

Celina Kiel<sup>1</sup>  
Mathias Ziegler<sup>1</sup>  
Stefanie Schwedler<sup>1</sup>  
Lisa Stinken-Rösner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Bielefeld

## Akzeptanz der Lehrkräfte zu Simulationen und Experimentiervideos

**Ausgangslage:** Digitale Medien bringen für den MINT-Unterricht potenzielle Mehrwerte zur Unterstützung von Lehr-Lern-Prozessen mit sich (Hillmayr et al., 2020). Es ist jedoch bekannt, dass etablierte, fächerübergreifende Medien wie Präsentations- und Textverarbeitungsprogramme wesentlich häufiger zum Einsatz kommen als innovative, fachspezifische Medien (Drossel et al., 2024). Dabei ist die Technologieakzeptanz von großer Bedeutung, da diese bei den Lehrkräften zur Nutzungsabsicht und in der Folge zur Implementation digitaler Medien beiträgt (Venkatesh et al., 2003). Das *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*-Modell (UTAUT-Modell; Venkatesh et al., 2003) ist hierbei ein empirisch fundierter Bezugsrahmen für das Nutzungsverhalten von digitalen Medien im Unterricht. Es beschreibt die Verhaltensintention zur Mediennutzung als Ergebnis der Faktoren Leistungserwartung, Aufwandserwartung, sozialer Einfluss und erleichterte Bedingungen. Möglich wäre somit, dass sich die Technologieakzeptanz auf die Nutzung von fachspezifischen Medien auswirkt. Beispiele hierfür sind Moleküldynamik-Simulationen (Tinker & Xie, 2008), die zwar etabliert sind, jedoch im Chemieunterricht kaum verwendet werden, sowie interaktive Experimentiervideos (Glatz & Erb, 2024; Ziegler & Stinken-Rösner, 2024), die jünger sind und deshalb noch nicht in der Breite im Physikunterricht implementiert sind. Dies zeigt einen Bedarf an disziplinspezifischen Lehrkräftefortbildungen (Stinken-Rösner, 2021).

**Simulationen im Chemieunterricht:** Simulationen reproduzieren regelgeleitet bestimmte Aspekte eines realen oder möglichen Systems (Landriscina, 2013) und machen die submikroskopische Ebene interaktiv und dynamisch erfahrbar. Somit fördern Simulationen das Verständnis komplexer Prozesse und Vielteilchensysteme (Landriscina, 2013) und ermöglichen für den Chemieunterricht einen Zugang zur submikroskopischen Ebene, welche für die Sinne unzugänglich, aber zur Erklärung chemischer Phänomene zentral ist (Johnstone, 2000).

Trotz guter Verfügbarkeit von Simulationen auf dem Bildungsmarkt haben (angehende) Chemielehrkräfte meist wenig Erfahrung mit ihnen (Vogelsang, 2019) und nutzen sie kaum im Unterricht (Eickelmann, 2019). Dies könnte an einer geringen Technologieakzeptanz (Venkatesh et al., 2003) oder an mangelnder Sicherheit im Umgang mit Simulationen liegen (Pietzner, 2009). Für einen lernwirksamen Einsatz werden spezifische didaktische Kenntnisse in Planung und Umsetzung von Unterricht benötigt (Becker et al., 2020), wobei Lehrkräfte zum Teil über digitalisierungsbezogenes didaktisches Wissen verfügen (Krauss & Bruckmaier, 2014), jedoch bezüglich fachspezifischer digitaler Medien oft zusätzliche Hilfe benötigen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit fachspezifischer Fortbildungen zur Gestaltung und Implementierung digitaler Lernsettings (Huber et al., 2020).

**Experimentiervideos im Physikunterricht:** Experimentiervideos sind Medien, welche die Methode des Experimentierens mit dem Werkzeug der Videografie kombinieren (Stinken-

Rösner & Meier, 2023). Ebenfalls können multimediale sowie interaktive Elemente (z.B H5P-Inhalte) ergänzt werden, um z. B. Einfluss auf den Videoverlauf zu nehmen. Diese dann als interaktive Experimentiervideos (Glatz & Erb, 2024) bzw. Hypervideos (Ziegler & Stinken-Rösner, 2024) bezeichneten Medien ermöglichen es den Lernenden, aktiv mit den Inhalten zu interagieren und somit individuelle sowie kognitive aktivierende Lernprozesse zu induzieren (Chi & Wylie, 2014). Der didaktische Einsatz der interaktiven Experimentiervideos verfolgt das Ziel der Förderung der Erkenntnisgewinnung. Experimentiervideos können sowohl als eigenständiges Lernmedium sowie in Verbindung mit einem Realexperiment im Unterricht eingesetzt werden (Stinken-Rösner & Meier, 2023).

Ein möglicher Grund für den bisher geringen Einsatz des Mediums könnte darin liegen, dass Lehrkräfte die interaktiven Experimentiervideos nicht als Ergänzung zum Realexperiment verstehen, sondern den Einsatz ohne funktionalen Mehrwert betrachten (Puentendura, 2006). Durch Lehrkräftefortbildungen soll die Akzeptanz der Lehrkräfte gefördert werden, indem der funktionale Mehrwert sowie der praktische Nutzen im Schulkontext aufgezeigt wird.

**Ziele des Projekts:** Das Ziel der Teilprojekte Chemie und Physik des vom BMFTR geförderten Projektes „LFB-labs-digital“ ist es, transferstarke Lehrkräftefortbildungen zu konzipieren, in denen Lehrkräfte projektbasiert in multiprofessionellen Teams Lernsettings für das Schüler\*innenlabor entwickeln und diese mit ihren Schüler\*innen erproben, reflektieren und auf den eigenen Unterricht übertragen.

Zudem soll die Technologieakzeptanz der Lehrkräfte bezüglich der jeweiligen Medien untersucht werden, sowie welche Potenziale und Herausforderungen die an der Fortbildung teilnehmenden Lehrkräfte für den Einsatz von Moleküldynamik-Simulationen im Chemieunterricht und interaktiven Experimentiervideos im Physikunterricht sehen.

**Konzept der Lehrkräftefortbildungen:** Bei den konzipierten Lehrkräftefortbildungen handelt es sich um ein mehrtägiges Format, welches in vier unterschiedliche Phasen aufgeteilt wird. Zu Beginn der Phase 1 findet ein Input und eine Erarbeitung theoretischer Grundlagen zum Lernen mit den jeweiligen Medien statt sowie eine Diskussion didaktisch sinnstiftender Einsatzszenarien. Anschließend folgt die Phase 2 des projektbasierten Lernens (Krajcik & Blumenfeld, 2006). Die Lehrkräfte arbeiten in multiprofessionellen Teams an der Implementation von Moleküldynamik-Simulationen in ein Lernsetting für die Chemie-Fortbildung und an der Entwicklung eines interaktiven Experimentiervideos für die Physik-Fortbildung. Danach werden in der Phase 3 diese selbst entwickelten Lernsettings mit den eigenen Schüler\*innen im Schüler\*innenlabor erprobt, getestet und individuell reflektiert. Als Abschluss der Fortbildung folgt als Phase 4 die Reflexion. Ziel ist ein Erfahrungsaustausch mit den Lehrkräften, sowie die allgemeine Reflexion der entwickelten Lernsettings und des Einsatzes der jeweiligen Medien.

**Forschungsvorhaben:** Die Evaluation beider Lehrkräftefortbildungen wurde unter Anwendung eines Mixed-Method-Ansatzes durchgeführt. Die quantitative Erhebung erfolgte in einem Prä-Post-Design mithilfe eines standardisierten Fragebogens, der etablierte Messinstrumente zur Selbstwirksamkeitserwartung (Doll & Meyer, 2021), zu den wahrgenommenen Constraints (Vogelsang et al., 2019), zur Technologieakzeptanz (Plageras et al., 2023) sowie zur Nutzungsintention digitaler Medien (Max, 2022) umfasst. Die jeweiligen Konstrukte wurden aufgrund des adaptierten UTAUT-Modells (vgl. Ziegler, Kiel et al., in Review) gewählt. Dabei lässt sich die Selbstwirksamkeitserwartung mit der

Leistungserwartung in Beziehung setzen und die wahrgenommenen Constraints können mit den erleichterten Bedingungen sowie der Aufwandserwartung in Beziehung gesetzt werden. Die Erhebung wurde durch eine qualitative Befragung der Lehrkräfte mittels leitfadengestützter Interviews mit den teilnehmenden Lehrkräften ergänzt, welche den Fokus auf der Reflexion der praktischen Erfahrungen beim Einsatz der fachspezifischen Medien hatte.

Insgesamt haben an den Fortbildungen 21 Chemie- und Physiklehrkräfte (weiblich: 43%, männlich: 57%) teilgenommen. Das durchschnittliche Alter beträgt 43,6 Jahre ( $SD = 8,8$ ), die Lehrkräfte verfügen im Mittel über 12,3 Jahre Berufserfahrung ( $SD = 7,7$ ) und unterrichten 9,6 Stunden pro Woche das jeweils betreffende Fach ( $SD = 4,7$ ).

**Erste Ergebnisse und Diskussion:** Bei der qualitativen Betrachtung der Interviewdaten konnten zwischen den beiden Fortbildungen unterschiedliche Potenziale und Herausforderungen in der Mediennutzung ermittelt werden. In der chemiebezogenen Fortbildung wird die Verwendung von bereits existierenden Simulationen als einfach in der technischen Handhabung und sinnstiftend für den unterrichtlichen Einsatz gewertet. Eine genannte Hürde ist die Wahl und das Finden einer passenden Simulation. Die Lehrkräfte bemängeln die Verfügbarkeit thematisch passender Simulationen und die mangelnde Anpassungsfähigkeit des Mediums. In der physikbezogenen Fortbildung werden Experimentiervideos von den Lehrkräften ambivalent bewertet. Einerseits erkennen sie Vorteile, wie die Nutzung als Differenzierungsmaßnahme, aber erkennen auch Nachteile, wie den Entfall einer haptischen Erfahrung mit den Materialien. Obwohl die eigenständige Entwicklung eines Experimentiervideos als didaktisch sinnvoll bewertet wird, schätzen die Lehrkräfte den Zeitaufwand für die Entwicklung als hemmend ein.

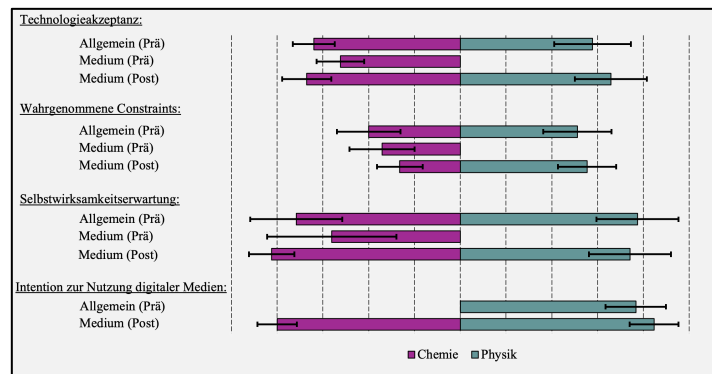


Abb.1: Ergebnisse der Studie aufgeteilt auf die Fächer Chemie (links) und Physik (rechts) (vgl. Ziegler, Kiel et al., in Review).

Trotz der in den qualitativen Daten genannten Hürden, ergeben die quantitativen Ergebnisse (Abbildung 1) sehr positive Werte zur Intention zur Nutzung beider Medien und weisen darauf hin, dass die Lehrkräftefortbildungen zu einer Steigerung der Technologieakzeptanz und Senkung der wahrgenommenen Constraints beigetragen haben, sowie einer Steigerung der Selbstwirksamkeitserwartung in dem Fach Chemie.

Eine tiefgehende Analyse der qualitativen Forschungsdaten steht noch aus.

## Literatur

- Becker, S., Meßinger-Koppelt, J. & Thyssen, C. (2020). Digitale Basiskompetenzen. Joachim Herz Stiftung.
- Chi, M.T.H. & Wylie, R. (2014). The ICAP Framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49 (4), 219–243.
- Doll, J. & Meyer, D. (2021). SWIT. Selbstwirksamkeit von Lehrerinnen und Lehrern im Hinblick auf die unterrichtliche Integration digitaler Technologie. In ZPID (Hrsg.), *Open Test Archive*. ZPID.
- Drossel, K., Gerick, J., Niemann, J., Eickelmann, B. & Domke, M. (2024). Die Perspektive der Lehrkräfte auf das Lehren mit digitalen Medien. In B., Eickelmann et al. (Hrsg.), *ICILS2023 #Deutschland*. (S. 149–187). Waxmann.
- Eickelmann, B. (2019). Lehrerfortbildung im Kontext der digitalen Transformation. In B. Priebe et al. (Hrsg.), *Steuerung und Qualitätsentwicklung im Fortbildungssystem*. (S. 208–228). Klett Kallmeyer.
- Glatz, L. C. & Erb, R. (2024). Experimente als interaktive Videos – Die Einführung des Teilchenmodells interaktiv gestalten. *NiU – Physik*, 203, 18–22.
- Hillmayr, D., Ziemwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I. & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools. *Computers Education*, 153, 103897.
- Huber, S.G., Günther, P.S., Schneider, N., Helm, C., Schwander, M., Schneider, J.A. & Pruitt, J. (2020). *COVID-19 – aktuelle Herausforderungen in Schule und Bildung*. Waxmann.
- Johnstone, A.H. (2000). Teaching of chemistry – logical or psychological? *CERP*, 1(1), 9–15.
- Krajcik, J.S. & Blumenfeld, P.C. (2006). Project-based learning, In R.K. Sawyer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (S. 317–334). Cambridge University Press.
- Krauss, S. & Bruckmaier, G. (2014) Das Expertenparadigma in der Forschung zum Lehrerberuf. In E. Terhart, et al. (Hrsg.) *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 241–261). Waxmann.
- Landriscina, F. (2013). *Simulation and learning: A model-centered approach*. Springer VS.
- Max, A.-L. (2022). *Die Entwicklung von TPACK bei angehenden Lehrkräften durch medienbezogene Lernprozesse im Makerspace* (Dissertation, Pädagogische Hochschule Weingarten).
- Pietzner, V. (2009). Computer im naturwissenschaftlichen Unterricht - Ergebnisse einer Umfrage unter Lehrkräften. *ZfDN*, 15, 47–67.
- Puentedura, R. (2006). *Transformation, technology, and education* [Blog post].
- Stinken-Rösner, L. (2021). *Digitale Medien in der naturwissenschaftlichen Lehrkräftebildung*. Didaktik der Physik. Frühjahrstagung.
- Stinken-Rösner, L. & Meier, M. (2023). Experimentiervideos – Mehr als ein Ersatz für Realexperimente. *Plus Lucis*, 3, 17–21.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B. & Davis F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- Vogelsang, C., Finger, A., Laumann, D. & Thyssen, C. (2019). Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierungen als mögliche Einflussfaktoren auf den Einsatz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. *ZfDN*, 25, 115–129.
- Ziegler, M. & Stinken-Rösner, L. (2024). Mit Hypervideos digital experimentieren. *NiU – Physik*, 203, 24–27.
- Ziegler, M., Kiel, C., Schwedler, S. & Stinken-Rösner, L. (in Review). Förderung der Technologieakzeptanz durch projektbasierte Lehrkräftefortbildungen in den Fächern Chemie und Physik. In D., Richter & K., Scheiter (Hrsg.), *Professionelles Handeln in einer Kultur der Digitalität. Ergebnisse des Kompetenzzentrums MINT*. Waxmann.

## Förderhinweis:

Finanziert durch die Europäische Union – NextGenerationEU und gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind ausschließlich die des Autors/der Autorin und spiegeln nicht unbedingt die Ansichten der Europäischen Union, Europäischen Kommission oder des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wieder. Weder Europäische Union, Europäische Kommission noch Bundesministerium für Bildung und Forschung können für sie verantwortlich gemacht werden.