

Christoph Stolzenberger<sup>1</sup>  
Florian Frank<sup>1</sup>  
Hagen Schwanke<sup>1</sup>  
Annika Kreikenbohm<sup>1</sup>  
Thomas Trefzger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Julius-Maximilians-Universität Würzburg

### **Augmented Reality in der Physikausbildung**

Durch „Augmented Reality“ (AR) können Realobjekte mit zusätzlichen digitalen Informationen überlagert werden, was neue Arten des Lernens ermöglicht. Internationale Studien beschreiben verschiedene Vorteile von AR-gestützten Lernumgebungen (Bacca et al., 2014; Ibáñez, 2018). Zwei Metastudien berichten über positive Auswirkungen auf die Lernleistung, die Zusammenarbeit in Gruppen, die Motivation und die Entwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens von Schülerinnen und Schülern, insbesondere in MINT-Fächern (Ibáñez, 2018; Radu, 2014). Die zusätzliche kognitive Belastung oder die nicht intuitiven Benutzeroberflächen der Anwendungen, gepaart mit den mangelnden digitalen Kompetenzen der Lernenden, sind die wichtigsten beschriebenen negativen Auswirkungen von AR (Ibáñez, 2018; Radu, 2014). Für den Einsatz von AR in Lernsituationen braucht es daher sowohl *geschulte Lehrkräfte* als auch *professionell entwickelte AR-Applikationen*.

#### **Das Seminar ProjektARbeit**

Die Ausbildung der Lehrkräfte im Bereich AR wird in Würzburg u.a. durch das semesterweise angebotene Seminar *ProjektARbeit* erreicht (Stolzenberger et al., 2020). Dieses ist im Wahlpflichtbereich des Elitestudiengangs MINT Lehramt PLUS angesiedelt und wird in der Regel als Blockveranstaltung durchgeführt.

Ziel des Seminars ist die Schulung von Lehramtsstudierenden in der Erstellung, dem Umgang mit und dem Einsatz von AR-Applikationen. Dafür setzen sich die teilnehmenden Studierenden im Seminar kritisch mit mediendidaktischen und erzieherischen Themen auseinander. Essenzieller Bestandteil des Seminars ist die eigenständige Konzeption und Erstellung einer individuellen Augmented Reality-Applikation mit dem Ziel der Vermittlung eines selbstgewählten naturwissenschaftlichen Phänomens. Die Studierenden erarbeiten die Umsetzung dafür sowohl auf didaktischer, methodischer als auch auf technischer Ebene. Durch diesen großen Praxis-Anteil im Seminar wird die eigene Medienkompetenz der Studierenden zusätzlich gestärkt.

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
Theorie: Medien- pädagogische Kompetenz	Unity-Elemente  Einführung in C# Skripte	GUI & Menüs in Unity	Entwicklung des eigenen Projekts	Entwicklung des eigenen Projekts
Mittagspause				
Digitale Medien im Unterricht  Einführung in Unity & Vuforia	Konzeption & Entwicklung des eigenen Projekts	Entwicklung des eigenen Projekts	Entwicklung des eigenen Projekts	Vorstellung der Ergebnisse  Feedback

Abb. 1 Überblick über die Inhalte des Seminars

### Das Projekt PUMA – PhysikUnterricht Mit Augmentierung

Neben kompetenten Lehrkräften im Bereich AR müssen diesen auch entsprechende Apps zum Einsatz in ihrem Unterricht zur Verfügung stehen. Die professionelle Entwicklung und Evaluation von AR-Applikationen für den Schulunterricht ist das Ziel des Projekts *PUMA - PhysikUnterricht Mit Augmentierung*. Unter diesem Projektdach werden in kleinen Teams (u.a. im Rahmen von Dissertationsvorhaben) Applikationen für die Vermittlung ausgewählter physikalischer Themen konzipiert und realisiert. Hier sollen zwei dieser Projekte vorgestellt werden.

Die Applikation *PUMA : Spannungslabor* (Stolzenberger et al., 2022) thematisiert das in der Sekundarstufe I angesiedelte Thema der einfachen elektrischen Stromkreise und grundlegenden elektrischen Konzepte. Zur Vermittlung der Elektrizitätslehre, etwa bei der Erklärung zur Bewegung der Ladungsträger, werden an Schulen meist Analogiemodelle verwendet. Das Verständnis der Elektrizitätslehre hängt dabei stark vom verwendeten Modell ab. Die hier vorgestellte Applikation visualisiert auf intuitive Art und Weise zwei Modelle, welche sich als lernfördernd erwiesen haben (Burde & Wilhelm, 2017; Burde & Wilhelm, 2021): Das Elektronengasmodell (Burde, 2018) und das Höhenmodell (z.B. Koller, 2008; Burde & Wilhelm, 2021).

Die Entwicklung der Applikation wurde durch eine qualitative Interviewstudie mit Lehrkräften begleitet, wodurch eine optimale Passung der entwickelten Applikation an die Bedürfnisse der Lehrkräfte gewährleistet wurde (Frank et al., 2022). Im Rahmen einer quantitativen Interventionsstudie in Schülerlaboren soll der Einfluss des Einsatzes einer AR-Applikation auf das konzeptuelle Verständnis der Lernenden (ausgedrückt in Lernleistung und Aufkommen von fehlerhaften Schülervorstellungen) untersucht werden. Dies geschieht in Abgrenzung zum Einfluss einer bildschirmgestützten Simulation oder der Nutzung von Infografiken.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nähere Informationen dazu im Beitrag „PUMA : Spannungslabor – Pilotuntersuchung zur Lernwirksamkeit von AR“ von Frank et al. in diesem Tagungsband

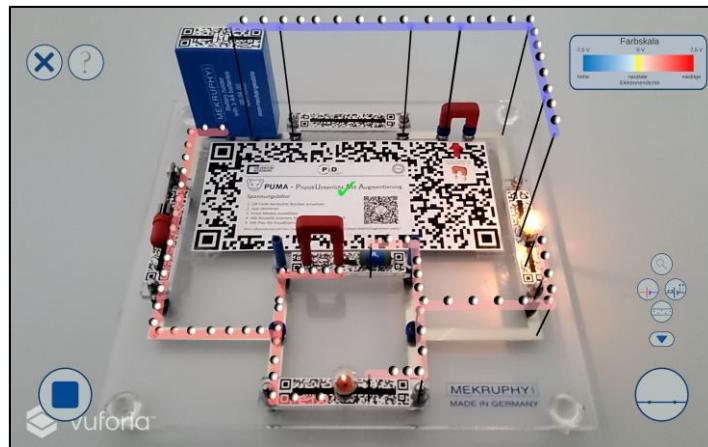


Abb. 2 AR-Applikation zur Darstellung von Analogiemodellen der Elektrizität

Die App *PUMA : Magnetlabor* (Schwanke et al., 2021) beschäftigt sich thematisch mit dem ebenfalls in der Sekundarstufe I angesiedelten Thema des Magnetismus. Dabei handelt es sich um eine Rahmenapplikation, welche sechs verschiedene Experimentierstationen eines Lehr-Lern-Labors beinhaltet. Anhand ausgewählter Experimente erhalten die Lernenden durch die Überblendung der Realobjekte mit dem dreidimensionalen und sich zeitlich möglicherweise veränderlichen magnetischen Feld u.a. Zugang zu den teilweise komplexen und unsichtbaren Vorgängen der Induktion oder der Regel von Lenz. Die Einbindung von realen Versuchsdaten aus dem Experiment lässt eine hohe Interaktivität zu, welche sich in Echtzeit auf dem Display verfolgen lässt. Die Applikation wurde mittels des qualitativen Usabilitykonzepts evaluiert (Schwanke & Trefzger, 2022, im Druck) und entsprechend angepasst.

Im Rahmen einer quantitativen Interventionsstudie wird dabei der Einfluss des Einsatzes einer AR-Applikation auf den Cognitive Load und das situationale Interesse untersucht. Als Vergleichsgruppen werden Experimente, die mit einer Simulation angereichert sind, und klassisch durchgeführte Experimente gewählt. Die Pilotierung ist bereits abgeschlossen.<sup>2</sup>

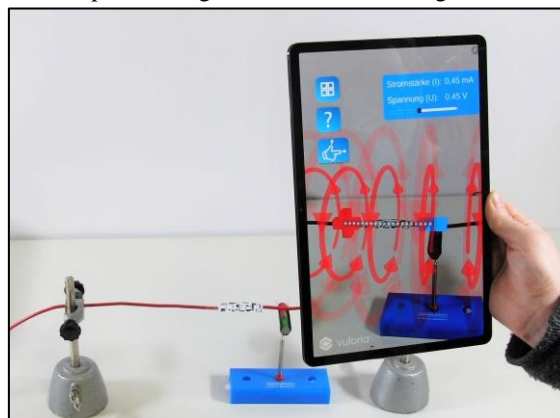


Abb. 3 AR-Applikation zur Darstellung von Magnetfeldphänomenen

<sup>2</sup> Nähere Informationen zur Pilotierung und der kommenden Hauptstudie im Beitrag „Der Einfluss von AR auf das Lernen: Lernförderlich und wenig belastend?“ von Schwanke et al. in diesem Tagungsband.

### Zusammenfassung & Ausblick

Um den Anforderungen an ein lernförderliches Lernszenario mithilfe von AR-Applikationen (als ein Beispiel des Einsatzes digitaler Medien) gerecht zu werden, benötigt man neben der professionellen Entwicklung des eingesetzten Mediums (hier: der AR-Applikation) auch entsprechend gut ausgebildete Lehrkräfte. Beide Anforderungen werden an der Universität Würzburg im Rahmen des Seminars ProjektARbeit und des Projekts PUMA adressiert und mithilfe empirischer Begleitforschung abgesichert.

So bleibt zu hoffen, dass in der Zukunft immer mehr Lehrkräfte intuitiv und passgenau für den Unterricht entwickelte digitale Werkzeuge nutzen können und sie selbst kompetent sind, diese in ihren eigenen Lernsituationen gewinnbringend einzusetzen.

### Literatur

- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. & Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. In *Educational Technology & Society*, 17(4), S. 133-149
- Burde, J.-P. (2018). Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Hrsg.), *Studien zum Physik- und Chemielernen*. Logos-Verlag, Berlin.
- Burde, J.-P. & Wilhelm, T. (2017). Modelle in der Elektrizitätslehre – Ein didaktischer Vergleich verbreiteter Stromkreismodelle. In *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, Nr. 157, S. 8-13
- Burde, J.-P. & Wilhelm, T. (2021). Unterrichtskonzeptionen zu elektrischen Stromkreisen. In T. Wilhelm, H. Schecker & M. Hopf (Hrsg.), *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht*. S. 231-277. Springer-Verlag, Berlin.
- Frank, F., Stolzenberger, C. & Trefzger, T. (2022). Vorstellung einer qualitativen Studie zur Eignung einer AR-Applikation zur Unterstützung der Modellvorstellungsbildung in der E-Lehre. In S. Habig & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen (Tagungsband der virtuellen GDGP-Jahrestagung 2021)*. S. 684-687.
- Ibáñez, M.-B. & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. In *Computers & Education*, 123, S. 109–123
- Koller, D. (2008). Entwurf und Erprobung eines Unterrichtskonzepts zur Einführung in die Elektrizitätslehre. Zulassungsarbeit am Lehrstuhl Didaktik der Physik der LMU München. Unterrichtsmaterialien verfügbar unter [https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/archiv/inhalt\\_materialien/einf\\_elektrizitaet/](https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/archiv/inhalt_materialien/einf_elektrizitaet/) [zuletzt aufgerufen: 17.10.2022]
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. In *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), S. 1533–1543
- Schwanke, Hagen; Kreikenbohm, Annika; Trefzger, Thomas (2021): Augmented Reality in Schülerversuchen der E-Lehre in der Sekundarstufe I. In: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP) (Hg.): *Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch?*, Band 41. Unter Mitarbeit von Sebastian Habig: Universität Duisburg-Essen (Band 41), S. 641–644. Online verfügbar unter [https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021\\_641\\_Schwanke.pdf](https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021_641_Schwanke.pdf).
- Schwanke, Hagen; Trefzger, Thomas (2022): Augmented Reality in Schülerversuchen der Elektrizitätslehre in der Sekundarstufe I. In: Michael Baum, Katja Eilerts, Gabriele Hornung, Jürgen Roth und Thomas Trefzger (Hg.): *Die Zukunft des MINT-Lernens : Konzepte für guten Unterricht mit digitalen Methoden. Digitale Tools und Methoden im MINT-Unterricht*, Band 2. 2 Bände: Springer Spektrum.
- Stolzenberger, C., Wolf, N., Kreikenbohm, A. & Trefzger, T. (2020). Augmented Reality in der Lehramtsausbildung. In S. Becker, J. Meßinger-Koppelt & C. Thyssen (Hrsg.), *Digitale Basiskompetenzen*. S. 128 - 131. Joachim-Herz-Stiftung, Hamburg.
- Stolzenberger, C., Frank, F. & Trefzger, T. (2022). Experiments for students with built-in theory: ‚PUMA: Spannungslabor‘ – an augmented reality app for studying electricity. In *Physics Education*, 57(4), 045024.