

Das Projekt PUMA (PhysikUnterricht Mit Augmentierung)

- Vorstellung und Beispiele aus der Praxis -

Christoph Stolzenberger, Florian Frank, Stefan Kraus, Annika Kreikenbohm, Hagen Schwanke, Thomas Trefzger

*Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Universität Würzburg
cstolzenberger@physik.uni-wuerzburg.de

Kurzfassung

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. Die professionelle Entwicklung und Evaluation von AR-Applikationen für den physikalischen Schulunterricht ist daher das Ziel des Projekts PUMA (Physik-Unterricht Mit Augmentierung). Unter diesem Projektdach werden in kleinen Teams (u. a. im Rahmen von Dissertationsvorhaben) Applikationen für die Vermittlung ausgewählter physikalischer Themen der Sekundarstufe 1 konzipiert und realisiert.

„PUMA : Magnetlabor“ dient als Grundlage für ein Lehr-Lern-Labor zum Themengebiet des (Elektro-)Magnetismus und erweitert die Realexperimente u. a. mit unsichtbaren Feldlinien.

„PUMA : Spannungslabor“ thematisiert einfache elektrische Stromkreise sowie grundlegende elektrische Konzepte und visualisiert gängige Analogiemodelle.

„PUMA : Optiklabor“ wird als WebAR-Anwendung zur Simulation von Optik-Versuchen entwickelt.

1. Das Projekt PUMA

Viele internationale Studien deuten auf den Nutzen von AR-gestützten Lernumgebungen hin. Dabei zeigen sich gerade für MINT-Fächer positive Effekte auf die Lernwirksamkeit, die Zusammenarbeit in Gruppen, die Motivation und die Entwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens der Lernenden [1][2]. Ziel des Projekts PUMA ist daher die professionelle Konzeption, Entwicklung und Evaluation von AR-Applikationen für den Physikunterricht. Das Experiment als zentrales Element des Physikunterrichts ist dabei die Grundlage für die Entwicklung der AR-Visualisierungen. Die Applikationen ersetzen die Experimente nicht, im Gegenteil, sie unterstützen ihre Durchführung bzw. erleichtern deren Auswertung und Diskussion sowie deren Vor- und Nachbereitung zu Hause.

Die im übergreifenden Projekt PUMA zugeordneten Einzelprojekte "PUMA : Magnetlabor", "PUMA : Spannungslabor" und "PUMA : Optiklabor" laufen nach den Prinzipien des Design-Based Research (DBR)-Ansatzes ab [3]. Am Beginn der Einzelprojekte wird ein unterstützungsbedürftiger Themenblock gewählt (z. B. aufgrund vielfältiger fehlerhafter Schüler*innen-Fehlvorstellungen) und für diesen Experimente identifiziert, welche von einer Augmentierung profitieren können. Dafür bieten sich vor allem die Experimente an, welchen eine komplexe Modellvorstellung zu Grunde liegt. Die Augmentierung liefert hierbei eine adaptive Visualisierung, welche einem besseren Verständnis der zu erlernenden Inhalte dienen soll. Die sich durch die Nutzung der Applika-

tionen ergebenden Änderungen kognitiver bzw. affektiver Merkmale werden im Rahmen von Dissertationsarbeiten untersucht.

Darüber hinaus findet zur Qualitätssicherung der Applikationen eine stetige entwicklungsbegleitende Evaluation auch im schulischen Kontext statt.

2. Vorstellung der Applikationen

Im Folgenden werden die einzelnen Applikationen vorgestellt. Dabei wird jeweils auch ein Einblick in die begleitende fachdidaktische Forschung gegeben.

2.1. PUMA : Magnetlabor (iOS, Android)

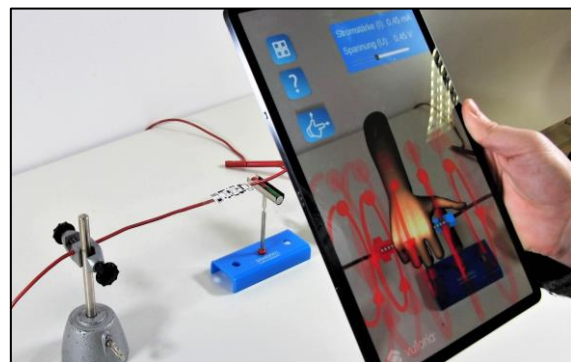


Abb.1: Augmentierung des Versuchs von Oersted

Inhalt der Applikation ist die Visualisierung mikroskopischer Strukturen und magnetischer Felder basierend auf etablierten Modellen aus den Themen des Magnetismus und der Elektrizitätslehre [4]. Hierbei werden u.a. folgende Experimente visuell unterstützt:

- Felder von (Permanent-)Magneten
- Weicheiseninstrument

- Influenz
- Induktion
- Lenz'sche Regel

Ziel der empirischen Begleituntersuchung ist die Frage nach dem Einfluss, welchen der Einsatz einer AR-App auf das situationale Interesse und die kognitive Last der Lernenden hat. Im Vergleich dazu steht die Durchführung derselben Experimente, welche zum einen mit passenden Simulationen und zum anderen mit Infografiken unterstützt und durchgeführt werden. Hierzu wird mit Schulklassen (10. Klasse, Gymnasium, Bayern) eine Schülerlabor-Vergleichsstudie mit mehreren Darbietungen (AR-App, Simulation, digitale Infografiken) durchgeführt. Dabei steht die subjektive Sicht der Schülerinnen und Schüler im Vordergrund, welche nacheinander alle drei Darbietungsmöglichkeiten erhalten. Nach jeder Intervention wird das situationale Interesse und die kognitive Belastung erhoben, sodass diese in Beziehung zu ihrer Darbietung gesetzt werden können. Zu Beginn des Besuches wird mittels quantitativer Testinstrumente das Individuelle Interesse, Selbstkonzept, Selbstwirksamkeitserwartung, Fachwissen und die Technikaffinität als Moderatorvariablen erhoben.

2.2. PUMA : Spannungslabor (iOS, Android)

Die App visualisiert Analogiemodelle der Elektrizitätslehre [5] und bietet dank einer BLE-(Bluetooth Low Energy) Messbox die Möglichkeit der Erhebung und Darstellung realer Messdaten [6].

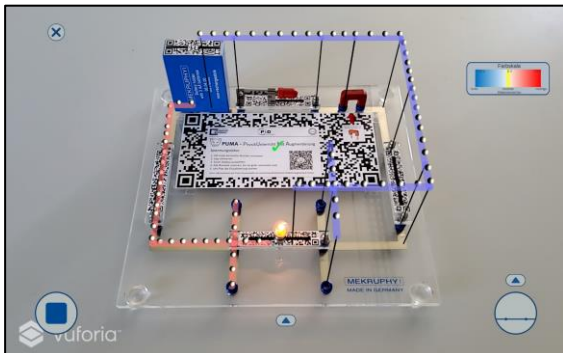


Abb.2: Augmentierung eines einfachen Stromkreises

Folgende Modelle wurden in die App implementiert:

- Elektronengasmodell
- Stäbchenmodell
- Murmelbahnmodell
- Stoßmodell des elektrischen Widerstands

Die App kann sowohl bei der Einführung der elektrischen Grundgrößen (Spannung, Stromstärke, Widerstand) und einfachen Schaltungen sowie zur Messung von Kennlinien und der Erforschung der Gesetzmäßigkeiten bei Reihen- und Parallelschaltungen eingesetzt werden.

Im Rahmen der empirischen Begleitforschung wird der Einfluss der Nutzung digitaler Unterstützung beim Experimentieren auf Fachwissenserwerb und

kognitive Last der Lernenden untersucht. Durchgeführt wird eine Schülerlabor-Pre/Post-Studie (8. Klasse, Gymnasium) mit mehreren Gruppen. Dies erlaubt eine Variation sowohl bei der Art der Modelldarbietung als auch der Messungsunterstützung. Untersucht wird der Einfluss der Technikaffinität (in vier Facetten), des räumlichen Vorstellungsvermögens und des Leistungsstands auf die Fachwissensänderung und die kognitive Last [7].

2.3. PUMA : Optiklabor (Web-AR)



Abb.3: WebAR-Simulation eines Optik-Versuchs im Strahlenmodell

Diese Web-AR-Simulation visualisiert das Strahlenmodell von Licht zur haptischen Durchführung von Optik-Versuchen mit einfachstem Material [8]. Für eine unkomplizierte Nutzung auf vielerlei Geräten wird die Applikation via Web-Techniken zur Verfügung gestellt. Sie ist somit nicht an ein bestimmtes Betriebssystem geknüpft und muss nicht extra installiert werden.

Im Rahmen der App ist es möglich, Versuche zur Strahlenoptik der Sekundarstufe I (z. B. Lehrplankapitel Ph8.2 Optik für bayerische Gymnasien, 8. Jgst.) durchzuführen.

Die zentrale Forschungsfrage der Begleituntersuchung ist, inwiefern sich Schülerfehlvorstellungen im Bereich der Optik durch den Einsatz einer AR-Simulation vermeiden lassen.

Hierzu sollen entsprechend qualitative und quantitative Daten mittels browserbasierter Methoden erhoben werden. Grundsätzlich von Interesse ist der Verlauf der Entwicklung affektiv-motivationaler Faktoren der Lernenden, der aktuelle Reifegrad von WebAR und die Funktionalität der Plattformunabhängigkeit in der Unterrichtspraxis.

Der Entwicklungsprozess der App befindet sich derzeit in der Implementierungsphase. Ziel ist die Bereitstellung kleiner, abgeschlossener Experimentiereinheiten für den Physikunterricht und deren Beforschung im Rahmen einer Studie an bayerischen Gymnasien.

3. Ausblick

Der Einsatz von AR-Applikationen wird von internationalen Studien gefordert und durch die inzwischen gute Verfügbarkeit der nötigen Hardware an den

Schulen auch ermöglicht. Im Rahmen des Projekts PUMA (Physik-Unterricht Mit Augmentierung) werden entsprechende Apps zu verschiedenen schulrelevanten Themengebieten nach didaktischen Prinzipien konzipiert und deren Einsatz evaluiert. Weitere Informationen zum Projekt und zu den einzelnen Applikationen finden Sie auf unserer Homepage (<https://go.uni-wue.de/pid-puma>) oder in den weiteren Phydid B Beiträgen dieser Ausgabe: DD 13.2, DD 3.2, DD 22.8

4. Literatur

- [1] Ajit, Gloria; Lucas, Terry; Kanyan, Ringah (2021): A systematic review of augmented reality in STEM education. In: Studies of Applied Economics, 39(1).
Url: <https://doi.org/10.25115/eea.v39i1.4280> (Stand 6/2023)
- [2] Garzón, Juan; Pavón, Juan; Baldiris, Silvia (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. In: Virtual Reality 23, S. 447–459.
Url: <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9> (Stand 6/2023)
- [3] Anderson, Terry; Shattuck, Julie (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? In: Educational Researcher, Vol. 41(1), S. 16-25. Url: <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813> (Stand 6/2023)
- [4] 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?, 41. Unter Mitarbeit von Sebastian Habig: Universität Duisburg-Essen (Band 41), S. 641–644. Url: https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021_641_Schwanke.pdf (Stand 6/2023)
- [5] Stolzenberger, Christoph; Frank, Florian; Trefzger, Thomas; Wilhelm, Thomas; Kuhn, Jochen (2023). Spannung mit PUMA : Spannungslabor. In: Smarte Physik: Physik mit Smartphones und Tablet-PCs. Physik in unserer Zeit, 54 (1), S. 44-45, Url: <https://doi.org/10.1002/piuz.202370109> (Stand 6/2023)
- [6] Kirwald, Dustin; Dorsel, Dominik; Staacks, Sebastian; Noritzsch, Jens; Stampfer, Christoph; Heinke, Heidrun (2022). phyphox: Neue und verbesserte Experimente mit Hilfe externer Sensoren. Poster, GDGP-Jahrestagung 2022, Aachen. Url: <https://gdcp-ev.de/blog/2022/09/08/phyphox-neue-und-verbesserte-experimente-mit-hilfe-externer-sensoren/> (Stand 6/2023)
- [7] Frank, Florian; Stolzenberger, Christoph; Trefzger, Thomas (2023). PUMA : Spannungslabor – Untersuchung der Lernwirksamkeit von AR. In: (Habig, Sebastian (Hrsg.)): Lehren, Lernen und Forschen in einer digital geprägten Welt – Tagungsband der GDGP-Jahrestagung 2022. Url: https://gdcp-ev.de/wp-content/uploads/securepdfs/2023/05/A17_Frank.pdf (Stand 6/2023)
- [8] Kraus, Stefan; Trefzger, Thomas (2022). PUMA: Web-AR-Techniken als Ergänzung des Physikunterrichts. PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung, 1. Url: <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1304/1455> (Stand 6/2023)