

## **Implikationen für die Gestaltung von digitalen und lernförderlichen Assistenzsystemen - Evaluationsergebnisse aus dem Verbundvorhaben „LeARn4Assembly“**

Mareike GERHARDT<sup>1</sup>, Pia STÜRZEBECHER<sup>2</sup>

*<sup>1</sup> Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Fakultät für Humanwissenschaften, Professur für Betriebspädagogik  
Zschokkestraße 32, D-39104 Magdeburg*

*<sup>2</sup> Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Magdeburg  
Sandtorstraße 22, D-39106 Magdeburg*

**Kurzfassung:** Die Unterstützung von Montageprozessen durch die Anwendung lernförderlich gestalteter Assistenzsysteme auf der Basis von Technologien der Virtuellen und Erweiterten Realität (VR/AR) steht im Fokus des vom BMBF geförderten Projekts LeARn4Assembly (FKZ 01PV18007B). Der Beitrag stellt zwei Evaluationsszenarien und Ergebnisse aus dem Verbundvorhaben vor. Dabei liegen die Akzente auf der Ableitung von Aussagen zur User Experience und zur Lernförderlichkeit.

**Schlüsselwörter:** Montage, digitale Assistenzsysteme, Evaluation, Lernförderlichkeit, User Experience, Usability

### **1. Einleitung**

In der manuellen Montage sind die Abläufe überwiegend strukturiert, sodass die Mitarbeitenden wenig Handlungsspielräume haben und häufig monotone Tätigkeiten ausüben. Veränderungen zeigen sich insbesondere in einer immer größer werdenden Variantenvielfalt, einer hohen Individualität und kleinen Losgrößen, die sich im Zuge der Digitalisierung sowie Vernetzung der Produktion ergeben. Somit müssen Monteur:innen diese Spezifika immer wieder berücksichtigen und Abläufe neu erlernen. Dafür können arbeitsplatzintegrierte Assistenzsysteme eine Unterstützung bieten, die sie im Montageprozess begleiten und anleiten.

Ziel des Vorhabens „LeARn4Assembly“ ist die Gestaltung, Umsetzung, Erprobung und Evaluation arbeitsplatzintegrierter Lern- und Assistenzlösungen. Zielgruppe sind die heterogenen Belegschaften (Alter, Qualifikationsniveau, Erfahrung, Sprache). Digitale Anleitungen haben eine niedrige Zugangsschwelle und können dennoch das Potenzial von AR und/oder VR integrieren. Das Leitziel bildet dabei immer, die Prozesse lernförderlich zu gestalten und einer Dequalifizierung der Arbeitnehmer:innen entgegenzuwirken.

### **2. Zum Stellenwert der Evaluation im Verbundvorhaben**

Qualitative Methoden eignen sich, um eine größtmögliche Offenheit zu erzeugen und die Perspektive der Beteiligten in den Forschungsprozess zu integrieren. Dadurch wird ein besseres Verständnis für die Antworten sowie deren Bedeutungskontexte geschaffen (Flick 2009). Mit Blick auf das Vorhaben heißt dies, dass nicht die Ausprägungen (vorhanden bis nicht vorhanden) entlang von Skalen erhoben werden,

sondern die Eindrücke der betrieblichen Expert:innen die Ergebnisse untersetzen. Dabei steht ein qualitativ ausgerichtetes Evaluationsdesign im Fokus der nachfolgenden Anwendungsszenarien.

### **3. Evaluationsszenario an der Gewinderollanlage**

*„Mit dem Assistenzsystem würde ich es immer bis zu dem Punkt, wo ich heute war, schaffen.“*

Das Evaluationsdesign beim mittelständischen Anwendungspartner der Georg Zwetsch GmbH ist auf den Einarbeitungsprozess an der Gewinderollmaschine fokussiert. Dazu wurde für den Umrüstvorgang ein Assistenzsystem entwickelt. Eine digitale Anleitung auf Basis der Software Knowledge Guide bildet die komplexe Schrittfolge des Montageprozesses ab und vermittelt Wissen durch die Kombination von unterschiedlichen Medien (Text-Bild-Video).

Dazu wurde ein qualitatives Evaluationsdesign (Kuckartz et al. 2018) erarbeitet. Kernstück der Studie bildet ein kombiniertes Verfahren aus Beobachtung und Leitfadeninterview, das die Dimensionen Gesamterleben, Tätigkeit, Usability sowie Lernförderlichkeit untersucht.

#### **3.1 Vorbereitung und Umsetzung**

Die Konzeptionsphase für die Evaluation startete mit der Entwicklung eines gemeinsamen Themenclusters, wobei Forscher:innen sowie Anwendungs- und Entwicklungspartner:innen gleichermaßen beteiligt waren. Somit konnten die unterschiedlichen Erkenntnisziele berücksichtigt und partizipativ ausgehandelt werden. Darauf aufbauend erfolgte die Erstellung eines ersten Grobkonzeptes.

Als Zielgruppe wurden Facharbeiter:innen sowie Auszubildende ausgewählt, die bisher keine Erfahrungen an der Anlage gesammelt haben. Darüber hinaus bildete die Differenzierung in zwei unterschiedliche methodische wie auch konzeptionelle Stränge einen Schwerpunkt: Usability und Lernförderlichkeit. Die Evaluationsteilnehmer:innen sollten dazu den kompletten Umrüstvorgang mithilfe von drei digitalen Anleitungen durchlaufen. Für den ersten Strang bildete die Beobachtung das methodische Kernstück, für den zweiten Strang wurde ein Interview geplant. Um das anspruchsvolle Design im Vorfeld zu testen, wurde ein Probelauf durchgeführt. Als zentrales Ergebnis zeigte sich, dass die Dauer und der Umfang der Evaluation zu lang und damit nur schwer in die betrieblichen Abläufe zu integrieren waren. Darauf aufbauend wurde die Komplexität des Leitfadens angepasst, Fragen geschärft und die Entscheidung getroffen, dass die Teilnehmenden zwei anstatt drei Anleitungen bearbeiten sollten.

Die Evaluation fand an zwei aufeinanderfolgenden Tagen statt. Insgesamt wurden vier Evaluationsteilnehmer:innen mit unterschiedlichen Erfahrungsstufen (Mitarbeitende und Auszubildende) und Funktionen im Unternehmen (Qualitätssicherung und Produktion) ausgewählt. Der Tag startete jeweils mit einem Kurzfragebogen. Dabei wurden Fragen zu soziodemografischen Daten, zur Erwartungshaltung und zur Einschätzung der Technikaffinität gestellt. Anschließend erfolgte das Umrüsten entlang der entwickelten Anleitungen.



**Abbildung 1:** Fotoaufnahme der Gewinderollmaschine (Ines Faltin, Knowledge Symphony GmbH)

Die erste Anleitung wurde dabei durch die Einweisung eines bzw. einer betrieblichen Expert:in ersetzt, die während der Montage auch als Wissensgeberin zur Verfügung stand. Während des Anlernprozesses wurde die Tätigkeit per Video aufgezeichnet, um Schlüsselsequenzen in die Auswertung einzubeziehen. Zudem wurde ein Beobachtungsprotokoll angefertigt. Zum Abschluss des Evaluationsdurchgangs wurden die Teilnehmenden zu ihrem Erleben befragt. Der Leitfaden fokussierte sich zunächst auf Fragen zur Tätigkeit des Umrüstens. Anschließend wurden Fragen zur Usability der genutzten Anleitungen sowie der zugrundeliegenden Software Knowledge Guide gestellt, die konkrete Empfehlungen zur Weiterentwicklung generieren sollten. Diese sind an den ISOMetrics-Fragebogen angelehnt (Willumeit et al. 1996) und wurden auf das eingesetzte Assistenzsystem angepasst. Fragen zur Lernförderlichkeit und zum Gesamterlebnis erkundeten die subjektiven Relevanzen. Die Lernförderlichkeitskriterien wurden im Verbundvorhaben bereits im Vorfeld theoretisch hergeleitet (Fredrich et al. 2021).

### 3.2 Ergebnisse

Die Auswertung erfolgte in drei Schritten. Die Erstellung von (1) Kurzprofilen zum jeweiligen Evaluationssetting gingen in die (2) Segmentierung sowie deduktive Kategorienbildung über. Abschließend wurden (3) die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Evaluationsteilnehmer:innen herausgearbeitet.

**Usability:** Das Layout der digitalen Anleitungen traf mehrheitlich auf positives Feedback. Insbesondere die Übersichtlichkeit fand Wertschätzung. Mehrfach wurden die Medien Bild und Video als besonders wichtig für das Verständnis hervorgehoben. Im Hinblick auf die Benutzerführung schnitt die Navigation der Lösung sehr gut ab. Die Teilnehmenden hatten den Anspruch, ihr Arbeitstempo eigenständig zu bestimmen und nutzten dafür die zur Verfügung stehenden Funktionen. Bezüglich des Evaluationskriteriums der Aufgabenangemessenheit gab es eher individuelle Rückmeldungen. Ein Evaluationsteilnehmer beschrieb während der Umrüstung die Situation, dass die Benennung der Schraubenarten nicht dem eigenen Wissensstand entsprach. Die Teilnehmenden hätten sich an einigen Stellen weniger Text gewünscht, da die Textfülle das inhaltliche Verständnis erschwerte. Die Mehrheit beschrieb den Einsatz von Bildern als wichtiges, wenn nicht sogar das wichtigste Medium. Der Nutzen der Videos wurde insbesondere im schrittweisen Nachvollziehen des Vorgehens gesehen.

**Lernförderlichkeit:** Die Teilnehmenden konnten mithilfe der digitalen Anleitungen eine gewisse Selbststeuerung in ihren Lernprozess bringen. Dies zeigte sich z. B. in der Funktion des Zurückspringens. Im Rahmen der Auswertung kam das Thema der Selbstwirksamkeit auf, in dem die Mitarbeitenden Sicherheit für die erneute Durchführung des Arbeitsprozesses beschrieben. Die Teilnehmenden skizzierten den Aspekt, etwas auszuprobieren und Neues kennenzulernen als motivationsfördernd. Die Tätigkeit wurde dadurch abwechslungsreicher. Die Textfülle wurde als Motivationshemmnis skizziert. Die Informationen aus dem Assistenzsystem wurden wertgeschätzt, doch die Unterstützung durch die lokalen Expert:innen wurde weiterhin als wichtig wahrgenommen. Der Knowledge Guide und dessen digitale Anleitungen förderte die Kooperation und den kollegialen Wissensaustausch, ersetzte diesen aber nicht.

#### **4. Evaluationsszenario am Hydraulikventil**

*„Assistenzsysteme sind was Nahbares, was man als Unterstützung nehmen kann, um Prozesse schneller durchführen zu können.“*

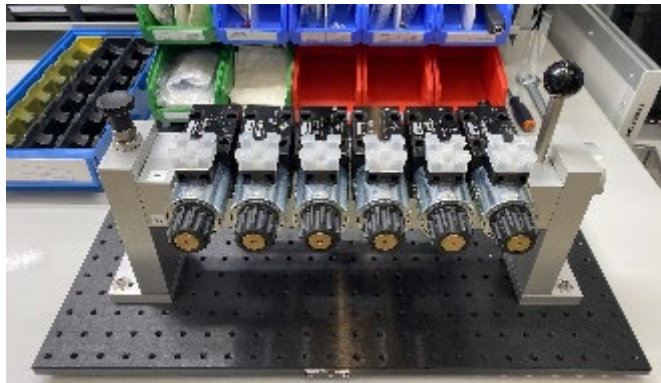
Das zweite Evaluationsszenario untersucht die manuelle Montage eines Hydraulikventils. Den Fokus bilden zwei Assistenzlösungen und deren Erprobung in einer Gruppenstudie. Die Foto-Text-Anleitung unterstützt den Montageprozess mithilfe von statischen Fotoaufnahmen sowie Textbausteinen. Die zweite Anleitung basiert auf CAD-Bildern und entspricht damit einem moderneren Verständnis assistiver Technologien.

Das Untersuchungsdesign basiert auf einem kombinierten Vorgehen aus qualitativer Befragung und quantitativer Testung im Sinne eines Mixed-Methods-Ansatzes. Fokussiert wird die Ableitung von Aussagen zu Dimensionen der Gebrauchstauglichkeit. Darüber hinaus werden die Konzepte hinsichtlich Bearbeitungszeit, Fehlerquote, Zufriedenstellung, Effizienz und Effektivität evaluiert.

##### **4.1 Vorbereitung und Umsetzung**

Im Juni 2021 folgten sieben Studierende dem Aufruf zur Teilnahme an der Studie. Die Eingrenzung auf Studierende unterlag forschungspraktischen Gründen z. B. Flexibilität und betriebliche Einschränkungen infolge der Pandemie. Da die Untersuchung auf Beschäftigte der manuellen Montage ohne spezifisches Erfahrungswissen abzielt, wurde eine heterogene Zusammenstellung (Alter, Geschlecht, Bildungshintergrund, Techniknutzung sowie -affinität) der Proband:innen angestrebt.

Im Rahmen der vergleichenden Betrachtung fokussiert die Studie Gestaltungskriterien und erforscht insbesondere Aspekte der Gebrauchstauglichkeit (Usability). Sie ermöglicht Nutzer:innen eine effektive, effiziente und zufriedenstellende Erreichung ihrer Ziele (DIN 2018). Die Wahl des Hydraulikventils als zu montierende Baugruppe ist auf die Zielgruppe der Untersuchung zurückzuführen, da sich das Montageverfahren insbesondere für die Abbildung von Einarbeitungsprozessen eignet. Es setzt kein spezifisches Erfahrungswissen voraus und erfüllt somit die Anforderungen der Studie, die Proband:innen weder zu überfordern noch zu unterfordern.



**Abbildung 2:** Fotoaufnahme des Hydraulikventils (aus dem IFF-Projekt 3D-Montageassistent)

Die Evaluation entspricht einem sequenziellen Mixed-Methods-Design, wobei die quantitativen Befunde vielmehr zur Veranschaulichung der qualitativen Daten dienen. Neben einigen Messzahlen (z. B. Bearbeitungszeit) fokussiert das Untersuchungsdesign die subjektive Meinung der Studierenden. Dazu wird analysiert, wie die verschiedenen Usability-Dimensionen erlebt und bewertet werden.

Eingeleitet wurde die Untersuchung von einem teilstandardisierten Online-Fragebogen, der Antworten zu Soziodemografie, Erwartungshaltung, Technik-Affinität und dem Wissensstand über Assistenzsysteme erhebt. Anschließend generierte die TAP (Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung) partielle Aussagen zur Aufmerksamkeitsleistung der Proband:innen. Drei Tests (Alertness, geteilte Aufmerksamkeit, visuelles Scanning) ermittelten potenzielle Anzeichen für u. a. Aufmerksamkeitsschwankungen und -verlangsamungen (Zimmermann & Fimm 2007).

Eine Gruppe wurde durch die Foto-Text-Anleitung und die andere durch die CAD-Anleitung unterstützt. Hierzu wurden 3D-Modelle des Hydraulikventils nachgebildet und in das Szenario integriert. Alle Tätigkeiten der Studierenden wurden im Verlauf der Montage beobachtet und per Videoaufzeichnung festgehalten. Auffälligkeiten wurden auf Mikro- und Makroebene protokolliert. Die Beobachtungsprotokolle dokumentieren numerische Daten und dienen individuellen Fallbeschreibungen, die u. a. Aufschluss über die Rahmenbedingungen geben. Das Kernstück der Untersuchung prägt ein leitfadengestütztes Interview (Witzel 1985), für dessen Auswertung die qualitative Inhaltsanalyse herangezogen wurde. In einem primär deduktiven Vorgehen wurde ein Kodierleitfaden erstellt, der sich aus Kategorien des Interviewleitfadens (u. a. Gesamterlebnis, Benutzerführung, Gestaltung) zusammensetzt und darüber hinaus anhand textnaher Kategorien (u. a. subjektive Bewertungen) ergänzt wurde.

## 4.2 Ergebnisse

Bei allen Proband:innen handelte es sich um Studierende (drei Frauen & vier Männer im Alter von 20-45 Jahren) mit einer ausgeprägten technischen Affinität. 50 Prozent der Teilnehmenden waren vertraut mit dem Begriff „Assistenztechnologie“. Der Gesamteindruck beider Anleitungen schneidet „gut“ ab. Insbesondere die „Einfachheit“ und „Übersichtlichkeit“ bleiben den Teilnehmenden im Gedächtnis.

Mit der TAP wurde der allgemeine Wachzustand, die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsteilung sowie die Explorationsfähigkeit des visuellen Umfelds getestet. Dabei wurde keine signifikante Beeinflussung der Aufmerksamkeitsleistung auf die Durchführung der Montage festgestellt. Alle Teilnehmenden besaßen demnach ähnliche Voraussetzungen für eine effiziente Aufgabenbearbeitung.

**Effektivität:** Beide Gruppen haben das Hydraulikventil ähnlich schnell und mit ähnlicher Fehlerquote zusammengebaut. Die Bearbeitung der Foto-Text-Anleitung dauerte durchschnittlich 18,3 Minuten und wickelte sich nur um 0,3 von der durchschnittlichen Bearbeitungszeit der CAD-Anleitung ab.

**Benutzerführung:** Die „logische“ Navigation schneidet sehr gut ab. Insbesondere das Hin- und Herspringen zwischen den Arbeitsschritten empfinden die Proband:innen als praktikabel. Die „anschauliche“ Gestaltung trifft auf Wertschätzung. Insgesamt werden sowohl CAD- als auch statische Grafiken im Kontrast zu den Textbausteinen als unerlässlich eingeschätzt.

**Zufriedenstellung:** Die Gebrauchstauglichkeit der Systeme wurde als „gut“ bewertet. Beide Anleitungen schnitten im Endergebnis mit der Schulnote 2 ab: Während die CAD-Anleitung durchweg mit Zweien bewertet wurde, erhielt die Foto-Text-Anleitung Noten im Bereich von 3 bis 1-. Schlussendlich würden 29 Prozent der Proband:innen die Foto-Text-Anleitung erneut wählen, während 71 Prozent die CAD-Anleitung bevorzugen. Für weitere Forschungsarbeiten bietet der CAD-Viewer Anknüpfungspunkte, da hier die Vorteile von CAD-Bildern und Immersion vereint werden.

## 5. Fazit

Die Potenziale digitaler Anleitungen zeigen sich insbesondere in Anlernprozessen. Dabei muss betont werden, dass Lernprozesse auch weiterhin primär soziale Prozesse sind, bei denen die Vermittlung von Wissen sowie Erfahrung relevant sind. Es stellt sich die Frage, welche Rolle Assistenzsysteme in dieser Konstellation einnehmen. Als weitere Quintessenz aus den beiden Evaluationsszenarien bleibt das Spannungsfeld zwischen den Polen der Standardisierung von linearen Prozessabfolgen und der Bedeutsamkeit von subjektivem Expertenwissen, sodass bestimmte Aspekte in Montageprozessen nur begrenzt in einem Assistenzsystem abgebildet oder vermittelt werden können.

## 6. Literatur

- Flick U (2009) Qualitative Methoden in der Evaluationsforschung. ZQF, 10: 1/2009, 9-18.
- Fredrich H, Dick M, Haase T (2021) Zur Passung von Arbeitsanforderungen und digitalen Assistenztechnologien in handwerklichen und industriellen Montageprozessen. In: ARBEIT HUMANE gestalten. 67. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft 2021. GfA-Press.
- DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2018) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 11. Gebrauchstauglichkeit. Begriffe und Konzepte. (ISO 9241–11:2018).
- Willumeit H, Gediga G, Hamborg K C (1996) IsoMetrics(L): Ein Verfahren zur formativen Evaluation von Software nach ISO 9241/10. Ergonomie und Informatik, 27, 5-12.
- Witzel A (1985) Das problemzentrierte Interview. In: Jüttemann G (Hrsg) Qualitative Forschung in der Psychologie. Grundfragen, Verfahrensweisen, Anwendungsfelder. Weinheim: Beltz Verlag, 227-255.
- Kuckartz U, Dresing T, Rädiker S, Stefer C (2018) Qualitative Evaluation. Der Einstieg in die Praxis. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften | GWV Fachverlage GmbH.
- Zimmermann P, Fimm B (2007) Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP). Version 2.0, 84f.



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](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)