

Augmentierte Schülerexperimente in der E-Lehre: Wie förderlich ist diese Visualisierung?

Kurzfassung

Die Sekundarstufe I bietet in der 10. Jahrgangsstufe in Bayern zum Thema der Elektrizitätslehre viele Experimente zur Anwendung einer augmentierten Lernumgebung. Dabei sollen die in diesem Projekt entwickelten Applikationen hauptsächlich die Modelle der magnetischen Felder sichtbar machen. Die Applikationen werden in einem Lehr-Lern-Labor angewendet, in dem Schülerinnen und Schüler ein Stationenlernen mit sechs verschiedenen Experimenten durchführen. Mittels quantitativer Testinstrumente wird das Konstrukt des situationalen Interesses erhoben und die Anwendung von Augmented Reality mit zwei weiteren Darbietungsformen verglichen. Diese Darbietungsformen sind zum einen Experimente, welche im klassischen Sinne durchgeführt werden, und zum anderen Experimente, welche zusätzlich mit einer Simulation unterstützt werden. Der Beitrag liefert einen Überblick über die durchgeführte Studie und präsentiert erste vorläufige Ergebnisse.

Theoretische Einordnung

Zum Themengebiet Augmented Reality (AR) gibt es nach wie vor nur sehr wenige quantitative Beiträge (Wyss et al., 2022). Die Visualisierung von Modellen kann mit Hilfe von AR umgesetzt und dadurch das entsprechende theoretische Modell direkt an dem realen Experiment überlagert werden. Der Vergleich in Abbildung 1 zeigt, dass auf der linken Seite das klassische reale Experiment und auf der rechten Seite durch die Erweiterung mittels AR zusätzlich das dreidimensionale Magnetfeld eines Stabmagneten zu sehen ist. Da Experimente die SchülerInnen motivieren und ihnen die Möglichkeit geben sollen, ihre Vermutungen oder Ergebnisse experimentell zu überprüfen, stehen Experimente nach wie vor im Fokus des Physikunterrichts und der Forschung (Lindlahr, 2014). Gleichzeitig gelten Modelle und Visualisierungen im Allgemeinen als lernförderlich (Kircher et al., 2020; Mikelskis-Seifert, 2004). Daher bietet es sich an AR und reale Schülerexperimente miteinander zu kombinieren. Dabei hat zum einen das Design der Lernmaterialien einen Einfluss auf die kognitive Belastung (R. E. Mayer, 2014; Sweller et al., 1998) und zum anderen die Gestaltung der Lernumgebung durch die Person-Gegenstands-Konzeption des Interesses nach Krapp einen Einfluss auf das situationale Interesse (Krapp, 2002; Schiefele et al., 1993).

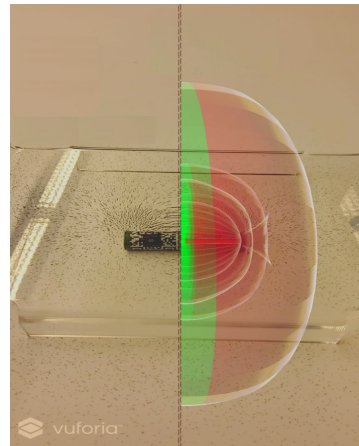


Abb. 1 Schülerexperiment real
(links) und augmentiert (rechts)

Studiendetails

Im Fokus der Studie steht die Wirkung der Darbietungsweise von physikalischen Modellen auf das situationale Interesse. Dabei stellt sich die Frage, ob die Verwendung einer AR-Applikation im Vergleich zu klassischen oder mit Simulationen unterstützten Schülerexperimenten einen Einfluss auf das situationale Interesse hat. Des Weiteren soll der Frage nachgegangen werden, welchen Einfluss das Sach- und Fachinteresse oder allgemein zusammengefasst das individuelle Interesse auf das situationale Interesse bei den verschiedenen Darbietungsmöglichkeiten haben.

Im Vordergrund steht die individuelle Sicht der SchülerInnen auf die Darbietungsmethode. Aus diesem Grund erhalten alle SchülerInnen die verschiedenen Darbietungen und dies in unterschiedlicher Reihenfolge, um Zeiteffekte zu vermeiden (vgl. Abb.2). Mit Durchführung der Zwischentests von Habig et al. (2018) nach jedem Block kann auf das situationale Interesse der jeweiligen Darbietungsmethode geschlossen werden. Für einen detaillierteren Ablauf sei an dieser Stelle auf Schwanke & Trefzger (2020) verwiesen.

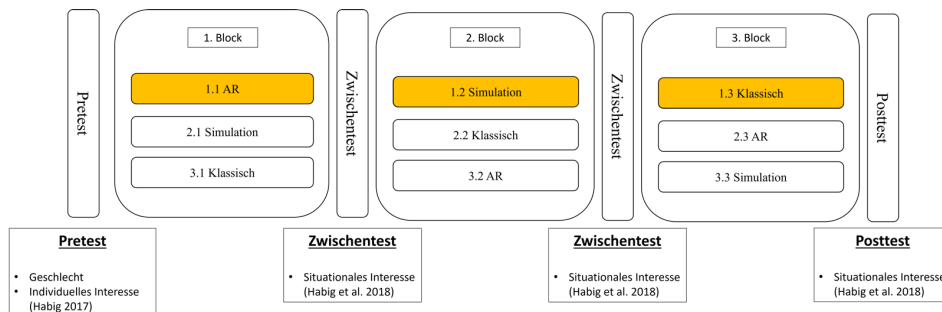


Abb. 2 Studiendesign und Ablauf der Intervention

An der Studie nahmen seit Dezember 2022 192 SchülerInnen der 10. Klassen bayerischer Gymnasien im Raum Würzburg teil. Von diesen liegen insgesamt 163 vollständige Datensätze vor, welche sich in 76 Frauen und 87 Männer aufspalten, von denen 92 den naturwissenschaftlichen Zweig und 71 den nicht naturwissenschaftlichen Zweig wählten.

Aufbereitung der Daten

Die erhobenen Daten wurden nach gängigen Methoden aufbereitet. Dabei wurde für den Test des Fachinteresses eine interne Konsistenz von $\alpha=0.80$ und für den Test des Sachinteresses ein $\alpha=0.88$ ermittelt. Für die Subskalen des situationalen Interesses (SIT) ergeben sich für alle drei Messzeitpunkte Werte zwischen $\alpha=0.63$ und $\alpha=0.89$.

Ebenfalls wurde für die Daten des situationalen Interesses zu den jeweiligen Testzeitpunkten eine explorative Faktorenanalyse mittels einer Maximum-Likelihood-Faktorenanalyse mit Promax-Rotation durchgeführt. Dabei ergibt sich, dass die vier Subskalen des situationalen Interesses, namentlich die emotionale Valenz (emo), die aktivitätsbezogene intrinsische Motivation (exin), die wertbezogene Valenz (wert) und das themenbezogene Interesse (kon), nur auf zwei Faktoren laden (vgl. Tab.1). Dieses Ergebnis wird auch bei Habig (2017) festgestellt. Aus diesem Grund kann angenommen werden, dass die Items der emotionalen Valenz und der aktivitätsbezogenen intrinsischen Motivation einen Faktor bilden. Ebenfalls kann angenommen werden, dass die Items der wertbezogenen Valenz und des themenbezogenen Interesses einen Faktor bilden.

	SIT 1. Block		SIT 2. Block		SIT 3. Block	
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 1	Faktor 2
emo1	0.50		0.38	0.33	0.43	
emo2	0.58		0.55		0.60	
emo3	0.67		0.85		0.63	
wert1		0.51		0.63		0.64
wert2		0.40		0.58	0.31	0.38
wert3		0.43		0.51		0.57
exin1	0.61		0.53		0.63	
exin2	0.41		0.34		0.49	
exin3	0.88		0.88		0.91	
exin4	0.87		0.73		0.76	
exin5	0.70		0.85		0.87	
exin6	0.55		0.55		0.68	
kon1		0.90		0.81		0.91
kon2		0.65		0.78		0.83
kon3		0.72		0.78		0.88
kon4		0.86		0.84		0.90
kon5		0.45		0.47		0.64

Tabelle 1: Blockweise Faktorenanalyse mit zwei angenommenen Faktoren. Ladungen unter .3 werden nicht angezeigt

Vorläufige Ergebnisse der Evaluation

Nach Aufbereitung der Daten wurde ein Mehrgruppenvergleich in einem Strukturgleichungsmodell berechnet, um Zusammenhänge zwischen dem individuellen Interesse und der emotionalen Valenz der weiblichen und männlichen Teilnehmer zu prüfen. Unter Einhaltung der von Hu & Bentler (1999) geforderten globalen Fit Indizes passt das Modell (CFI=0.99, RMSEA=0.007, SRMR=0.066) zu den erhobenen Daten und es können folgende vorläufige Aussagen getroffen werden:

Bei beiden Geschlechtern führte die klassische Darbietung zu den niedrigsten Werten der emotionalen Valenz. Bei einem maximal zu erreichendem Wert von 4 ergeben sich folgende Mittelwerte: Frau: $AR_F = 1.33$, $SIM_F = 1.90$, $K_F = 0.99$; Mann: $AR_M = 1.75$, $SIM_M = 2.00$, $K_M = 1.39$. Der Zusammenhang von individuellem Interesse und emotionaler Valenz unterscheidet sich für die verschiedenen Darbietungsformen und wird hier durch einen standardisierten Pfadkoeffizient β geschätzt. Während durch das Fachinteresse bei den Frauen ein geringer Zusammenhang zu erkennen ist ($\beta_{AR,F} = 0.12$, $\beta_{SIM,F} = 0.19$, $\beta_{K,F} = 0.14$), hat dieses bei den Männern keinen Einfluss ($\beta_{AR,M} = -0.03$, $\beta_{SIM,M} = 0.01$, $\beta_{K,M} = -0.05$). Es liegt ein Zusammenhang zwischen dem Sachinteresse und der emotionalen Valenz bei der Darstellung mittels AR und der klassischen Darstellung vor, bei der Simulation jedoch nicht. Männer: ($\beta_{AR,M} = 0.40^*$, $\beta_{SIM,M} = 0.27$, $\beta_{K,M} = 0.55^{***}$)¹ Frauen: ($\beta_{AR,F} = 0.44^*$, $\beta_{SIM,F} = 0.13$, $\beta_{K,F} = 0.53^{**}$). Limitiert werden diese Aussagen durch eine zu geringe Stichprobengröße. Aus diesem Grund und zur Untermauerung der Ergebnisse wird eine Nacherhebung ab Dezember 2023 angesetzt, um ein N von 300 zu erreichen.

¹ Signifikanzniveau: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Literaturverzeichnis

- Habig, S. (2017). *Systematisch Variierte Kontextaufgaben und Ihr Einfluss Auf Kognitive und Affektive Schülerfaktoren. Studien Zum Physik- und Chemielernen Ser: v.223*. Logos Verlag Berlin. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5313492>
- Habig, S., van Vorst, H. & Sumfleth, E. (2018). Merkmale kontextualisierter Lernaufgaben und ihre Wirkung auf das situationale Interesse und die Lernleistung von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 99–114. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0077-8>
- Hu, L. & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Kircher, E., Girwidz, R. & Fischer, H. E. (2020). *Physikdidaktik | Grundlagen* (4. Auflage). Springer Spektrum.
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12(4), 383–409. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00011-1)
- Lindlahr, W. (2014). Virtual-Reality-Experimente für Interaktive Tafeln und Tablets. In J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), *Naturwissenschaften. Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 90–97). Joachim-Herz-Stiftung Verlag.
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. Mayer & R. E. Mayer (Hrsg.), *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge handbook of multimedia learning* (Second edition, S. 43–71). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>
- Mikelskis-Seifert, S. (2004). *Erforschen, Entdecken, Erklären. Modulbeschreibungen des Programms SINUS-Transfer Grundschule. Naturwissenschaften. G2*. <https://www.fachportal-paedagogik.de/literatur/vollanzeige.html?Fid=1003631>
- Schiefele, U., Krapp, A. & Schreyer, I. (1993). Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 25, 120–148.
- Schwanke, H. & Trefzger, T. (2020/2020). Augmented Reality in Schulversuchen der E-Lehre in der Sekundarstufe I. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Hrsg.), *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung: 2020: Bonn*. <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/1052> (Erstveröffentlichung 09.2020)
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- Wyss, C., Degonda, A., Bühner, W. & Furrer, F. (2022). The Impact of Student Characteristics for Working with AR Technologies in Higher Education—Findings from an Exploratory Study with Microsoft HoloLens. *Information*, 13(3), 112. <https://doi.org/10.3390/info13030112>