



Augmented Reality für Modellkompetenzen und Konzepte zum Stromkreis

Anja Lanz¹, Andrea Maria Schmid¹, Manuela Welzel-Breuer² & Dorothee Brovelli^{1,2}

¹Pädagogische Hochschule Luzern, ²Pädagogische Hochschule Heidelberg Kontakt: anja.lanz@phlu.ch

Forschungsinteresse

- AR-Lernumgebungen zeigen weitgehend positive (affektive) Wirkungen (Radu, 2014; Ibanez & Delgado-Kloos, 2018; Garzón et al, 2019)
 - Einfluss auf kognitive Belastung, Lernleistung über Faktenwissen hinaus und Vorstellungsvermögen umstritten (Radu, 2014)
- AR erleichtert die Visualisierung von abstrakten Konzepten (Ajit et al, 2021; Schweiger et al, 2022)
 - zeitgleiche Überlagerung eines Experiments mit Modellebene unterstützt mutmaßlich den Vorstellungsprozess
- Fokus auf Handlungen und Prozesse mit dem Medium (*hier Augmented Reality*) anstelle Medienvergleich (Buchner et al, 2021)
- Desiderat zum gewinnbringenden AR-Einsatz beim MINT-Lernen und dem Einfluss der Merkmale der Lernenden (z.B. Alter, Vorwissen, Leistungsniveau) (Ajit et al, 2021; Ibanez & Delgado-Kloos, 2018; Lauer & Peschel, 2023)
- Bedeutsamkeit von Modellkompetenzen in der Physik (Digel, 2020; Haider, 2019; Krell & Krüger, 2010; Treagust 2001)

Forschungsfragen

Kann der Einsatz von Augmented-Reality-Anwendungen den Aufbau mentaler Modelle, das Ausbilden adäquater Modell- und Fachkompetenzen in der Physik unterstützen?

FF1 – Welche Lerneffekte und affektiven Wirkungen hat der Einsatz von AR in einer Lernumgebung zum elektrischen Stromkreis?

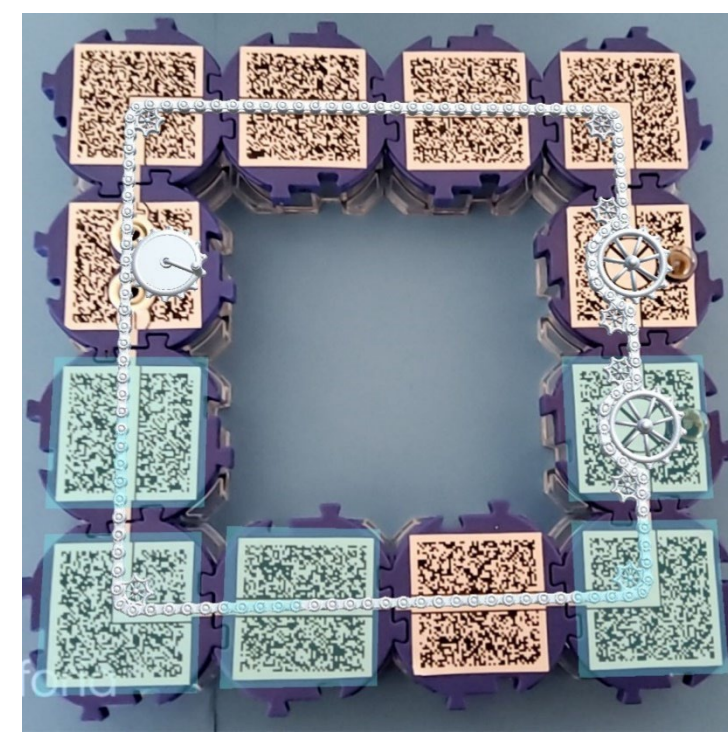
FF2 – Welche Bedingungen (z.B. Gruppeneffekte, Hilfestellungen, Einbettung in Lernumgebung) müssen beim Einsatz von AR für einen möglichst optimalen Lernerfolg berücksichtigt werden?

- Für welche Lernenden ist die Nutzung der AR-App förderlich? > H1
- Muss der Wechsel / Vergleich von Experimental- und Modellebene mittels konkreter Aufgabenstellungen angeleitet werden? > H2
- Welche Stromkreismodelle führen zu einem besseren Konzeptverständnis? > H3

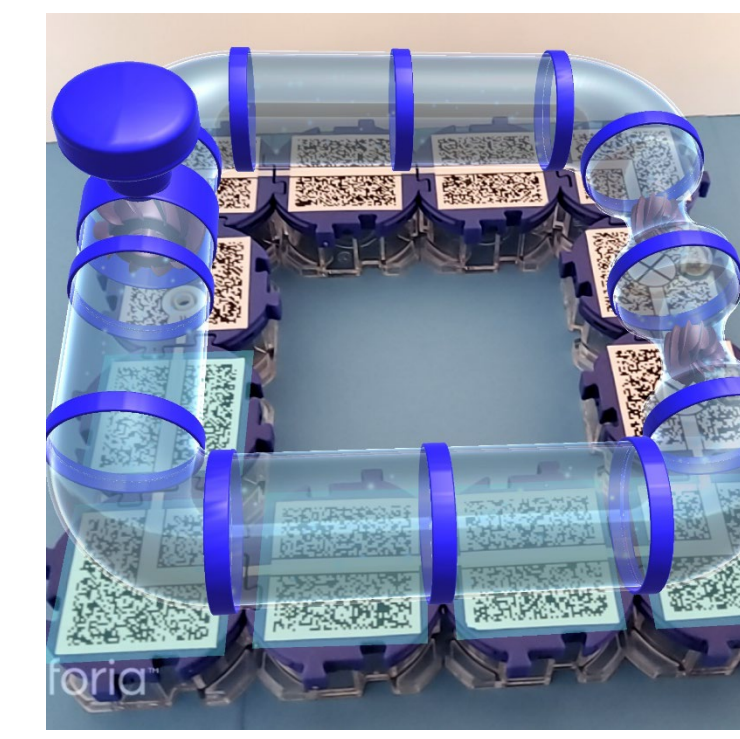
Theoretischer und empirischer Hintergrund

Stromkreismodelle mit Augmented Reality

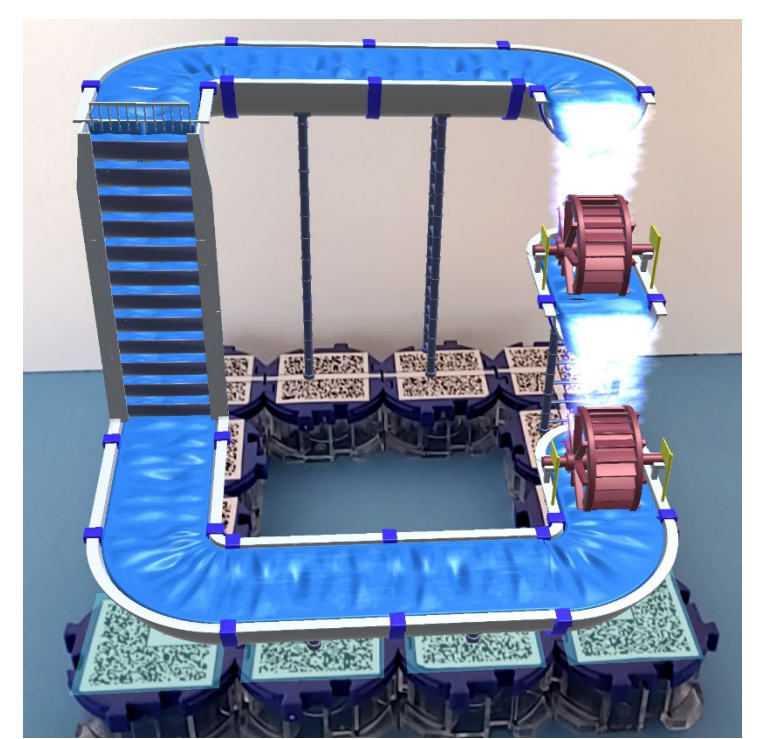
- Verständnis für abstrakte Konzepte der Elektrizitätslehre mit Analogien unterstützen (Burde & Wilhelm, 2017)
- 3 praxisrelevante Stromkreismodelle mit AR illustriert (Kreienbühl et al, 2020)



Fahrradkettenmodell



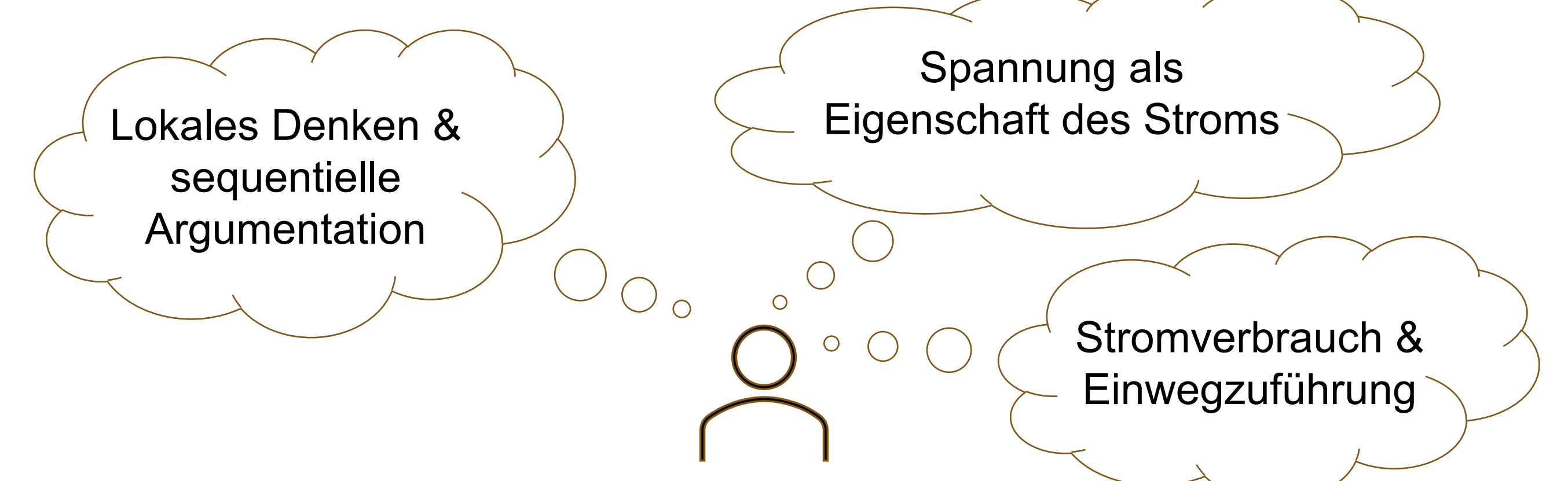
Wasser-Rohrmodell



Wasser-Höhenmodell

Lernendenvorstellungen Stromkreis

Häufige Fehlvorstellungen zum elektrischen Stromkreis (Burde, 2018; Urban-Woldron & Hopf, 2012; Wilhelm & Hopf, 2018)

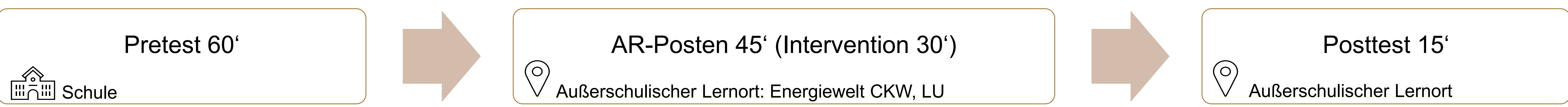


Modellkompetenzen

Kompetenzmodell von Haider (2019) beschreibt Modellkompetenzen auf zwei Ebenen:

- Allgemeine Modellkompetenzen wie z.B. Zweck von Modellen (Digel, 2020; Krell & Krüger, 2010; Treagust, 2001)
- Spezifische Modellkompetenzen zum Stromkreis wie z.B. Unterschiede Stromkreis zu Wasserkreislaufmodell (Haider, 2019)

Intervention



Lernendenaufgabe bei Intervention

Leistungsaufgabe

In den folgenden Aufgaben werden Sie mit den Bausteinen elektrische Stromkreise bauen und nach anschließender den verschiedenen Modellvorstellungen ansehen. Wie diese funktionieren, wenn Sie in dieser Aufgabe können.

Wie kann der folgende Stromkreis dargestellt werden? Wie werden die Stromquelle, die Leitung und die Lampe in den Modellen dargestellt?

Aufbauhinweise

- Bau den Stromkreis mit den Bausteinen nach.
- Spand den Stromkreis mit dem Tablett.
- Sieh nach, ob die Modellbauartenarten des Stromkreises auf dem Tablett zu:
 - Fahrradkette
 - Rohrmodell des Wasserkreislaufs
 - Höhenmodell des Wasserkreislaufs
- Ergänzt die Aufgabe auf dem Gruppenblatt.

Tipps auf der Rückseite

2x3 faktorielles Design

Stichprobe: ca. 600 Primarschüler*innen

Wartekontrollgruppe	Intervention	Modell	Modell
	Anleitung des Wechsels Experimental- und Realebene	+	+
	nicht angeleitet (nur Modell)		
	angeleitet V1 (Verbindung Modell-Experiment)		
	angeleitet V2 (Diskussion anregen)		

Messinstrumente

- Konzepttest einfacher Stromkreis (Ivanjek et al, 2021; Burde, 2018; Engelhardt und Beichner, 2004; University of York Science Educations Group, 2002)
- Allg. Modellkompetenz-Test (Haider, 2019; Treagust, 2001; Treagust, 2002)
- Spez. Modellkompetenz-Test (adaptiert Haider, 2019)

Erste Ergebnisse

Pilotstudie

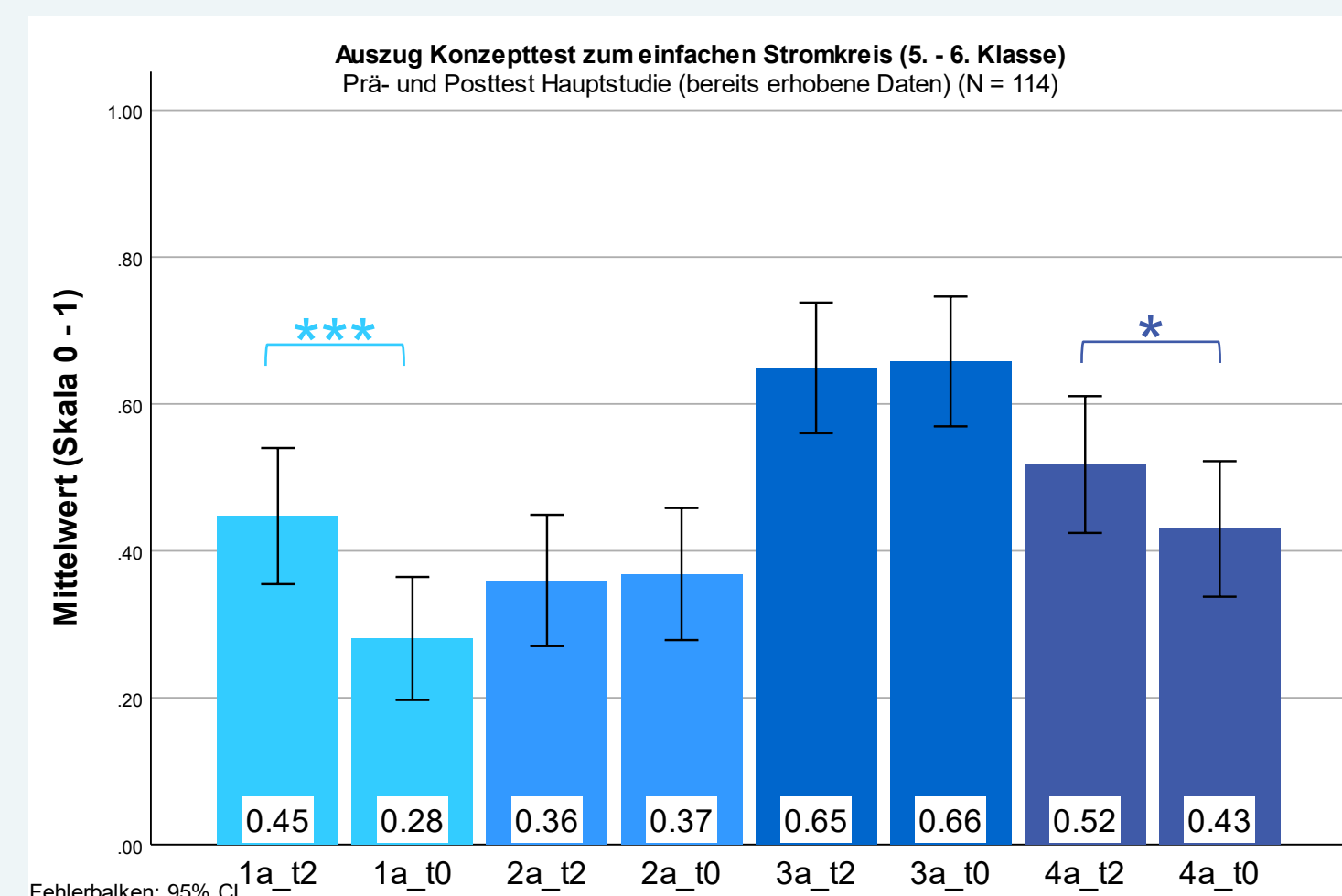
Skalenreliabilität

- Intrinsische Lernmotivation in Naturwissenschaften (Habig, 2017; Rheinberg & Wendland, 2002) $M = 2.90, SD = .83, N = 67$; 3 Items, Likertskala (5); $\alpha = .61, \omega = .67$
- Selbstwirksamkeitserwartung beim Experimentieren (Schroedter und Körner, 2012) $M = 3.31, SD = .67, N = 63$; 8 Items, Likertskala (5); $\alpha = .86, \omega = .86$
- Need for cognition (Beisert et al, 2014) $M = 3.13, SD = .69, N = 65$; 6 Items, Likertskala (5); $\alpha = .63, \omega = .53$
- Aktivitätsbezogene intrinsische Motivation (Habig, 2017; Rheinberg & Wendland, 2002) $M = 3.84, SD = .43, N = 72$; 6 Items, Likertskala (5); $\alpha = .82, \omega = .82$

Hauptstudie (Einblick laufende Erhebung)

Auszug Konzepttest zum einfachen Stromkreis

4 Items, MC-Test, jeweils 4 Antwortmöglichkeiten
Vergleich Messzeitpunkt Post₁₂ und Pre₁₀: $T(113) = 1.83, p = .035 \rightarrow sig.$
 $M_{12} = 1.97, SD_{12} = 1.12, N = 114 \Rightarrow M_{10} = 1.77, SD_{10} = 1.11, N = 114$



- Items (Multiple-Choice):
- 1a – Wie lässt sich der Stromfluss am besten beschreiben?
 - 2a – Wie ändert sich die Helligkeit der Lampe L1, wenn die Lampe L2 kaputt geht? (Reihenschaltung)
 - 3a – Wie hell leuchten L1 und L2? (Reihenschaltung)
 - 4a – Wie verändert sich die Helligkeit von L1 und L2, wenn L0 hinzugefügt wird? (2er- zu 3er-Reihenschaltung)

WORK IN PROGRESS

Alle G., Lucas, T. & Kanyon, R. (2021) A Systematic Review of Augmented Reality in STEM Education. Studies of Applied Economics, 39(1). https://doi.org/10.2511/1545-3914/390101. Bessert, H., Köhler, M., Rempert, M. & Baerlein, C. (2014). Eine deutschsprachige Kurztabelle zur Messung des Konstrukts Need for Cognition: Die Need for Cognition Kurztabelle (NFC-K). GESIS-Working Paper, 2014/02. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:5:1-63337-Buchner, J., Buntin, K. & Kerres, M. (2021). A systematic map of research characteristics in studies on augmented reality and cognitive load. Computers and Education, 162. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.105029. Burde, J.-P. & Wilhelm, T. (2017). Modelle in der Elektrizitätslehre: Ein didaktischer Vergleich verschiedener Stromkreismodelle. Unterricht Physik, 28(17), 8-13. Digel, S. (2020). Messung von Modellkompetenzen in Physik: Theoretische Herleitung und empirische Prüfung eines Kompetenzmodells physikalischer Modellierungskompetenz. Studien zum Physik- und Chemieunterricht, Band 292. Logos Verlag Berlin. Engelhardt, P. V. & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. American Journal of Physics, 72(1), 98-115. https://doi.org/10.1119/1.1614813. Garzón, J., Pavón, J. & Baldito, S. (2018). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. Virtual Reality, 23(4), 447-459. https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9. Habig, S. (2017). Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren. Studien zum Physik- und Chemieunterricht, Band 223. Logos. Haider, M. (2019). Modellkompetenz im naturwissenschaftlichen Sachunterricht: Eine empirische Studie zum Lernen mit Modellen und über Modelle in der Primarstufe. Logos Verlag Berlin. Hädicke, M. & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. Computers & Education, 123, 109-123. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002. Haug, L., Morris, L., Schaubitz, T., Hoff, M., Burde, J.-P., Haager-Schulze-Höfer, C., Dopalka, L., Späth, V. & Wilhelm, T. (2021). Development of a two-tier instrument on simple electric circuits. Physical Review Physics Education Research, 17(2). https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020123. Kreienbühl, T., Welzel, R., Burgess, N., Schmid, A. M. & Brovelli, D. (2020). AR Circuit Constructor: Combining Electricity Building Blocks and Augmented Reality for Analogy-Driven Learning and Experimentation. In 2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct) (S. 13-18). IEEE. Krell, M. & Krüger, D. (2010). Diagnostik von Modellkompetenz: Theoretische Konstruktion und Selektion von geschlossenen Items. In D. Krüger, A. Upmeyer & B. Noll (Hrsg.), 12. Pädagogische Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie Symposium im Rahmen der Tagung von Biowissenschaftlerinnen und Biologen in der Naturwissenschaften. In D. Krüger, I. Panofschke & H. Schweser (Hrsg.), Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung (S. 141-157). Springer Berlin Heidelberg. Lauer, L. & Peschel, M. (2023). Virtuelle Welten - Neue Realitäten in der Digitalität: Herausforderungen für den Grundschulunterricht. In H. Thomas, M. Peschel, M. Markus, Schimanski & Daniela (Hrsg.), Beiträge zur Reform der Grundschule, Band 155. Grundschulverband, Müller, R., Wodzinski, R. & Hopf, M. (2011). Schülerleistungen in der Physik. Aulis. Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. Personal and Ubiquitous Computing, 18(6), 1503-1514. https://doi.org/10.1007/978-3-642-07471-7. Rheinberg, F. & Wendland, M. (2002). Veränderung der Lernmotivation in Mathematik: Eine Komplexitätsanalyse auf der Sekundarstufe I. In M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.), Bildungsqualität von Schule: Schwere und aussergewöhnliche Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen (S. 368-370). Beltz. https://doi.org/10.24606/13684. Schroedter, S. & Körner, H.-D. (2012). Entwicklung eines Fragebogens zur Selbstwirksamkeitserwartung beim Experimentieren (SWE-ES). In S. Bernthel (Hrsg.), Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht (S. 156-160). Lit-Verlag. Schweiger, M., Wimmer, J., Chaudhry, M., Aves, Siegle, B. & Xie, D. (2022). Learning in der Schule durch Augmented und Virtual Reality? Eine quantitative Synthese von Wirkungsevidenzen zum Einsatz virtueller Realitäten in Grund- und weiterführenden Schulen. MedienPädagogik (MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung), 47(2022-1), 1-25. https://doi.org/10.21240/medienpaed47202204.01.X. Treagust, D. F., Chittleborough, G. & Marnolia, T. L. (2001). Students' concept of models: An epistemological and ontological perspective. In WAER (Hrsg.), Proceedings Western Australian Institute for Educational Research Forum 2001. http://www.waer.org.au/forum2001/treagust.html. Treagust, D. F., Chittleborough, G. & Marnolia, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. International Journal of Science Education, 24(4), 357-368. https://doi.org/10.1080/0950080011060685. University of York Science Educations Group. (2002). EFSE Project 7. Set 7-4. https://www.york.ac.uk/education/research/efse/projects/efseproject7/efseproject7researchsummary.html. Urban-Woldron, H. & Hopf, M. (2012). Entwicklung eines Testinstruments zum Verständnis in der Elektrizitätslehre. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 15, 201-227. Wilhelm, T. & Hopf, M. (2018). Schülerleistungen zum elektrischen Stromkreis. In H. Schweser, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Dull (Hrsg.), Schülerleistungen und Physikumrent: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (S. 116-138). Springer Berlin Heidelberg.