

Thomas Benedikt Steinmetz^{1,2}
Alexander Glössl^{1,2}
Thomas Klinger¹
Christian Kreiter¹
Ingrid Krumphals²

¹Fachhochschule Kärnten
²Pädagogische Hochschule Steiermark

Entwicklung und Einsatz von Remote-Laboren: Das Projekt OnLabEdu

Einleitung

Im Projekt OnLabEdu (Online-Labore für naturwissenschaftliche Aus- und Weiterbildung) (Kreiter et al. 2023) werden Remote-Labore, also reale Experimentieraufbauten, welche einen fixen Standort haben, aber von überall gesteuert werden können, zu verschiedensten Themen entwickelt. Hierbei handelt es sich um ein Kooperationsprojekt der Fachhochschule Kärnten und der Pädagogischen Hochschule Steiermark (FFG-Förderschiene: Innovationslabore für Bildung, Innovationsstiftung für Bildung). Ziel des Projektes ist, breit im Bildungsbereich einsetzbare Remote-Labore zu entwickeln und erproben.

Das Augenlabor

Der Sehprozess ist ein komplexer Vorgang, mit dem sich Lebewesen in der Welt und Natur orientieren. Für den Mensch ist diese Art der Orientierung besonders essenziell für jede fast jede Art von Aktivität. Die physikalischen Phänomene, welche sich im Bereich zwischen dem Objekt in der Realität und der Abbildung jenes Objekts auf der Netzhaut abspielen, sind von großem Interesse für die Lehre im Bildungsbereich. Reale Vorgänge, optische Täuschungen, Beleuchtung von besonderen Objekten in Museen oder sonstige multimediale Anwendungen, wo der Sehprozess die tragende Rolle spielt, sind unweigerlicher Bestandteil des Lebens von Schüler:innen. Optik und damit auch der Sehprozess wurden nun in Österreich im neuen Lehrplan in der 6. Schulstufe eingegliedert. Fokus dabei ist u.a. der phänomenologische Teil des Sehprozesses. Um die Aspekte des menschlichen Sehprozesses gut nachvollziehbar darstellen zu können, bedarf es geeigneter Modelle und Experimente. So wurde ein Remote Labor – das Augenlabor – mit dem Fokus auf den menschlichen Sehprozess entwickelt (Klinger et al., 2024) (siehe Abb. 1). Dieses Experiment im Unterricht selbst aufzubauen ist mit großem Zeitaufwand verbunden, außerdem fehlen häufig auch die monetären Ressourcen an den Schulen, für das benötigte Equipment. Hier kann der Einsatz eines Remote-Labors von großem Vorteil sein.

Öffnet man das Remote-Labor, so sieht man den Aufbau einer Optischen Bank mit verschiedenen Bauteilen, welche den Sehprozess darstellen. Grundsätzlich unterscheidet sich der Aufbau zum klassischen Aufbau in der Schule durch ein Augenmodell, welches unterschiedlichste Funktionen umfasst (Klinger et al., 2024). Grundlegende Funktionen im Labor umfassen die Abstandsveränderung von der Linse zur Netzhaut und zum Objekt, Lichtintensitätsveränderungen mittels Irisblende, Objekteinstellungen auf einem Display sowie ein Korrekturlinsenrad.

Entwicklung von Lernumgebungen zum Augenlabor

Um die Nutzung des Remote-Labors für Lehrende einfacher zu gestalten, werden im Rahmen des Projekts auch empirisch gestützte Unterrichtsmaterialien entwickelt (Krumphals et al., 2024). Unterstützende Lehr- und Lernmaterialien sind von großer Bedeutung, um eine

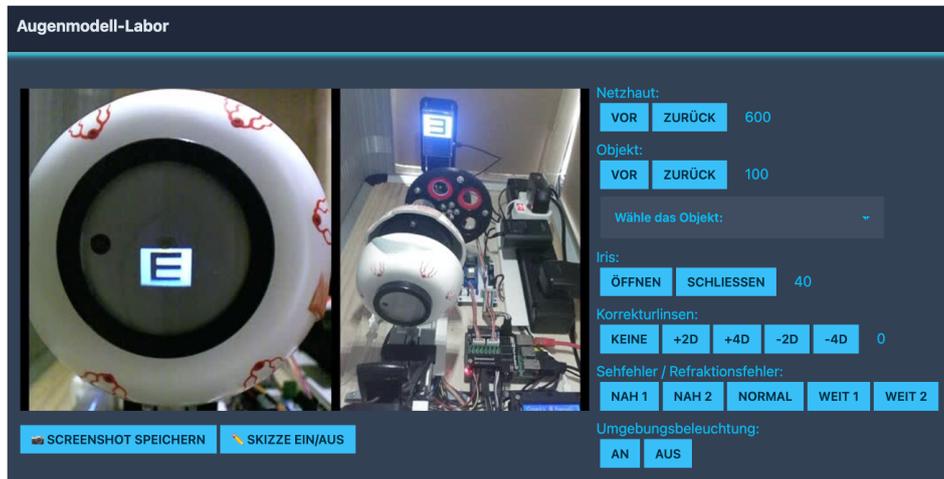


Abb. 1 Interface des Augenlabors

fachlich und fachdidaktisch fundierte Implementierung in den Unterricht zu unterstützen. Grundlage dafür bieten der Design-Based Research Ansatz (Barab & Squire, 2004; Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2020) und das Modell der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997). Grundlegende Design-Kriterien und Lernziele, die mit dem Augenlabor verfolgt werden können, wurden vorab theoriegeleitet festgelegt (siehe Krumpal et al., 2024). Das in diesem Beitrag vorgestellte Lernarrangement verfolgt das Ziel, Lernenden einen anschaulichen Eindruck in den menschlichen Sehprozess zu geben und dabei Grundkonzepte des Sehprozesses zu verstehen. Konkret wurde dafür ein Lernarrangement zum menschlichen Sehprozess mit Gamification-Elementen (Kapp, 2012) erstellt. Konkret handelt es sich bei dem Lernarrangement um eine Art „Escape Spiel“, wo die Lernenden unterschiedliche Rätsel lösen und dafür Belohnungen erhalten und in der Geschichte weiter vorankommen (für Details siehe Krumpal et al., in Druck). Grundsätzlich hat das Lernarrangement auch das Ziel die Immersion der Lernenden durch die Gamification-Elemente (Kapp, 2012) zu steigern und über die bereitgestellten Hilfen selbstständiges Arbeiten zu ermöglichen.

Um den Umgang mit dem Labor zu erleichtern, wurde zum Einstieg in das Lernarrangement ein Video erstellt, welches die Funktionen des Remote-Labors erklärt. Zusätzlich gibt es eine Schaltfläche, womit sich eine Skizze des Experiments einblenden lässt, um die einzelnen Elemente des Remote-Labors auch in einer anderen bzw. vereinfachten Repräsentation zur Verfügung zu stellen. Ein Kern der Aufgabenstellungen, war die Erkennung der Unterschiede des Objekts und der Abbildung auf der Netzhaut (die Darstellung des Objekts im linken und rechten Bild in Abb. 1). So wurde u.a. der Sachverhalt, dass Objekte in der Realität auf der Netzhaut um 180° gedreht dargestellt werden in eine Geschichte eingebettet und die Lernenden werden aufgefordert, ihre Lösungen mittels des Remote-Labors zu überprüfen.

Erste Erprobung des Lernarrangements

Die Erprobung des Lernarrangements erfolgte in einem ersten Schritt mit sechs Lehramtsstudierenden im Master mittels Akzeptanzbefragungen (Jung, 1992; Wiener et al., 2018) und weiteren Interviewelementen, um auch zusätzlich erste Hinweise bzgl. weiterer Elemente bzw. der Einschätzung der Passung für die 6. Schulstufe von angehenden

Lehrkräften zu erhalten. In den Akzeptanzbefragungen wird vorrangig darauf geachtet, dass etwaige Lernbarrieren im Umgang mit dem Labor und der Aufgabe identifiziert werden können. Die Stichprobe für diese erste Befragung setzt sich aus jeweils drei Studierenden mit Physik als Unterrichtsfach und drei fachfremden Studierenden zusammen. In diesem ersten Erprobungszyklus liegt der Fokus darauf, wie intuitiv der Umgang mit dem Labor und der Lernumgebung ist. Dahingehend soll auch die Wirksamkeit des bereitgestellten Videos untersucht werden. Ziel des gesamten Lernarrangements ist es, die in der Geschichte vorkommenden Rätsel mit Hilfe des Augenlabors zu lösen und damit den gewünschten Lernerfolg zu erlangen. Wobei der Fokus auf der Drehung des auf der Netzhaut abgebildeten Bildes um 180° liegt, im Vergleich zum Objekt.

Ausgewählte Ergebnisse

Allgemein wurde aber bei allen Testpersonen (die jedoch auf Studierendenniveau waren) der gewünschte Lernerfolg erzielt und am Ende konnten alle die Drehung der Abbildung auf der Netzhaut um 180° in eigenen Worten beschreiben. Ob dies auch für Schüler:innen der 6. Schulstufe gilt, wird in einem nächsten Schritt untersucht. Außerdem konnte festgestellt werden, dass die identifizierten inhaltlichen Lernbarrieren nicht davon abhängig waren, ob die Testperson Physik als Unterrichtsfach studiert oder nicht. So ist davon auszugehen, dass diese Barrieren auch für Schüler:innen der 6. Schulstufe vorhanden sind. Außerdem wurde von den Proband:innen rückgemeldet, dass die Aufgaben hinsichtlich des Einsatzes in der 6. Schulstufe ein eher hohes Niveau aufzuweisen scheinen und entsprechende Scaffolding-Elemente zur Unterstützung ergänzt werden müssen.

Das vorangestellte Video zu den Funktionen des Labors schien positive Auswirkungen auf den Umgang mit dem Labor zu haben, da die Proband:innen leicht mit den Funktionen des Remote-Labs zurechtkamen. Dennoch wurde angemerkt das Video in kleinere Teile zu unterteilen und entsprechend bei den Aufgaben als Hilfestellung anzubieten. Das Interface des Augenlabors scheint allgemein sehr intuitiv und ist für das Lernarrangement geeignet. Dies ist u.a. an dem sehr selbstständigen Arbeitsverhalten der Proband:innen zu erkennen, da kaum Unterstützung hinsichtlich der Handhabung des Labors benötigt wurde. Unterstützung wurde hauptsächlich eingefordert, wenn Unklarheiten bei den Aufgabenstellungen auftraten.

Ein weiterer Punkt, welcher sich in den Befragungen zeigte bzw. angemerkt wurde war, dass Lernende der 6. Schulstufe vermutlich noch wenig mit Modellen und ihren Eigenschaften in Berührung gekommen sind. Das könnte sich als lernhinderlicher Faktor herauskristallisieren und wird in der Überarbeitung der Materialien mitbedacht. Die Gamification-Elemente wurden von den Proband:innen als positiv angemerkt und die Begeisterung wurde explizit angesprochen.

Ausblick

In einem nächsten Schritt wird die Lernumgebung hinsichtlich der Ergänzung von Scaffolding-Elementen sowohl auf sprachlichem Niveau als auch auf inhaltlichem Niveau überarbeitet. U.a. wird auch das Einführungsvideo kleinteiliger in die Lernumgebung eingebaut, um an den entsprechenden Stellen Unterstützung zu bieten. Die weiteren (fachdidaktischen) Hinweise zum Einsatz im Unterricht, die aus der bereits vorliegenden Expertise von den angehenden Lehrkräften genannt wurden, werden in der Überarbeitung berücksichtigt. Anschließend wird die Lernumgebung mit Schüler:innen der 6. Schulstufe erprobt.

Literatur

- Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Haagen-Schützenhöfer, C. & Hopf, M. (2020). Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020152>
- Jung, W. (1992). Probing acceptance, a technique for investigation learning difficulties. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Hrsg.), *Research in Physics Learning - Theoretical Issues and Empirical Studies, Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen* (S. 278–295). IPN.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion: Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Klinger, T., Kreiter, C., Klinger, J., Steinmetz, T. B. & Krumphals, I. (2024). A Remote Lab for School Students that Explores the Function of the Human Eye. In M. E. Auer, U. R. Cukierman, E. Vendrell Vidal & E. Tovar Caro (Hrsg.), *Lecture Notes in Networks and Systems: Bd. 899, Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education: Proceedings of the 26th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2023), Volume 1* (1st ed. 2024, S. 231–238). Springer Nature Switzerland; Imprint Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_24
- Kreiter, C., Krumphals, I., Klinger, T., Steinmetz, T., & Perera, M. R. T. (2023). The OnLabEdu Project — Preliminary Results and Outlook. 2023 6th Experiment@ International Conference (exp.at'23), Évora, Portugal. 207–211. doi: 10.1109/exp.at2358782.2023.10545779
- Wiener, G. J., Schmeling, S. M. & Hopf, M. (2018). The technique of probing acceptance as a tool for teachers' professional development: A PCK study. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(6), 849–875. <https://doi.org/10.1002/tea.21442>
- Krumphals, I., Steinmetz, T. B., Glössl, A., Kreiter, C., Klinger, T. (in Druck). Enhancing Science Education through Remote Laboratories: Concrete Tasks and Applications. In M.E. Auer, D. May (Hrsg.), 2024 Yearbook Emerging Technologies in Learning. Springer. n.n.
- Krumphals, I., Steinmetz, T. B., Kreiter, C., Klinger, J. & Klinger, T. (2024). The Development of a Learning Arrangement in a Human Eye Remote Laboratory. In IEEE EDUCON 2024 conference proceedings: IEEE EDUCON 2024 - IEEE Global Engineering Education Conference: Kos, Greece, May 8-11, 2024, Kos International Convention Centre (S. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578591>
- Wiener, G. J., Schmeling, S. M. & Hopf, M. (2018). The technique of probing acceptance as a tool for teachers' professional development: A PCK study. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(6), 849–875. <https://doi.org/10.1002/tea.21442>