Framing student engagement in higher education. *Studies in Higher Education*, 38(5), 758-773
- Kirschner, P.A. (1992). Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science and Education*, 1, 273-299
- Köller, O., & Klieme, E. (2000). Geschlechtsdifferenzen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Leistungen. In J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Eds.), *Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie* (Vol. 2, pp. 373-404). Opladen: Leske und Budrich
- Millar, M. G., & Tesser, A. (1989). The effects of affective and cognitive focus on the attitude— Behavior relation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 25, 189-202
- Myers, R.E., & Fouts, J.T. (1992). A cluster analysis of high school science classroom environments and attitudes towards science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(9), 929-937
- Owen, S., Dickson, D., Stanisstreet, M., & Boyes, E. (2008). Teaching physics: Students' attitudes towards different learning activities. *Research in Science & Technological Education*, 26(2), 113-128
- Perkins, K.K., Moore, E., & Chasteen, S.V. (2015). Beliefs, Attitudes, and Intentions of Science Teachers Regarding the Educational Use of Computer Simulations and Inquiry-Based Experiments in Physics. Conference Paper, Minneapolis, MN: Physics Education Research Conference 2014
- Piburn, M.D. (1993). Evidence from meta-analysis for an expertise model of achievement in science. Conference Paper, Atlanta, GA: Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching 1993
- Sing, K., Granville, M., & Dika, S. (2010). Mathematics and Science Achievement: Effects of Motivation, Interest, and Academic Engagement. *The Journal of Educational Research*, 95(6), 323-332
- Smetana, L.K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370
- Trumper, R. (2006). Factors Affecting Junior High School Students' Interest in Physics. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 47-58
- Williams, C., Stanisstreet, M., Spall, K., & Boyes, E. (2003). Why aren't secondary students interested in physics? *Physics Education*, 38(4), 324-329
- Zacharia, Z. (2003). Beliefs, Attitudes, and Intentions of Science Teachers Regarding the Educational Use of Computer Simulations and Inquiry-Based Experiments in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(8), 792-823