

Extended Reality in der technischen Ausbildung – Ein Ausblick auf das Innovationsprojekt iAtA

Rabea BÖDDING¹, Dominik BENTLER¹, Marc BRÜNNINGHAUS³, Sahar DEPPE³,
Markus H. HEFTER¹, Hendrik OESTREICH², Carsten RÖCKER³,
Simon A. SCHRIEK¹, Sebastian WREDE², Günter W. MAIER¹

*¹ Abteilung für Psychologie, Universität Bielefeld
Universitätsstraße 25, D-33615 Bielefeld*

*² Technische Fakultät, Universität Bielefeld
Universitätsstraße 25, D-33615 Bielefeld*

*³ Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung –
Institutsteil Industrielle Automation (IOSB-INA)
Campusallee 1, D-32657 Lemgo*

Kurzfassung: Der Fortschritt der digitalen Transformation erfordert weitreichende Anpassungen in der gesamten Arbeitswelt, insbesondere auch in der Berufsausbildung. Im Projekt iAtA („Intelligente Assistenzsysteme für die technische Ausbildung“) wird ein Assistenzsystem mit Extended Reality Unterstützung in den Ausbildungswerkstätten von drei mittelständischen Unternehmen implementiert. Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit im Projekt werden dabei innovative technische Lösungen verfolgt und diese nach didaktischen Kenntnissen gestaltet. Darüber hinaus steht auch persönlichkeitsförderliche und mehrwertstiftende Gestaltung der Arbeit und die Begleitung des Veränderungsprozesses im Vordergrund. In diesem Beitrag werden die Ausgangslage und die praktischen sowie wissenschaftlichen Projektziele erläutert.

Schlüsselwörter: Extended Reality, Assistenzsystem, Ausbildung, Arbeitsgestaltung, Instruktionsdesign, Kompetenzen

1. Die Ausgangslage

Fast alle Lebensbereiche sind inzwischen von der fortschreitenden Digitalisierung betroffen. Dazu zählt insbesondere auch der Lebensbereich Arbeit. Von moderner Telekommunikation über künstliche Intelligenz bis hin zu sogenannten Wearable Computers - neuartige Soft- und Hardwarelösungen werden vielseitig eingesetzt und führen dadurch genauso vielseitige Herausforderungen herbei. Insbesondere in industriellen Bereichen kann die Implementierung einer Vielzahl solcher Technologien bereits beobachtet werden (Cascio & Montealegre 2016). Dies führt zu einer umfangreichen Veränderung operativer und administrativer Abläufe und verändert daher auch die Anforderungen, die an die Mitarbeitenden gestellt werden. Neben fachlichen Fähigkeiten, stehen dabei inzwischen auch die sogenannten *21st Century Skills* im Vordergrund. Dazu zählen sowohl Aspekte wie Kreativität, Kommunikationsfähigkeiten und Lernbereitschaft, aber auch Medienkompetenz, Flexibilität und Selbstorganisation (Schlicher et al., in Druck).

Um die Fortschritte der digitalen Transformation und die damit verbundenen weitreichenden Anpassungen in der modernen Arbeitswelt nachhaltig nutzen zu können, müssen die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, aber auch die Gestaltung des

gesamten sozio-technischen Systems, auf die Veränderungen vorbereitet werden. Das betrifft sowohl die langjährigen Mitarbeitenden, bei denen Kompetenzveränderungen berücksichtigt (Kato-Beiderwieden et al., in Druck) und die in die Einführung solche Systeme involviert werden sollten (Paruzel et al. 2020), ebenso wie Berufsanfänger. Berufsanfänger müssen mit den Fähigkeiten ausgestattet werden, diese Veränderungen anzunehmen und mitzugestalten. Dabei stellt gerade auch das berufliche Bildungssystem in Deutschland eine wichtige Komponente dar: Neben der Vermittlung berufsfachlicher Kenntnisse müssen vor allem die zentralen 21st Century Skills in der Ausbildung eine größere Rolle spielen. Darüber hinaus müssen die Veränderungen in der Arbeit und im Berufsbild der Auszubildenden begleitet und aktiv gestaltet werden (Tenberg und Pittich 2017).

Auf dieser Ausgangslage baut das Innovationsprojekt **iAtA** („Intelligente Assistenzsysteme für die technische Ausbildung“) auf, welches im Sommer 2021 im Rahmen des Spitzenclusters Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL) startete. Unter Zusammenarbeit des Cognitive Systems Engineerings, der Bildungspsychologie und der Arbeits- und Organisationspsychologie der Universität Bielefeld, sowie des Fraunhofers IOSB-INA und drei mittelständischen Unternehmenspartnern aus OstWestfalen-Lippe soll ein intelligentes Assistenzsystem für die technische Ausbildung realisiert werden. Innerhalb des Assistenzsystems sollen mit Hilfe von Extended Reality (XR) Funktionalität und nach aktuellen didaktischen Kenntnissen die Lerninhalte für die Auszubildenden aufbereitet und arbeitsplatznah vermittelt werden. Darüber hinaus wird der Prozess durch Change-Management-Maßnahmen begleitet und die Auswirkungen auf die Arbeitsgestaltung festgehalten.

2. Ausblick auf das Projekt iAtA

Durch die Interdisziplinarität des Projekts werden die aktuellen Erkenntnisse, Zwischenstände und Ziele der einzelnen Forschungsgruppen zunächst im Einzelnen betrachtet. Im Folgenden werden daher die technische, bildungspsychologische und arbeitspsychologische Sicht auf das Projekt vorgestellt.

2.1 Die technische Sicht

Sowohl die AG Cognitive Systems Engineering der Universität Bielefeld als auch das Fraunhofer IOSB-INA bringen ihre Vorarbeiten und Erfahrungen aus dem Bereich Assistenzsysteme in das Projekt ein (Oestreich et al. 2021; Oestreich et al. 2019; Heinz et al. 2019). So können im Projekt kurzfristig prototypische Assistenzsysteme in den Unternehmen zur Verfügung gestellt und evaluiert werden. Sie bilden des Weiteren die Grundlage für eine Erweiterung um spezifische XR-Funktionalitäten und Learning Analytics Algorithmen, die die technische Ausbildung unterstützen sollen. Eine wichtige Rolle spielt auch die Modellierung der Assistenzinhalte und ihrer zu Grunde liegenden Prozesse. Hier sollen die Unternehmen befähigt werden mit Hilfe geeigneter Werkzeuge neue Lerninhalte selbstständig in die Systeme einzupflegen, um so sowohl eine grundlegende Skalierbarkeit als auch Nachhaltigkeit zu gewährleisten.

Für die Spezifikation der Systemanforderungen, musste zunächst ein geeigneter Anwendungsfall in den Ausbildungswerkstätten der Unternehmen identifiziert werden. Unter Einbeziehung der Expertise der technischen Ausbilder und Ausbildungsleiter der Partnerunternehmen, wurde das Szenario „Bohren an der Standbohrmaschine“ ausgewählt. Dies schien besonders geeignet, da eine große Zahl technischer

Auszubildender diese Tätigkeit erlernt und sowohl die Ausstattung als auch der Lernprozess in den Unternehmen diesbezüglich vergleichbar war. Im Projekt soll jedoch die Skalierbarkeit und somit die Anwendbarkeit in weiteren Szenarien sichergestellt werden. In enger Abstimmung mit den Domänenexperten wurden die zu vermittelnden Lerninhalte und Prozesse in Workshops analysiert und modelliert. Auf dieser Basis werden nun die ersten Demonstratoren für die Ausbildungswerkstätten gestaltet und bereitgestellt. Durch die iterative Vorgehensweise in einem Scrum-basierten Vorgehen, werden die Prototypen schließlich zu benutzerfreundlichen und lernförderlichen Assistenzsystemen weiterentwickelt. In den geplanten Nutzerstudien sollen vor allem der Mehrwert eines XR-basierten Front-Ends und die Vorteile einer adaptiven, individualisierten Assistenz evaluiert werden. Rollenspezifische Nutzerschnittstellen sollen dazu die Analyse und Auswertung der Lernprozesse ermöglichen.

2.2 Die bildungspsychologische Sicht

Laut Berufsbildungsgesetz (BBiG) ist das Ziel einer Ausbildung insbesondere die Vermittlung der grundlegenden beruflichen Handlungsfähigkeit mitsamt der beruflichen Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten. Dazu zählen zum einen theoretisches Wissen, aber vor allem auch praktische Fähigkeiten. Das Erlernen praktischer Fähigkeiten, also das Schaffen prozeduralen Wissens, steht im Mittelpunkt des fachlichen Lernerfolgs im Projekt iAtA. Lernen setzt dabei eine aktive geistige Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand voraus, wodurch neue Informationen tief verarbeitet und mit Vorwissen verknüpft werden sollen. Bei der Entwicklung des Assistenzsystems als eine effektive und effiziente Lernumgebung gilt es, die Eigenschaften der menschlichen Informationsverarbeitung zu berücksichtigen. Hierbei kann auf eine Reihe von Erkenntnissen aus der bildungspsychologischen Forschung zurückgegriffen werden. Im Projekt iAtA stehen dabei Selbsterklärungen im Fokus.

Selbsterklärungen sind eine kognitive Aktivität, bei der Lernende sich Prinzipien eines Lerninhalts selbst erklären. Durch diese tiefe Verarbeitung können sie neue Informationen besser verstehen oder Fähigkeiten erwerben. Oftmals werden Selbsterklärungen von den Lernenden jedoch nicht ohne Anweisung ausgeführt, sodass Selbsterklärungsaktivität durch Prompts befördert werden muss (z.B. Hefter 2021). Unter einem Prompt versteht man Hinweise in Form von Fragen oder Anregungen, die während des Lernens innerhalb der Lernumgebung erscheinen. Ziel ist es, dass den Lernenden innerhalb des Assistenzsystems solche Instruktionen in Form von Selbsterklärungsprompts präsentiert werden und so durch eine tiefere Verarbeitung eine Optimierung von Lernprozessen und Lernerfolg folgt.

In der bildungspsychologischen Forschung haben sich Selbsterklärungsprompts als wirksame Unterstützungsmaßnahme verschiedener digitaler Lernmaterialien erwiesen (Heftner et al. 2019). Im Projekt iAtA sollen diese in Form von prinzipienbasierten Selbsterklärungsprompts im Rahmen des Instruktionsdesigns eingesetzt werden, die beispielsweise eine Reflektion einzelner Arbeitsschritte fokussieren. Lernende könnten einen Arbeitsschritt entweder retrospektiv (z.B. „Was waren die wesentlichen Prinzipien des Arbeitsschrittes?“) oder antizipatorisch (z.B. „Welchen Schritt musst du als nächstes ausführen?“) reflektieren. Aus Perspektive der bildungspsychologischen Forschung liegt das innovative Potenzial des Forschungsprojekts in der experimentellen Untersuchung der Wirksamkeit verschiedener Prompts in Kombination mit Augmented Reality.

Um diese Projekt- und Forschungsziele zu erreichen, sollen in einem ersten Schritt Selbsterklärungsprompts auf Basis von digitalem Lehrmaterial experimentell getestet

werden. Dieses Material wird mit verschiedenen Prompts versehen und Probanden werden zufällig unterschiedlichen Bedingungen zugewiesen. Verglichen werden diese Gruppen dann mit Blick auf Unterschiede in Lernprozessen und Lernerfolg. Erkenntnisse über die unterschiedliche Wirksamkeit dieser Prompts sollen dann für Instruktionen im Assistenzsystem umgesetzt werden und ebenfalls experimentell überprüft werden.

Über den gesamten Entwicklungsprozess des Instruktionsdesigns müssen allerdings auch grundlegende Abwägungen hinsichtlich des Ausmaßes der Assistenz getroffen werden. Das „Assistenz-Dilemma“ (Koedinger & Aleven 2007) beschreibt die Problematik, dass eine solche Assistenz durch zu viel Unterstützung und resultierende Unterforderung oder durch zu wenig Unterstützung und resultierende Überforderung auch lernhinderlich sein kann. Es gilt also im Projektverlauf, die Anpassung der Assistenz an das Vorwissen der lernenden Person sicherzustellen und so die richtige Balance zwischen zu viel und zu wenig Unterstützung für die Lernenden zu finden.

2.3 Die arbeits- und organisationspsychologische Sicht

Aus arbeits- und organisationspsychologischer Sicht stehen drei Aspekte im Vordergrund des Projekts iAtA: Die Entwicklung von Kompetenzprofilen, die Veränderung der Arbeitsgestaltung und die Begleitung des Projektverlaufs durch moderne Change-Management-Maßnahmen. Für die Entwicklung der Kompetenzprofile werden zunächst tätigkeitsbezogene Anforderungsanalysen nach der TAToo-Methodik von Koch und Westhoff (2010) durchgeführt. Zunächst werden mithilfe von strukturierten Interviews das benötigte Fachwissen, die sogenannten Knowledge, Skills, and Abilities (KSA) Anforderungen und die verhaltensnahen Anforderungen erfasst. Dabei werden neben 12 Auszubildenden auch 6 Ausbilder zu den Anforderungen im Tätigkeitsbereich Bohren und Fräsen befragt. In einem Expertenworkshop werden die so gesammelten Anforderungen sortiert und in Unterkategorien gruppiert, um so ein erstes Anforderungsprofil zu erstellen. Schließlich folgt im Rahmen einer Befragung eine finale Bewertung der Anforderungsprofile durch die Auszubildenden um die Anforderungen innerhalb des Profils zu gewichten. Durch eine Wiederholung dieses Vorgehens zum Ende des Projekts kann die Veränderung der Kompetenzen durch die Technologieeinführung abgeleitet werden. Die so gewonnenen Anforderungsprofile werden zum einen den Unternehmen für ihre (Personal-)Arbeit zur Verfügung gestellt, zum anderen sollen diese auch die weitere Gestaltung des Assistenzsystems im Hinblick auf die Kompetenzentwicklung prägen.

Parallel werden zudem die wahrgenommene Arbeitsgestaltung, arbeitsbezogene Einstellungen wie Arbeitsmotivation und -zufriedenheit, sowie das Ausmaß an Technologieakzeptanz gemessen. Diese Indikatoren können Aufschluss darüber geben, wie das Assistenzsystem motivierend und persönlichkeitsförderlich gestaltet werden kann. Ein Vergleich von mehreren Messzeitpunkten über den Verlauf des Projekts hinweg ermöglicht darüber hinaus einen Vergleich und eine Evaluation der im Projekt durchgeführten Maßnahmen.

Schließlich wird der gesamte Projektverlauf von Change-Management-Maßnahmen begleitet. Größere Veränderungsprozesse, insbesondere auch die Einführung einer neuen Technologie, führen häufig auch zu Widerstand seitens der betroffenen Personen. Durch ein begleitendes Change Management, also durch eine geplante Herangehensweise und unterstützende Maßnahmen, kann der Veränderungsprozess jedoch wirkungsvoll gestaltet und beispielsweise eine neue Technologie erfolgreich

Aus dieser Aufgabenstellung ergeben sich auch aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen. Zum einen sind diese bezogen auf die Auswirkungen der XR-Technologie im Hinblick auf die gestellten Anforderungen, aber auch auf die Arbeitsgestaltung, arbeitsbezogene Einstellungen und die Akzeptanz der Technologie. Zum anderen sind die im Projekt beteiligten Auszubildenden und Auszubildenden unterschiedlich von der Technologieeinführung betroffen. Von daher sind auch bezogen auf die Anforderungen, Arbeitsgestaltung und arbeits- sowie technologiebezogenen Einstellungen unterschiedliche Konsequenzen zu erwarten. Schließlich stellt sich auch noch die Frage, ob ein im Hinblick auf Technologieakzeptanz erweitertes Change Management eine erfolgsversprechende Maßnahme für die Einführung neuer technologischer Komponenten ist.

Die Veränderungen in der modernen Arbeitswelt stellen auch diejenigen vor Herausforderungen, die diese Prozesse aktiv gestalten und erforschen wollen – auch hier ist Kreativität, Kooperation und Flexibilität gefragt. Im Kern des Projekts iAtA steht daher die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf Seiten der Forschungspartner um so ein zielgerichtetes und den Umständen angepasstes Assistenzsystem entwickeln zu können. Diese Zusammenarbeit lässt sich insbesondere am geplanten iterativen Prozess sehen (siehe Abbildung 1). In allen Projektphasen, von der Konzeptionierung über Prozessumsetzung, Monitoring und Evaluation, tragen die verschiedenen Projektbeteiligten zu der erfolgreichen Umsetzung des Projekts bei und bauen dabei auf den gegenseitig erworbenen Kenntnissen und Fortschritten auf.



5

seits die Arbeits- und Lernstrukturen angepasst werden können, und andererseits die Entwicklung und Implementierung der XR-gestützten Assistenzplattform verfolgt werden kann. Die Ergebnisse aus diesen Projektphasen werden dann evaluiert und während der Weiterentwicklung der Assistenz berücksichtigt. Erst durch diese interdisziplinäre Zusammenarbeit kann die Komplexität der modernen Ausbildungssituation abgebildet und eine situationsgerechte Assistenz entwickelt werden, die die Auszubildenden auf die Herausforderungen der digitalen Arbeitswelt vorbereitet.

4. Literatur

- Cascio WF, Montealegre R (2016) How technology is changing work and organizations. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior* 3: 349–375.
- Hefter MH (2021) Web-Based Training and the Roles of Self-Explaining, Mental Effort, and Smartphone Usage. *Technology, Knowledge and Learning*: 1-16.
- Hefter MH, ten Hagen I, Krense C, Berthold K, Renkl A (2019) Effective and efficient acquisition of argumentation knowledge by self-explaining examples: Videos, texts, or graphic novels? *Journal of Educational Psychology*, 111: 1396-1405.
- Heinz M, Büttner S, Röcker C (2019) Exploring Training Modes for Industrial Augmented Reality Learning. In: Association for Computing Machinery (Hrsg) *Proceedings of the 12th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*: 398–401.
- Kato-Beiderwieden AL, Schulte J, Neumann A, Schalkwijk L, Strenge B, Maier GW (In Druck) Durch die Brille der Mitarbeitenden: Bedeutsame Kompetenzen bei der Entwicklung und Nutzung von XR-Systemen. In: GfA St. Augustin (Hrsg.) *Frühjahrskongress 2022: Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten*.
- Koedinger KR, Alevan V (2007) Exploring the assistance dilemma in experiments with cognitive tutors. *Educational Psychology Review*, 19: 239-264.
- Mlekus L, Kato-Beiderwieden AL, Schlicher KD, Maier GW (2021) With a Little Help From Change Management. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O*: 1-12.
- Oestreich H, Da Silva Bröker Y, Wrede S (2021) An Adaptive Workflow Architecture for Digital Assistance Systems. In: ACM (Hrsg) *The 14th PETRA Conference*: 177–184.
- Oestreich H, Töniges T, Wojtynek M, Wrede S (2019) Interactive Learning of Assembly Processes using Digital Assistance. *Procedia Manufacturing* 31: 14–19.
- Paruzel A, Bentler D, Schlicher KD, Nettelstroth W, Maier GW (2020) Employees first, Technology second. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie* 64: 46-57.
- Schlicher KD, Paruzel A, Steinmann B, Maier GW (2017) Change Management für die Einführung digitaler Arbeitswelten. In: Maier GW, Engels G, Steffen E (Hrsg) *Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten*. Berlin Heidelberg: Springer, 1–36.
- Schlicher KD, Bentler D, Paruzel A, Maier GW (In Druck) *Arbeit4.0@Hettich: Berufliche Handlungskompetenz in der Umsetzung des Auftragsdurchlaufs von morgen*. In: Dumitrescu R (Ed) *Gestaltung digitalisierter Arbeitswelten*. Berlin: Springer.
- Tenberg R, Pittich D (2017) Ausbildung 4.0 oder nur 1.2? Analyse eines technisch-betrieblichen Wandels und dessen Implikationen für die technische Berufsausbildung. *Journal of Technical Education* 5: 27-46.

Projektförderung: Das Projekt „iAtA“ wird mit Mitteln des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen innerhalb der it's OWL Förderinitiative gefördert (FKZ: 005-2011-0006, 005-2011-0942, 005-2011-0241, 005-2011-007) und vom Projektträger Jülich (PTJ) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

GfA-Press

Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022

**Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2022
ISBN 978-3-936804-31-7

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de