

Lernen im Prozess der Arbeit – Kontinuierliche Verbesserung manueller Montageprozesse durch Einsatz von Autorensystemen

Marvin GOPPOLD, Martin FRENZ

*Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*

Kurzfassung: Der Beitrag schildert die Umsetzung einer Weiterbildungsmaßnahme für die Zielgruppe nicht formal Qualifizierter in der industriellen manuellen Montage. Eine kurze Beschreibung der Umsetzungen leitet zur Evaluation der Akzeptanz gegenüber der eingesetzten Tabletcomputer über. Die Ergebnisse der genutzten Kompetenzbilanzierung werden aufgezeigt und diskutiert.

Schlüsselwörter: Manuelle Montage, Autorensystem, Optimierung, Arbeitsprozess, Weiterbildung

1. Ausgangslage

Ansatz der kontinuierlichen Verbesserung in manuellen Montageprozessen sind in diesem Beitrag die Qualifikationen der eingesetzten Fachkräfte. Häufig werden in der industriellen manuellen Montage formal nicht qualifizierte Personen beschäftigt, die als Zielgruppe der Weiterbildungsmaßnahme verstanden werden. Manuelle Montage umfasst alle Tätigkeiten, die von einem Menschen unter Beteiligung der Hände durchgeführt werden und dem Zusammenbau von Produkten dienen (Lotter, 2006; Nyhuis & Wiendahl, 2012). Hier liegt häufig eine heterogene Belegschaft vor, welche oft durch keine formalen Qualifikationen für die dort verübten Tätigkeiten vereinheitlicht beschrieben werden kann. Auch existieren für diese Zielgruppe bisher keine spezifischen Weiterbildungsangebote (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2015, 2017; Orr & López, 2016).

Die digitale Transformation (Kagermann, Wahlster & Helbig, 2013) wird neue Aufgaben in diesem Bereich hervorbringen, die bisherige ergänzen oder auch ersetzen. Daneben sind verwendete Montage- und Hilfstechnologien einem kontinuierlichen technologischen Wandel und der Digitalisierung ausgesetzt (z.B. Petruck & Mertens, 2018; VDI, 2016). Die Aus- und Weiterbildungswelt soll diesen Wandel ernst nehmen und verschiedene Szenarien berücksichtigen (Frenz, Heinen & Schlick, 2015). Auch in KMU hat der Einsatz neuer Assistenzsysteme, Kollaboration, digitalisierter Prozesssteuerung und digitalisierten Arbeitsplätzen eine große Relevanz (Czerniak, Mertens & Schlick, 2017; vgl. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2017).

Trotz der über viele Jahre gesammelten Erfahrungen in der manuellen Montage sind Optimierungspotentiale in der Industrie in diesem Bereich noch immer nicht erschöpft. Um diese Potentiale zu nutzen und die jeweiligen Bedürfnisse zu berücksichtigen, ist eine stärkere Zusammenarbeit aller Stakeholder notwendig (vgl. Latos et al., 2018).

2. Maßnahme

2.1 Weiterbildungskonzept

Zur Stärkung der horizontalen Mobilität (vgl. Berger, 2013) und zur Förderung der Individuen der Zielgruppe, auch hinsichtlich der zukünftigen Tätigkeiten, wird eine Weiterbildung entwickelt, die sich der Förderung reflexiver Handlungsfähigkeit (vgl. Dehnbostel, 1993) und damit der iterativen Optimierung der Tätigkeiten widmet. Die Weiterbildung nutzt einen arbeitsprozessintegrierten Ansatz (vgl. Dehnbostel, Molzberger & Schröder, 2008) durch Überlagerung der Arbeitshandlung mit der Aufgabe ein Videotutorial des Arbeitsprozesses zu erstellen.

Dazu ist ein Curriculum mit einer Kompetenzbeschreibung nach dem Deutschen Qualifikationsrahmen (BMBF & Ständige Konferenz der Kultusminister, 2011) erstellt worden. Begründet durch arbeitswissenschaftliche empirischen Erhebungen (Gerschner, Molitor & Frenz, 2017) sind diese auf den Niveaus 1-3 formuliert. Auf die manuellen Montagekompetenzen aufbauend werden Elemente digitaler Grundkompetenzen z.B. des DigComp2.1. (Carretero, Cuorikan & Punie, 2017) in den Kompetenzbeschreibungen berücksichtigt. Daneben wird ein Kompetenzbereich für die Tutorialerstellung eingegliedert.

Das Curriculum wird in Handlungssituationen konkretisiert. Diese umfassen einen manuellen Montageprozess der Kartmontage des e.go Karts in der Umsetzungsumgebung Demonstrationsfabrik Aachen (DFA). Diese Arbeitsprozesse sind mithilfe einer didaktischen Analyse nach Klafki (1975) aufgrund der lernwirksamen Gestaltungsmöglichkeiten ausgewählt worden. Lernszenarien für die Handlungssituation werden bei einem Auftraggeber in einer Inhouseumsetzung entsprechend angepasst. In Pre-Tests hat sich gezeigt, dass eine einzige integrierte Aufgabenstellung zu allen Kompetenzbereichen zu komplex ist. Deshalb ist eine Untergliederung in Aufgabenstellungen zu jedem Kompetenzbereich erfolgt.

In der beschriebenen Handlungssituation werden Lerneinheiten entwickelt, welche Abschnitte der mikrodidaktischen Planung darstellen. Diese werden so gestaltet, dass Iterationsschleifen die Reflexion der jeweiligen Handlungen anregen soll, so dass Optimierungen des eigenen Vorgehens durchgeführt werden und verschiedene Zielkonflikte erlebt werden können. Dies ist auch nach der Gestaltung des Montageprozesses der Fall, wenn mittels tabletgestütztem (Apple iPads) Autorensystemmethode die Dokumentation erfolgt und somit eine neue Perspektive auf den Arbeitsprozess eingenommen wird. Auch hier lassen sich neue Optimierungen ableiten und ausführen.

2.2 Besonderheit Autorensysteme

Die in der Informationstechnik verwurzelte Methodik Autorensysteme als Unterform des Lernens durch Lehren eignet sich sehr gut zur Umsetzung der geschilderten Ziele und wird in abgewandelter Form nach Wiemer (2015) und Schröder (2014) verwendet. Die typischen Ansätze in der Literatur, wie z.B. Locatis & Hana (1999) unterscheiden sich dadurch, dass sie ein geschlossenes Softwaresystem anstatt mehrere Softwareanwendungen mit jeweils einer Teilfunktion für die Autorensystemmethode verwenden. Die Autorensystemmethode zielt auf die Erstellung von Lernmedien durch die Lernenden selbst ab, welche dabei einen parallelen Lern- und Reflexionsprozess durchlaufen. Diese Methode ist gut für die manuelle Montage geeignet, da die Struktur der Planung, Umsetzung und Optimierung vergleichbar zur

Struktur bei der Erstellung von videobasierten Tutorials ist (vgl. Begleiter, 2010; Arndt, 2017; vgl. Schlick, Bruder & Luczak, 2018).

3. Evaluation

Zur Kompetenzbilanzierung der Teilnehmenden ist eine arbeitsbegleitende Beobachtung während der Bearbeitung der Aufgaben in der manuellen Montage in den Teilbereichen Materialbereitstellung und Arbeitsplatzvorbereitung, Montage sowie Funktionsüberprüfung und Qualitätskontrolle erfolgt. Darüber hinaus sind Querschnittskompetenzen erfasst worden, die für die Bearbeitung aller Aufgaben notwendig sind.

Die Kompetenzbilanzierung stellt gleichzeitig auch einen Teil der Gesamtevaluation des Weiterbildungskonzepts und der Umsetzungen dar, die entsprechend Beywls (2002) Standards angelegt sind.

3.1 Methodik

Basierend auf der Constructive Alignment Theorie (Biggs, 1996) wird aus den outcomeorientiert formulierten Kompetenzbeschreibungen ein Kompetenzraster abgeleitet. Dieses dient der Bewertung und Beurteilung der Teilnehmenden. Dafür werden für jeden Kompetenzbereich der manuellen Montage auf allen einbezogenen DQR Niveaus zentrale spezifische Kompetenzbeschreibungen beobachtungsgerecht entsprechend der Handlungssituation in der Weiterbildung beschrieben. Diese Beschreibungen werden in einem Kompetenzraster durch Lernbegleitende erhoben. Zur Sicherstellung der Reliabilität werden Schulungen zur Einordnung beobachteter Verhaltensweisen durchgeführt und die Weiterbildungen mit mindestens zwei Lernbegleitenden durchgeführt.

Im Anschluss werden die einzelnen Items für die Gesamtbewertung der einzelnen Kompetenzbereiche gewichtet aufsummiert. Insgesamt kann somit ein abschließendes Zertifikat über die Teilnahme mit einer detaillierten Auflistung von maximal 36 Teilkompetenzen und des jeweils erreichten DQR Niveaus ausgestellt werden. Der anschließende Zertifizierungsprozess orientiert sich dabei an den Vorgaben der DIN EN ISO/IEC 17024 (DIN e.V., 2012) und wird durch die ausführende Institution gewährleistet. Erweiternd werden die Tutorials anhand diverser Kriterien bewertet. Diese werden ebenfalls aus dem Curriculum abgeleitet, durch Qualitätskriterien aus der Literatur erweitert sowie nach einer vorgeschriebenen Methode bewertet. Die Ergebnisse finden sich ebenfalls auf dem Zertifikat für die Teilnehmenden wieder.

3.2 Ergebnisse

Es liegen aus den Durchführungen zielgruppenspezifische Datensätze von 13 schulischen Teilnehmenden (Gruppe 1) mit Durchschnittsalter dem 18,5 Jahre und von 31 Teilnehmenden des Arbeitsmarkts (Gruppe 2) mit Durchschnittsalter 37,2 Jahre die in Tabelle 1 aufbereiteten auswertbaren Datensätze vor. Es werden alle arbeitsprozessrelevanten Items angegeben und die Skalierung orientiert sich an den DQR Niveaus von 1 bis 3 in ganzzahligen Schritten. Anzumerken ist noch, dass unter Optimierungen nur selbstständig induzierte und nicht durch methodische Weiterbildungselemente angeregte erfasst werden.

Tabelle 1: Ergebnisse der Kompetenzbilanzierung

	N_1	μ_1	σ_1	N_2	μ_2	σ_2
Materialbereitstellung: Art der technischen Zeichnung	9	2,1	0,8	26	2,5	0,8
Materialbereitstellung: Selbstständigkeit beim Lesen von technischen Zeichnungen	9	2,2	0,8	26	2,3	0,8
Materialbereitstellung: Bauteil- und Werkzeuglisten erstellen	9	1,8	0,4	26	2,5	0,6
Materialbereitstellung: Ausführung der Bereitstellung	9	2,1	0,8	26	2,5	0,8
Materialbereitstellung: Kontrolle der Bereitstellung	9	2,0	0,9	26	2,5	0,6
Materialbereitstellung: Bewertung der Bereitstellung	9	2,0		26	2,5	0,8
Materialbereitstellung: Optimierung der Bereitstellung	1	3,0		17	3,0	0,0
Montage: Art der technischen Zeichnung	9	2,3	0,5	26	2,4	0,7
Montage: Selbstständigkeit beim Lesen von technischen Zeichnungen	9	2,4	0,5	26	2,6	0,6
Montage: Montageplan erstellen	9	2,1	0,3	26	2,4	0,6
Montage: Ausführung der Montage	9	2,4	0,5	26	2,7	0,5
Montage: Kontrolle der Montage	9	2,2	0,4	26	2,3	0,7
Montage: Bewertung der Montage	9	2,6	0,5	26	2,3	0,7
Montage: Optimierung der Montage	6	3,0		13	2,9	0,3
Qualitätskontrolle: Prüfplan erstellen	9	2,0		25	2,4	0,6
Qualitätskontrolle: Auswahl der Prüfverfahren	9	2,2	0,7	25	2,2	0,5
Qualitätskontrolle: Ausführung der Funktionsprüfung	9	2,1	0,6	25	2,5	0,7
Qualitätskontrolle: Protokollierung der Funktionsprüfung	9	2,3	0,7	25	2,4	0,7
Qualitätskontrolle: Kontrolle der Funktionsprüfung	9	2,6	0,5	25	2,4	0,6
Qualitätskontrolle: Bewertung der Funktionsprüfung	9	2,1	0,3	25	2,4	0,7
Qualitätskontrolle: Optimierung der Funktionsprüfung	2	3,0		9	3,0	0,0
Querschnitt: Einordnung Tätigkeiten in Gesamtprozess	13	2,8	0,6	22	2,9	0,3
Querschnitt: Nutzung des Betriebssystem	13	3,0		25	2,6	0,6
Querschnitt: Identifikation des Informationsbedarfs	12	1,8	0,9	26	2,6	0,5
Querschnitt: Rückfragen an Ansprechpartner	13	1,9	1,0	27	2,7	0,5
Querschnitt: Kontinuierliche Dokumentenverbesserung	8	2,1	0,8	25	2,0	0,7
Querschnitt: Mündliche Ergebnispräsentation	13	1,6	0,9	26	2,4	0,6
Querschnitt: Verhaltens- und Umgangsformen	13	2,3	0,6	27	2,9	0,3

4. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass den schulischen Teilnehmenden die eigenständige Optimierung im Vergleich zur Gruppe der Arbeitssuchenden deutlich schwerer fällt. Dies liegt unter Einbezug weiterer qualitativer Beobachtungen teilweise an Sprachschwierigkeiten, die zu einer erschwerten Teamarbeit geführt haben. Im Rahmen der Arbeitsplatzvorbereitung haben die schulischen Teilnehmenden eine didaktisch aufbereitete Zeichnung benötigt, wohingegen sie im Verlauf der Weiterbildung gelernt haben, auch mit nicht aufbereiteten Zeichnung zu arbeiten. Die Arbeitsmarktgruppe hatte diese Schwierigkeiten in geringerem Maß, was sich durch qualitative Zusatzinformationen erklären lässt, die bei vielen Teilnehmenden eine technische Vorbildung

oder Erwerbsbiographie aufzeigt. Insbesondere letzteres Detail hilft bei der Erklärung der Unterschiede hinsichtlich der Dokumentation durch Erstellung von neuen Dokumenten, da dies in nahezu allen Berufen verlangt wird. Der Lernerfolg in der Weiterbildung lässt sich an der steigenden Bewertung im Prozessverlauf der Schulgruppe nachvollziehen. Sehr deutlich ist hingegen die einheitlich problemlose Nutzung des Tabletbetriebssystems durch die Schulgruppe, wohingegen der auch in begleitenden Befragungen erhobene Kontakt mit informationsverarbeitenden Medien und somit die Vorbildung für die etwas schlechtere Bewertung der zweiten Gruppe verantwortlich sein kann. Eine Korrelationsanalyse zeigt auch eine signifikante negative Korrelation mit dem Alter über die Gesamtstichprobe an.

5. Fazit und Ausblick

Die für Zielgruppen auf DQR Niveau 1-3 unter Verwendung der Autorensystemmethodik durchgeführten Weiterbildungen haben sich als gut umsetzbar bewährt. Die Weiterbildung ist von den Teilnehmenden in ihrer Umsetzung angenommen und erfolgreich abgeschlossen worden. Die eingesetzten Reflexionsphasen haben sich als sehr hilfreich erwiesen.

Zukünftig sollen die Ergebnisse bezüglich des Einsatzes der Autorensystemmethodik auf kognitive Arbeitsprozesse und hochqualifizierte Zielgruppen übertragen werden.

6. Literatur

- Arndt K-D (2017) Arbeitsvorbereitung und Arbeitsplanung. In: Böge A, Böge W (Eds) Handbuch Maschinenbau, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 1735–1772.
- Begleiter M (2011) From word to image: Storyboarding and the filmmaking process. [United States]: Michael Wiese Productions.
- Berger PA (2013) Soziale Mobilität. In: Mau S, Schöneck NM (Eds) Handwörterbuch zur Gesellschaft Deutschlands, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 730–744.
- Beywl W (2002) Standards für Evaluation. Köln: Geschäftsstelle DeGEval.
- Biggs J (1996) Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education* 32:347–364.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017) Weissbuch Arbeiten 4.0. Berlin: Bundesregierung.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015) Weiterbildungsverhalten in Deutschland 2014: Ergebnisse des Adult Education Survey - AES Trendbericht. Bonn.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2017) Bildung und Forschung in Zahlen 2017: Ausgewählte Fakten aus dem Daten-Portal des BMBF. Bonn.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung, Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2011) Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen.
- Carretero S, Cuorikan R, Punie Y (2017) DigComp 2.1: The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use.
- Czerniak-Wilmes J, Mertens A, Schlick CM (2017) Innovative Mensch-Maschine-Interaktionskonzepte für den Facharbeiter der Zukunft in der Produktion 4.0. In: Spöttl G, Windelband L (Eds) Industrie 4.0: Risiken und Chancen für die Berufsbildung, Bielefeld: wbv, 171–186.
- Dehnbostel P (1993) Konzepte für eine dezentrale Berufsbildung. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis* 22:3–9.
- Dehnbostel P, Molzberger G, Schröder T (2008) Arbeitsprozessorientierte Weiterbildung: konzeptionelle und theoretische Perspektiven. In: Molzberger G (Ed) Weiterbildung in den betrieblichen Arbeitsprozess integrieren: Erfahrungen und Erkenntnisse in kleinen und mittelständischen IT-Unternehmen, Münster, New York, NY, München, Berlin: Waxmann, 155–163.
- DIN EN ISO/IEC 17024 (2012) Konformitätsbewertung - Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Personen zertifizieren.

- Frenz M, Heinen S, Schlick CM (2015) Industrie 4.0: Anforderungen an Fachkräfte in der Produktionstechnik. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis* 44:12–16.
- Gerschner K, Molitor M, Frenz M (2017) Analyse von Arbeitsanforderungen zur Entwicklung eines Weiterbildungskonzepts mit Autorensystemen in der industriellen Produktion. In: Becker M, Dittmann C, Gillen J, Hiestand S, Meyer R (Eds) *Einheit und Differenz in den gewerblich-technischen Wissenschaften: Berufspädagogik, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften*, Münster: LIT-Verlag, 310–325.
- Kagermann H, Wahlster W, Helbig J (2013) *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern*. Berlin: Forschungsunion.
- Klafki W (1975) *Studien zur Bildungstheorie und Didaktik*. Weinheim: Beltz.
- Latos BA, Holtkötter C, Brinkjans J, Kalantar P, Przybysz PM, Mütze-Niewöhner S (2018) Partizipatives und simulationsgestütztes Vorgehen zur Konzeption einer flexiblen und demografierobusten Montagelinie. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 72:90–98.
- Locatis C, Hana A (1999) Interactive technology and authoring tools: A historical review and analysis. *Educational Technology Research and Development* 47:63–75.
- B Lotter, H-P Wiendahl (2006) *Montage in der industriellen Produktion: Ein Handbuch für die Praxis ; mit 16 Tabellen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Nyhuis P, Wiendahl H-P (2012) *Logistische Kennlinien: Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Orr D, López VC (2016) Weiterbildung in Deutschland im internationalen Vergleich: FiBS - Forum Nr. 58. Berlin: Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie.
- Petruck H, Mertens A (2018) Predicting Human Cycle Times in Robot Assisted Assembly. In: Trzcielinski S (Ed) *Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future: Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing, July 17-21, 2017, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, California, USA*, Cham, s.l.: Springer International Publishing, 25–36.
- Schlick C, Bruder R, Luczak H (2018) *Arbeitswissenschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schröder N (2014) *Medien machen schafft Praxis-Wissen.: Tutorials, Learning-Apps und eBooks im Einsatz an der berufsbildenden Schule*. L.A. multimedia:10–13.
- VDI 5600 (2016) *Fertigungsmanagementsysteme*.
- Wiemer C (2015) *Autorenlernen*. Hochschultage TU Dresden.

Danksagung: Das dem Beitrag zugrundeliegende Projekt „INNOWAS – Innovative betriebliche Weiterbildung mit Autorensystemen – Stärkung der horizontalen Mobilität in der Produktion durch Lernenden-Tutorials“ wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb der Förderinitiative „Innovative Ansätze zukunftsorientierter beruflicher Weiterbildung“ gefördert und vom Projektträger Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) unter FKZ: 21IAWB093 betreut.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten

65. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

GfA-Press

Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
Technische Universität Dresden;
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2019
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

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

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband 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.

Screen design und Umsetzung

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de