



## **PUMA : *Spannungslabor***

Eine AR-Applikation für den Einsatz in der Elektrizitätslehre  
der Sekundarstufe I

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

21.03.2022 | Vortrag im Rahmen der DPG-Jahrestagung | DD17.3

# PUMA : *Spannungslabor*

Eine AR-Applikation für den Einsatz in der E-Lehre der Sek I



1. Herausforderung der schulischen Elektrizitätslehre und Ansatz der Entwicklung
2. Projektrahmen und Zieldefinition
3. Die Applikation und ihre Funktionalitäten
4. Zur bisherigen und geplanten Forschung
5. Beispiele der Nutzung in Lernsituationen

### 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)
- 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

# PUMA : *Spannungslabor*

Projektrahmen und Zieldefinition



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



## PUMA : *Magnetlabor*

- Vortrag DD17.2 | Montag, 21.03. | 15:50 – 16:10



## PUMA : *Spannungslabor*

- Vortrag DD17.3 | Montag, 21.03. | 16:10 – 16:30



## PUMA : *Optiklabor*

- Poster DD35.11 | Dienstag, 22.03. | 17:00 – 18:00

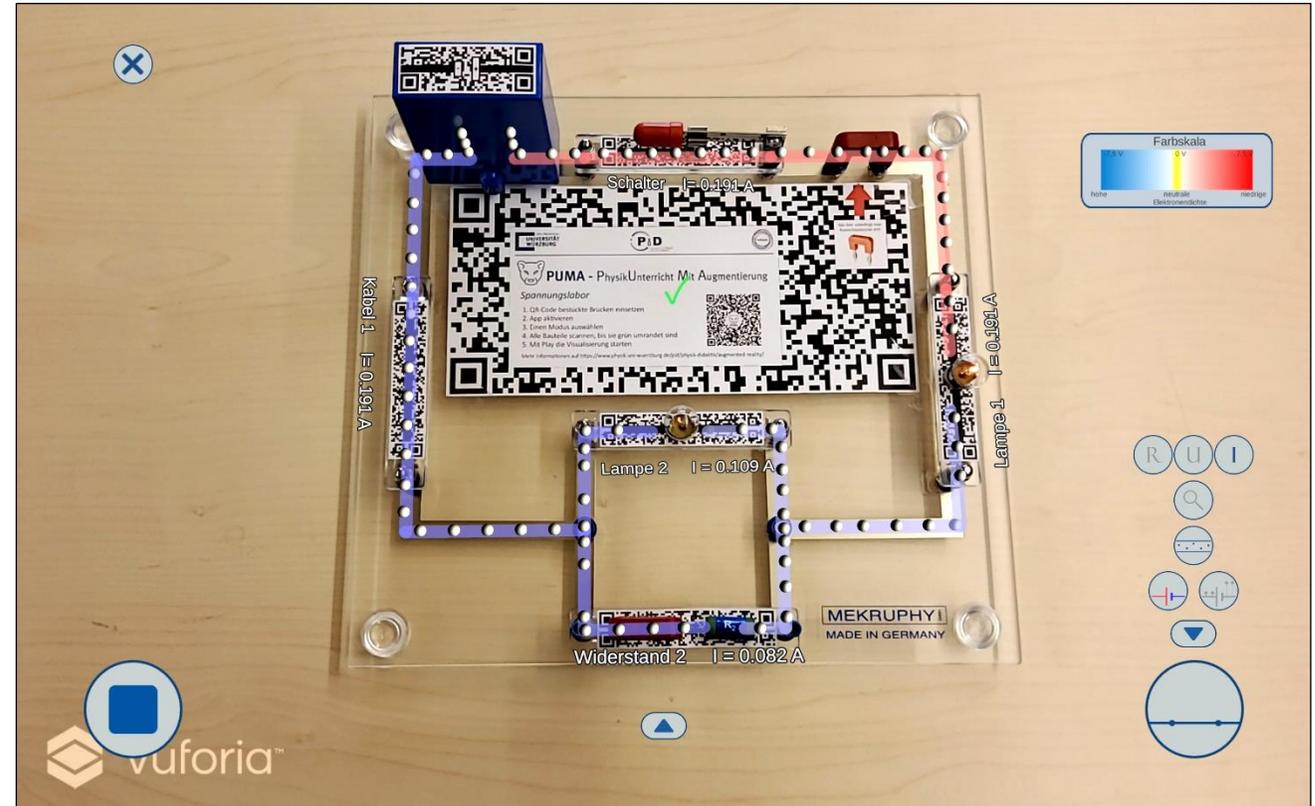


# PUMA

## Spannungslabor

### Rahmendaten und Ziele der Entwicklung

- Verbindung von Realexperiment und Modellvorstellung
- Minimalinvasiv und geringer Aufwand für Lernende
- Darstellung mittels Tablets (Android oder iOS)
- Darstellung digitaler Repräsentationen der elektrischen Grundgrößen (Stromfluss, Potential/Spannung und Widerstand) und Anzeige von Messwerten



Screenshot aus der App PUMA : Spannungslabor

# PUMA : Spannungslabor

## Die Applikation und ihre Funktionalitäten - Menüführung



### 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**

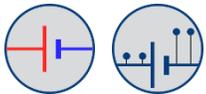


### Darstellungsmöglichkeiten in der AR-App

*Jeweils separat zu- und abschaltbar, Fokus damit selbst bestimmbar*



➤ *Elektronenvisualisierung*



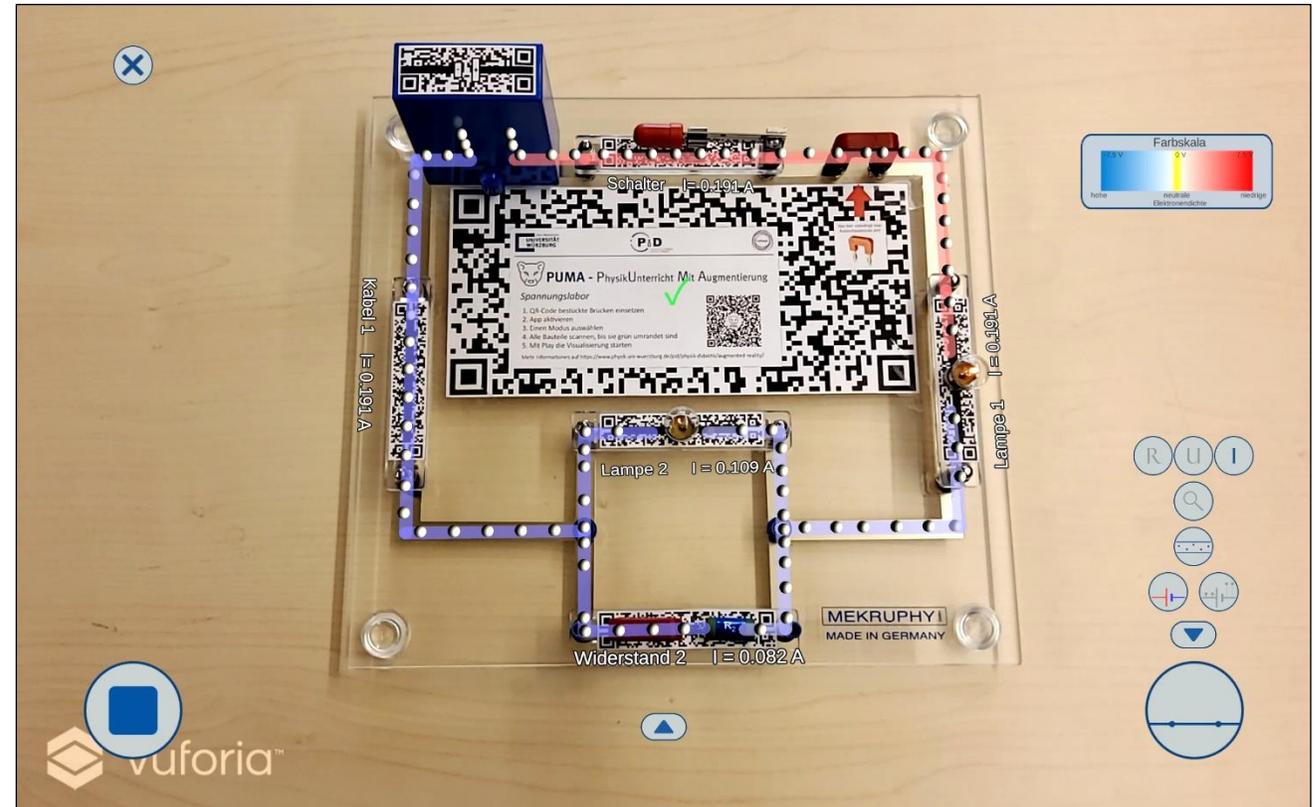
➤ *Potentialvisualisierung*



➤ *Widerstandsinnenansichten*



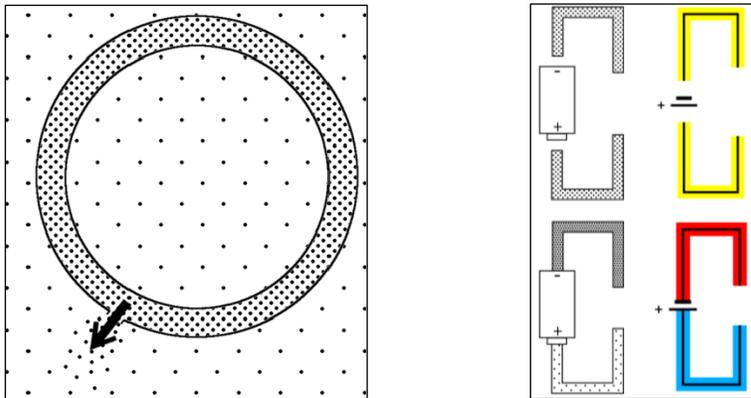
➤ *Mess-/Kennwertanzeige*



### Elektronengasmodell

nach Burde, 2018; Lutz et al., 2020

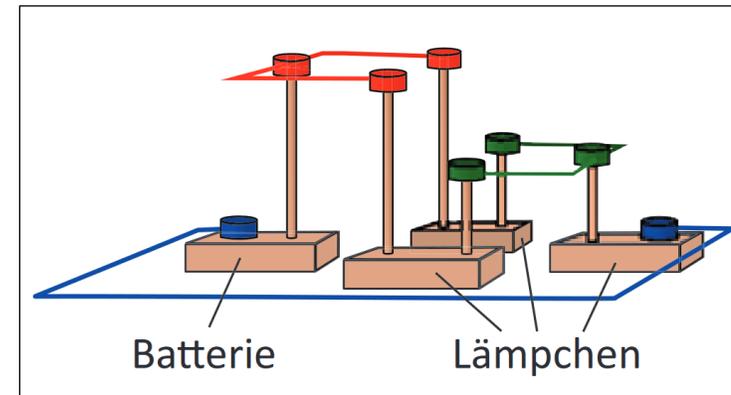
- basiert auf Analogie zwischen elektrischen Potentialunterschieden im Stromkreis und Druckunterschieden in Gasen
- erfolgreich in der Reduktion von fehlerhaften Schülervorstellungen (Burde, 2018)
- anfangs alleiniges didaktisches Modell der Applikation



### Münchner Stäbchenmodell

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

- basiert auf Darstellung der elektrischen Potentialunterschiede im Stromkreis durch Höhenunterschiede
- hinzugefügt im Laufe der Entwicklung auf wiederholten Wunsch von Lehrkräften



# PUMA : *Spannungslabor*

## Zur bisherigen und geplanten Forschung



### Bisherige entwicklungsbegleitende Forschung

- Qualitative, leitfadengestützte **Interviews mit Lehrkräften** zur Eignung der Applikation für den Einsatz in der Lehre (Frank et al., 2022)
- **Beobachtung von Schüler\*innenreaktionen** im Rahmen einer Schulstunde an einem Würzburger Gymnasium (Dezember 2021)
  - Lernzirkel in Kleingruppen (bis maximal fünf Schüler\*innen)
  - Enge Betreuung durch Studierende (pro Station eine Aufsichtsperson)
  - Thema: Erarbeitung der Gesetzmäßigkeiten an einer Parallelschaltung

### Geplante evaluierende Studie

*Durchführung eines Projekttags in den Schülerlaboren der Universität Würzburg*

*Vergleich von ...*

AR-Applikation

Simulation

Infotexte/-grafiken

*Einfluss auf ...*

Lernleistung

Schülervorstellungen

Kognitive Belastung

*Moderation durch ...*

Technikbegeisterung und -kompetenz

Einstellung gegenüber Technik

Veranschaulichung

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

### 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) 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.
- (3) 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.
- (4) Plass, J.; Moreno, R.; Brünken, R. (Hrsg.) (2010): Cognitive Load Theory. Cambridge University Press, New York.
- (5) Mayer, R. (Hrsg.) (2014): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. Second Edition. Cambridge University Press, New York.
- (6) 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.
- (7) Wilhelm, T.; Schecker, H.; Hopf, M. (Hrsg.) (2021): Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht. S. 261 – 268. Springer-Verlag, Berlin.
- (8) 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.

# PUMA : *Spannungslabor*

## Genauerer zur Verfügbarkeit der App



### Verfügbarkeit

---

- Kostenloser Download über Google Play Store (für Android-Geräte) und App Store (für iOS-Geräte) (*vrstl. Ende 2022*)
- 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*

### Website des Lehrstuhls Physik und ihre Didaktik

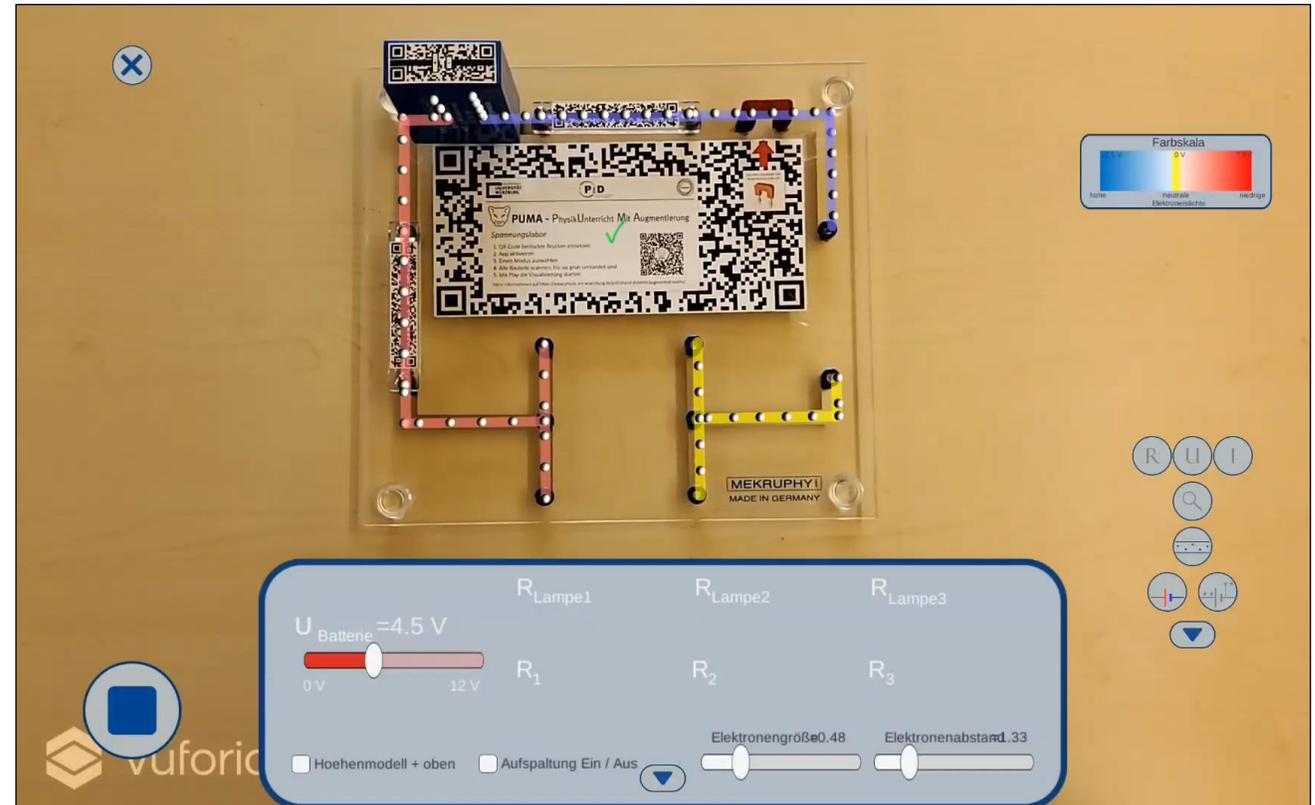
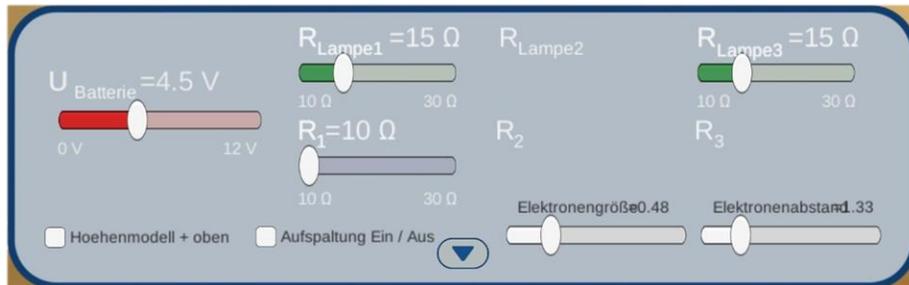
---



### Weitere Funktionalitäten der AR-App

#### Beeinflussung der Kennwerte und Modellparameter

- Nutzung zur Testung im Lauf der Entwicklung
- Wird ersetzt durch Messung per Bluetooth-Arduino
- Von einzelnen Lehrkräften sehr gut aufgenommen (obwohl es nicht unserem Verständnis von AR entspricht)
- Wird in evaluierender Studie vrstl. nicht genutzt



### 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 Infotexten und -grafiken?
2. Welchen Einfluss haben **Technikbegeisterung**, **-kompetenz** und **Einstellung gegenüber Technik** sowie das **räumliche Vorstellungsvermögen** der Lernenden auf die Entwicklung des konzeptuellen Verständnis beim Einsatz von AR, Simulation oder Infotexten und -grafiken?

### Testinstrumente

---

- 2T-SEC Test
- Naive Rating Scale
- TA-EG
- Kognitiver Fähigkeitstest – Subtest N3 „Faltaufgaben“

### Grobe Studienplanung

---

- Zielgruppe: Gymnasiale 8. Jahrgangsstufe (Bayern)
- Zeitraum der Pilotstudie: Juni/Juli 2022
- (vrstl.) Zeitraum der Hauptstudie: Schuljahr 2022/23
- Projekttag:
  - Vier Interventionszeiträume zu je 45 Minuten mit anschließender 15 minütiger Testung (Fachwissenszuwachs und kognitive Last), zwischen den Blöcken je 15 Minuten Pause
  - Themen: „Spannung und Stromstärke“, „Widerstand“, „Parallelschaltung“ und „Reihenschaltung“
  - Innerhalb der Blöcke: Erarbeitung der Inhalte anhand eines Forscherheftes und des Experimentiersatzes unter Zuhilfenahme von Infotexten und -grafiken (KG), der AR-Applikation (TG1) oder einer Simulation (TG2)