

PUMA : *Spannungslabor*

Pilotuntersuchung der Lernwirksamkeit von AR

*Florian Frank, Christoph Stolzenberger und Thomas Trefzger
(Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg)*

14.09.2022 | Vortrag im Rahmen der GDCP-Jahrestagung 2022 | Reihe A, Slot 17

PUMA : *Spannungslabor*

Pilotuntersuchung der Lernwirksamkeit von AR



1. Kontext und Projektrahmen der Forschung
2. Basis der Forschung
3. Forschungsfragen und Rahmenplanung der Studie
4. Die Applikationen und das Interventionsmaterial
5. Ablauf der Intervention und Erhebung
6. Bericht zur ersten qualitativen Durchführung

Rahmen

- Dissertationsprojekt im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung des BMBF
- Projekt Connected Teacher Education („CoTeach“) der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
- Konzeption (mit qualitativer Begleitforschung) und (quantitative) Evaluation einer AR-Applikation zur schulischen Elektrizitätslehre



PUMA
Physik-Unterricht **Mit** Augmentierung

- *Sammlung von Einzelprojekten mit Entwicklung von AR-Applikationen für verschiedene Teilbereiche des Physikunterricht am Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik*

Ausgangssituation der Entwicklung

Schulische E-Lehre stellt Lernende vor große Herausforderungen

- Nach Abschluss der elementaren Lehre zu einfachen Stromkreise am Gymnasium bestehen weiterhin fehlerhafte Schülervorstellungen wie die Stromverbrauchsvorstellung (Burde, 2018; Ivanjek et al., 2021)
- Auch Ende der Sekundarstufe I sind fehlerhafte Schülervorstellungen (Probleme mit Parallelschaltungen (85%), Sequentielle Argumentation (60%)) nachweisbar (Müller et al., 2015)
- Selbst unter Studienanfänger*innen der Physik sind einzelne fehlerhafte Vorstellungen über einfache Stromkreise (Stromverbrauchsvorstellung (67%)) noch weit verbreitet (Fromme, 2018)

Ansatz der Entwicklung

Einsatz von Augmented Reality zur Unterstützung der E-Lehre

- Einsatz in der E-Lehre zur Projektion des Lerngegenstands (didaktische Modelle der Elektrizität) auf das reale Lernobjekt (Experimentiersatz)
- Verzahnung von Realität und Modellebene/-darstellung ermöglicht unmittelbareres Lernen und Verknüpfen
- *Cognitive Load Theory* (z.B. Plass et al., 2010)
Lernende haben endliche kognitive Kapazitäten, durch lernhinderliche (extrinsische) Belastung wird der Lernvorgang erschwert bis verhindert
- *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (z.B. Mayer, 2014)
Durch zeitlich und räumlich gleichzeitige Darstellung aller für einen Lernvorgang notwendigen Ressourcen (Modelldarstellung *und* Experiment) kann die lernhinderliche Belastung reduziert werden

Forschungsfragen

1. Welchen Einfluss hat der Einsatz von AR auf die **Lernleistung**, die **Auftretenswahrscheinlichkeit von Schülervorstellungen** und die **kognitive Belastung** der Lernenden im Vergleich zum Einsatz einer Simulation oder von Infografiken?
2. Welchen Einfluss haben **Technikbegeisterung**, **-kompetenz** und **Einstellung gegenüber Technik** sowie der **momentaner Leistungsstand** und das **räumliche Vorstellungsvermögen** der Lernenden auf die Entwicklung des konzeptuellen Verständnis und auf die kognitiven Belastung beim Einsatz von AR, Simulation oder Infografiken?

Studienplan

- Pre-/Posttest-Design mit einer Kontroll- und zwei Testgruppen
- Intervention innerhalb eines Schülerlabors in den Räumen der Universität Würzburg
- Zeitraum der Studie: November 2022 – Februar 2023
- Zielgruppe: Schulklassen der gymnasialen 8. Jahrgangsstufe (Bayern) nach Abschluss des Schulunterrichts zur E-Lehre

Zum Schülerlabor

- Vier Arbeitsstationen zu je 45 Minuten
- Themen: „Spannung und Stromstärke“, „Widerstand“, „Parallelschaltung“ und „Reihenschaltung“
- Erarbeitung der Inhalte anhand eines Arbeitsheftes und des Experimentiersatzes unter Zuhilfenahme von Infografiken (KG), einer AR-Applikation (TG1) oder einer Simulation (TG2)

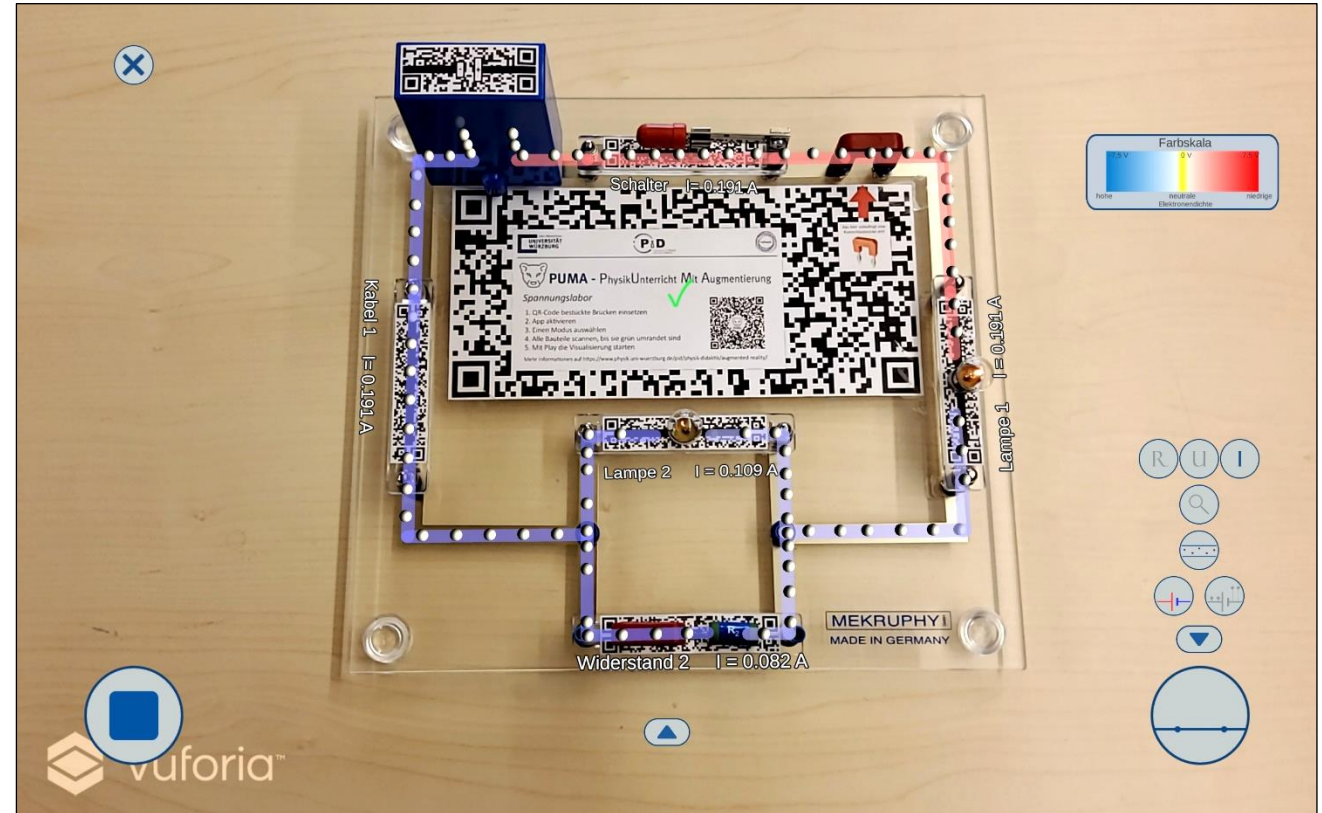


PUMA

Spannungslabor

Rahmendaten, Ablauf und Ziele der Entwicklung

- Darstellung mittels Tablets (Android oder iOS)
- Darstellung digitaler Repräsentationen von Modellen der elektrischen Grundgrößen (Stromfluss, Potential/Spannung und Widerstand) und Anzeige von Messwerten
- Begleitung der Entwicklung durch qualitative Erhebungen (Frank et al., 2022)



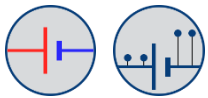
Screenshot aus der App PUMA : Spannungslabor

Darstellungsmöglichkeiten in der AR-App

(Stolzenberger et al., 2022; Frank et al., im Druck)



➤ Elektronenvisualisierung



➤ Potentialvisualisierung

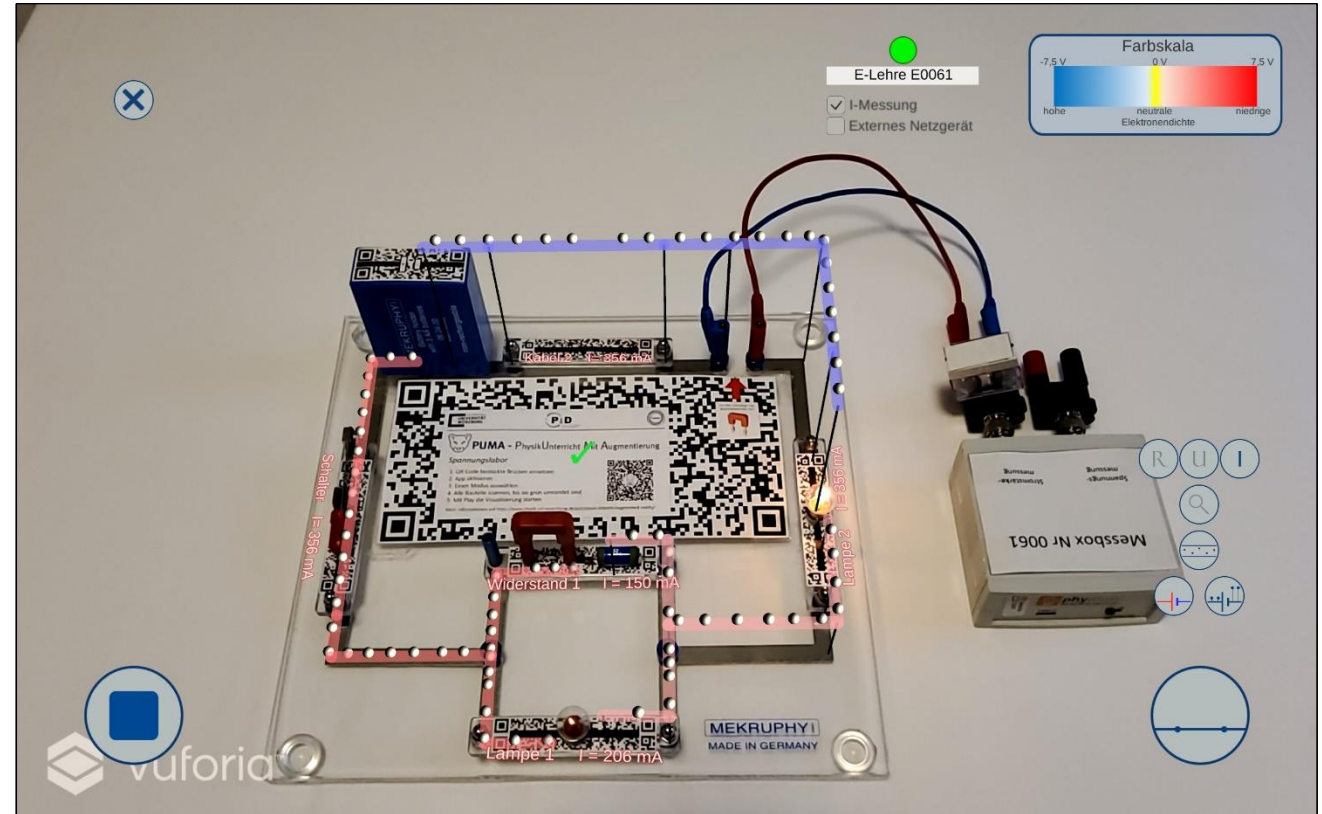


➤ Widerstandsinnenansichten



➤ Mess-/Kennwertanzeige

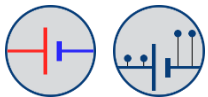
➤ Direkte Interaktion von Realexperiment und Modell-
darstellungen durch Einsatz der E-Lehre-Box von phyphox



Darstellungsmöglichkeiten in der Simulation



➤ Elektronenvisualisierung



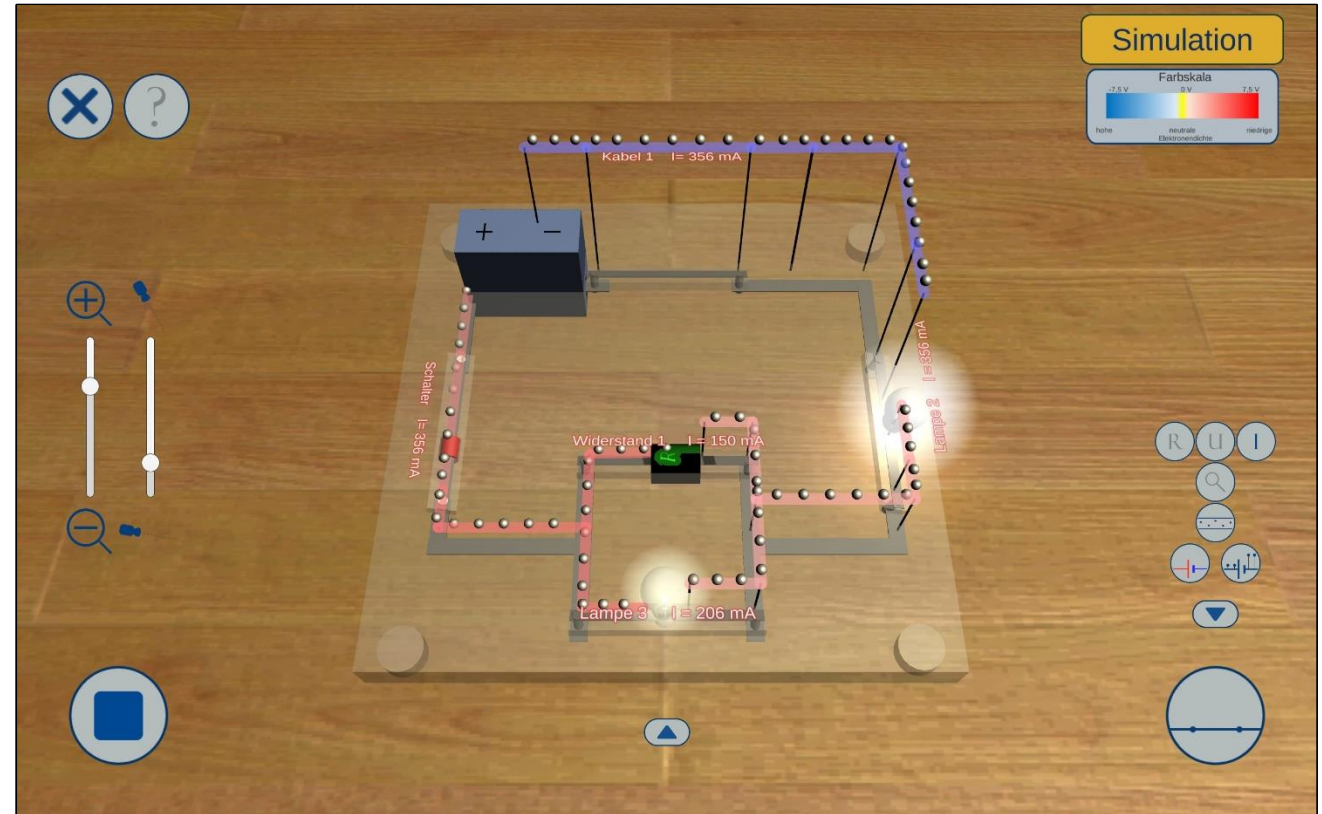
➤ Potentialvisualisierung

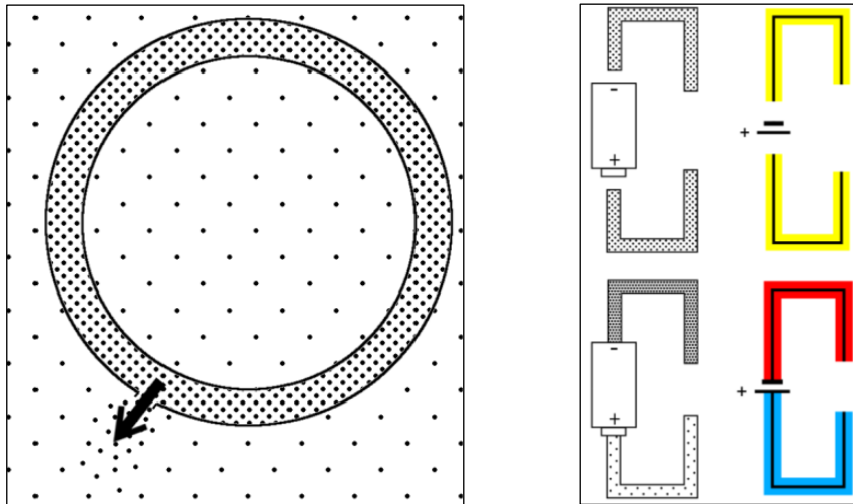


➤ Widerstandsinnenansichten



➤ Mess-/Kennwertanzeige

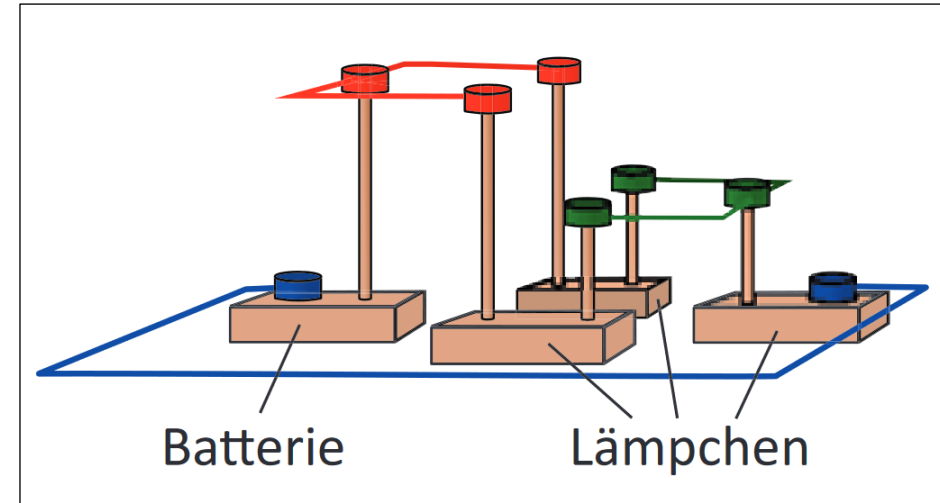




Elektronengasmodell

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

Station 1: Stromstärke und Spannung

Im Rahmen des Labors arbeiten wir mit Material aus dem Experimentiersatz ELEKTRIK 1. Für jedes Experiment habt ihr eine Liste des verwendeten Materials, mit dem ihr das Experiment aufbauen sollt. Such euch dieses sorgfältig raus und legt es bereit. Bei der Durchführung jedes Experiments habt ihr immer ein Ziel. Habt ihr das Ziel des Experiments erreicht, halt es deutlich ab und arbeitet dann weiter.

Beginnen wir (eher) einfach:

Experiment 1.1

Material:

Basisplatte, ein Batterieblock, zwei Leiterbauteile, ein Schalter, eine Glühlampe, rote Kurzschlussbrücke (Achtet auf den Hinweis auf der Basisplatte)

Ziel:

- Bringt die Glühlampe zum Leuchten.

Wenn ihr alles richtig aufgebaut habt, sollte, sobald ihr den Schalter schließt, anfangen zu leuchten. Wir können hier sehr direkt eine der Wirkung des elektrischen Stroms erkennen: die **Leuchtwirkung**.

Wieso aber leuchtet die Glühlampe? Unterhaltet euch und notiert eure Erkenntnisse.

Blättert nun um.

2

Visualisierung zu Experiment 1.1 und Theorie „Stromstärke“

Zur Visualisierung nutzen wir die App PUMA: Spannungslabor. Entfernt dafür die Kurzschlussbrücke oben rechts und verbindet die **Strommessung** (rechter Anschluss) eurer Messbox mit der freigebliebenen Lücke. Schaltet die Messbox ein.

Schaut auf dem Tablet das kurze Erklärvideo zum Scanvorgang mit der App PUMA: Spannungslabor.

Öffnet dann die App, geht „Zur AR-Anwendung“ und wählt **Station 1, Experiment 1** aus. Verbindet euch mit dem IP-Adressen auf der rechten Seite per Bluetooth mit eurer Messbox. Startet die AR-App per Knopfdruck auf „Los geht's...“. Scant, wie im Video gezeigt, die rot umrandeten QR-Codes, bis sie grün umrandet sind.

Startet dann die Visualisierung per Betätigung des „Play“-Buttons unten rechts.

Vergleicht die Darstellungen mit den Informationen im Text oben. Versucht, die Informationen des Textes in der Darstellung wiederzufinden. Aber warum fließen die Elektronen überhaupt? Wovon werden sie angetrieben?

Blättert nun um.

4

Forscherheft

- Gleiche Inhalte und Abläufe über alle Gruppen hinweg
- Einzige Unterschiede in den Visualisierungen der Modelle und der Unterstützung der Messungen



- Darstellung der Modelle per Infobilder
- Messung per Multimeter



- Darstellung der Modelle per AR-App
- Messung per phyphox

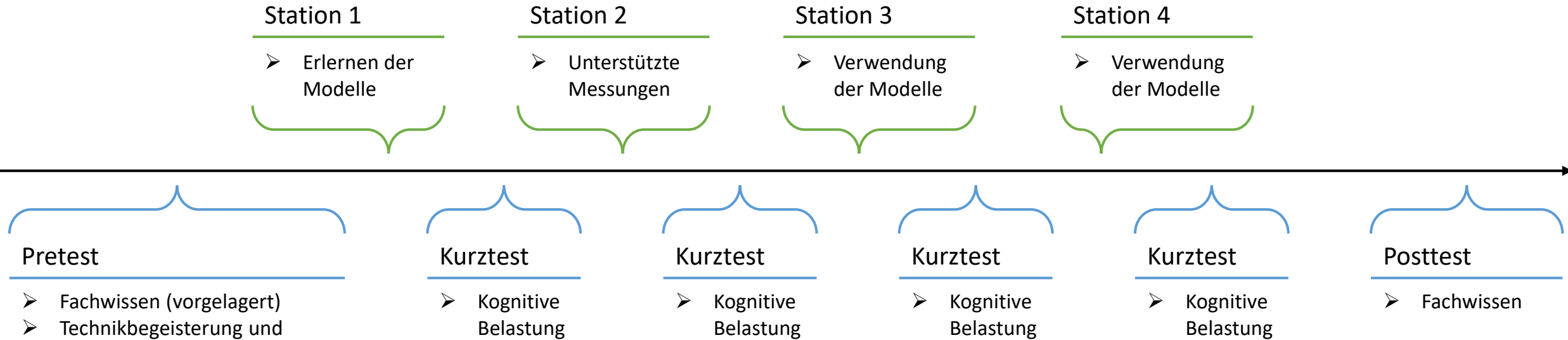


- Darstellung der Modelle per Simulation
- Messung per Multimeter/Simulation

PUMA : Spannungslabor



Ablauf des Schülerlabors inklusive Testzeitpunkte



Verwendete Testinstrumente

- 2T-SEC Test (Ivanjek et al., 2021): Erhebung des Fachwissens und der Schülervorstellungen
- Naive Rating Scale (Klepsch et al., 2017): Erhebung der kognitiven Belastung
- TA-EG (Karrer et al., 2009): Erhebung der Technikbegeisterung, -kompetenz und Einstellung gegenüber Technik
- KFT- Subtest N3 „Faltaufgaben“ (Heller et al., 2000): Erhebung der Fähigkeit zur Veranschaulichung

Rahmen

- Durchführung am 19.07.
- Klassenstärke: 27 Schüler*innen
- Abstand zum Einführungsunterricht E-Lehre: 6 Monate
- Durchführung mit zwei Gruppen: KL und AR

- Ziel der Durchführung:
 - Beobachtung der Arbeitsweise von Lernenden im Rahmen des Schülerlabors
 - Generierung von Lernendenfeedback zur Intervention
 - Rückmeldung der Lehrkraft zur Intervention

Ergebnisse

- Rückmeldungen der Lernenden:
 - Zur AR-Intervention: größtenteils positiv, Skepsis gegenüber Unterrichtseinsatz
 - Zur tet.folio-Intervention: wenig interessant, Probleme mit Messungen

- Interview mit Lehrkraft:
 - Zu AR-Intervention: Großer Nutzen zur Entlastung der Messungen
 - Zur tet.folio-Intervention: weitere Unterstützung zur Messung nötig

- *Momentaner Arbeitsschritt des Projekts: Überarbeitung der Intervention auf Grundlage der Rückmeldungen und Beobachtungen*



Literatur:

- (1) 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.
- (2) Ivanjek, L.; Morris, L.; Schubatzky, T.; Hopf, M.; Burde, J.-P.; Haagen-Schützenhofer, C.; Dopatka, L.; Spatz, V.; Wilhelm, T. (2021): Development of a two-tier instrument on simple electric circuits. In: Phys. Rev. Phys. Educ. Res. 17, 020123.
- (3) Müller, S.; Burde, J.-P.; Wilhelm, T. (2015): Vergleich von Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre in Hessen und Weißrussland. In (Nordmeier, V. & Grötzebauch, H., Hrsg.): PhyDidB – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Wuppertal 2015. Berlin.
- (4) Fromme, B. (2018): Fehlvorstellungen von Studienanfängern – Was bleibt vom Physikunterricht der Sekundarstufe I. In (Nordmeier, V. & Grötzebauch, H., Hrsg.): PhyDidB – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Würzburg 2018. Berlin, S. 205 - 215.
- (5) Plass, J.; Moreno, R.; Brünken, R. (Hrsg.) (2010): Cognitive Load Theory. Cambridge University Press, New York.
- (6) Mayer, R. (Hrsg.) (2014): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. Second Edition. Cambridge University Press, New York.
- (7) 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 (Habig, S., Hrsg.): Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen – Tagungsband der GDCP-Jahrestagung 2021.
- (8) 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.
- (9) Frank, F.; Stolzenberger, C.; Trefzger, T. (im Druck): PUMA : Spannungslabor - Eine AR-Applikation für den Einsatz in der E-Lehre der Sek I. In (Nordmeier, V. & Grötzebauch, H., Hrsg.): PhyDidB – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung - virtuell 2022. Berlin.
- (10) 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.
- (11) Wilhelm, T.; Schecker, H.; Hopf, M. (Hrsg.) (2021): Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht. S. 261 – 268. Springer-Verlag, Berlin.
- (12) Klepsch, M.; Schmitz, F.; Seufert, T. (2017): Development and Validation of Two Instruments Measuring Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. Front. Psychol. 8:1997.
- (13) Karrer, K.; Glaser, C.; Clemens, C.; Bruder, C. (2009): Technikaffinität erfassen – der Fragebogen TA-EG. In (Lichtenstein, A.; Stößel, C. & Clemens, C., Hrsg.): Der Mensch im Mittelpunkt technischer Systeme. 8. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme (ZMMS Spektrum, Reihe 22, Nr. 29, S. 196-201). Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.
- (14) Heller, K.; Perleth, C. (2000): Kognitiver Fähigkeitstest für 4.-12. Klassen, Revision (KFT 4-12+ R). Hogrefe, Göttingen.

PUMA : *Spannungslabor*

Genauerer zur Verfügbarkeit der App



Verfügbarkeit

- Kostenloser Download über Google Play Store (für Android-Geräte) und App Store (für iOS-Geräte)
- Bezug der Targets als kostenfreier Download über die Website des Lehrstuhls
- Bezug der Experimentierkästen über MEKRUPHY

- Bei Interesse (Ausprobieren der App, Studienteilnahme,...) gerne auch bei mir melden!

florian.frank@uni-wuerzburg.de

