

---

**Themenheft Nr. 28: Tagungsband: Bildung gemeinsam verändern: Diskussionsbeiträge und Impulse aus Forschung und Praxis.** Herausgegeben von David Meinhard, Valentin Dander, Andrea Gumpert, Christoph Rensing, Klaus Rummler und Timo van Treeck.

## **Gestaltung und Erforschung eines Mixed-Reality-Lernsystems**

Jana Hochberg, Cathrin Vogel und Theo Bastiaens

### **Zusammenfassung**

*In diesem Artikel wird ein Entwurf eines Lernsystems vorgestellt, in welchem Mixed-Reality (MR) Technologien und didaktischen Modelle für den Einsatz in der industriellen Weiterbildung kombiniert werden. Mit diesem System soll das Erlernen von Problemlösekompetenzen über visuelle Einblendung simulierter Problemsituationen und Anwendungsaufgaben, die in der realen Welt schwer abzubilden sind, verbessert werden. Diese Technologie wird in einem didaktischen Setting eingebunden, welches die Lernenden schrittweise von einfacheren an komplexere Aufgaben heranführt. Über ein Lerntagebuch werden die Lernenden zusätzlich motiviert ihre Erfahrungen mit dem didaktischen Setting zu reflektieren.*

*Über das, in das MR Lernsystem integrierte Lerntagebuch werden den Betreuenden Feedbackangaben zu den simulierten Problemsituationen und Anwendungsaufgaben ermöglicht. Weiterhin können Lernende über dieses Tagebuch Kontakt zum Betreuenden aufnehmen. Das Lernsystem bietet den Betreuenden eine nutzerfreundliche Funktion, die Anwendungsaufgaben und MR-Einblendungen abzuwandeln bzw. neukonstruieren.*

*Wir empfehlen für die Einführung und Erprobung dieses Konzeptes einen Design-Based-Research Ansatz, durch den der Entwicklungs- und Einführungsprozess strukturiert und gleichzeitig erforscht werden kann. Ziel der Erforschung sollten Leitlinien sein, die es ermöglichen, die gewonnenen Erkenntnisse auf ähnliche Kontexte zu übertragen und weiter einen Beitrag zur theoretischen Konstruktion zu leisten.*

### **Design and Study of a Mixed-Reality-Learning System**

#### **Abstract**

*This article describes and investigates an approach to improving knowledge transfer in industrial environments by means of Mixed-Reality (MR) technology. With the advent of the internet of things, cyber physical systems and related technological progress cause work related conditions, requirements and processes to change fast. Due to this, it is ever more important for employees to deepen their transferable skills and to transfer technical know-how.*

*We will discuss the idea of easing the transfer of complex skills via a learning setting that combines didactical elements with the use of MR technology. Via employing MR, it is possible to offer information to the students just in the moment they need it to perform a recurrent skill (van Merriënboer and Kirschner, 2013). The working environment can be augmented with information explaining how problems can be solved. Offering this know-how directly inside of in the industrial environment (via MR) can ease the transfer of knowledge (Dunleavy and Dede, 2014; Wu et al. 2013).*

*After giving a definition of the problem and an introduction to MR, we present a concept of how a learning setting can help to increase motivation and reduce the effort of learning transferable know-how. We show how this setting should be designed and evaluated and how to apply the results to similar contexts.*

Getrieben durch digitale Entwicklungen, insbesondere vielfältiger Industrie 4.0 Projekte, wachsen die reale und die virtuelle Welt weiter zusammen. Ein höheres Aufkommen digitaler Entwicklungen stellt den Menschen vor die Herausforderung, sich in einem dichten und komplexen Netz aus Informationen zu orientieren (Adolph et al. 2016). Arbeitsprozesse in diesen Umgebungen sind gekennzeichnet durch hochindividualisierte, hochdynamische, flexible und exponentiell beschleunigte Veränderungen (Sendler 2013). Bezogen auf die Arbeit an aktuellen Industriemaschinen bedarf es auf der einen Seite Wissen um die Eigenschaften der Einzelteile, auf der anderen Seite ist ein Verständnis für das oft nicht sichtbare Zusammenspiel der Komponenten notwendig. Im Lernprozess kann mit der Unterstützung mobiler Endgeräte dieser Komplexität begegnet werden. Lerninhalte können prozessorientiert und der Situation angepasst aufgerufen werden. Sie ermöglichen ebenfalls die Erkennung der Umwelt und die visuelle Abbildung jener nicht sichtbaren Prozesse über die visuelle Erweiterung der Realität (Mixed-Reality) (Ifenthaler und Eseryel 2014).

Folgend wird ein Konzept für eine Lernumgebung vorgestellt, welches die Kompetenz fördern soll, in komplexen Prozessen zu agieren. Ziel ist die Entwicklung eines Lernsystems, das die Möglichkeiten von Mixed-Reality für Bildungskontexte nutzbar macht (Bacca et al. 2014).

Mixed-Reality Umgebungen ermöglichen die Nutzung von virtuellen Informationen, die in einer physikalischen Umgebung eingeblendet werden. Sie heben somit die Trennung von realer und virtueller Welt auf (Abb. 1). In der linken Hälfte der Abbildung stellt die reale Welt einen Fixpunkt dar. Ausgehend von diesem nimmt der Grad der virtuell dargestellten Inhalte zu, bis unter Virtual Environment (oder auch Virtual Reality) eine komplett synthetische Umwelt definiert ist. Zwischen realer und virtueller Welt verläuft ein Kontinuum, das mit dem Begriff Mixed-Reality (MR) bezeichnet wird.

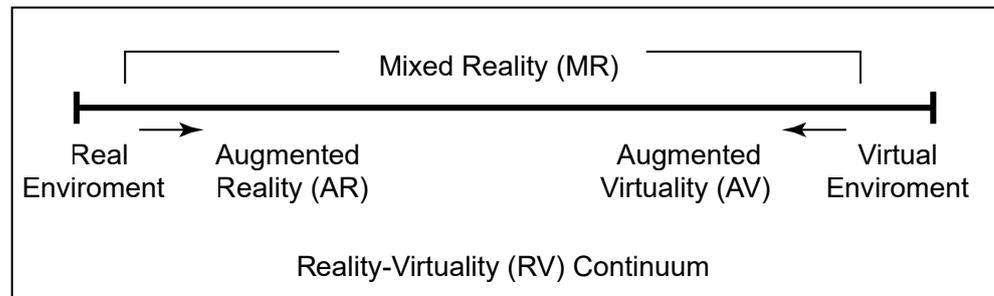


Abb. 1.: Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum nach Milgram und Kishino (1994, 283).

Wie oben beschrieben, müssen Lernende in komplexen Industrie 4.0 Arbeitsumgebungen eigenständig handeln. Die Komplexität ergibt sich u. a. aus verschiedenen Stufen der Verbundenheit von maschinellen und cyberphysischen Einzelteilen, sowie die unterschiedlichen Grundlagen, auf denen die Reaktionen eines solchen Systems aufbaut. Um in solchen komplexen, sich schnell wandelnden Umgebungen handeln zu können, benötigt der Arbeitnehmende Problemlösekompetenzen (Ifenthaler und Eseryel 2014, Pfeiffer und Suphan 2015). Das Erlernen von solchen komplexen Fertigkeiten ist situationsgebunden: Eine Beurteilung und eine Einordnung eines vorliegenden Problems in die aktuelle Ursache- und Wirkungskette ist nur unter der Anwendung von kontextbasierendem Wissen realisierbar (Ifenthaler und Eseryel 2014; van Merriënboër und Kirschner 2012). Durch die Nutzung von MR, kann die Situativität des Lernens verbessert werden. Ebenso ergibt sich durch die visuelle Erweiterung der realen Welt eine neue Möglichkeit Fertigkeiten zu vermitteln. Mit Hilfe von Mixed-Reality in der Weiterbildung können simulierte Problemsituationen und Anwendungsaufgaben trainiert werden, die in der realen Welt schwer abzubilden sind. Im Folgenden wird diese technische Möglichkeit didaktisch aufbereitet.

Die Verknüpfung von Didaktik und Mixed-Reality findet sich bereits in dem didaktischen Ansatz «Mobile Augmented Reality Environment» (MARE) wieder. Ziel von MARE ist, in einer authentischen Lernumgebung das Erlernen komplexer Fertigkeiten durch den mobilen Einsatz von Mixed-Reality zu vereinfachen (Ifenthaler und Eseryel 2014). Ebenso eignet sich das «Vier Komponenten Instruktionsdesign» (4C/ID) als Grundlage für die Vermittlung komplexer Fertigkeiten in authentischen MR-Lernumgebungen (van Merriënboër und Kirschner 2012). Rekurrierend auf die Cognitive Load Theorie wurde das 4C/ID für das Vermitteln komplexer Fertigkeiten ohne den Lerner zu überfordern, entwickelt (ebd.). Diese beiden Ansätze, MARE und 4C/ID, werden im nachfolgenden didaktischen Konzept verbunden. Hierbei definiert MARE den Einsatz von MR, welcher durch das strukturgebende 4C/ID praktisch gestaltet wird. Eine Überbelastung der Lernenden wird in dieser Kombination verhindert (Ifenthaler und Eseryel 2014; Dede und Dunleavy 2014; van Merriënboër und Kirschner 2012). In der Abbildung 2 wird das Zusammenspiel des didaktischen Szenarios (dargestellt in der Illustration des mobilen Endgeräts) mit der Soft-/ bzw. Hardware verdeutlicht.

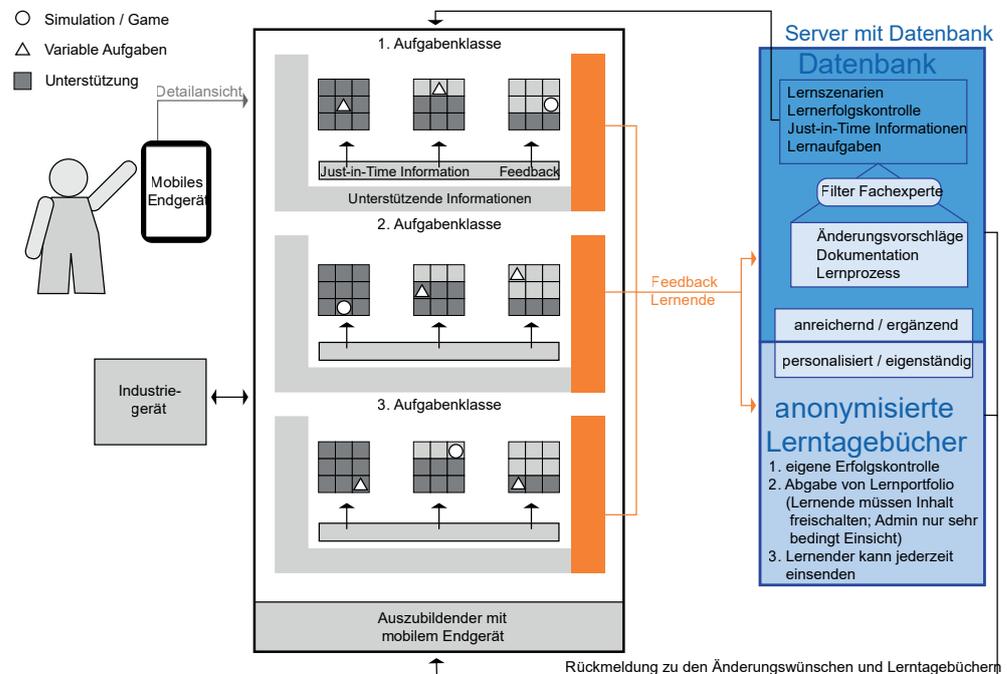


Abb. 2.: Das Mixed-Reality-Lernsystem (eigener Entwurf).

Dem Weiterzubildenden werden authentische Lernaufgaben, abgebildet durch die Quadrate, sowie eine tutorielle Unterstützung, umgesetzt durch Mixed-Reality, zur Verfügung gestellt. Über die visuelle Tutorin können jederzeit zusätzliche Informationen und individuelles Feedback abgerufen werden. In der Abbildung 2 enthält eine Aufgabenklasse drei Lernaufgaben. Aufgabenklassen organisieren Lernaufgaben mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden und dienen der Steuerung des Auswahl- und Designprozesses von passenden Lernaufgaben. Die Aufgabenklassen steigen während des Weiterbildungsprozesses in der Schwierigkeit an. Bei den Lernaufgaben handelt es sich um authentische Probleme der wirklichen Arbeitswelt. Diese werden unterschiedlich ausgestaltet, um den Transfer der Kompetenz zu fördern (anhand der Dreiecke/Kreise dargestellt). Eine Aufgabenklasse schliesst mit Feedback an die Weiterzubildenden ab, um u. a. deren Problemlösestrategien zu reflektieren. Dieser Rückmeldeblock ist in der Abbildung orange abgebildet. Lernende reflektieren Ihren Kompetenzerwerb ebenso über ein Lerntagebuch, über das sie Informationen an den Lehrenden senden können.

Der Mehrwert, der diesem Konzept innewohnt ist, dass bisher nicht einsehbare Prozesse visuell dargestellt werden können. Hierdurch kann der Weiterzubildene direkt in der Umgebung erfahren, wie Bauteile miteinander kombiniert werden und in welchem Zusammenhang sie zueinanderstehen. Aus theoretischem Lernen wird durch diesen Lernprozess kontextbasiertes Lernen. Die Übertragungsleistung, die vollbracht werden muss, um theoretisches Faktenwissen in der Praxis anzuwenden, wird

mit dieser Verknüpfung deutlich reduziert (Cheng und Tsai 2012; Dede und Dunleavy 2014; Hochberg 2012; Ifenthaler und Esereyl 2014; van Merriënboër und Kirschner 2012; Wu et al. 2013). Neben der lernerzentrierten MR-Anwendung, soll um die Nachhaltigkeit der Umgebung zu garantieren, eine Creatoroberfläche für den Weiterzubildenden geschaffen werden. Über diese Oberfläche kann der Lehrende die Inhalte gestalten.

In diesem beschriebenen Vorgehen wird versucht, aufgrund der Wirtschaftlichkeit, kostengünstig erwerbbar Wearables einzusetzen, die mit dem Lernsystem und der Umgebung interagieren. Darüber hinaus kann sich eine Integration des Lernsystems in den konkreten industriellen Kontext als herausfordernd herausstellen, da unter Umständen Arbeitsschutzkleidung, bspw. in Form von Kopfhörern oder Arbeitshandschuhen berücksichtigt werden müssen.

Es gibt derzeit eine Lücke an Studien, die aufzeigen, wie MR didaktisch sinnvoll in der industriellen Lehre eingesetzt werden kann. Theoretische Designvorschläge zu testen und die Besonderheiten der damit verbundenen Lernprozesse zu beschreiben, um hieraus Empfehlungen abzuleiten, könnte die Aus- und Weiterbildung von Arbeitenden in Industriebereichen unterstützen (Bacca et al. 2014; Brown 1992; Dunleavy und Dede 2014; O'Shea und Elliot 2015; Pfeiffer und Suphan 2015; Wu et al. 2013). Um diese Lücke zu schließen, empfehlen wir im kommenden Absatz einen Design Based Research Ansatz, da dieser forschende und entwickelnde Massnahmen miteinander verbindet (McKenney und Reeves 2014; Reinmann 2005).

Beantwortet werden sollten mit diesem Ansatz Praxis und Theorie verknüpfende Fragen. So z. B.: Welchen Nutzen hat der Einsatz von authentischen Lernaufgaben mit der Verwendung von MR-Technologie für die Bildung und wie kann das erprobte Design auf andere Kontexte übertragen werden? Hieraus ergeben sich zwei Schwerpunkte: Der erste Forschungsschwerpunkt bezieht sich auf Gestaltungsrichtlinien, durch die die Erfahrungen mit dem entwickelten Lernsystem in andere Lernzusammenhänge übertragen werden können. Es wird empfohlen in einem weiteren Schwerpunkt, die Fertigkeiten zu beschreiben, deren Aneignung und Transfer durch das entwickelte Lernsetting unterstützt werden. Um die Ergebnisse des Lernkonzepts zu analysieren und prozesshaft zu optimieren ist die Datenerhebung mittels Methodentriangulation sinnvoll.

In diesem Artikel wurde ein Entwurf für ein Lernsystem vorgestellt und ein Ausblick auf deren mögliche Erforschung gegeben. Ziel des Vorhabens ist es, das Erlernen und den Transfer von komplexen Fertigkeiten in industriellen Kontexten zu verbessern. Hierzu wird Mixed-Reality Technologie mit den didaktischen Grundlagen u. a. des Konzeptes MARE von Esereyl und Ifenthaler, sowie das 4C/ID von van Merriënboër und Kirschner verwendet. Durch diese Verknüpfung werden situative und kontextbezogene Problemlösefertigkeiten gefördert, ohne die Weiterzubildenden zu überfordern. Es wird vorgeschlagen ein Design-Based-Research Ansatz zu nutzen.

Erforschung und Entwicklung des Konzeptes kann in diesem verbunden werden. Als Ergebnis werden didaktische und praktische Empfehlungen für die Gestaltung ähnlicher Lernsettings entwickelt.

Eine Grenze des hier beschriebenen Vorhabens ist, dass es bisher eine rein theoretische Vorüberlegung darstellt, die sich auf keine empirischen Daten stützt. Weiterhin wird die Art der zu fördernden Kompetenzen nicht weiter definiert. Problemlösefertigkeiten beinhalten Anteile impliziter Wissensbestände, deren Weitergabe und Ausbildung sich durch den indirekten Charakter als schwierig gestaltet (Bayme 2016; Nonaka und Takeuchi, 2012). Dies sollte man bei Planung und Untersuchung des Gegenstandes bedenken.

## Literatur

- Adolph, Lars, Isabel Rothe, und Armin Windel. 2016. «Arbeit in der digitalen Welt – Mensch im Mittelpunkt». *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 70, 2:77–81.
- Bacca, Jorge, Silvia Baldiris, Ramon Fabregat, Sabine Graf, und Kinshuk. 2014. «Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications». *Journal of Educational Technology & Society* 17, 4:133–149.
- Bayme vbm Studie. 2016. *Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie*, Universität Bremen: vbm.
- Brown, Ann L. 1992. «Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings». *The Journal of the Learning Sciences* 2, 2:141–178.
- Cheng, Kun-Hung, und Chin-Chun Tsai. 2013. «Affordances of augmented reality in science learning. Suggestions for future research». *Journal of Science Education and Technology* 22, 4:449–462.
- Dunleavy, Matt, und Chris Dede. 2014. «Augmented reality teaching and learning.» In *Handbook of research on educational communications and technology*, herausgegeben von J. Michael Spector, M. David Merrill, Jan Elen, und M. J. Bishop, 735–745. New York: Springer.
- Hochberg, Jana. 2012. *Das Verhältnis der Wirklichkeitsbereiche: Online - Offline: Was ist virtuell, was ist Realität*. Saarbrücken: AV Akademikerverlag.
- Ifenthaler, Dirk, und Deniz Eseryel. 2013. «Facilitating complex learning by mobile augmented reality learning environments.» In *Reshaping Learning*, herausgegeben von Ronghuai Huang, Kinshuk, und J. Michael Spector, 415–438. Berlin Heidelberg: Springer.
- McKenney, Susann, und Thomas C. Reeves. 2014. «Educational design research.» In *Spector, Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, herausgegeben von David M. Merrill und Jan Elen, 4th. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Merriënboer, Jeroen J. G. van, und Paul A. Kirschner. 2012. *Ten Steps to Complex Learning: A Systematic Approach to Four-Component Instructional Design* (2 edition). New York: Routledge.

- Milgram, Paul, Haruko Takemura, Akira Utsumi, und Fumio Kishino. 1994. «Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum.» *Telemanipulator and Telepresence Technologies SPIE* 2351, 282–292.
- Nonaka, Ikujiro, und Hirotaka Takeuchi. 2012. *Die Organisation des Wissens. Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen*. Frankfurt/New York: Campus Verlag.
- O'Shea, Patrick, und Jennifer Elliot. 2015. «Augmented reality in education: an exploration and analysis of paedagogical design in mobile augmented reality applications». In *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2015*, herausgegeben von David Rutledge und David Slykhuis, 3525–3532. Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Reinmann, Gabi. 2005. «Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung». *Unterrichtswissenschaft* 33, 1:52–69.
- Sendler, Ulrich. 2013. *Industrie 4.0. Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM*. Berlin / Heidelberg: Springer.
- Pfeiffer, Sabine, und Anne Suphan. 2015. *Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zur Industrie 4.0*. Working Paper 2015 #1, Universität Hohenheim, <https://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-Pfeiffer-Suphan-draft.pdf>.
- Wu, Hsin-Kai, Silvia Wen-Yu Lee, Hsin-Yi Chang, und Jyh-Chon Liang. 2013. «Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education.» *Computers & Education* 62, 41–49.

## Abbildungen

**Abb. 1.:** Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum nach Milgram und Kishino (1994, 283).

**Abb. 2.:** Das Mixed-Reality-Lernsystem (eigener Entwurf).