

Dorothee Ermel
 Sebastian Haase
 Jürgen Kirstein
 Volkhard Nordmeier

Freie Universität Berlin

Didaktische Konzeption einer Augmented-Reality-Experimentierumgebung

Im Rahmen des Forschungsprojekts “Erfahrungsbasiertes Lernen durch interaktives Experimentieren in erweiterten Realumgebungen - **ELIXIER**” werden zentrale Elemente sowie die technische Umsetzung einer Experimentierumgebung mit zusätzlichen virtuellen Elementen untersucht und evaluiert.

Motivation

Digitalisierung nimmt eine zunehmende Rolle in allen Lebensbereichen ein und damit auch die „Bildung in der digitalen Welt“ (KMK, 2016). Die klassische Aus- und Weiterbildung steht einem rasanten technologischen Wandel in der Gesellschaft gegenüber und die didaktischen Potentiale der Digitalisierung bleiben auch an Hochschulen oft ungenutzt (Schmid et al., 2017). Um das Potential ‚digitalisierter‘ Lehre für Hochschulen systematisch nutzen zu können, müssen zunächst didaktische und methodische Settings und ihr sinnvoller Einsatz für verschiedene Zielgruppen und Anlässe sowie deren Wirkungen erforscht (Salmi et al., 2017).

In naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Studiengängen sind Experimente ein fester Bestandteil. „Die Bedeutung und Notwendigkeit eines praktisch-experimentellen Anteils an der Ausbildung für das Erlernen einer naturwissenschaftlichen Disziplin wird heute von niemandem mehr bestritten“ (Hucke, 1999, S. 4). Es ist deshalb wichtig, die Lernerfahrungen in diesen Bereichen durch geeignete didaktische und inhaltliche Elemente zu unterstützen und stets an die aktuellen Lernbedürfnisse anzupassen. Oftmals erreichen Praktika jedoch nicht die angestrebten Ziele (Theißen, 2000; Neumann, 2003). Viele der konventionellen Lehr-/Lernformate, wie zum Beispiel die Vorbereitung in Form eines klassischen Skriptes, helfen nur eingeschränkt (Zastrow, 2001; Mühlenbruch et al., 2014).

Im Bereich der Experimentalpraktika ist diesbezüglich eine positive Entwicklung zu beobachten. Bezogen auf naturwissenschaftliche Grundpraktika wurden bereits unterschiedliche Vorhaben zur Verbesserung durchgeführt. In einer Studie von Kreiten (2012) wird beispielsweise zusätzlich zu den klassischen Skripten ein multimedialer Ansatz verfolgt; ähnlich wie im Projekt *Technology-Supported Labs* (Rehfeldt et al., 2013; Mühlenbruch et al. 2014). Beide Vorhaben kamen zu dem Ergebnis, dass eine multimediale Unterstützung in der Praktikumsvorbereitung lernförderlich sein kann. Auch die Nutzung von *Augmented Reality* (AR) unterstützten Lernumgebungen wurde in internationalen Studien untersucht und als potentiell lernförderlich eingestuft (Radu, 2014; Bacca et al., 2014). Weiterführende Forschung ist jedoch insbesondere in diesem Bereich noch nötig, um Wirkungszusammenhänge genauer einschätzen zu können.

Das Projekt ELIXIER

Das Forschungsprojekt ELIXIER (ein Verbundprojekt aus Forschung, Kreativwirtschaft und Lehrmittelindustrie) hat zum Ziel, naturwissenschaftliche sowie ingenieurtechnische experimentelle Praktika durch multimediale und interaktive Elemente im Experimentierprozess lernförderlich zu erweitern. Dies soll durch die Ergänzung der Experimentiererfahrungen mittels AR und einer adaptiven Lernbegleitung in allen Phasen des Experimentierprozesses erfolgen.

Die im Vorhaben zu entwickelnden sog. *Demonstratoren* dienen der methodischen Erforschung und Evaluierung mit verschiedenen Nutzergruppen (aus universitärer und beruflicher Bildung). Machbarkeit und Mehrwert eines universell anwendbaren Lern- und Unterstützungssystems für Laborpraktika werden auf diese Weise in unterschiedlichen Nutzungskontexten untersucht und optimiert.

Einen wesentlichen Forschungsschwerpunkt stellen dabei Aspekte der Usability augmentierter Realität, „tangible“ Interfaces (Koelle, 2010) sowie Fragen der didaktischen Gestaltung der Lerninhalte und tutoriellen Assistenz im Kontext des Experimentierens dar.

In der ersten Projektphase erfolgte zunächst eine Bedarfs- und Problemanalyse zum aktuellen Stand in Praktika sowie zu computerunterstützten Systemen. Auf den Ergebnissen aufbauend folgen nun die ersten Entwicklungen und Evaluationen von Modulen einer augmentierten Experimentierumgebung und multimedialer Vor- und Nachbereitung. In einem iterativen Prozess sollen dann die Demonstratoren entwickelt und evaluiert werden.

Didaktische Konzeption einer augmentierten Realität

Die didaktische Konzeption der AR-Experimentierumgebung ist ein zentraler Projektmeilenstein. AR wird hierbei als Zusatz und Anreicherung der realen Erfahrung, Geräte und Handlungen verstanden, ohne diese ersetzen zu wollen. Technologisch soll dies durch das Tracking von Objekten, Handlungen und Sensordaten ermöglicht werden. Zur Visualisierung sind Beamer und Tablets vorgesehen.

Ein Bestandteil des Konzepts ist die Interaktion zwischen der Lernplattform des Realexperiments und den Nutzer*innen. Ziel ist es, Handlungen der Lernenden während der Versuchsdurchführung in der Realität direkt rückzukoppeln. Abbildung 1 veranschaulicht dies: Über einen Beamer können durch Kommunikation zwischen Sensordaten und Experimentzuständen bedarfsgerecht Hilfestellungen auf die Experimentierumgebung projiziert werden. Dabei sind

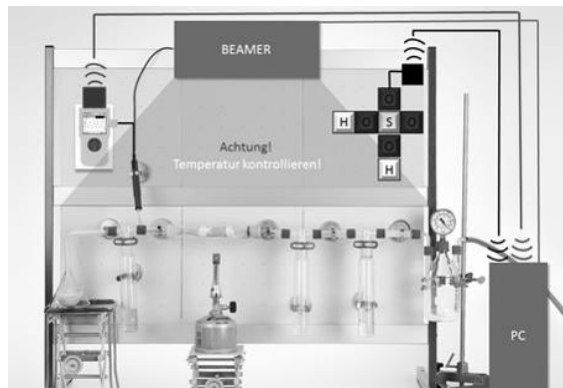


Abb. 1: Beispielhafte Darstellung einer AR-Experimentierumgebung mit Aufprojektion

beispielsweise Fehlbedienungen, Gefahrensituationen oder auch das Abweichen vom ‚idealen‘ Versuchsverlauf (falls vorhanden)

automatisch erkennbar. Animierte Hilfen und Hinweise werden unmittelbar am aktuellen Handlungsort eingeblendet, um die Aufmerksamkeit zu steuern. Im digitalen Lernmaterial visualisiert das Zeigen auf einen Begriff oder ein grafisches Symbol das korrespondierende Objekt in der Realität – und umgekehrt. Ergänzende Inhalte (z. B. Erläuterungen, Handlungsanleitungen, Tests) lassen sich in der Bedarfssituation dynamisch bereitstellen und erhalten so eine für den Lernenden unmittelbare Relevanz im realen Experimentierprozess.

Weiterhin sieht das didaktische Konzept vor, die theoretischen Grundlagen nicht ausschließlich dem Lernmaterial voranzustellen, sondern teilweise erst dann bereitzustellen, wenn sich für die Lernenden ein Theoriebedarf aus der Notwendigkeit für die Problemlösung ergibt. Das kann zum Beispiel bereits in der Planungsphase der Fall sein oder auch später in der Experimentdurchführung selbst. Durch die Vernetzung des virtuellen Lernmaterials mit den Komponenten und Daten des Experimentaufbaus soll das System

neue Formen der tutoriellen Unterstützung realisieren. Die im Experiment erfassten Echtzeit-Messdaten dienen etwa zur Steuerung von aufprojizierten Animationen. Damit lassen sich nicht direkt erfahrbare oder sichtbare Vorgänge veranschaulichen. Beispielsweise sind das elektrische Leitungsvorgänge, Molekülbewegungen (Abb. 2), elektromagnetische Felder oder auch Details der technischen Funktion eines Gerätes, die von außen nicht wahrnehmbar sind. Abbildung 2 zeigt dieses beim Experiment, Wasser zum Kochen zu bringen. Simultan zur realen Temperatur des Wassers wird die Bewegung der Moleküle modellhaft dargestellt.

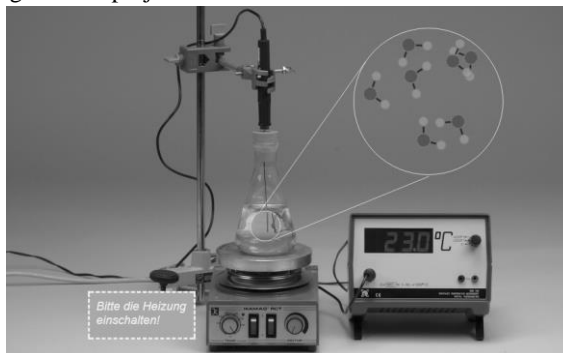


Abb. 2: Wasser erhitzen mit Projektion einer Modelldarstellung der Molekülbewegung

Des Weiteren sollen Experimentieranleitungen in der Realität direkt erfahrbar gemacht werden: Die Bedienung eines Gerätes oder der Aufbau einer Versuchsanordnung (Abb. 3) wird durch die erweiterte Realität begreiflich gemacht. Die Anleitungsschritte sind dabei mit den Benutzerhandlungen rückgekoppelt. Das Verständnis von Anleitungstexten kann so unterstützt werden, da sie sich unmittelbar auf die realen Objekte oder Handlungen beziehen. Heute noch übliche sprachliche Anleitungen in der Form "Bringen sie Schalter (20) in Position (3) und lesen dann Display (12) ab." werden überflüssig. Zudem kann durch die AR-Unterstützung gezielt die Aufmerksamkeit der Lernenden gesteuert werden, indem Bedienelemente oder Teile des Experiments hervorgehoben werden.



Abb. 3: Proband beim AR-unterstützten Aufbauen eines Chemieexperiments

Ausblick

Im weiteren Projektverlauf werden die vorgestellten Module in Hinblick auf ihre didaktischen Aspekte evaluiert, optimiert und zu eigenständigen Demonstratoren zusammengeführt. Dafür sind Evaluationen zur Usability und dem Design der augmentierten Experimentierumgebung vorgesehen.

Das Projekt ELIXIER wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert.

Literatur

- Bacca, J. Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., Kinshuk (2014): Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17
- Bogedan, C. (2016): Bildung in der digitalen Welt – Strategie der Kultusministerkonferenz. Kultusministerkonferenz, Berlin
- Hucke, L. (1999): Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums. Logos Verlag Berlin.
- Koelle, M. (2010): Tangible User Interfaces. Ein kurzer Überblick über Forschungsfeld und Literatur. Ludwig-Maximilians-Universität München, LFE Medieninformatik
- Kreiten, M. (2012): Chancen und Potenziale web-basierter Aufgaben im physikalischen Praktikum. Universität zu Köln
- Mühlenbruch (geb. Gutzler), T., Rehfeldt, D., & Nordmeier, V. (2014): TSL: Interventionsgestaltung im Nebenfachpraktikum. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*
- Neumann, K. (2003): Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker. Physikertagung. *Didaktik der Physik – Augsburg*.
- Nordmeier, V. (Hrsg.) (2014): Praxis der Naturwissenschaften - Physik, Themenheft: Schulbuch der Zukunft 3/63. Hallbergmoos: Aulis Verlag
- Radu, I. (2014): Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. Springer Verlag, London
- Rehfeldt, D. (2017): Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika. Eingereichte Dissertation in: Logos Verlag, Berlin, S. 65
- Rehfeldt, D., Gutzler, T., & Nordmeier, V. (2013): TSL: Technology SUPPORTed Labs – Multimediale Unterstützung naturwissenschaftlicher Hochschulpraktika. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*
- Salmi, H., Thuneberg H. & Vainikainen, M. (2017): Making the invisible observable by Augmented Reality in informal science education context. *International Journal of Science Education, Part B Vol. 7, Iss. 3*
- Schmid, U., Goertz, L., Radomski, S., Thom, S. & Behrens, J. (2017): Monitor Digitale Bildung – Die Hochschulen im digitalen Zeitalter. Bertelsmann Stiftung, Gütersloh
- Theyßen, H. (2000): Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Logos Verlag Berlin
- Zastrow, M. U. (2001): Interaktive Experimentieranleitungen. Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes zur Vorbereitung auf das Experimentieren mit Messgeräten im Physikalischen Praktikum. In: Logos Verlag, Berlin