

Florian Frank¹
Christoph Stolzenberger¹
Thomas Trefzger¹

¹Julius-Maximilians Universität Würzburg

Vorstellung einer qualitativen Studie zur Eignung einer AR-Applikation zur Unterstützung der Modellvorstellungsbildung in der E-Lehre

Rahmen des Projekts

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts CoTeach werden Augmented Reality-Anwendungen für den Einsatz im Unterricht konzipiert, gestaltet und evaluiert. Augmented Reality (erweiterte Realität, kurz: AR) bezeichnet die Überblendung der realen Welt mit digitalen Inhalten und Objekten. Primär sollen zwei Forschungsfragen untersucht werden: 1) „Welchen Einfluss hat der Einsatz von AR auf das *konzeptuelle Verständnis* der Lernenden, gemessen in Form von Fachwissenszuwachs und Änderung der Auftretenswahrscheinlichkeit von Schülervorstellungen, und auf die *Motivation* im Vergleich zum traditionellen Physikunterricht und zur Nutzung einer bildschirmgestützten Simulation?“ und 2) „Welchen Einfluss haben *Leistungsniveau, Geschlecht, Vorwissen* und *Technikaffinität* und *-kompetenz* der Lernenden auf die Entwicklung des konzeptuellen Verständnisses und der Motivation beim Einsatz von AR?“ Die Fragestellungen wurden aus der Theorie der kognitiven Belastung (Sweller, 2010; Sweller, Merriënboer & Plass, 2019) und der Selbstbestimmungstheorie der Motivation (Ryan & Deci, 2016) entwickelt. Wir vermuten eine Verbesserung des konzeptuellen Verständnisses bei der Verwendung von AR in der Lehre didaktischer Modelle, da durch den Einsatz von AR die räumliche und zeitliche Trennung von Experiment und Theorie reduziert werden kann, was zu einer Entlastung der kognitiven Ressourcen führt (Mayer & Moreno, 2010; Mayer & Fiorella, 2014). Außerdem vermuten wir durch den Einsatz von AR eine Erhöhung des Internalisierungsgrads der Motivation, da durch die Nutzung von AR der Unterricht in einer Weise umgestaltet wird, welche die drei angeborenen menschlichen Grundbedürfnisse nach Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit stärker befriedigt (Ryan & Deci, 2020).

Vorstellung der untersuchten AR-Applikation

Zum oben vorgestellten Zweck wird am Lehrstuhl Physik und ihre Didaktik der JMU Würzburg eine AR-Applikation entwickelt, die Schüler*innen bei der Bildung einer didaktisch korrekten Modellvorstellung zum elektrischen Strom unterstützen soll. Die in Unity erstellte Applikation überblendet dafür mithilfe des Plugins Vuforia den Experimentierkasten Elektrik 1 der Firma MEKRUPHY mit virtuellen Repräsentationen zum Elektronengasmodell der Elektrizitätslehre (Burde, 2018). Hierfür können digitale Elektronen entlang der Leiterbahnen angezeigt werden, deren Geschwindigkeit und Dichte sich durch die realen Stromstärken und elektrischen Potentiale im Stromkreis ergibt. Die Leiterbahnen können außerdem je nach vorherrschendem elektrischem Potential (im Elektronengasmodell durch elektrischen Druck abstrahiert) eingefärbt werden: rot steht dabei für einen niedrigen elektrischen Druck, blau für hohen (Lutz, Burde, Wilhelm & Trefzger, 2020). Die Applikation soll im Unterricht sowohl in Verbindung mit Lehrer- als auch mit Schülerexperimenten genutzt werden. Sie ermöglicht die Untersuchung von Stromkreisen mit mehreren verschiedenen Bauelementen, sowohl Ohm'schen Widerständen als auch Glühlampen, in Reihen- oder Parallelschaltungen. Zusätzlich können für die

Bauteile Visualisierungen der Interaktion von Elektronen und Materie auf Teilchenebene eingeblendet werden. Hier können die Schüler*innen beispielsweise beobachten, wie die Elektronen mit den Gitteratomen der Bauteile interagieren und wie sich die Atomanordnungen der Bauteile unterscheiden (Frank, Stolzenberger & Trefzger, 2020).

Qualitative Erhebung zum Entwicklungsstand der AR-Applikation

Zur Unterstützung der Entwicklung der Applikation werden Begleiterhebungen durchgeführt, deren Ergebnisse in den weiteren Entwicklungsverlauf einfließen. Es sind hierfür drei Erhebungszeiträume geplant. Die erste Erhebung soll hier vorgestellt werden. Der Fokus liegt dabei auf Einschätzungen von Lehrkräften zur Applikation, genauer zur Umsetzung des didaktischen Modells in der Applikation und einem möglichen Einsatz der Applikation im Unterricht.

Die Forschung dreht sich im ersten entwicklungsbegleitenden Zeitraum daher um zwei Fragen: 1) „Wie bewerten Lehrkräfte den aktuellen Stand der Applikation in Hinsicht auf die Verständlichkeit und die Korrektheit der Darstellung und einen möglichen Einsatz im Unterricht?“ und 2) „Welche Änderungen sind aus Sicht von Lehrkräften mit Blick auf den Einsatz im Unterricht notwendig und sinnvoll?“. Zielgruppe der Erhebung sind Lehrkräfte des Gymnasiums mit mehrjähriger Lehrerfahrung. Die Erhebung wird nach dem Muster eines problemzentrierten Experteninterviews mit Leitfaden vollzogen (Mey & Mruck, 2011; Witzel, 2000). Die Lehrkraft bekommt zu Beginn der Befragung eine kurze Einführung in das Elektronengasmodell, im Anschluss interagiert sie selbstständig mit dem Experimentierkasten und der Applikation. Der Interviewer steht für Rückfragen zur Verfügung, beobachtet die Interaktion und stellt sicher, dass alle Funktionalitäten der Applikation ausprobiert werden. Im Anschluss wird das Experteninterview mit Leitfaden durchgeführt. Die Auswertung des Interviews verläuft mittels qualitativer Inhaltsanalyse mit induktiver Kategorienbildung (Mayring, 2015).

Der in den Interviews verwendete Leitfaden besteht aus über die Durchführungen hinweg konstant bleibenden Kernfragen zur Untersuchung der oben genannten Forschungsfragen und wechselnden explizierenden Fragen, die auf einzelne Aspekte der Applikation eingehen und aus der Beobachtung der Interaktion, den Antworten auf die Kernfragen und vorigen Interviews entwickelt werden. Die Kernfragen orientieren sich unter anderem an den Fragen einer ähnlichen Erhebung zur Validierung einer AR-Applikation (Kreienbühl, Wetzel, Burgess, Schmid & Brovelli, 2020).

Ausgewählte vorläufige Ergebnisse

Die bisherigen Versuchspersonen (n=6) waren Gymnasiallehrkräfte der Physik (davon ein Drittel Quereinsteiger als Diplomphysiker), hatten eine Lehrerfahrung zwischen 5 und 30 Jahren und bezeichneten ihre Einstellung gegenüber der Nutzung digitaler Geräte im Unterricht zwischen *Aufgeschlossenheit* demgegenüber und *regelmäßiger Nutzung* selbiger. Die Lehrkräfte bezeichnen die Darstellung des Elektronengasmodells in der Applikation als gelungen und empfinden die Bedienung als einfach und intuitiv, auch bei kurzer Einarbeitungszeit und unter Missachtung des Tutorials. Sie loben außerdem die wahrgenommene vielseitige Nutzbarkeit der Applikation im Unterricht und sehen das Potential der App als Instrument für Schüler*innen zur Entwicklung oder Prüfung von Hypothesen und zur Planung von quantitativen Experimenten durch vorherige qualitative Beobachtung von Abläufen in Stromkreisen.

Als größte Limitation des momentanen Entwicklungsstands wurde die noch nicht erfolgte Implementierung aller Bauteile des Experimentierkastens bezeichnet. Diese ist erst im weiteren Verlauf der Entwicklung geplant. Außerdem wurden Probleme mit dem User Interface angeführt, besonders mit der Lesbarkeit einzelner Beschriftungen und der Farbgebung der Potentialdarstellung und der Elektronen. Einzelne Lehrkräfte bezeichneten diese als möglicherweise fehlerhafte Schülervorstellungen befördernd. Die Befragten merkten außerdem eine geringe Interaktion des Experiments und der digitalen Darstellung an und wünschten sich eine schüler*innengerechtere Einführung in die Bedienung der App als das bisher rein schriftliche Tutorial.

Änderungen an der App basierend auf den Ergebnissen der Erhebung

Die Anmerkungen zum User Interface wurden bereits in die Applikation eingearbeitet, zur Verbesserung der als gering eingeschätzten Interaktion wird an einer Bluetooth-Schnittstelle für die App gearbeitet, um Messwerte externer Messgeräte einlesen zu können und damit dynamisch die Darstellungen zu ändern, wenn beispielsweise die anliegende Spannung geändert wird. Ebenso ist eine Überarbeitung des Tutorials in Planung.



Abbildung 1: Momentaner Stand der Überarbeitung (Interface- und Darstellungsupdate)

Verlauf der zukünftigen entwicklungsbegleitenden Erhebungen

Für die Zukunft sind weitere Interviews im oben beschriebenen Stil mit Lehrkräften geplant. Nach Einarbeitung der Anmerkungen in die App soll sich eine Erhebungsrunde mit Schüler*innen mit Fokus auf der Handhabung der Applikation und der Verständlichkeit der Darstellungen anschließen. Die dritte und letzte Runde entwicklungsbegleitender Erhebungen soll mit Expert*innen der Physikdidaktik durchgeführt werden und die Entwicklung abschließen, hier soll die Applikation noch einmal grundlegend auf Eignung für den Unterricht geprüft werden. Im Rahmen der evaluierenden Forschung sind Studien in Lehr-Lern-Laboren und Interventionsstudien an Schulen geplant.

Literatur

- 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.
- Frank, F., Stolzenberger, C. & Trefzger, T. (2020). Augmented-Reality-Applikation zum Einsatz bei Schülerexperimenten im Elektrizitätslehreunterricht der Sekundarstufe I. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Hrsg.), PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur virtuellen DPG-Frühjahrstagung 2021, S. 383-387
- Kreienbühl, T., Wetzell, R., Burgess, N., Schmid, A. & Brovelli, D. (2020). AR Circuit Constructor: Combining Electricity Building Blocks and Augmented Reality for Analogy-Driven Learning and Experimentation. IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct). IEEE Publishing.
- Lutz, W., Burde, J.-P., Wilhelm, T. & Trefzger, T. (2020). Digitale Unterrichtsmaterialien zum Elektronengasmodell. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Hrsg.), PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Bonn 2020, S. 333-341
- Mayer, R. & Moreno, R. (2010). Techniques That Reduce Extraneous Cognitive Load and Manage Intrinsic Cognitive Load during Multimedia Learning. In J. Plass, R. Moreno & R. Brünken (Hrsg.), Cognitive Load Theory. Cambridge University Press, New York, S. 131 – 152
- Mayer, R. & Fiorella, L. (2014). Principles for Reducing Extraneous Processing in Multimedia Learning: Coherence, Signaling, Redundancy, Spatial Contiguity, and Temporal Contiguity Principles. In R. Mayer (Hrsg.), The Cambridge Handbook of Multimedia Learning, Second Edition. Cambridge University Press, New York, S. 279 – 315
- Mayring, P. (2015). Qualitative Inhaltsanalyse – Grundlagen und Techniken, 12., überarbeitete Auflage. Beltz Verlag, Weinheim und Basel.
- Mey, G. & Mruck, K. (2011). Qualitative Interviews. In G. Naderer & E. Balzer (Hrsg.), Qualitative Marktforschung in Theorie und Praxis. Gabler Verlag, S. 258-288
- Ryan, R. & Deci, E. (2016). Facilitating and Hindering Motivation, Learning, and Well-Being in Schools. In K. Wentzel & D. Miele (Hrsg.), Handbook of Motivation at School, 2nd Edition. Routledge, New York, S. 96 – 119
- Ryan, R. & Deci, E. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. Contemporary Educational Psychology, 61, April 2020, 101860.
- Sweller, J. (2010). Cognitive Load Theory: Recent Theoretical Advances. In J. Plass, R. Moreno & R. Brünken (Hrsg.), Cognitive Load Theory. Cambridge University Press, New York, S. 29 – 47
- Sweller, J., Merriënboer, J. & Pass, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. Educational Psychology Review 31 (2), S. 261-292
- Witzel, A. (2000). Das problemzentrierte Interview. Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research, 1(1), Art. 22.

Förderung

Die Julius-Maximilians-Universität Würzburg und das Projekt „Connected Teacher Education“ wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.