

Timo Fleischer¹
 Simone Maier¹
 Ines Deibl¹
 Stephanie Moser²
 Alexander Strahl¹
 Jörg Zumbach¹

¹Universität Salzburg
²Technische Universität München

Innovative Experimentierboxen für den Chemie- und Physikunterricht

Die EXBOX im Chemie- und Physikunterricht

Im Rahmen des Projektes EXBOX-Digital soll die Wirksamkeit digitaler Medien anhand für den Chemie- und Physikunterricht erstellter digitaler Experimentierboxen (EXBOX) überprüft werden. Diese EXBOXen sind im Sinne eines moderat konstruktivistischen Ansatzes konzipiert (Duit, 1995; Mandl, Gruber & Renkl, 2002) und beinhalten ein adaptives Web-Based-Training (WBT) sowie reale SchülerInnenexperimente, bei denen die SchülerInnen durch gestufte Lernhilfen, z.B. Augmented Reality (AR), Lernvideos und/oder Bilder, beim Experimentieren unterstützt werden. Die digitalen Lernhilfen sollen eine Überforderung der SchülerInnen vermeiden (Stäudel & Wodzinski, 2010) und vor allem schwächere SchülerInnen fördern. Die EXBOX bildet also eine Kombination aus WBT und realen SchülerInnenexperimenten, welche passend zum fachlichen Thema des WBT gestaltet sind.

Zielgruppe der EXBOX sind insbesondere Lernende mit niedrigen schulischen Kompetenzen. Gerade diesen SchülerInnen kann das eigenständige und selbstregulierte Lernen Schwierigkeiten bereiten (Bannert, 2009). Damit auch diese Lernenden vom selbstständigen Lernen profitieren, sollte eine Balance zwischen Instruktion von Lehrenden und Eigenständigkeit der Lernenden herrschen (Duit, 1995; Mandl, Gruber & Renkl, 2002). Die Metaanalyse von Stockard, Wood, Coughlin und Rasplica Khoury (2018) zeigt, dass insbesondere die Direkte Instruktion (DI) in verschiedenen Disziplinen und über verschiedene Maße des Lernerfolgs effektiv ist. Dabei ist wichtig, dass bei der DI nicht einzig und allein die lehrende Person aktiv ist und Lernen nicht als rein passiver Aufnahmeprozess verstanden wird. Die DI ist im Gegenteil bemüht den Leistungsstand der LernerInnen genau zu ermitteln und darauf aufbauend neue Inhalte zu vermitteln, welche auf bereits vorhandenem Wissen aufbauen. Grob zusammengefasst geht es hierbei um eine Art des „Mastery Learning“ (Stockard et al., 2018). Gerade adaptive Lernumgebungen, wie beispielsweise das Web-Based-Training (WBT) der EXBOX, bieten die Möglichkeit auf die/den jeweilige/n SchülerIn zugeschnittene Instruktionen anzubieten, den Fortschritt zu diagnostizieren und bei Bedarf zusätzliche Fördermaßnahmen bereitzustellen (vgl. Leutner, 1992).

Neben der DI ist das Forschende Lernen (Inquiry Learning) ein gängiges Lehrkonzept in den Naturwissenschaften bzw. dem naturwissenschaftlichen Unterricht (Eckhardt, Urhahne, Conrad, & Harms, 2013; Pfeifer, Lutz & Bader, 2002). Im Chemie- bzw. Physikunterricht ist das Experiment ein zentrales Element des forschenden Lernens (Pfeifer et al., 2002). Insbesondere „Microscale-Experimente“ (SchülerInnenexperimente im kleinen Maßstab) eignen sich hier für den Unterrichtseinsatz, da diese explizit für das eigenständige Experimentieren der SchülerInnen konzipiert wurden. Wesentliche Kompetenzen beim Experimentieren, welche im Rahmen der EXBOX fokussiert werden, sind der Aufbau, das Durchführen, die genaue Beobachtung und die Auswertung des Experiments (Maiseyenko, Schecker & Nawrath, 2013). Zur Unterstützung beim Aufbau, der Durchführung und der Beobachtung wurden für die Experimente der EXBOX gestufte, digitale Lernhilfen konzipiert, die die SchülerInnen je nach Bedarf einsetzen können. Dies sind beispielsweise

AR-Inhalte zum Experimentaufbau oder Lernvideos/ Bilder zur Durchführung und der Beobachtung des Experiments. Sowohl das WBT als auch die digitalen Experimentierhilfen werden mit dem Tablet angesteuert und angeschaut. Wie oben beschrieben, nutzt die EXBOX also eine Kombination aus DI im Web-Based-Training und forschendem Lernen beim Experimentieren, um insbesondere die SchülerInnen mit niedrigen schulischen Kompetenzen, im Sinne des moderat konstruktivistischen Ansatzes, bestmöglich zu fördern.

Usability Studie zum EXBOX-Thema Redoxreaktionen

Um die erste Prototypen-EXBOX zum Thema Redoxreaktionen in der Chemie zu testen, wurde im Juni 2019 eine Usability-Studie an einer Neuen Mittelschule (NMS) in Salzburg durchgeführt. Diese Studie hat die Usability des konzipierten WBT zum Thema Redoxreaktionen fokussiert. Teilgenommen haben an dieser Studie 10 SchülerInnen, von denen fünf weiblich und fünf männlich waren. Im Durchschnitt waren die SchülerInnen 14 Jahre und gingen in die vierte Klasse (8 Jahrgangsstufe) der NMS (siehe Tab. 1).

	N
Probanden	10
weiblich	5
männlich	5
Alter	$M = 14,20$ $SD = 0,42$
Jahrgangsstufe	8
Fach	Chemie
Thema	Redoxreaktionen

Tab. 1 Stichprobe der Usability-Studie

Erhoben wurde die Usability des WBT mit Hilfe des sogenannten User Experience Questionnaires (UEQ), welcher für die Zielgruppe der SchülerInnen adaptiert wurde. Dieser umfasst die folgenden sechs Skalen, mit der die Usability erfasst wird (Laugwitz, Schrepp & Held, 2008):

- Attraktivität
- Effizienz
- Durchschaubarkeit
- Steuerbarkeit
- Stimulation
- Originalität

Jede Skala besteht dabei aus drei bis sechs Items, welche in Form von Gegensatzpaaren angeordnet sind. Die Auswertung hat eine zufriedenstellende Usability, bestehend aus den sechs bereits genannten Skalen, für das erste Prototypen WBT der EXBOX zum Thema Redoxreaktionen ergeben. Diese ist in Abbildung 1 dargestellt. Dargestellt sind die Mittelwerte der einzelnen Skalen. Der Wert $M = 5$ bedeutet eine maximale Attraktivität, Effizienz, Durchschaubarkeit, Steuerbarkeit, Stimulation und Originalität. Je geringer die Mittelwerte der Skalen, desto geringer ist entsprechend die Benutzerfreundlichkeit.

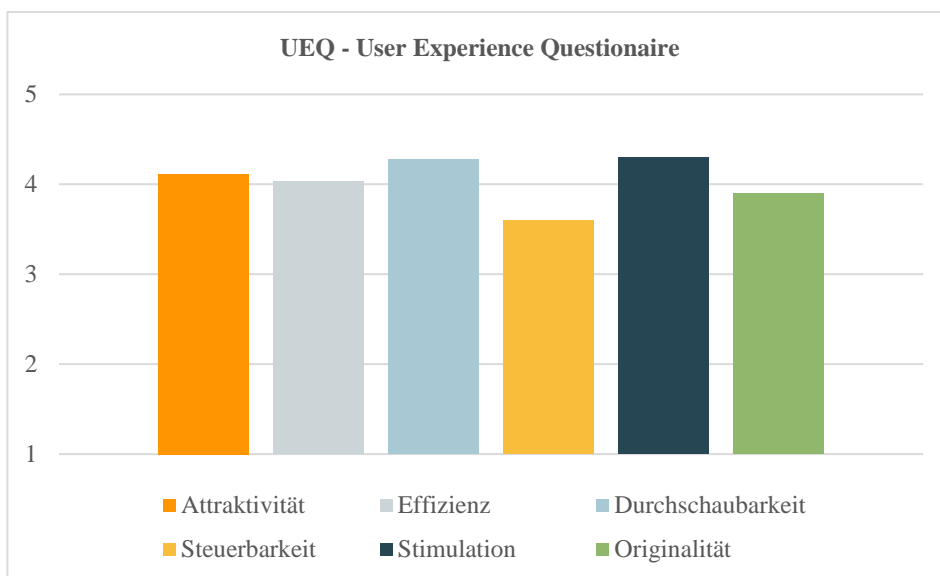


Abb.1 Benutzerfreundlichkeit des WBT zum Thema Redoxreaktionen

Die Skala Attraktivität nimmt beispielsweise den Wert $M = 4,12$ an, was dafür spricht, dass die SchülerInnen die Gestaltung des WBT als für sie sehr ansprechend einschätzen. Auch alle weiteren Skalen weisen Werte über 3,5 auf, was darauf hindeutet, dass die SchülerInnen beim Lernen mit dem WBT die Bediener- und Benutzerfreundlichkeit als sehr zufriedenstellend empfinden. Wie in Abbildung 1 zu erkennen ist, hat die Skala Steuerbarkeit den geringsten Wert. Dies ist damit zu erklären, dass die SchülerInnen innerhalb des WBT lediglich die Möglichkeit haben einen Weiter- sowie Start- und Stop-Button zu bedienen. Damit ist die Steuerbarkeit von Grund auf eingeschränkt, soll aber die möglichst einfache Bedienung des WBT gewährleisten. Eingblendete Lernvideos innerhalb des WBT können aber bei Bedarf auch wiederholt angeschaut werden.

Ausblick

Auf Grundlage des WBT zum Thema Redoxreaktionen, werden von der Struktur her identisch aufgebaute WBTs für den Physikunterricht zu den Themen Mechanik und Optik und für den Chemieunterricht zum Thema Säure-Base-Reaktionen konzipiert und ebenfalls auf deren Usability getestet. Dabei werden die Ergebnisse der Usability-Studie zum Thema Redoxreaktionen berücksichtigt und die neu zu entwickelten WBTs entsprechend modifiziert.

Passend zu jedem Themengebiet aus der Chemie- und Physik werden zusätzlich jeweils drei SchülerInnenexperimente konzipiert, welche schließlich die jeweiligen EXBOXen komplettieren. Diese EXBOXen, bestehend aus WBT und dazu passenden Experimenten, werden in weiteren empirischen Studien auf ihren Beitrag zur Lernwirksamkeit sowie zur Experimentierkompetenz getestet.

Danksagung

Das Projekt „EXBOX-Digital“ wurde von der Robert Bosch Stiftung gefördert. Ein Dank gilt auch allen beteiligten Projektpartnern: Universität Salzburg, Technische Universität München, Pädagogische Hochschule Salzburg Stefan Zweig, NMS Praxisschule der Pädagogischen Hochschule Salzburg und Tobii Pro Eye Tracking.

Literatur

- Bannert, M. (2009). Promoting self-regulated learning through prompts: A discussion. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23(2), 139-145.
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik* 41(6), 905-923.
- Eckhardt, M., Urhahne, D., Conrad, O., & Harms, U. (2013). How effective is instructional support for learning with computer simulations? *Instructional Science*, 41(1), 205-124.
- Laugwitz, B., Schrepp, M., & Held, T. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In A. Holzinger (Ed.), *HCI and Usability for Education and Work*. (pp. 63-76). Springer: Heidelberg.
- Leutner, D. (1992). *Adaptive Lehrsysteme*. Weinheim: Beltz.
- Maiseykenka, V., Schecker, H. & Nawrath, D. (2013). Kompetenzorientierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts – Symbiotische Kooperation bei der Entwicklung eines Modells experimenteller Kompetenz. *PhyDid-A*, 1(12), 1-17.
- Mandl, H., Gruber, H., & Renkl, A. (2002). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis* (S. 138-148). Weinheim: Beltz.
- Pfeifer, P., Lutz, B., & Bader, H. J. (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. München: Oldenbourg.
- Stäudel, L., & Wodzinski, R. (2010). Komplexität erhalten und gezielt unterstützen: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen im naturwissenschaftlichen Unterricht. In T. Bohl, K. Kansteiner-Schänzlin, M. Kleinknecht, B. Kohler, A. Nold (Hrsg.), *Selbstbestimmung und Classroom-Management. Empirische Befunde und Entwicklungsstrategien zum guten Unterricht* (S. 236-253). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Stockard, J., Wood, T. W., Coughlin, C., & Rasplia Khoury, C. (2018). The Effectiveness of Direct Instruction Curricula: A Meta-Analysis of a Half Century of Research. *Review of Educational Research*, 88(4), 479-507.