

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

<sup>1</sup>Universität Bielefeld

## **Förderung der Technologieakzeptanz durch projektbasierte Lehrkräftefortbildungen in den Fächern Chemie und Physik**

Digitale Medien sollen zunehmend systematisch in den Unterricht integriert werden (KMK, 2016). Die praktische Umsetzung dieser Forderung in der Schulpraxis lässt sich anhand aktueller Zahlen belegen: 70 % der Lehrkräfte geben an, digitale Medien mindestens einmal täglich im Unterricht zu nutzen (ICILS-2023; Drossel et al., 2024), während es 2018 lediglich 23,2 % und 2013 nur 9,1 % waren. Diese Zahlen beziehen sich jedoch auf digitale Medien im Allgemeinen. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass innovative fachspezifische Medien nach wie vor kaum eingesetzt werden (Drossel et al., 2024). Beispiele hierfür sind Moleküldynamiksimulationen (Tinker & Xie, 2008), die zwar etabliert sind, im Chemieunterricht jedoch kaum verwendet werden sowie interaktive Experimentiervideos (Glatz & Erb, 2024; Ziegler & Stinken-Rösner, 2024), die ebenfalls fachspezifisch sind, allerdings deutlich jünger und deshalb im Physikunterricht noch nicht in der Breite implementiert sind.

### **Technologieakzeptanz**

Die erfolgreiche Implementation von Moleküldynamiksimulationen und interaktiven Experimentiervideos in den Chemie- bzw. Physikunterricht bedarf entsprechend des UTAUT-Modells u.a. einer hoch ausgeprägten medienbezogenen Technologieakzeptanz der Lehrkräfte hinsichtlich des jeweiligen Mediums (Venkatesh et al., 2003). Für die vorliegende Studie wurde das UTAUT-Modell adaptiert (vgl. Kiel, Ziegler et al., in Review). In diesem Zusammenhang bilden vor allem die Selbstwirksamkeitserwartungen der Lehrkräfte im Umgang mit digitalen Medien und die wahrgenommenen Constraints wichtige Prädiktoren. Zusammen mit dem sozialen Einfluss wichtiger Bezugspersonen aus dem schulischen Umfeld bilden sie die Technologieakzeptanz, die die Intention zur Implementierung digitaler Medien maßgeblich bestimmt.

### **Forschungsfragen**

Die schulische Praxis zeigt eine begrenzte Nutzung fachspezifischer digitaler Medien, was sich u.a. auf eine niedrig ausgeprägte Technologieakzeptanz der Lehrkräfte zurückführen lässt (Venkatesh et al., 2003). Durch die Konzeption projektbasierter Lehrkräftefortbildungen soll diese beispielhaft für die fachspezifischen Medien Moleküldynamiksimulationen im Fach Chemie und interaktive Experimentiervideos im Fach Physik gefördert werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei interaktiven Experimentiervideos um ein neuartiges Medium handelt, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass Lehrkräfte über keine Vorerfahrungen verfügen, während Moleküldynamiksimulationen bereits etabliert sind und Vorerfahrungen im Umgang folglich angenommen werden können. Daraus ergeben sich die fachspezifischen Forschungsfragen:

(FF<sub>CH</sub>) Inwiefern verändern sich die Technologieakzeptanz, die Selbstwirksamkeitserwartung und die wahrgenommenen Constraints der teilnehmenden Chemielehrkräfte durch die

Teilnahme an einer projektbasierten Lehrkräftefortbildung zum Lernen mit Moleküldynamiksimulationen?

(FF<sub>PH</sub>) Welche Technologieakzeptanz, Selbstwirksamkeitserwartung und wahrgenommenen Constraints haben die Physiklehrkräfte nach einer erstmaligen Nutzung von (interaktiven) Experimentiervideos innerhalb einer projektbasierten Lehrkräftefortbildung?

### Fortbildungskonzepte

Zur Förderung der Technologieakzeptanz wurden zwei projektbasierte Lehrkräftefortbildungen in den Fächern konzipiert, die eine vergleichbare Struktur aufweisen (vgl. Tab.1). Beide Fortbildungen wurden mehrtägig durchgeführt, sind in vier Phasen untergliedert, verfolgen einen projektbasierten Ansatz (Krajcik & Blumenfeld, 2006) und berücksichtigen die Merkmale guter Lehrkräftefortbildungen (Lipowsky und Rzejak, 2021).

*Tab.1: Konzeptionen der Lehrkräftefortbildungen in den Fächern Chemie und Physik.*

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Phase 1 – Theorie:</b> Input und Erarbeitung theoretischer Grundlagen zum Lernen mit den jeweiligen Medien, Diskussion didaktisch sinnstiftender Einsatzszenarien                                                   |                                                                                                                                                  |
| <b>Chemie:</b> Kriteriengeleitete Analyse vorhandener Simulationen, Abgrenzung von anderen Anwendungen und Einbettung in instruktional wirkmächtige Lernwege                                                           | <b>Physik:</b> Definition von Experimentiervideos mit Abgrenzung von etablierten Videoarten, Erarbeitung zugrundeliegender Gestaltungsprinzipien |
| <b>Phase 2 – Gestaltung:</b> Projektbasierte Erarbeitung von eigenen Lernsettings durch teilnehmende Lehrkräfte                                                                                                        |                                                                                                                                                  |
| <b>Chemie:</b> Gestaltung von Lernsettings anhand der vier epistemischen Schritte nach Landriscina (2013) durch Lehrkräfte                                                                                             | <b>Physik:</b> Entwicklung verschiedener Arten von Experimentiervideos (Anwendung zugrundeliegender Gestaltungsprinzipien)                       |
| <b>Phase 3 – Erprobung:</b> Erprobung der Lernsettings im Schüler*innenlabor mit einer eigenen Schulklasse, Lehrkräfte agieren als Beobachter*innen und analysieren Interaktion der Schüler*innen mit den Lernsettings |                                                                                                                                                  |
| <b>Chemie:</b> Erprobung der von den Lehrkräften erarbeiteten Lernsettings, individuelle Reflexion der Erfahrungen mit Wissenschaftler*innen                                                                           | <b>Physik:</b> Erprobung von im Vorfeld durch Wissenschaftler*innen erstellten Best-Practice-Beispielen von Experimentiervideos                  |
| <b>Phase 4 – Reflexion:</b> Reflexion des Einsatzes der Medien mit den teilnehmenden Lehrkräften                                                                                                                       |                                                                                                                                                  |
| <b>Chemie:</b> Austausch zu ihren Praxiserfahrungen, Fokus auf Einsatz von Simulationen und Handlungsempfehlungen für die Schulpraxis                                                                                  | <b>Physik:</b> Reflexion der Fortbildungsinhalte und der in der Erprobung getätigten Beobachtungen durch Lehrkräfte                              |

### Methodik

Die Evaluation beider Lehrkräftefortbildungen wurde im Rahmen einer Begleitstudie 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. Ergänzend

wurde eine qualitative Erhebung in Form von leitfadengestützten Interviews mit den teilnehmenden Lehrkräften durchgeführt (vgl. Tab.1, Phase 4), die jedoch noch nicht abschließend ausgewertet worden ist.

### Stichprobe und Ergebnisse

Die Stichprobe besteht aus  $n = 21$  Chemie- und Physiklehrkräften (weiblich: 43 %, männlich: 57 %) mit einem durchschnittlichen Alter von 43,6 Jahren ( $SD = 8,8$ ). Im Mittel verfügen die Lehrkräfte über 12,3 Jahre Berufserfahrung ( $SD = 7,7$ ) und unterrichten 9,6 Stunden pro Woche in den hier relevanten Fächern ( $SD = 4,7$ ).

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse für die Technologieakzeptanz, die wahrgenommenen Constraints, die Selbstwirksamkeitserwartung und die Intention zur Nutzung digitaler Medien dargestellt. Die Mittelwerte sowie deren Standardabweichungen werden spezifisch für die Fächer Chemie (links) und Physik (rechts) wiedergegeben.

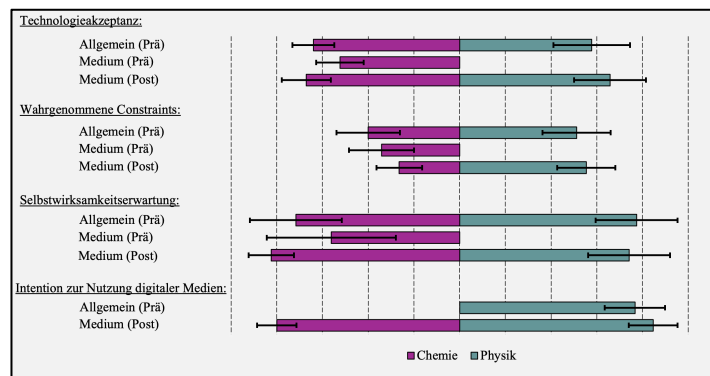


Abb.1: Ergebnisse der Studie aufgeteilt auf die Fächer Chemie und Physik (vgl. Kiel, Ziegler et al., in Review).

Aus den Interviews geht hervor, dass die Lehrkräfte insbesondere die Phasen der eigenständigen Entwicklung der Lernsettings und ihre praktische Erprobung im Schüler\*innenlabor als sehr gewinnbringend bewerteten.

### Diskussion

Obwohl die ersten Ergebnisse in den einzelnen Fächern variieren, weisen sie darauf hin, dass die konzipierten Lehrkräftefortbildungen erfolgreich dazu beigetragen haben, die Technologieakzeptanz der Lehrkräfte zu steigern (siehe Abb.1). Eine erste Analyse der Interviews legt nahe, dass die Fortbildungsstruktur eine zentrale Rolle spielt. Das Schüler\*innenlabor fungiert als "geschützter Raum", in dem Lehrkräfte mögliche didaktische Unsicherheiten abbauen sowie ihre Schüler\*innengruppen beobachten können – losgelöst von ihren unterrichtlichen Tätigkeiten. Dadurch wird eine Fokussierung auf die Potenziale und Herausforderungen im Umgang mit fachspezifischen Medien ermöglicht. Die Ergebnisse lassen erkennen, dass projektbasierte Lehrkräftefortbildungen ein wirksames Format zur Förderung der Technologieakzeptanz darstellen können. Positive Effekte auf zentrale Prädiktoren konnten nachgewiesen werden, wobei die geringe Stichprobengröße von 21 Lehrkräften als Einschränkung zu berücksichtigen ist. Dennoch verdeutlichen die Ergebnisse das Potential projektbasierter Fortbildungskonzepten, die Lehrkräfte bei der Implementation digitaler Medien zu unterstützen, indem ihnen ein Raum zum Ausprobieren gegeben wird.

## Literatur

- Doll, J. & Meyer, D. (2021). SWIT. Selbstwirksamkeit von Lehrerinnen und Lehrern im Hinblick auf die unterrichtliche Integration digitaler Technologie [Verfahrensdokumentation und Fragebogen]. In Leibniz-Institut für Psychologie (ZPID) (Hrsg.), *Open Test Archive*. ZPID. <https://doi.org/10.23668/psycharchives.4872>
- Glatz, L. C. & Erb, R. (2024). Experimente als interaktive Videos – Die Einführung des Teilchenmodells interaktiv gestalten. *NiU – Physik*, 203, 18–22.
- Kiel, C., Ziegler, M., 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.
- Kultusministerkonferenz (KMK). (2016). Bildung in der digitalen Welt - Strategie der Kultusministerkonferenz.
- 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.
- Landriscina, F. (2013). *Simulation and learning: A model-centered approach*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1954-9>
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2021). Welche Art von Fortbildung wirkt? In B. Jungkamp & M. Pfafferoth (Hrsg.), *Was Lehrkräfte lernen müssen. Bedarfe der Lehrkräftefortbildung in Deutschland* (S. 19–38). Netzwerk Bildung.
- Max, A.-L. (2022). *Die Entwicklung von TPACK bei angehenden Lehrkräften durch medienbezogene Lernprozesse im Makerspace*. Dissertation, Pädagogische Hochschule Weingarten. <https://hsbwgt.bsz-bw.de/frontdoor/index/index/docId/423>
- Plageras, A., Xenakis, A., Kalovrektis, K. & Vavougiou, D. (2023). An application study of the UTAUT methodology for the flipped classroom model adoption by applied sciences and technology teachers. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(02), 190–202. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i02.3558>
- Drossel, K., Gerick, J., Niemann, J., Eickelmann, B. & Domke, M. (2024). Die Perspektive der Lehrkräfte auf das Lehren mit digitalen Medien und die Förderung des Erwerbs computer- und informationsbezogener Kompetenzen in Deutschland im internationalen Vergleich. In B., Eickelmann, N., Fröhlich, W., Bos, J., Gerick, F., Goldhammer, H., Schaumburg, K., Schwippert, M., Senkbeil & J., Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS2023 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking von Schüler\*innen im internationalen Vergleich* (S. 149–187). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830999492>
- Tinker, R.F. & Xie, Q. (2008) Applying computational science to education: The molecular workbench paradigm. *Comput. Sci. Eng.*, 10(5), 24–27. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2008.108>
- 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. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- 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 – Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25, 115–129. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00095-6>
- Ziegler, M. & Stinken-Rösner, L. (2024). Lernen mit (interaktiven) Experimentiervideos: Schülerlabore als Orte der Lehrkräftefortbildungen (LFB). *PhyDid B – Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*, 1(1), 109–114. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1443/1668>