

KI-gestütztes Experimentieren mit einfachen Stromkreisen

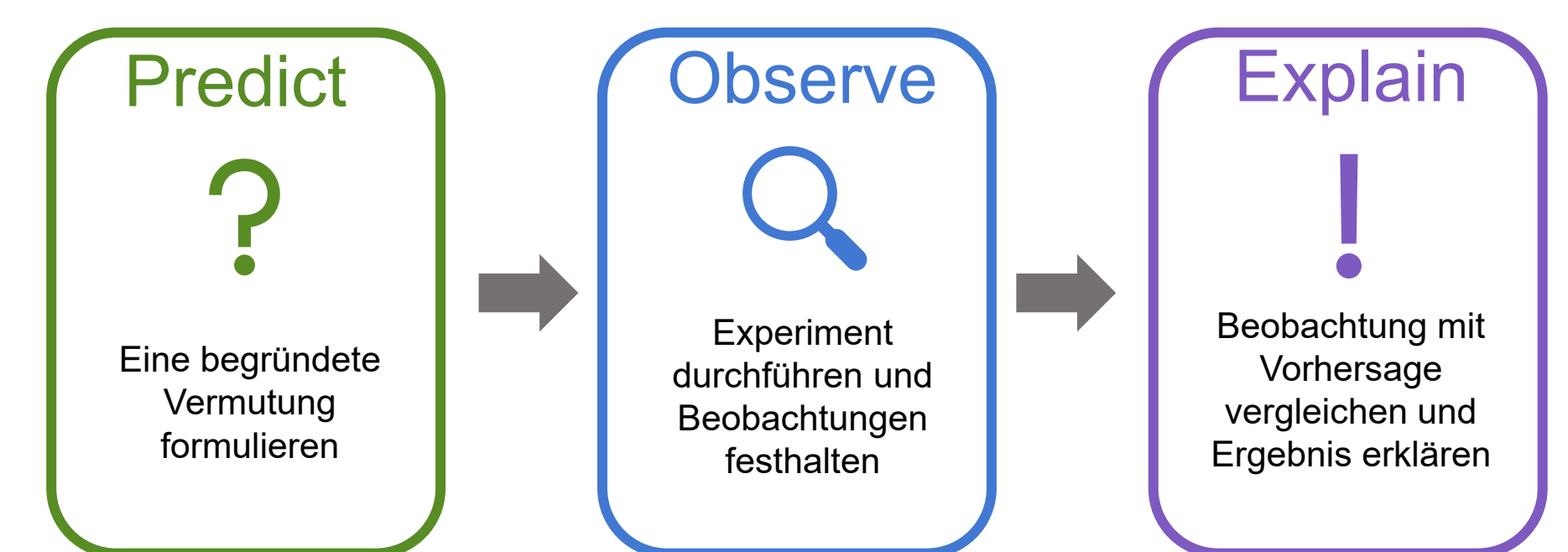
Tilman Steinmetz¹, Peter Gerjets² & Jan-Philipp Burde¹

¹Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 14, 72076 Tübingen

²Leibniz-Institut für Wissensmedien, Schleichstraße 6, 72076 Tübingen

Motivation und Hintergrund

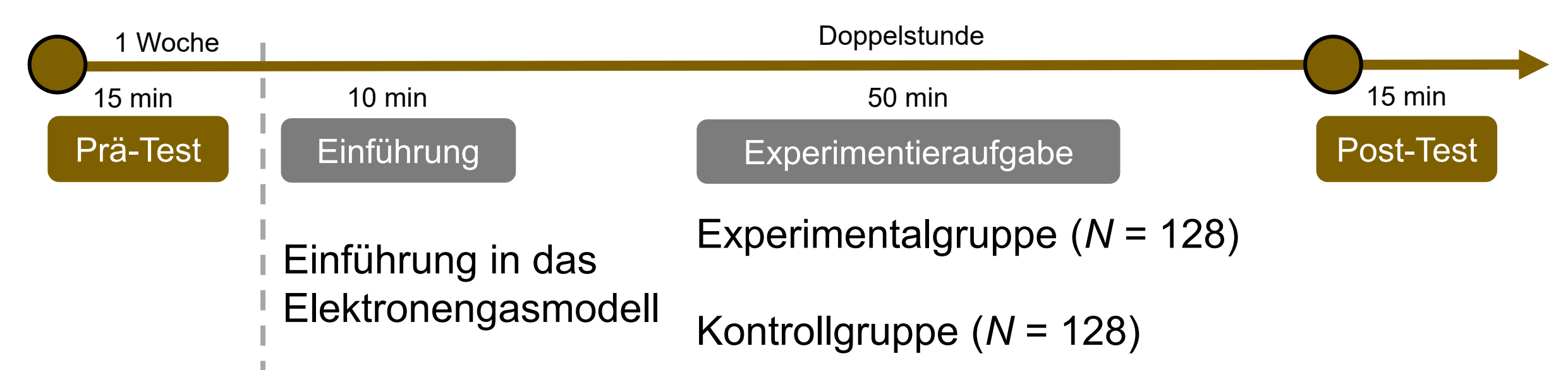
- Schülerexperimente** haben das Potenzial durch eigenständiges, handlungsorientiertes Arbeiten ein nachhaltiges Verständnis zu fördern
- Dieses **Lernpotenzial bleibt häufig ungenutzt**, da Lernende beim Experimentieren oft überfordert sind (Hofstein & Kind, 2012; Hopf, 2007; Wirth et. al., 2008)
- Das **Predict-Observe-Explain-Schema** (POE) unterstützt konzeptgeleitetes Experimentieren, erfordert jedoch anspruchsvolle Reflexionsprozesse (White & Gunstone, 1992)
- Forschungsfrage:** Ist ein digitales Arbeitsblatt mit integriertem KI-Tutor beim konzeptgeleiteten Experimentieren nach dem POE-Schema lernwirksamer als ein klassisches Arbeitsblatt mit Musterlösung?



Studiendesign und Methode

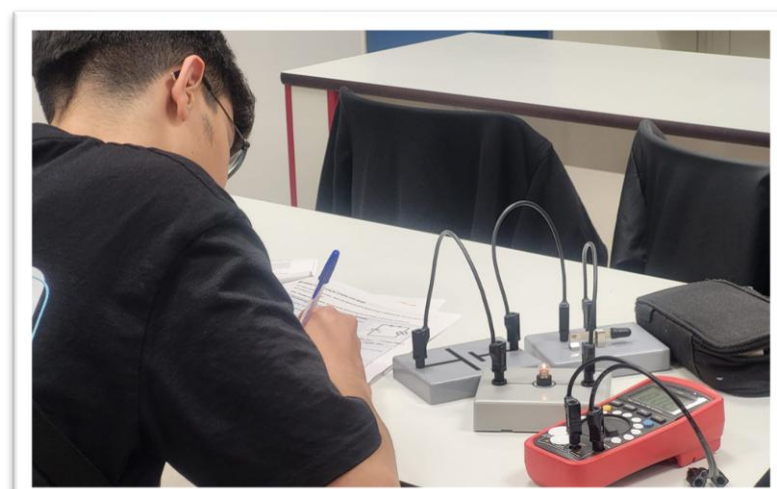
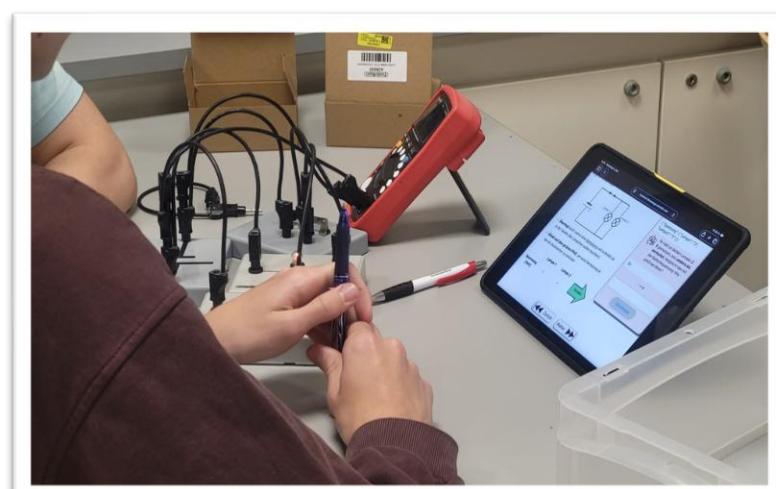
- Experimental-/ Kontrollgruppendesign
- Randomisierte Zuteilung innerhalb der Klassen
- 10 Klassen ($N = 256$ Schülerinnen und Schüler, Klassenstufe 8)
- Abhängige Variable: Konzeptverständnis zur Spannung in einfachen Stromkreisen (8 zweistufige Items; Ivanjek et al., 2021; Groß et al., 2025)
- Kontrollvariablen: Konzeptverständnis und phys. Selbstkonzept (jeweils Prätest)
- Qualitative Daten: Chat-Logs bzw. ausgefüllte Arbeitsblätter

Ablauf

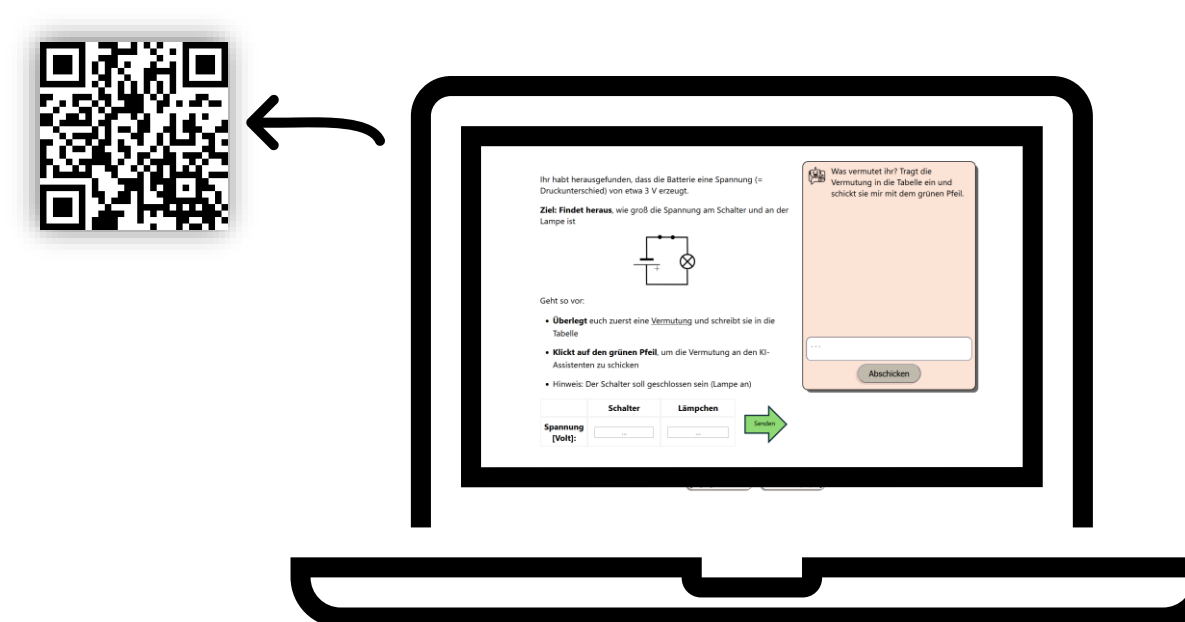


Experimentieraufgabe

- Aufgabenstellung:** Spannung an Bauteilen und Schaltungen vorhersagen, messen und erklären
- Didaktisches Konzept:** Vermutungen und Erklärungen im Rahmen des Elektronengasmodells begründen
- Setting:** Dyadische Bearbeitung der Experimentieraufgabe

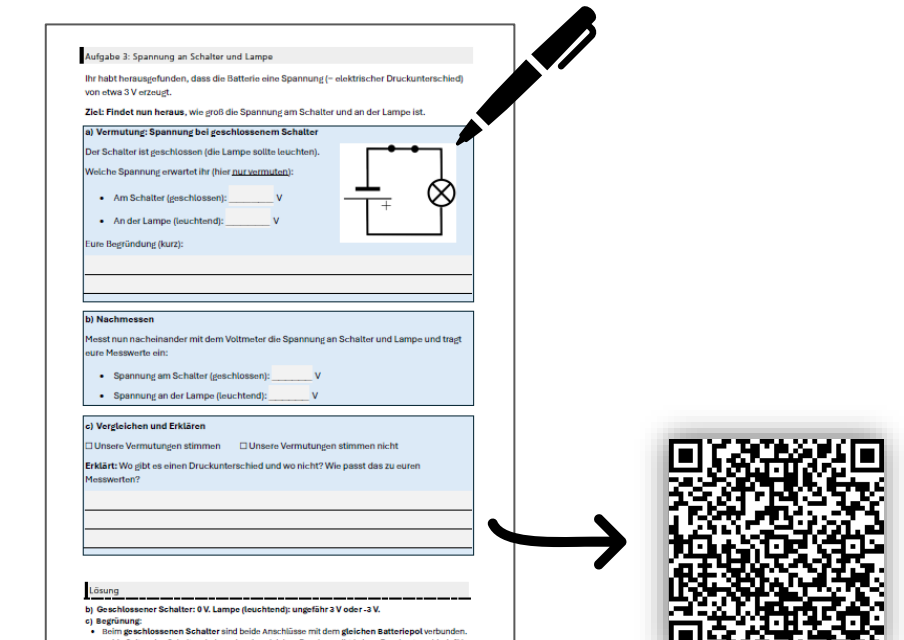


Experimentalgruppe



KI-Tutor: Feedback und Unterstützung bei Fragen und Schwierigkeiten

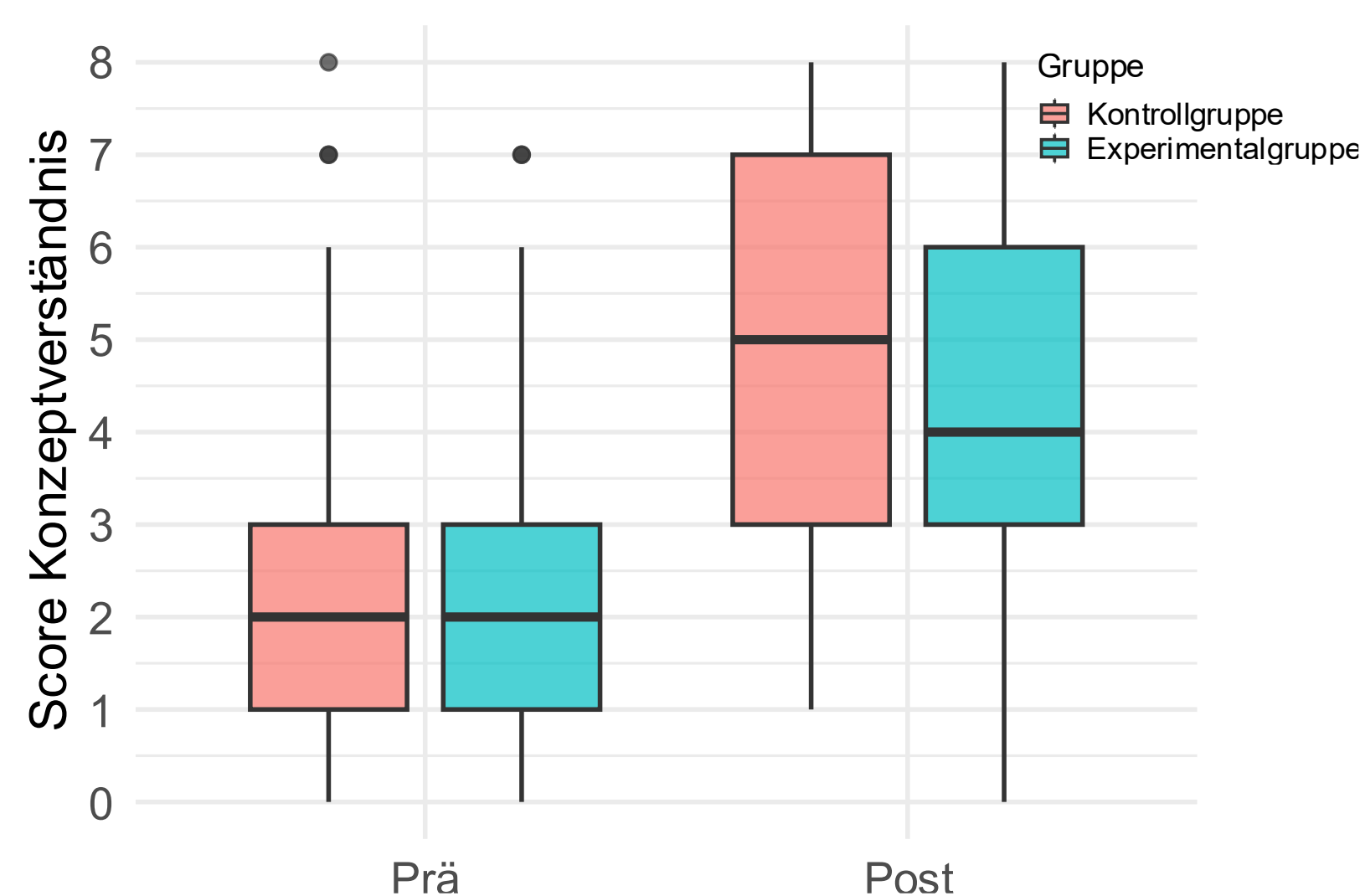
Kontrollgruppe



Arbeitsblatt: Enthält Musterlösung zum Abgleich

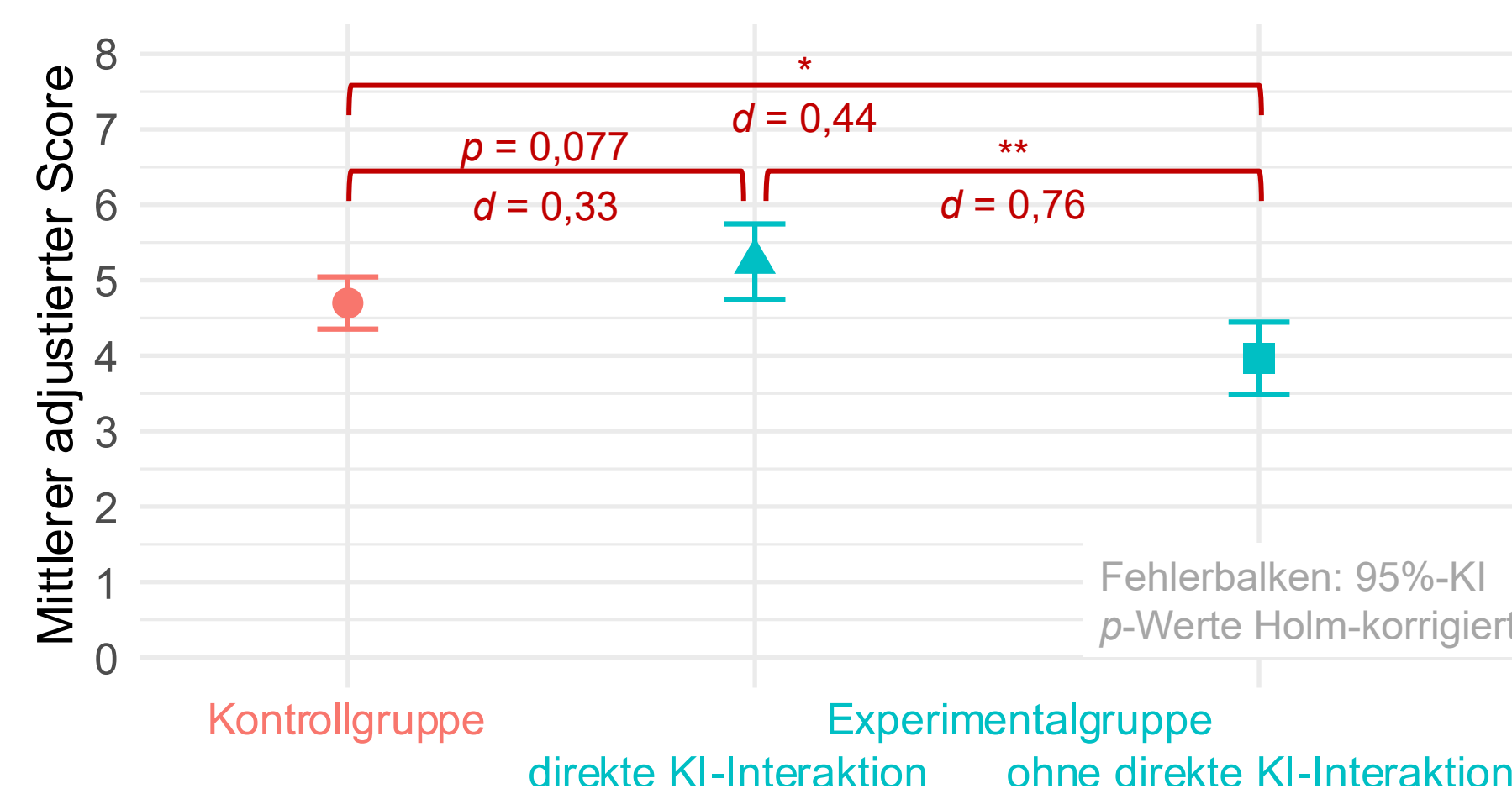
Ergebnisse des Gruppenvergleichs

Konzeptverständnis im Prä-Post Vergleich



Modellbasierte Posttest-Werte getrennt nach KI-Interaktion

Kontrolliert für Prätest und Selbstkonzept



Modellbasierte Ergebnisse

- ANCOVA des Posttest-Scores, kontrolliert für Prätest und physikalisches Selbstkonzept
- Direkte KI-Interaktion: höhere Posttest-Werte als ohne direkte KI-Interaktion; gegenüber der Kontrollgruppe nur eine nicht signifikante Tendenz
- Gesamtmodell: $F(4, 181) = 22,98$, $p < .001$; $R^2_{adj} = .32$

Fazit und Ausblick

- Gruppenunabhängig deutlicher Lernzuwachs beim Spannungskonzept:** $F(1, 212.25) = 314.83$, $p < .001$, $\eta^2_p = .60$
- KI-Nutzen abhängig von der Rolle in der Partnerarbeit:** Vorteile zeigten sich ausschließlich bei Lernenden mit direkter KI-Interaktion; gegenüber der Kontrollgruppe bestand jedoch nur eine nicht signifikante Tendenz zugunsten dieser Gruppe
- Ausblick:** Analyse der Chat-Logs zur Nutzung des KI-Tutors und zu Zusammenhängen zwischen Nutzungsverhalten und Lernerfolg

Literatur

Burde, J.-P., & Wilhelm, T. (2020). Teaching electric circuits with a focus on potential differences. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020153.
 Groß, B., Ivanjek, L., Flegel, S., Glaesner, J., Kelava, A., & Burde, J.-P. (2020). Development and validation of a two-tier test instrument on simple electric circuits. *Physical Review Physics Education Research*, 22(1), 010105. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.22.010105>
 Hofstein, A., & Kind, P. M. (2012). Learning in and from Science Laboratories. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Hrsg.), *Second International Handbook of Science Education* (S. 189–207). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_15
 Hopf, M. (2007). Problemorientierte Schülerexperimente. *Logos*.
 Holmes, N. G., & Wieman, C. E. (2016). Introductory physics labs: We can do better. *Physics Today*, 71(1), 38–45. Chi, M. T. H., Siler, S. A., Jeong, H., Yamauchi, T., & Hausmann, R. G. (2001). Learning from human tutoring. *Cognitive Science*, 25(4), 471–533.
 Ivanjek, L., Morris, L., Schubatzky, T., Hopf, M., Burde, J.-P., Haagen-Schützenhöfer, C., Dopatska, L., Spatz, V., & Wilhelm, T. (2021). Development of a two-tier instrument on simple electric circuits. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 020123. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020123>
 Renkl, A. (2011). Aktives Lernen: Von sinnvollen und weniger sinnvollen theoretischen Perspektiven zu einem schillernden Konstrukt. *Unterrichtswissenschaft*, 39(3), 187–212.
 White, R., & Gunstone, R. (1992). London and New York: The Falmer Press.
 Wirth, J., Thillmann, H., Künstling, J., Fischer, H., & Leutner, D. (2008). Das Schülerexperiment im naturwissenschaftlichen Unterricht: Bedingungen der Lernförderlichkeit einer verbreiteten Lehrmethode aus instruktionspsychologischer Sicht. *Zeitschrift für Pädagogik*, (54), 361–375.