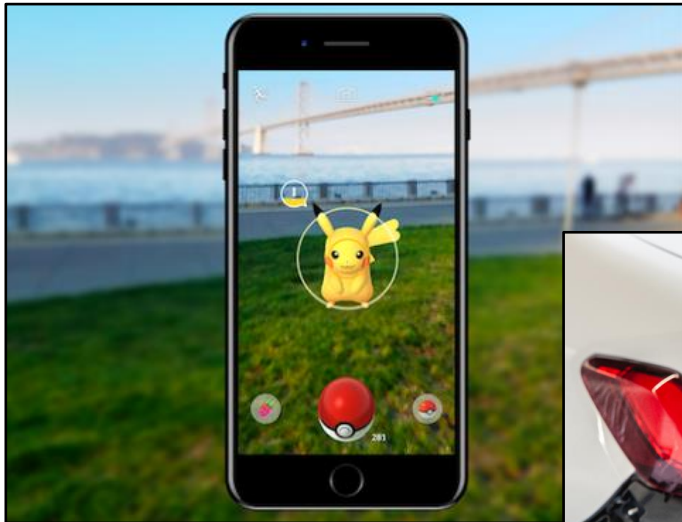




PUMA – Physik-Unterricht Mit Augmentierung

*Vorstellung zweier Augmented Reality-Applikationen für die
Elektrizitätslehre der Sekundarstufe I*

*Hagen Schwanke, Florian Frank und Thomas Trefzger
Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik*



Pokemon Go



BMW: Mitarbeitertraining

Definition „Augmented Reality“

Unter Augmented Reality versteht man üblicherweise Applikationen, die Visualisierungen in eine real vorhandene Räumlichkeit projizieren.

Zum Beispiel können durch die Vermessung einer realen Umgebung durch eine Kamera virtuelle Objekte auf einem Display über dieses Realbild verortet und projiziert und dieses dadurch „angereichert“ werden.

(Milgram et al., 1995)

Vorteile für Schüler*innen

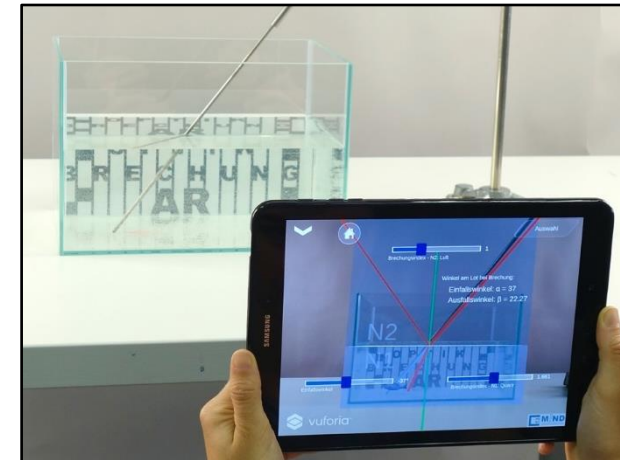
- Positiver Einfluss auf den Lernzuwachs (durch räumliche und zeitliche Gleichzeitigkeit) (*Matsutomo et al., 2012*)
- Positiver Einfluss auf Motivation, Fach- und Sachinteresse (durch höhere Schüleraktivität) (*Dey et al., 2018*)



AR-unterstütztes Schulbuch

Vorteile für Lehrkräfte

- Nutzung von AR erlaubt passgenauere Konversation über Inhalte (*Ibáñez et al., 2014*)
- Individuellen und zielgerichteten Bereitstellung gestaffelter Hilfestellungen (*Mehler-Bicher et al., 2011*)

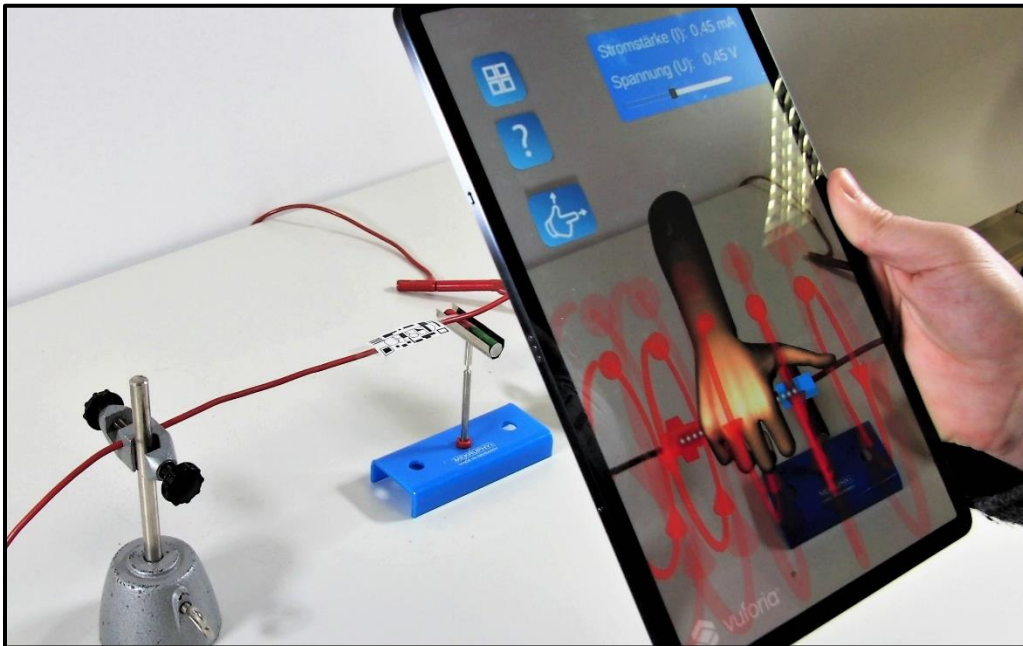


AR-unterstützte Experimente



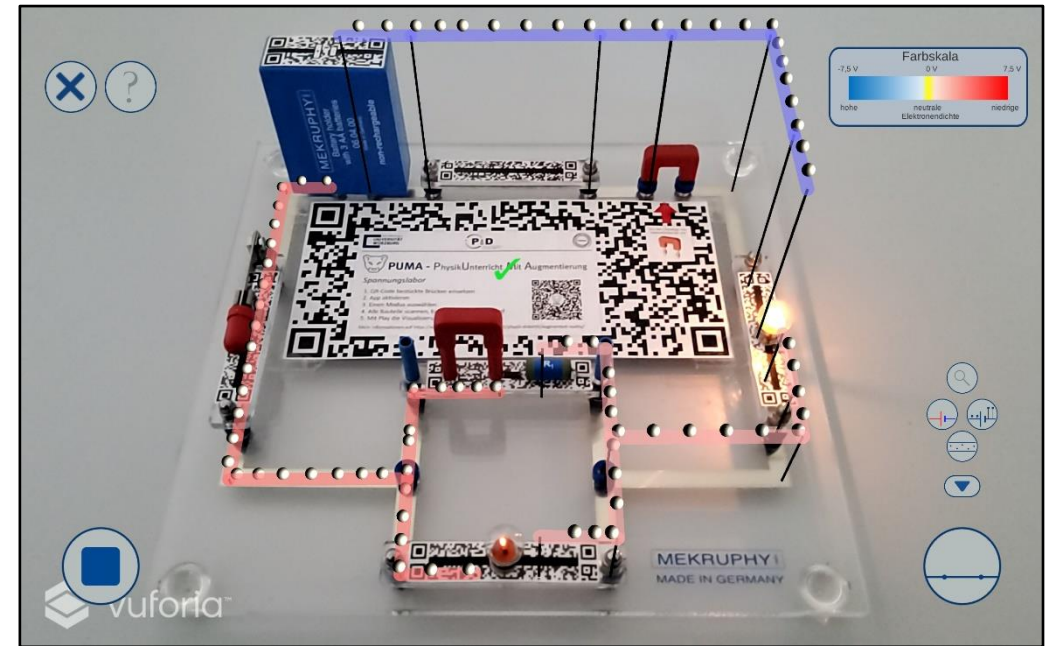
PUMA : *Magnetlabor* (Schwanke et al., 2022)

AR-Applikation zur Darstellung von Magnetfeldphänomenen



PUMA : *Spannungslabor* (Stolzenberger et al., 2022)

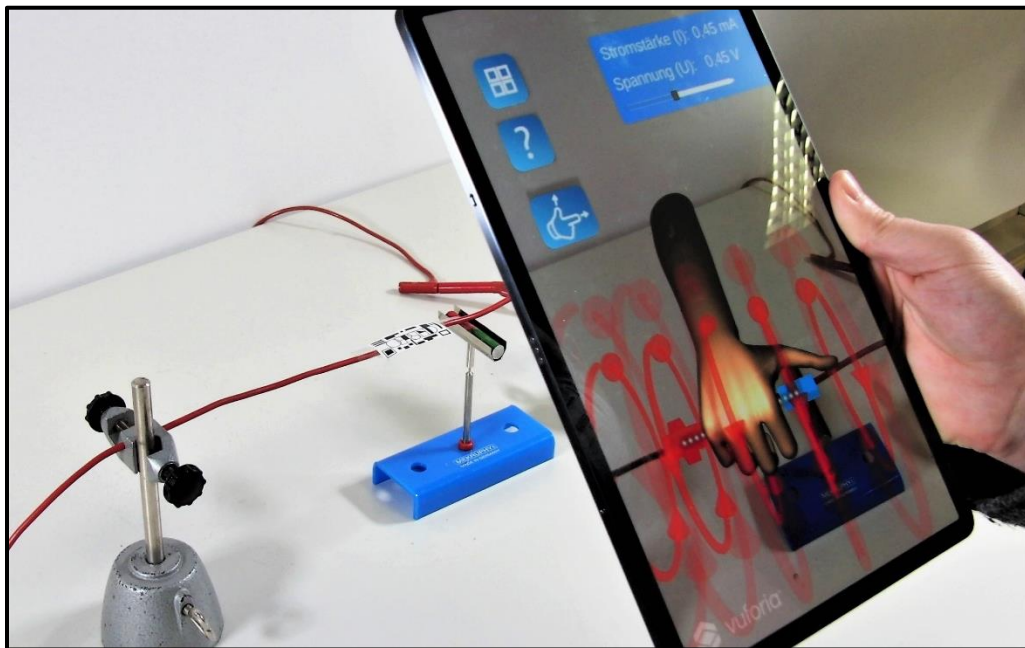
AR-Applikation zur Darstellung von Analogiemodellen der Elektrizität





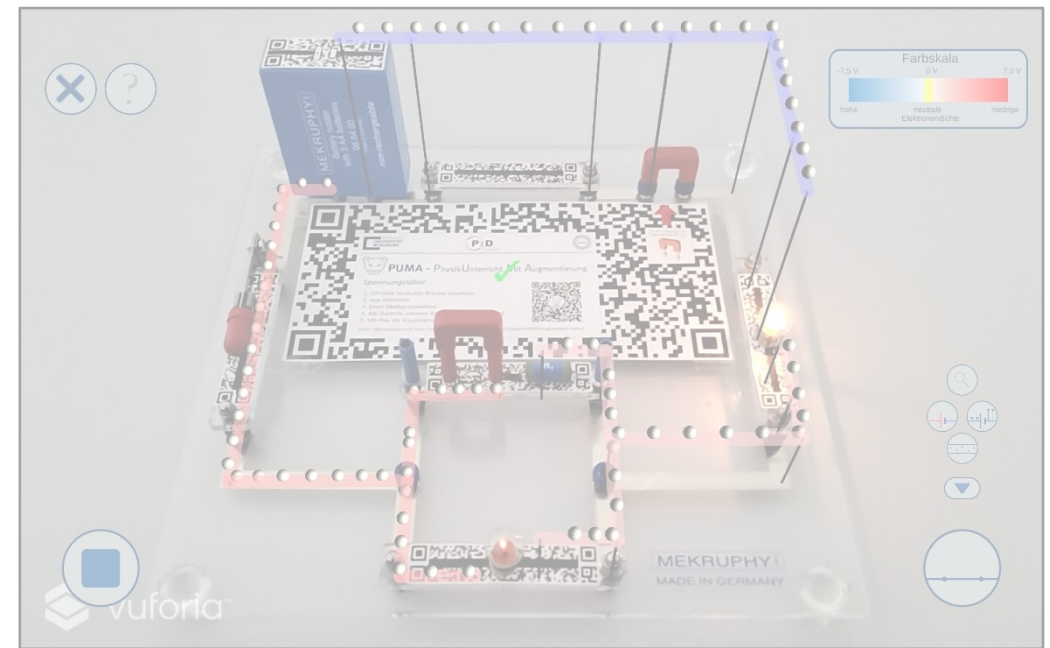
PUMA : *Magnetlabor* (Schwanke et al., 2022)

AR-Applikation zur Darstellung von Magnetfeldphänomenen



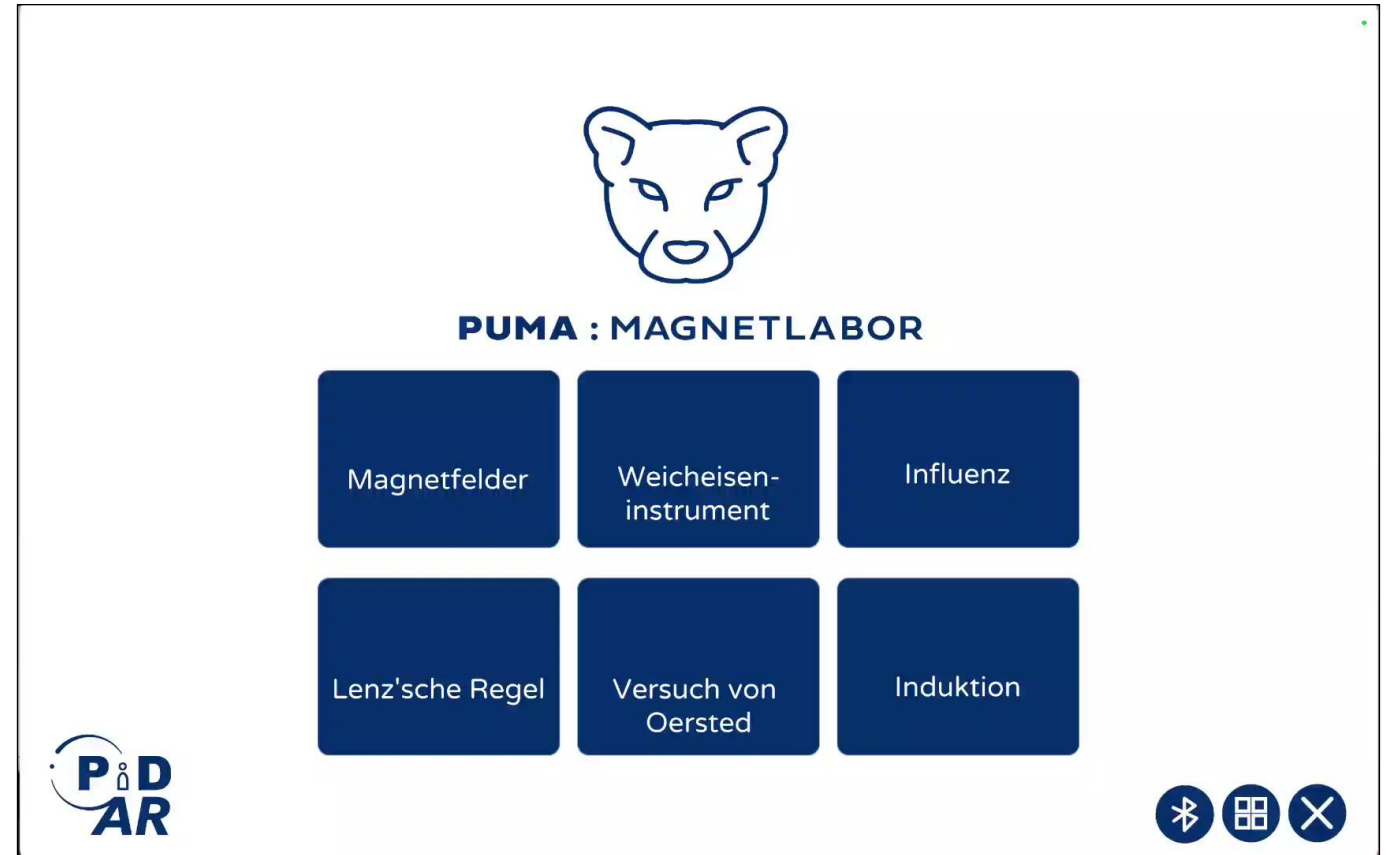
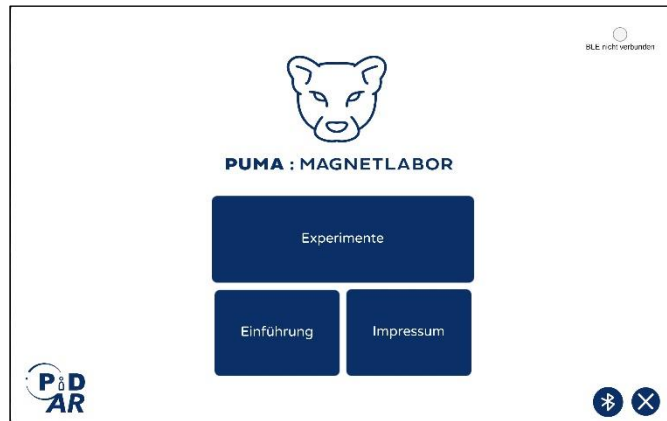
PUMA : *Spannungslabor* (Stolzenberger et al., 2022)

AR-Applikation zur Darstellung von Analogiemodellen der Elektrizität



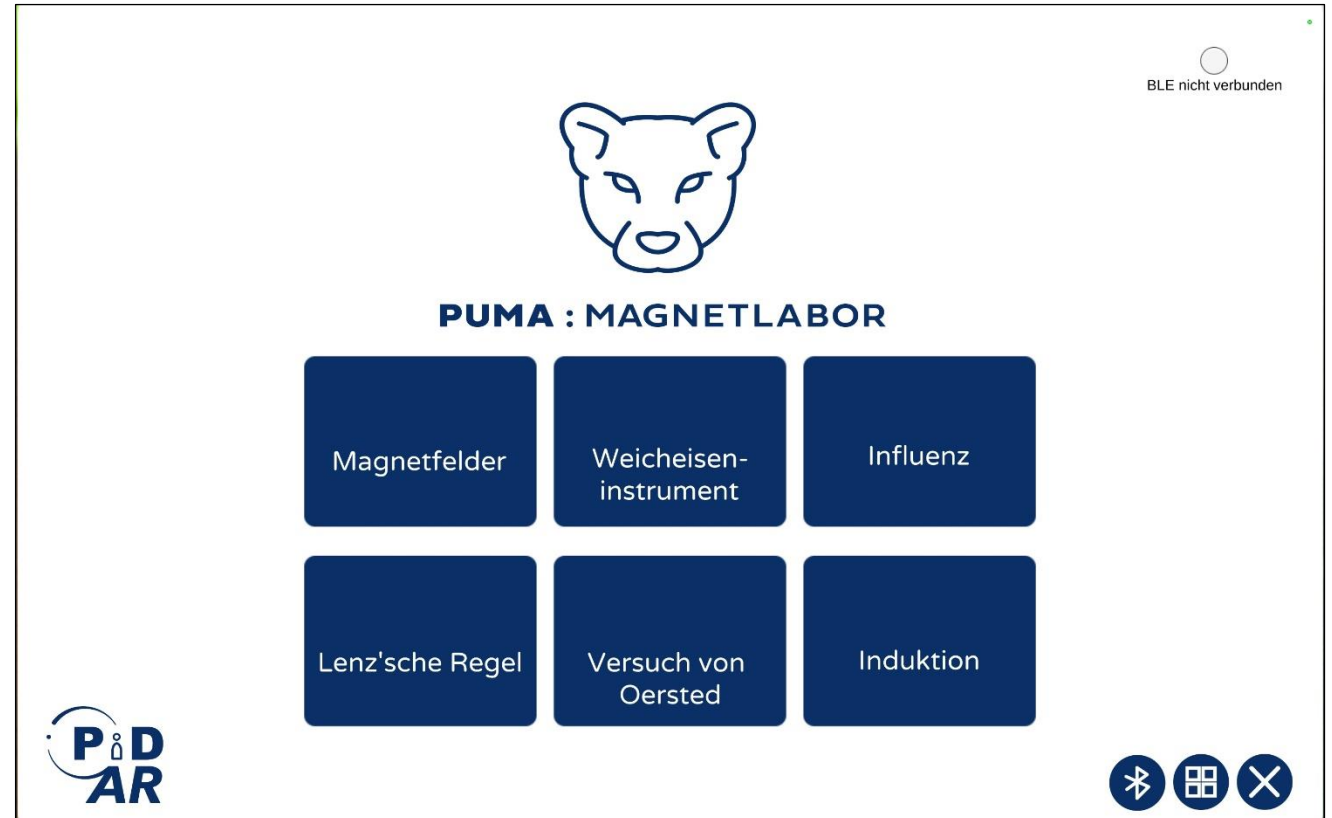
Menüführung innerhalb der App

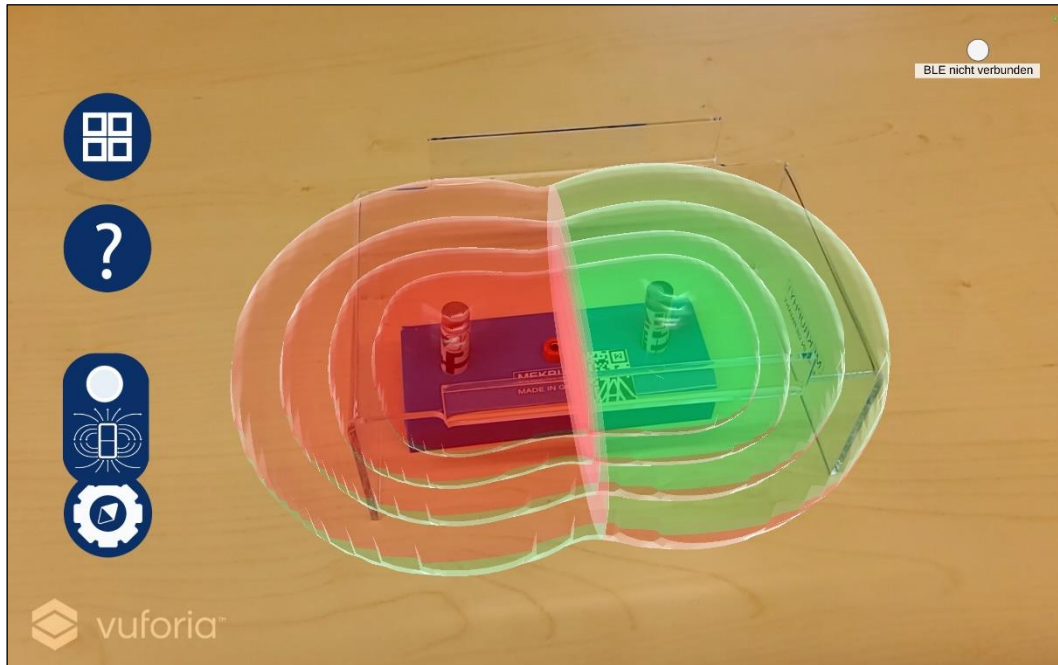
- Hauptmenü mit Menüpunkten zu Tutorials und zur Auswahl der Station
- Kurzanleitung zu Setup der Targets (mit Download) und Inbetriebnahme
- Auswahl einer Station startet die AR-Applikation und den Scanvorgang



Implementierte Stationen

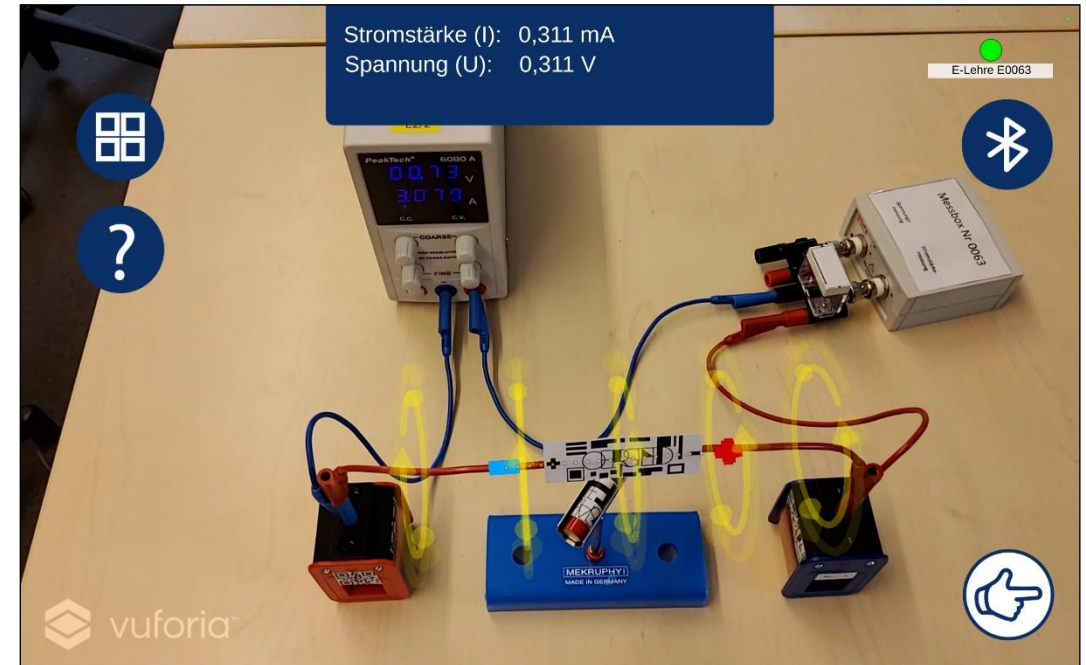
- Magnetfelder
Darstellung statischer Magnetfelder von Permanentmagneten
- Weicheiseninstrument *BLE*
Darstellung der Ausrichtung der Elementarmagnete in zwei Eisenkernen nach dem äußeren Magnetfeld einer Spule mit Abstoßung
- Influenz
Darstellung der Ausrichtung der Elementarmagnete nach dem äußeren Magnetfeld eines Stabmagneten
- Lenz'sche Regel
Animation der Elektronen und Magnetfelder bei Abstoßung eines Eisenrings von einer stromdurchflossenen Spule mit Eisenkern
- Versuch von Oersted *BLE*
Darstellung der Elektronenbewegung und Magnetfelder
- Induktion
Darstellung der Elektronenbewegung in verschiedenen Spulen bei Anregung durch verschiedene äußere Felder





Station „Magnetfelder“

- Visualisierung zweidimensionaler und dreidimensionaler Darstellungen des Magnetfelds eines oder mehrerer Stabmagnete



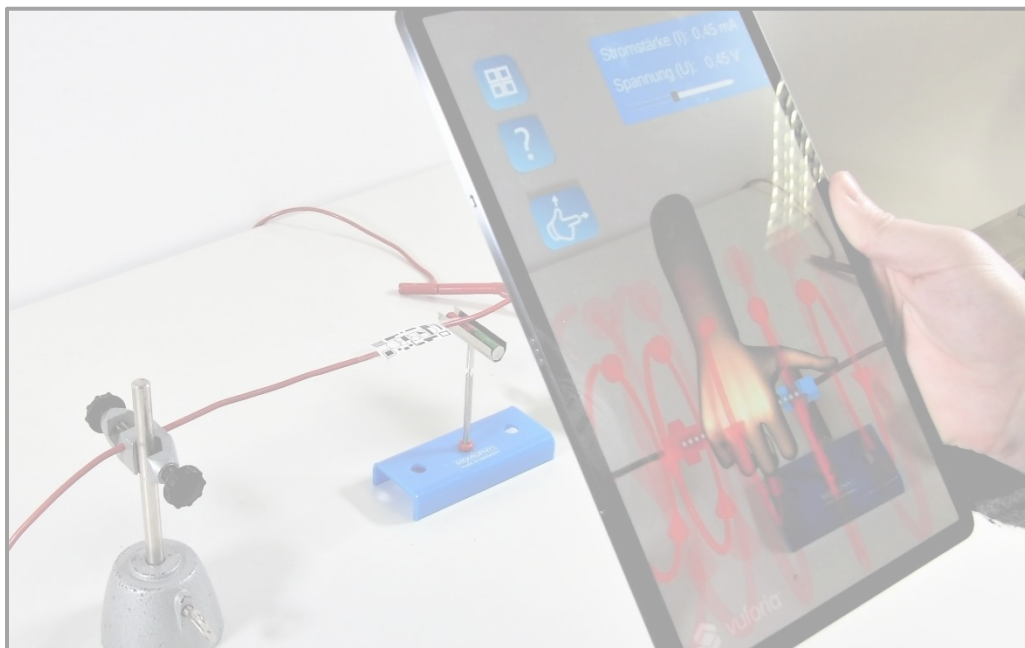
Station „Versuch von Oersted“ *BLE*

- Visualisierung der Elektronenströmungen in einem Leiter und des dadurch erzeugten Magnetfelds



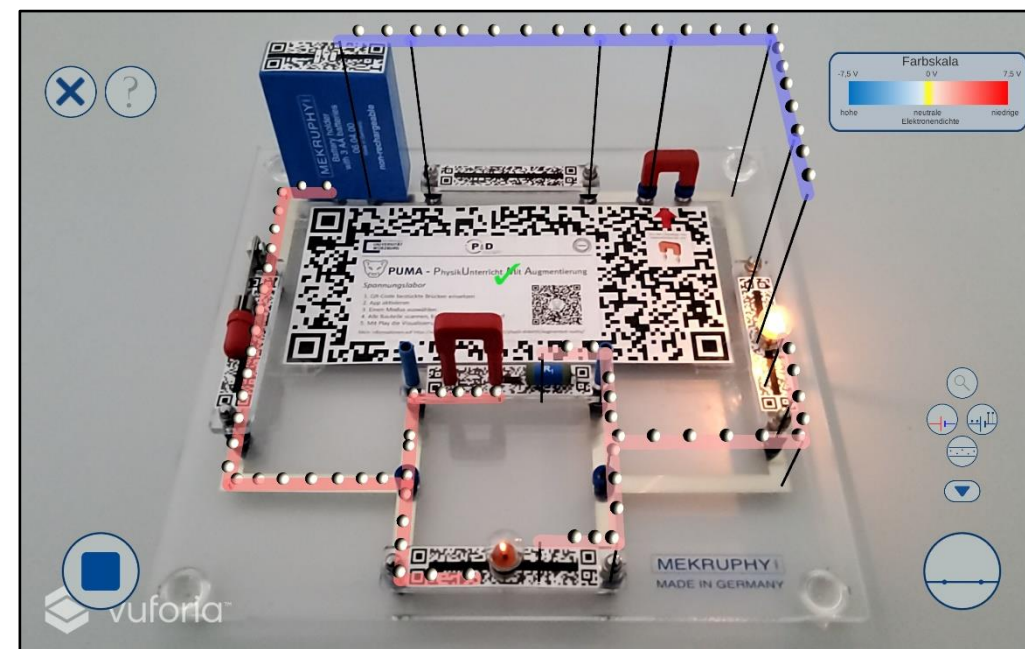
PUMA : *Magnetlabor* (Schwanke et al., 2022)

AR-Applikation zur Darstellung von Magnetfeldphänomenen



PUMA : *Spannungslabor* (Stolzenberger et al., 2022)

AR-Applikation zur Darstellung von Analogiemodellen der Elektrizität



Menüführung innerhalb der App

- Hauptmenü mit Menüpunkten zu Tutorials und zur Anwendung
- Kurzanleitung zu Setup der Targets (mit Download) und Inbetriebnahme
- Auswahl eines Modus startet die AR-Applikation und den Scanvorgang

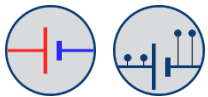


Darstellungsmöglichkeiten in der AR-App

Alle separat zu- und abschaltbar durch Betätigung der Buttons am Rand



➤ Elektronenvisualisierung



➤ Potentialvisualisierung

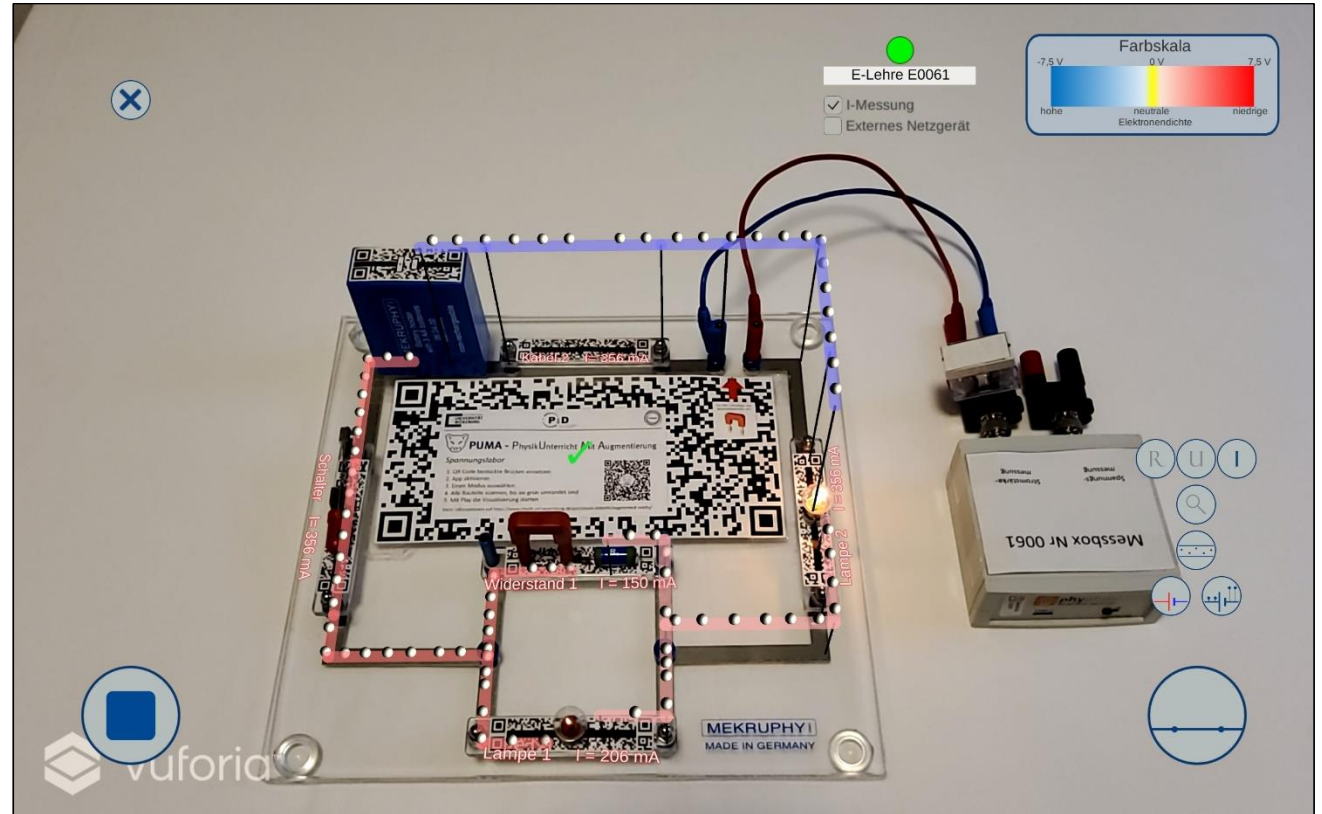


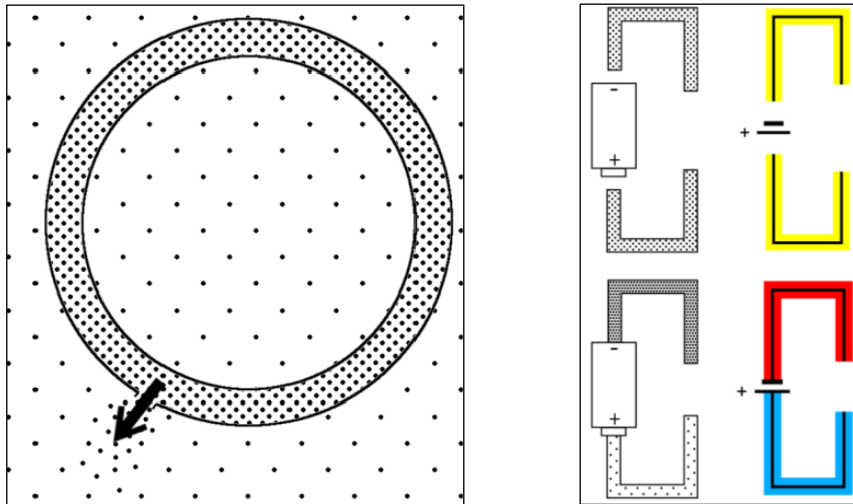
➤ Widerstandsinnenansichten



➤ Mess-/Kennwertanzeige

➤ Interaktion von Realexperiment und Modelldarstellungen durch BLE-Messbox E-Lehre von phyphox (Kirwald et al., 2022)

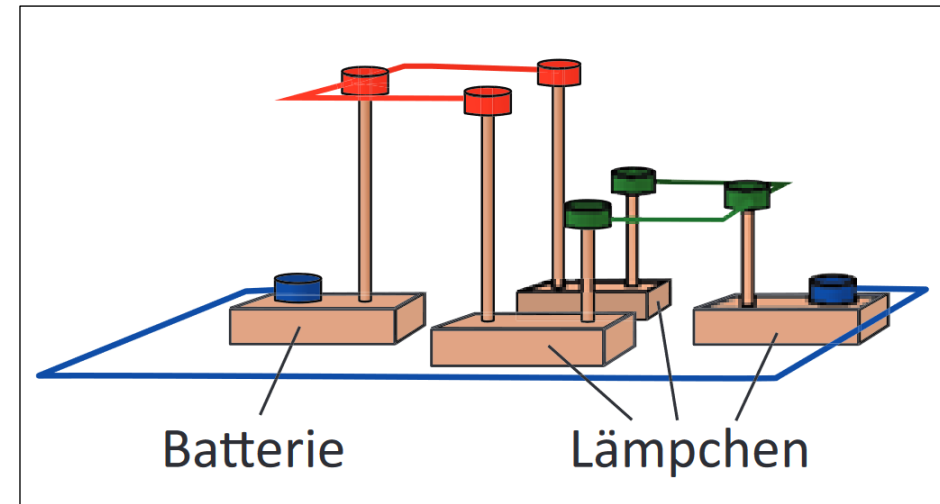




Elektronengasmodell

nach Burde, 2018; Lutz et al., 2020

- basiert auf Analogie zwischen elektrischen Potentialunterschieden im Stromkreis und Druckunterschieden in Gasen



Münchner Stäbchenmodell

nach Gleixner, Koller, Späth; zusammengefasst z.B. in Wilhelm et al., 2021

- basiert auf Darstellung der elektrischen Potentialunterschiede im Stromkreis durch Höhenunterschiede

PUMA – Physik-Unterricht Mit Augmentierung

Offene Fragen zum Einsatz von AR im Schulunterricht

Sind die Schulen (auf technischer/organisatorischer Ebene) dafür ausgestattet?

Sind die Lehrkräfte dafür ausgebildet (nach *DigCompEdu* oder *TPACK*)?

Welche Bereiche des Unterrichtsalltags können durch Augmented Reality unterstützt werden?

Sollte es eine zentrale Anlaufstelle für qualitativ hochwertige AR-Applikationen geben?

Literatur:

- Burde, J.-P. (2018): Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells. In: Studien zum Physik- und Chemielernen. Logos-Verlag, Berlin.
- Dey, A., Billinghamurst, M., Lindeman, R. W., & Swan, J. E. (2018): A Systematic review of 10 years of augmented reality usability studies: 2005 to 2014. *Frontiers in robotics and AI*, 5, 37.
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Delgado-Kloos, C., & Villarán, D. (2014): Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, S. 1-13.
- Kirwald, D., Dorsel, D., Staacks, S., Noritzsch, J., Stampfer, C., & Heinke, H. (2022): phyphox: Neue und verbesserte Experimente mit Hilfe externer Sensoren. Poster, GDGP-Jahrestagung 2022, Aachen.
- Lutz, W.; Burde, J.-P.; Wilhelm, T.; Trefzger, T. (2020): Digitale Unterrichtsmaterialien zum Elektronengasmodell. In (Nordmeier, V. & Grötzebauch, H., Hrsg.): *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Bonn 2020*. Berlin, S. 333 - 341.
- Matsutomo, S., Miyauchi, T., Noguchi, S., & Yamashita, H. (2012): Real-time visualization system of magnetic field utilizing augmented reality technology for education. *IEEE Transactions on Magnetics*, 48(2), S. 531-534.
- Mehler-Bicher, A., Reiß, M., & Steiger, L. (2011): *Augmented reality: theorie und praxis*. Oldenbourg.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995): Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies (SPIE Vol. 2351)*, S. 282–292.
- Schwanke, H., & Trefzger, T. (2022): Augmented Reality in Schülerversuchen der Elektrizitätslehre in der Sekundarstufe I. In (Baum, M.; Eilerts, K.; Hornung, G.; Roth, J. & Trefzger, T.; Hrsg.): *Die Zukunft des MINT-Lernens – Band 2: Digitale Tools und Methoden für das Lehren und Lernen*.
- 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*, Vol. 57, No. 4, 045024.
- Wilhelm, T.; Schecker, H.; Hopf, M. (Hrsg.) (2021): *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht*. S. 261 – 268. Springer-Verlag, Berlin.