

Stefan Kraus¹
Thomas Trefzger¹

¹Universität Würzburg

WebAR-Techniken unterstützen die Optik-Lehre

Kurzfassung

Augmented Reality (AR) als Verschmelzung von virtuellen Elementen mit der Realität ist inzwischen bekannt. Doch wie kann man diese mit maximalem Ertrag und minimalem Aufwand in den Unterricht integrieren? Als ideale Ergänzung zu konventionellen Realexperimenten scheint hier die Verwendung einer flexiblen AR-Simulation, die nicht starre Vorgänge, sondern die Physik hinter dem Versuch simuliert und dabei noch nicht einmal eine Installation auf dem Endgerät voraussetzt. Der Beitrag gibt einen Überblick über Möglichkeiten des Einsatzes von WebAR und die dahinterstehenden Programmier-Techniken bis hin zu einem großen Ausblick auf das geplante Forschungsvorhaben.

Simulationen haben Grenzen

Realexperimente haben Vorteile, die sich durch eine Computer-Simulation nicht ersetzen lassen: So bieten sie immer eine haptische Komponente, die feinmotorische Fähigkeiten der Experimentierenden fordert und fördert. Zudem können sich die Schülerinnen und Schüler auf den Versuch als solches konzentrieren, ohne durch Herausforderungen in der Bedienung der Simulationssoftware abgelenkt zu werden Stichwort: Cognitive Load (Chandler & Sweller, 1991). Auch kann keine Simulation alle Feinheiten der Realität komplett abbilden. Im Realexperiment erleben Lernende die Physik, wie sie wirklich ist.

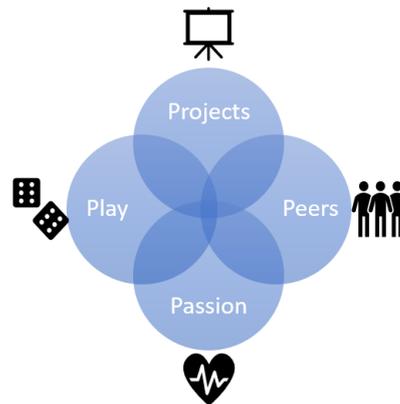


Abb. 1 Give P's a chance (Resnick 2014)

Angelehnt an das Modell "Give P's a chance" lebt der Physikunterricht von spielerischen Experimenten, Projekten, der Arbeit im Team und den Emotionen, die damit verbunden sind (Resnick, 2014). Es wird viel dafür getan, den Physik-Unterricht in diesen Bereichen zu stärken. Zahlreiche Experimente sind allerdings dem Präsenzünterricht vorbehalten. Häufig wird teures und empfindliches Equipment benötigt, das den Schülerinnen und Schülern nicht nach Hause mitgegeben werden kann. Auch ist das Material oft nur in begrenztem Maß vorhanden. Dies führt zur Verwendung von Simulationen, die allerdings meist sehr stark auf einen bestimmten Versuch eingeschränkt sind und kaum Raum für kreatives Experimentieren bieten.

WebAR: AR mit Webtechniken

Native AR-Applikationen erfordern die Installation auf einem mobilen Endgerät. Dies ermöglicht der dedizierten Software eine qualitativ hochwertige Nutzererfahrung, jedoch stellt die Installation eine Hürde im Schulalltag dar. So haben viele Schülerinnen und Schüler keine

Installationsrechte auf ihren Smartphones oder es fehlt schlicht an ausreichendem Speicherplatz. WebAR-Anwendungen hingegen laufen im Browser und werden als normale Website geladen. Eine Installation entfällt. Dies vereinfacht den Schuleinsatz wesentlich.

Ein Beispiel kann über den nachfolgenden QR-Code abgerufen werden. Anschließend muss die Kamera auf den „A-Marker“ gerichtet werden (optimiert für Querformat).

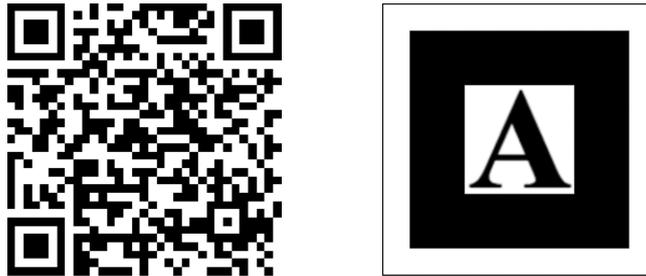


Abb. 2: QR-Code und Target für eine statische Demonstration der THREE.js-Komponenten

Die Applikation

Ziel ist die Entwicklung einer WebAR-Anwendung zur Simulation von Optik-Versuchen für den schulischen Physikunterricht. Dabei legen die Schülerinnen und Schüler mehrere ausgedruckte Marker auf den Tisch, worüber Lichtquellen und Gegenstände wie Linsen und Spiegel eingeblendet werden. Die Anordnung der Marker ist völlig frei wählbar. Der Strahlenverlauf wird physikalisch modelliert und so realistisch wie möglich wiedergegeben. Dabei kommt neben der darstellerischen auch eine haptische Komponente zum Tragen, die das Experimentierlebnis verstärken soll. Zudem ist es möglich, Parameter der beteiligten Objekte wie Wellenlänge oder Brennweite während des Versuchs zu ändern und dabei in physikalische Grenzbereiche vorzustößen.

Eingesetzte Techniken

Die Entwicklung von AR-Anwendungen mittels Web-Techniken erlebt aktuell noch ein Nischendasein, erfreut sich allerdings zunehmender Bedeutung. Die eingesetzten Frameworks bauen auf die WebXR-API auf (W3C, 2022), die durch den Einsatz des Skripts WebVR-Polyfill für alle gängigen Browser implementiert ist (W3C, 2022). Programmiert wird mittels HTML-basierten Bibliotheken wie A-Frame (Diego Marcos & McCurdy, 2022) und JavaScript-Bibliotheken wie AR.js (Etienne & Carpignoli, 2022), das THREE.js (MrDoob, 2022) zur 3D-Darstellung und JSARToolkit5 zur Umsetzung der Augmentierung einsetzt. Im Hintergrund stehen hier die bekannten Programmierschnittstellen WebGL (Mozilla, 2022) und WebRTC (Google Developers, 2022).

Der Einsatz dieser OpenSource-Bibliotheken ermöglicht eine performante Darstellung der augmentierten Inhalte (auch) auf Smartphones innerhalb von Browsern (webbasiert). Dadurch ist keine Installation notwendig, es wird nur wenig Speicherplatz genutzt und die Applikation ist in höchstem Maße plattformunabhängig.

Forschungsinteresse

Die Forschungsfragen dieser Dissertation sind noch nicht abschließend formuliert. Jedoch bietet es sich an, die Praxistauglichkeit von WebAR-Anwendungen, insbesondere den Einsatz auf verschiedensten Plattformen zu testen. Daneben stellen sich auch Fragen zum fachdidaktischen Einsatz einer solchen Applikation:

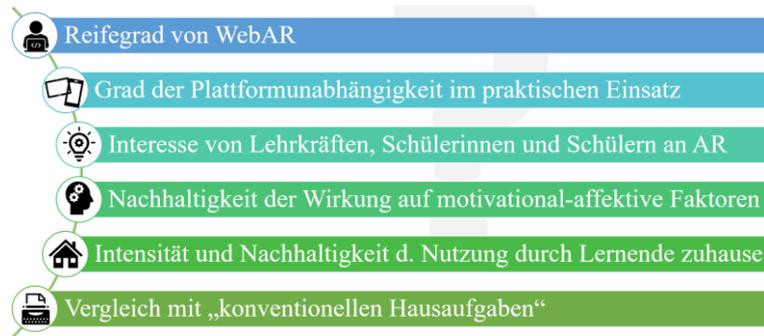


Abb. 3: Mögliche Forschungsgebiete

Einsatzzweck

Zweck der WebAR-Applikation soll keinesfalls der Ersatz von Realexperimenten sein. Vielmehr soll sie eine Ergänzung darstellen und dabei ihre Vorteile in der Vor- und Nachbereitung, aber auch im Unterricht ausspielen. Sowohl finanziell als auch in der Verfügbarkeit des Versuchs sollen hierdurch in vielfältiger Weise *Barrieren abgebaut* werden. Experimente, die sonst nur in einem relativ streng vorgegebenen Rahmen im Unterricht stattfinden, werden nun *zu den Schülerinnen und Schülern nach Hause* gebracht. *Gefahren* von Realexperimenten auch über die Optik hinaus (z. B. radioaktive Strahlenbelastung) lassen sich durch Simulationen vermeiden. Der eine oder andere Versuch wird somit durchführbar. Da sich Parameter im Gegensatz zum Realexperiment beliebig wählen lassen, können *physikalische Grenzbereiche ausgelotet* werden und z. B. Brennweiten während des Versuchs verändert werden. Auch sonst schwer umsetzbare Versuche wie eine Luftlinse unter Wasser lassen sich problemlos darstellen. Der Einsatz könnte *auch im Unterricht* denkbar sein, hier aber nur, wenn sich ein klarer Vorteil gegenüber dem Realexperiment ergibt.

Weiteres Vorgehen

Nach der aktuellen Konzeptionsphase soll bald eine Beta-Version zur Diskussion stehen. Mit dieser soll im Laufe des Schuljahrs eine Prästudie mit Befragungen auf Fortbildungen, Lehrveranstaltungen der Universität und Tagungen durchgeführt werden, die zur Konzeption der Hauptstudie im darauffolgenden Schuljahr führt. Hier ist ein großer angelegter Einsatz in Schulklassen unter der Nutzung von Online-Auswertungstechniken geplant.

Projekt „PUMA“

Diese Arbeit ist Teil des Projekts „PUMA“ (**P**hysikunterricht **m**it **A**ugmentierung) des Lehrstuhls für Physik und ihre Didaktik an der Universität Würzburg. Hier entstehen weitere Projekte zur Elektrizitätslehre inkl. Magnetismus. Weitere Informationen finden Sie auf unserer Website (Universität Würzburg, 2022).

Literatur

- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*.
- Diego Marcos, D., & McCurdy, K. (04.06.2022). Dokumentation von A-Frame. <https://aframe.io/docs/1.3.0/introduction/>
- Etienne, J., & Carpignoli, N. (04.06.2022). Dokumentation von AR.js <https://ar-js-org.github.io/AR-js-Docs/>
- Google Developers. (04.06.2022). Dokumentation von WebRTC. <https://webrtc.org/getting-started/overview>
- Mozilla. (04.06.2022). Dokumentation von WebGL. https://developer.mozilla.org/de/docs/Web/API/WebGL_API
- MrDoob. (04.06.2022). Dokumentation von Three.js. <https://threejs.org/docs/>
- Resnick, M. (2014). Give P's a chance: Projects, peers, passion, play. Verfügbar unter <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/constructionism-2014.pdf>
- Universität Würzburg. (12. August 2022). Website des Projekts „PUMA“. <https://www.physik.uni-wuerzburg.de/pid/physik-didaktik/augmented-reality/>
- W3C. (04.06.2022). WebVR Polyfill. (Immersive Web at W3C) <https://github.com/immersive-web/webvr-polyfill>
- W3C. (4.06.2022). WebXR Device API. (Immersive Web at W3C) <https://immersive-web.github.io/webxr/>