

Goppold, Marvin; Frenz, Martin

Article — Published Version

Lernen im Prozess der Arbeit: Entwicklung, Umsetzung und Evaluation einer Weiterbildung zur manuellen Montage unter Einsatz von Autorensystemen

Zeitschrift für Arbeitswissenschaft

Provided in Cooperation with:

Springer Nature

Suggested Citation: Goppold, Marvin; Frenz, Martin (2020) : Lernen im Prozess der Arbeit: Entwicklung, Umsetzung und Evaluation einer Weiterbildung zur manuellen Montage unter Einsatz von Autorensystemen, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, ISSN 2366-4681, Springer, Berlin, Heidelberg, Vol. 74, Iss. 2, pp. 100-116, <https://doi.org/10.1007/s41449-020-00202-1>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/288813>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Lernen im Prozess der Arbeit: Entwicklung, Umsetzung und Evaluation einer Weiterbildung zur manuellen Montage unter Einsatz von Autorensystemen

Marvin Goppold¹ · Martin Frenz¹

Online publiziert: 21. April 2020
© Der/die Autor(en) 2020

Zusammenfassung

Der Beitrag stellt ein Weiterbildungskonzept für formal Nichtqualifizierte als heterogene Zielgruppe in der industriellen manuellen Montage vor. Auf Grundlage einer arbeitswissenschaftlichen Analyse der Erwerbsarbeit wird ein gestaltungsorientiertes Lernkonzept vorgestellt, das arbeitsintegriert eingesetzt wird. Die Nutzung der Autorensystemmethode ermöglicht es, den Arbeitsprozess mit einem Lernprozess der Videotutorialerstellung zu überlagern und dadurch die Arbeitsprozessgestaltung zu reflektieren. Basierend auf der didaktischen Leitidee der reflexiven Handlungsfähigkeit wird die Vorgehensweise von der Arbeitsanalyse bis zur Ausgestaltung der konkreten Lehr-Lern-Arrangements aufgezeigt. Die Ergebnisse der Evaluation mit Hilfe einer Kompetenzbilanzierung und Bewertung der Tutorials als Arbeitsergebnisse zeigen die Unterschiede in der heterogenen Zielgruppe und Verbesserungsmöglichkeiten auf.

Praktische Relevanz: Der Beitrag zeigt eine arbeitsprozessbegleitende Kompetenzbilanzierung, welche für Zertifizierungen genutzt werden kann. Daneben wird ein Best-Practice-Beispiel für die Umsetzung von arbeitsprozessintegriertem Lernen erläutert, welches auf viele innerbetriebliche Prozesse von produzierenden Branchen übertragen werden kann. Das Konzept ermöglicht Lernen direkt am Arbeitsplatz und fördert Prozessverständnis, welches im kontinuierlichen Verbesserungsprozess von hoher Relevanz ist.

Schlüsselwörter Kompetenzbilanzierung · Tutorialbewertung · Arbeitsintegriertes Lernen · Berufliche Bildung · Videotutorial

✉ Marvin Goppold, MSc.
m.goppold@iaw.rwth-aachen.de

¹ Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University,
Bergdriesch 27, 52062 Aachen, Deutschland

Work-based learning: Development, implementation and evaluation of a further education workshop for manual assembly using authoring system tools

Abstract

The paper presents a further education workshop for the heterogeneous target group of formal non-qualified personnel in industrial manual assembly. Relying on results from task analysis within industrial engineering, the authors develop a constructivist training concept, which they implement in a work-based learning strategy with video tutorial creation. Using an authoring system learning method enables to overlay the work process with a learning process. This helps to reflect the design of the work process. Starting with the didactic guiding idea of reflective handling competence, the paper illustrates the implementation approach from work analysis up to an occupational learning situation. Results from a balance of skills and tutorial assessment sum up the differences within the target group and hint fields of improvement.

Practical Relevance: The paper presents a balance of skills evaluation within a work-based further education workshop that can be useful for competence certification. It delivers a best practice example of implementing work-based learning in real work processes that could transfer to many work processes in the manufacturing sector. The concept enables work place learning and fosters process understanding, which is highly relevant for personnel to take part in continuous improvement programmes.

Keywords Balance of skills · Tutorial assessment · Work-based learning · Vocational education · Video tutorial

1 Ausgangslage und Ziel

Für die Ausgangslage wird auf das MTO Modell (Ulich 1997) zurückgegriffen, um die Gesamtheit der für die Arbeit relevanten Dimensionen zu betrachten. Nach der Beschreibung der Zielgruppe der Weiterbildung (Mensch) für das Beispiel der manuellen Montage, werden technische (Technik) und arbeitsorganisatorische (Organisation) Herausforderungen beschrieben sowie anschließend das Ziel des Beitrags abgeleitet.

1.1 Zielgruppe der Weiterbildung

Die Zielgruppe der Weiterbildung umfasst Menschen, welche in der manuellen Montage in der Industrie tätig sind oder in Zukunft arbeiten wollen. Unter manueller Montage werden alle Tätigkeiten verstanden, die von einem Menschen unter Beteiligung der Hände durchgeführt werden und dem Zusammenbau von Produkten dienen (Lotter und Wiendahl 2006; Lien 2019).

Dieser Bereich ist geprägt von einer heterogenen Belegschaft, welche oftmals keine formale Qualifikation für die dort verübten Tätigkeiten vorweisen kann (vgl. Gerschner et al. 2017), weshalb die Zielgruppe unter der Bezeichnung formal Nichtqualifizierte zusammengefasst wird. Die normativ gesetzte Ausgangslage des Vorhabens betont dieses Problem, weil eine Kompetenz ohne Qualifikationsnachweis nur schwer plausibilisiert werden kann.

Es bieten sich dieser Zielgruppe bisher keine spezifischen Weiterbildungsangebote an (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung 2015, 2017; Orr und López 2016). Dies hängt auch mit einem geringeren Nachfrageverhalten nach Weiterbildung der Zielgruppe zusammen

(Kondrup 2015). Dadurch verkümmern in Unternehmen die Potentiale dieser oft auch als „stille Reserve“ angesehenen Gruppe. Vor dem Hintergrund gegenwärtiger Tendenzen des gesellschaftlichen und organisatorischen Strukturwandels sowie daraus ableitbaren Szenarien (Hirsch-Kreinsen und Ittermann 2019) sind hier Möglichkeiten der Entwicklung wünschenswert, welche den Menschen neben der Beschäftigungsfähigkeit weitere persönliche Vorteile bieten. Insbesondere der im Abschn. 1.2 beschriebene Wandel in der Erwerbsarbeit könnte zu einem Anstieg der Automatisierung in der Fertigung führen und zu einer steigenden Komplexität menschlicher Aufgaben in der manuellen Montage (Frenz et al. 2015; Ahrens und Spöttl 2015).

1.2 Technik in der manuellen Montage

Aufgrund der digitalen Transformation (vgl. Kagermann et al. 2013) werden neue Arbeitsaufgaben die manuelle Montage teilweise verändern oder auch ersetzen. Daneben sind auch die verwendeten Montage- und Hilfstechnologien einem technologischen Wandel und der Digitalisierung ausgesetzt (z.B. Petruck und Mertens 2018; VDI 2016). Neben den Chancen durch die digitale Transformation der industriellen Produktion bestehen auch Risiken. Die Aus- und Weiterbildungswelt hat diesem Wandel offen zu begegnen und verschiedene Szenarien zu berücksichtigen (Frenz et al. 2015; Spöttl et al. 2016). Besonders die Produktionstechnik ist vom Einsatz neuer Assistenzsysteme, Kollaboration, digitalisierter Prozesssteuerung und digitalisierten Arbeitsplätzen betroffen (z.B. Czerniak et al. 2017; Faber et al. 2017). Dieses große Forschungsfeld ist auch für kleine und mittlere Unternehmen relevant (vgl. Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2017).

Aus Sicht der Zielgruppe ist eine Anpassungsfortbildung (vgl. Dehnbostel 2008) sowohl in der manuellen Montage als auch zu Kompetenzen des gesamten Arbeitsprozesses (vgl. Fischer 2006) der Produktion anzustreben. Außerdem sind zusätzliche Kompetenzen der Digitalisierung im tätigkeitsbezogenen Bereich (vgl. Initiative D21 2016) anzustreben und die Förderung der Selbstkompetenz durch digitale Grundkompetenzen. Damit lässt sich die zukünftige Beschäftigungsfähigkeit sichern und Teilhabe auch an hochtechnologisierten Produktionsprozessen ermöglichen.

1.3 Arbeitsorganisation in der manuellen Montage

Trotz jahrzehntelanger Erfahrung in der manuellen Montage sind Optimierungspotentiale in der Industrie, besonders in KMU, 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).

Die normativ und durch die Digitalisierung der Fertigungsketten (z. B. Lins et al. 2018; Dombrowski und Richter 2016) geforderte Flexibilität (vgl. Brehm 2003) auf dem Shopfloor in der manuellen Montage erfordert eine Erweiterung der Mitarbeiterkompetenzen hin zu einem besseren Systemverständnis der Produktion im Sinne einer Prozessorientierung (vgl. Frenz et al. 2016). Damit können Beschäftigte unter anderem horizontal mobiler (vgl. Berger 2013) in einer Fertigungsorganisation (vgl. Petersen 2005) arbeiten. Gleichzeitig besteht in der Industrie akuter Bedarf an einer organisationalen Verankerung des persönlichen Wissens im Sinne von Erfahrungswissen der Mitarbeitenden, da deren Wissen eines der essenziellen Erfolgskriterien ist und zukünftig sein wird (vgl. Voigt et al. 2016). Die Möglichkeiten der Digitalisierung bieten viele Chancen für eine einfache Umsetzung dieses Wissenstransfers in der Industrie (vgl. North und Maier 2018). Vielen Unternehmen als Auftraggeber für die Teilnahme an solchen Weiterbildungen mangelt es an schnellen Amortisierungspotentialen der Investitionen in Humankapital. Das stellt eine wichtige Zusatzvoraussetzung dar, welche ebenfalls befriedigt werden muss, trotz propagiertem Fachkräftemangel (vgl. z. B. Anger et al. 2018).

1.4 Ziel des Beitrags

Ziel des Beitrags ist die Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines arbeitsintegrierten Weiterbildungskonzepts zur Förderung der Zielgruppe von formal Nichtqualifizierten in der manuellen Montage. Dieses wird in der industriellen manuellen Montage als Gegenstandsbereich der beruflichen Bildung umgesetzt und beschrieben.

Im Beitrag wird die Umsetzung der Kompetenzbilanzierung fokussiert. Dazu wird die Frage beantwortet, wie

sowohl digitale Grundkompetenzen im Arbeitsprozessverlauf als auch im Besonderen die Endergebnisse in Form von Videotutorials der Lernenden erhoben und ausgewertet werden können. Zusätzlich besteht die Fragestellung, inwieweit sich damit die Heterogenität der Zielgruppe untersuchen lässt.

2 Weiterbildungskonzept

2.1 Didaktische Leitidee

Für die Arbeit in der manuellen Montage benötigen Mitarbeitende nicht nur Kompetenzen zur Ausführung der Arbeitshandlungen, sondern sie sind auch Teil eines soziotechnischen Systems, mit welchem sie interagieren. Ziel dieser Produktionssysteme ist die kontinuierliche Optimierung, an welcher den beteiligten Menschen die Hauptrolle zukommt. Aus diesem Grund müssen alle Stakeholder eines Fertigungsprozesses befähigt werden, an diesem Optimierungsprozess teilzuhaben und verschiedene Positionen als Randbedingungen der Optimierungsprobleme abzubilden.

Zur erweiterten Teilhabe will das Konzept die reflexive Handlungsfähigkeit fördern, indem die primären beruflichen Handlungen (der Montagetätigkeit) mit einer zweiten Handlung überlagert werden. Dadurch soll die kontinuierliche kritische Reflexion angeregt werden. Die daraus entstehenden Erkenntnisse können zur Optimierung der eigenen Handlungen und einem Lernprozess beitragen. Erweiternd kann nicht nur die eigene Arbeitshandlung, sondern auch der gesamte Fertigungsprozess aufgrund äußerer Zielsetzung optimiert werden, wie es in der realen industriellen Arbeitspraxis vorgelebt wird.

Die didaktische Leitidee ist aus diesem Grund die Förderung reflexiver Handlungsfähigkeit für Tätigkeiten in der manuellen Montage. „Reflexive Handlungsfähigkeit findet ihren Ausdruck im selbständigen, kritischen Handeln und individueller und gesellschaftlicher Mündigkeit [und ...] bedeutet, durch Lern- und Reflexionsprozesse vorgegebene Situationen und überkommene Sichtweisen zu hinterfragen, zu deuten und zu bewerten“ (Dehnbostel 1993, S. 6).

Dies bedeutet in der manuellen Montage, dass nicht nur Mitarbeitende der Planung, sondern auch die Ausführenden auf dem Shopfloor sich regelmäßig kritisch mit dem eigenen Handeln auseinandersetzen. Sie können dadurch selbstständig an den kontinuierlichen Verbesserungsprozessen teilnehmen.

Die didaktische Leitidee geht jedoch über das Einbringen von Problemen hinaus und möchte die Zielgruppe außerdem zur Lösungsfindung befähigen. Die dabei auftretenden Zielkonflikte gehen über die Perspektive der eigenen Person und Arbeitsumgebung auf dem Shopfloor hinaus.

Die Einnahme einer von der Tätigkeit etwas entfernteren Perspektive ermöglicht im Arbeitszusammenhang das Hinterfragen der Tätigkeit, Arbeitsorganisation und möglicher Alternativen vor dem Hintergrund der eigenen Erfahrung und Kompetenzen (Dehnbostel 2005).

Daher werden sich alle Teilnehmenden mit weiteren Betroffenenperspektiven (vgl. Heidegger und Rauner 1990) beschäftigen, um den Arbeitsprozess aus den jeweiligen Sichtweisen zu optimieren. Darunter werden Positionen bezogen auf betriebliche Zielgrößen (z. B. Atkinson 1999), arbeitswissenschaftliche Kriterien (Luczak et al. 1989) sowie globale Kriterien wie Sozialverträglichkeit oder Nachhaltigkeit verstanden. Um die entstehenden Spannungsfelder, Antinomien und Dilemmata aus der Kombination der verschiedenen Perspektiven zu erleben, gestalten Lernende in der Weiterbildung ihre Arbeitsprozesse in hohem Maße eigenverantwortlich nach dem gestaltungsorientierten Technikdidaktikansatz (vgl. z. B. Rauner 1996).

Teilnehmende entwickeln in der Weiterbildung mentale Modelle und Schemata zur Bewältigung beruflicher Problemsituationen. Dadurch wird der Anforderung genügt, dass reflexiv handlungsfähige Mitarbeitende ihre Kompetenzen individuell und selbstgesteuert auf neue berufliche Aufgaben transferieren und bei der Lösung neuartiger Herausforderungen einsetzen können (vgl. Dehnbostel 2005).

2.2 Ansatz zur Umsetzung

Vor dem Hintergrund der Ausgangssituation und unter Einbezug der didaktischen Leitidee bietet sich eine situierte Umsetzung für den Lernprozess an. Von besonders hoher Güte ist das Lernen in Arbeitsprozessen der Erwerbsarbeit, sowohl für die Lernenden als auch für weitere Stakeholder wie den Arbeitgeber (vgl. z. B. Lave und Wenger 2011; Billett 2004).

Eine dafür geeignete und a priori ausgewählte Methode ist die Autorensystemmethode. Sie besitzt eine Historie in der Informationstechnik, ist aber für die berufliche Bildung adaptiert worden und wird in einer abgewandelten Form nach Wiemer (2015) und Schröder (2014) verwendet. Das Ziel der Autorensystemmethode ist die Verknüpfung von Lern- und Arbeitsprozess durch das Erstellen von Lernmedien. Dabei bilden die Lernenden ihr erworbenes Prozesswissen als Handlungsergebnis der beruflichen Problemlösung und Gestaltung eines Arbeitsprozesses selbstständig in einem Videotutorial ab. Im Erstellungsprozess durchlaufen sie dabei parallel den Arbeits- sowie den Lern- und Reflexionsprozess, welchen sie zur Optimierung ihrer gewählten Lösungsalternative mit unterschiedlichen Prioritäten in Zielkonfliktsituationen nutzen. Wichtig ist, dass die entstehenden Videotutorials nur zum individuellen Lernen genutzt werden. Eine entsprechende Aufbereitung für eine spätere Verwendung als Lehrmedium für Dritte findet

nicht statt, da hierfür diverse zusätzliche Kriterien erfüllt sein sollten. Natürlich lassen sich die Handlungsergebnisse auch als Grundlage für Lehrtutorials nutzen.

Die vorhandenen Ansätze, wie z. B. Locatis und Hana (1999) zeichnen sich dadurch aus, dass ein Autorensystem aus einem geschlossenen Softwaresystem mit einer vollständigen Funktionalität besteht. Die genutzte Variation verwendet dagegen mehrere Softwareanwendungen zur individuellen Anpassbarkeit mit jeweils einer Teilfunktion innerhalb der Autorensystemmethode.

Die Autorensystemmethode ist gut für Arbeitsprozesse der manuellen Montage geeignet, da die Struktur des Arbeitsprozesses mit der der Planung, Umsetzung und Optimierung von videobasierten Tutorials vergleichbar ist (vgl. Begleiter 2011; Arndt 2017; vgl. Schuh et al. 2012). Hierfür werden von den Lernenden Kompetenzen und Prozessverständnis benötigt, die ihnen eine Vereinfachung in einzelne lineare oder nichtlineare Aufgabensequenzen ermöglichen, wie es in der Produktionsindustrie Stand der Technik ist (vgl. DIN e. V. 2015; Deming 2018). Molitor et al. (2019) weisen sowohl Effektivität als auch Effizienz für die Dokumentation von Prozesswissen und einen verbundenen Anlernprozess der manuellen Montage mit einer angepassten Autorensystemmethode nach. Sie zeigen, dass die Nutzensteigerung durch geringere Fehleranzahl den Mehrbedarf an Anlernzeit im Vergleich zur Vier-Stufen-Methode deutlich kompensiert.

Der Lernprozess wird durch permanente Selbstevaluierung und Optimierung der eigenen Lösungen im Arbeitsprozess beim Erstellen der Tutorials mithilfe eines iPads angeregt. Auf dieser Grundlage wird im Folgenden auf die didaktische Planung einer viertägigen Weiterbildung eingegangen.

2.3 Kompetenzbeschreibung

Die Kompetenzbeschreibung ist entsprechend der detaillierten Ausführungen von Goppold et al. (2019) entstanden. Sie ist das Resultat aus der Verknüpfung der didaktischen Leitidee mit den Ergebnissen einer Arbeitsanalyse von Gerschner et al. (2017) zu Arbeitsprozessen in der manuellen Montage auf dem Shopfloor. Aus der Arbeitsanalyse ergibt sich eine Bandbreite an Kompetenzniveaus und Arbeitshandlungen, welche die Weiterbildung adressieren muss. Unter Nutzung des DQR Kompetenzmodells (Bundesländer-Koordinierungsstelle für den Deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen 2013) als Basis zur Beschreibung beruflicher Outcomes ist eine Niveaudifferenzierung auf den DQR Niveaus 1–3 für die Kompetenzbereiche Materialbereitstellung und Rüsten, Montage bzw. Demontage, Funktionsprüfung zur Qualitätskontrolle sowie Tutorialerstellung durchgeführt worden. Neben den arbeitsprozessorientierten Kompetenzen werden digitale

Grundkompetenzen gefördert, insbesondere bei der Tutorialerstellung. Die Kompetenzen entstammen zum Großteil dem DigComp 2.1 (Carretero et al. 2017) und sind an die Rahmenbedingungen von industriellen Arbeitsprozessen sowie das verwendete Endgerät iPad adaptiert worden.

Ein Beispielausschnitt aus der Kompetenzbeschreibung für das DQR Niveau 2 im Kompetenzbereich der manuellen Montage lautet:

Die Mitarbeitenden können, auch in Gruppen, digitale und analoge Stücklisten sowie Explosions- und Baugruppenzeichnungen lesen und die notwendigen Arbeitsschritte schriftlich festhalten und gegebenenfalls Beratung nachfragen. [...] Sie können sich bei mehrdeutigen Informationen oder (technischen) Problemen an entsprechende Ansprechpartner/-innen wenden. [...] Sie können, unter Berücksichtigung der Aspekte der Arbeitssicherheit und Ökonomie, unter Anleitung die Montage bzw. Demontage mit Werkzeugen und Hilfsmitteln durchführen, und den Montage- bzw. Demontageprozess kontrollieren.

Die Beschreibung kann den Kompetenzkategorien Wissen, Fertigkeiten und Sozialkompetenz zugeordnet werden, sowie im Falle des zweiten Satzes der Selbständigkeit. Außerdem bieten sie Ansätze zur Betrachtung einzelner Betroffenenperspektiven an.

2.4 Handlungssituation

Zur Umsetzung der Weiterbildung werden die Kompetenzen in einer Handlungssituation eingebettet. Sie dient als Basis für den Lernprozess. Aufgrund des arbeitsprozessintegrierten Konzepts soll der Lernprozess an einem realen industriellen Arbeitsplatz durchgeführt werden. Da dies im Rahmen der Weiterbildung innerhalb von Unternehmen nur spezifisch für deren eigene Arbeitsprozesse möglich ist und dies zu Konflikten bei Nutzung mit unternehmensexternen Teilnehmenden führen kann, ist ein offenerer Lernort notwendig. Diese Lernorte sind beispielsweise in Lernfabriken (vgl. Abele et al. 2015) anzutreffen. Daher wird die Umsetzung in der Demonstrationsfabrik Aachen umgesetzt. Zur Auswahl eines Arbeitsprozesses ist vor dem Hintergrund des Begründungszusammenhangs (Klafki 1975) nach Bader und Schäfer (1998) eine Überprüfung erfolgt. Dabei hat sich die Montage des e.go Karts, siehe Abb. 1 im Rahmen eines Auftragsfertigungsvertrages der Demonstrationsfabrik als sehr gut geeignet erwiesen.

Durch das modulare Fertigungslayout ist es möglich, einen parallelen Arbeitsplatz zur Montage der Kartvorderachse einzurichten. Das bedeutet, dass die reguläre Fertigung direkt neben den Lernplätzen stattfindet. Zur Schulung ist ein älterer Prototyp des e.go Karts eingesetzt worden, der didaktisch präpariert worden ist. So ist eine verschleiß-



Abb. 1 Lernort Kartmontage in der Demonstrationsfabrik Aachen
Fig. 1 Learning place cart assembly in the demonstration plant Aachen

mindernde mehrfache Nutzung der Bauteile möglich. Die Montage der Vorderachse hat sich in Pre-Tests als ausreichend komplex bezogen auf die Anforderungen des DQR 3 Niveaus erwiesen. Aufgrund der heterogenen Zielgruppe wird zusätzlich noch die Montage der Reifen an der Vorderachse als individuelle Prozessweiterung für die Weiterbildung miteinbezogen. Im ausgewählten Beispiel werden typische Fertigungsverfahren der manuellen Montage wie z. B. Schraub- oder Klemmverbindungen mit unterschiedlichen Werkzeugen angewendet.

Zur Vergleichbarkeit des Montageprozesses an der Vorderachse ist eine Auslegung der regulären Fertigungszeit nach MTM-UAS für das ausgewählte Beispiel bereitgestellt worden, welche gerundet 9 min beträgt.

Neben der didaktischen, niveauspezifischen Aufbereitung der technischen Dokumentation für alle DQR Niveaus sind außerdem die korrespondierenden Arbeitsplanungs- und -vorbereitungsmaßnahmen sowie die Qualitätssicherungsmechanismen der Serienfertigung auf Kausalzusammenhänge mit dem betrachteten Teilprozess überprüft worden. Somit sind aus dieser Lernsituation alle notwendigen Informationen vorhanden, damit einzelne Lerneinheiten für die Gesamtaufgabe der Auslegung, Durchführung und Qualitätskontrolle des manuellen Montageprozesses der e.go Kart Vorderachse erstellt werden können. Diese werden prozessorientiert mit offenem Lösungsraum ausgestaltet.

2.5 Lerneinheiten

Die Weiterbildung ist modular aufgebaut und beinhaltet ein Modul zur Tutorialerstellung sowie vorgelagert mindestens eines zu einem Kompetenzbereich der manuellen Montage, siehe Abb. 2.

Das Modul zum Rüsten und der Arbeitsvorbereitung des Arbeitsplatzes beginnt mit der offenen Aufgabenstellung:

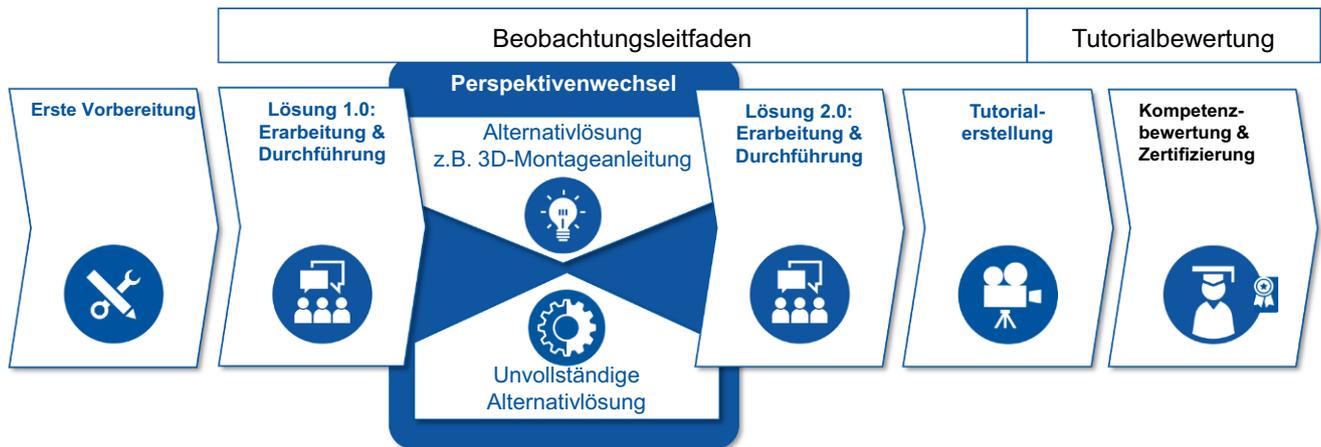


Abb. 2 Artikulation der Weiterbildung und Erhebungen

Fig. 2 Sequence of the further education workshop and evaluation

Ihr Vorgesetzter stellt Ihnen die Aufgabe für den Montageprozess einer Kartvorderachse die entsprechenden Materialien und Werkzeuge funktionsfähig bereit zu stellen [...] Planen Sie Ihr Vorgehen und stellen Sie alle notwendigen Bauteile und Werkzeuge an von Ihnen geplanten Stellen zur Verfügung [...].

Im Anschluss erstellen die Teilnehmenden eine erste Lösung mit auf dem iPad bereitgestellten gängigen betrieblichen Unterlagen. Die Lernbegleitenden können bei Bedarf eingreifen und weitere didaktisch aufbereitete Unterlagen als Hilfestellung zu den regulären DQR 3 Niveau Unterlagen zur Verfügung stellen. Mit Hilfe eines Perspektivenwechsels wird die kritische Reflexion der eigenen Lösung auf Basis des eigenen Vorwissens eingeleitet, sodass die Vor-

und Nachteile der eigenen Lösung bewertet werden. Hier bringen die Lernbegleitenden bereits bei Bedarf erste Optimierungszielstellungen ein, welche die Bewertung erleichtern. Im Anschluss wird eine revidierte eigene Lösung im Rahmen der Tutorialerstellung erfasst. Hierbei soll das bei der Lösungsfindung angeeignete Arbeitsprozesswissen dokumentiert werden. Nach der Planung des Tutorials mit einem Storyboard und Drehbuch, wird das iPad zur Videotutorialerstellung genutzt. Im Prozess der Erstellung begegnen den Teilnehmenden Fragestellungen, wie ihr vorhandenes Arbeitsprozesswissen optimal im Tutorial erfasst werden kann. Zeitgleich zeigen sich Verständnisprobleme während des Tutorialdrehens auf. Auf Basis der einzelnen Szenen werden von den Lernbegleitenden, wie in Abb. 3, erneut verschiedene Betroffenenperspektiven auf den Rüstprozess und Optimierungsziele eingebracht.

Dies ermöglicht es, die selbst aufgeworfenen Fragestellungen beim Tutorialdrehen zu strukturieren und verschiedenen Sichtweisen zuzuordnen. So werden beispielsweise im Rüst- und Montageprozess typische Fragen der Humanisierung und Rationalisierung eingebracht. Insbesondere die Verknüpfung von vor- und nachgelagerten Teilprozessen mit dem im Tutorial abgebildeten Teilprozess wird durch die kontinuierliche Optimierung aufgrund der Reflexionen vergegenwärtigt. Teilnehmende, die den wertschöpfenden manuellen Montageprozess für das Tutorial auswählen, werden dabei häufig auch mit Fragestellungen der Materialbereitstellung konfrontiert, z. B. wenn die Montagetätigkeit im Tutorial durch viele Kameraeinstellungen abgebildet werden muss, weil im Rüstprozess keine Anordnungsregeln oder Heuristiken mit fragwürdigen Zielstellungen genutzt worden sind.



Abb. 3 Lernbegleiter diskutiert Optimierungsziel beim Rüstprozess anhand einer Tutorialszene

Fig. 3 Discussion of optimization objectives with supervisor in the workplace equipment phase based on a tutorial scene

3 Evaluation der Weiterbildung

3.1 Erhebung von Daten zur Kompetenzbewertung und -beurteilung

Durch die didaktische Aufbereitung kann entsprechend des Grundgedankens der Constructive Alignment Theory (Biggs 1996) aufbauend auf den Kompetenzbeschreibungen und der geplanten Handlungssituation ein Kompetenzraster abgeleitet werden, das zur Bewertung und Beurteilung der Teilnehmenden genutzt wird. Hierbei werden für jeden Kompetenzbereich und für jedes DQR Niveau zentrale spezifische Kompetenzen ausgewählt und beobachtungsgerecht entsprechend der Handlungssituation in der Weiterbildung beschrieben.

Der Zertifizierungsprozess orientiert sich dabei an Vorgaben, welche formalisiert in der DIN EN ISO/IEC 17024 (DIN e. V. 2012) sowie DIN 33430 (DIN e. V. 2016) zu finden sind. Gleiches lässt sich über die Standards für Evaluation (DeGEval 2016) berichten, die ebenfalls herangezogen worden sind.

Entsprechend der Abb. 2 wird die Bewertung und Beurteilung vorgenommen. Der Lernprozess wird mit einem Kompetenzraster begleitet und der Kompetenzstand bilanziert. Erweiternd werden die Tutorials anhand von aus der Literatur abgeleiteten Qualitätskriterien bewertet. Diese werden anhand des Curriculums interpretiert und ausgestaltet.

Im Zusammenhang mit der Zielgruppe und des starken Situationsbezugs ist es wichtig zu bemerken, dass eine rein objektive Kompetenzerfassung per Definition begrenzt ist. So tragen zu erwartende unterschiedliche kulturelle Prägungen zu einer heterogenen Auffassung der Situation bei, was eine Vergleichbarkeit durch die eingesetzte Kompetenzmessung negiert (Gillen 2005). Es wird daher durch Schulung der Beobachtenden eine moderate Zieloffenheit bei der Beurteilung und Bewertung entsprechend des gestaltungsorientierten Ansatzes vermittelt.

3.2 Kompetenzbilanzierung mit Beobachtungsleitfaden im Arbeitsprozess

Das Ziel der Kompetenzbilanzierung ist eine praxisorientierte Übersicht von Teilkompetenzen für manuelle Montageprozesse anzubieten. Diese werden in Form von Beobachtungen durch die Lernprozessbegleitung im Rahmen der individuell eingesetzten Lehrgriffe in einem strukturierten Leitfaden vermerkt, um auch in Hinblick auf die nicht durch Large-Scale Assessment messbare berufliche Handlungskompetenz oder soziale Kompetenz zu erheben (vgl. Rauner 2017). Dies ist in der Weiterbildung möglich und kann mit Bezug auf das DQR Kompetenzmodell für die ausgewählten Kompetenzniveaus unter Einhaltung

der Standards gewährleistet werden. Die Auswahl der Beobachtung als empirisches Erhebungsverfahren ermöglicht den Einbezug von Kompetenzen, wie z. B. handwerkliches Geschick oder implizites berufliches Wissen (vgl. Rauner 2010). Sie ist jedoch unter empirischen Gesichtspunkten von rein wissenschaftlich motivierten Erhebungen umstritten (vgl. z. B. Beck 1987). Die Reliabilität wird durch den Einsatz von Beobachterschulungen für alle Lernbegleitende sichergestellt. Hierbei wird mit Fallbeispielen aus den Pre-Tests und allgemeinen Unterscheidungskriterien der DQR Niveaus ein einheitliches Verständnis der Kompetenzraster als Erhebungsinstrument sichergestellt.

Die Kompetenzraster werden durch mindestens zwei Lernbegleitende anhand von Lehrgriffen, Beobachtungen und Zwischenergebnissen des Arbeitsprozesses ausgefüllt. So wird auch die Güte eines konkreten Handlungsergebnisses im Kompetenzraster erfasst.

Zusätzlich zu vier Kompetenzrastern der entsprechenden Kompetenzbereiche der Weiterbildung, wird ein weiteres, übergreifendes Kompetenzraster erstellt. Dieses enthält alle wiederkehrenden, in mehreren Tätigkeitsfeldern relevante Kompetenzen. Hierunter fallen die soziale und Selbstkompetenz sowie der generelle Umgang mit dem iPad.

Im Anschluss wird dieses bei der Gesamtbewertung der einzelnen Kompetenzbereiche gewichtet mit eingerechnet. Insgesamt kann somit ein abschließendes Zertifikat über die Teilnahme mit einer detaillierten Auflistung von maximal 36 Teilkompetenzen mit jeweils erreichtem DQR Niveau ausgestellt werden.

Ein Beispielauszug aus dem Kompetenzraster bewertet die benötigte Art der technischen Zeichnung, die bei Bedarf im Arbeitsprozess in didaktischen Versionen bereitgestellt wird. Auf DQR 3 Niveau wird eine technische Baugruppenzeichnung nach DIN genutzt, auf DQR 2 Niveau Teilenummerierungen hinzugefügt und auf DQR 1 Niveau eine beschriftete Explosionszeichnung bereitgestellt. Sobald die Lernbegleitung eingreift und eine leichtere Version bereitstellt, wird es im personalisierten Beobachtungsleitfaden vermerkt.

3.3 Beurteilung Videotutorials

Die Videotutorials sind vergleichbar zu den einzelnen Rüst- oder Montageresultaten das Handlungsergebnis aus der Förderung der digitalen Grundkompetenzen bzw. des Kompetenzbereichs Tutorialerstellung. Sie werden daher gesondert evaluiert, da dies eine Besonderheit der Autorensystemmethode darstellt und sie gleichzeitig das Outcome der digitalen Grundkompetenzen sind.

Zur Ableitung der Bewertungskriterien für die Tutorials ist neben der Nutzung der Kompetenzbeschreibung eine literaturgestützte Identifikation von Bewertungsdimensionen erfolgt. Hierzu ist in Anlehnung an die Vorgehensweise zur

Tab. 1 Literaturbasierte Qualitätskriterien**Table 1** Literature-based quality criteria

Qualitätskriterium	Material für dieses Kriterium	
Verständlichkeit	Albayram et al. 2017; Ivanišin 2017; Nasir und Bargstädt 2017	
Motivation		
Konsistenz	Ivanišin 2017; Oud 2009; Weeks und Davis 2016	
Vorbereitete Szenerie	Martin und Martin 2015; Nasir und Bargstädt 2017; Kay 2014; Bowles-Terry et al. 2010	
Inhalt	Fokussierung	Morain und Swarts 2012; Nasir und Bargstädt 2017; Van der Meij und Meij 2014, 2013
	Genauigkeit	Ayonmike et al. 2014; Ivanišin 2017; Morain und Swarts 2012; Nasir und Bargstädt 2017
	Ablauflogik, Plot	Ayonmike et al. 2014; Betrancourt 2012; Donaldson 2000; Gama und Barroso 2013; Hess 2014; Ivanišin 2017; Nasir und Bargstädt 2017; Tewell 2010
	Relevanz Inhalt	Albayram et al. 2017; Bowles-Terry et al. 2010; Hess 2014; Ivanišin 2017; Martin und Martin 2015; Mayer 2016; Morain und Swarts 2012; Weeks und Davis 2016
	Vollständigkeit	Ayonmike et al. 2014; Ivanišin 2017; Morain und Swarts 2012; Nasir und Bargstädt 2017
	Sicherheit	Ayonmike et al. 2014; Nasir und Bargstädt 2017
	Authentizität	Martin und Martin 2015; Van der Meij und Van der Meij 2014, 2013
Filmen	Kameraposition, Bildauschnitt	Beege et al. 2017; Wolf 2015
	Stativnutzung	Martin und Martin 2015; Wolf 2015
	Bildgestaltung	Betrancourt 2012; Hess 2014; Ivanišin 2017; Kay 2014; Kern 2013; Nasir und Bargstädt 2017; Tewell 2010; Weeks und Putnam Davis 2016; Zhang 2006
Filmen, Nachbearbeiten	Beleuchtung	Wolf 2015
	Weißabgleich, Farbkorrektur	Donaldson 2000; Martin und Martin 2015; Zhang 2006
Nachbearbeiten	Hinweise	Arnold 2012; Kay 2014; Oud 2009; Plaisant und Shneiderman 2005; Slobodnik und Riehle 2009
	Hervorheben (Cueing)	Betrancourt 2012; Koning et al. 2007; Jamet und Fernandez 2016; Kern 2013; Mayer 2016; Weeks und Davis 2016
	Untertitel	Ayonmike et al. 2014; Kern 2013; Martin und Martin 2015; Mayer 2016; Morain und Swarts 2012; Nasir und Bargstädt 2017; Oud 2009; Zhang 2006
	Schnitt	Martin und Martin 2015; Nasir und Bargstädt 2017; Wolf 2015
	Effekte, Übergänge	Ayonmike et al. 2014; Kern 2013; Wolf 2015
	Qualität	Nasir und Bargstädt 2017; Tewell 2010
Ton	Schnitttempo	Ayonmike et al. 2014; Bowles-Terry et al. 2010; Kay 2014; Martin und Martin 2015; Morain und Swarts 2012; Nasir und Bargstädt 2017; Somoza-Fernández und Abadal 2009; Van der Meij und van der Meij 2014, 2013
	Stimme	Albayram et al. 2017; Kay 2014; Kern 2013; Martin und Martin 2015; Mayer 2016; Morain und Swarts 2012; Nasir und Bargstädt 2017; Plaisant und Shneiderman 2005; Van der Meij und van der Meij 2014, 2013
	Kommentare	Ayonmike et al. 2014; Ganier and de Vries 2016; Ivanišin 2017; Slobodnik and Riehle 2009; Weeks und Davis 2016; Wolf 2015; Zhang 2006
	Synchronisation Bild	Kern 2013; Mayer 2016
	Hintergrundgeräusche	Morain und Swarts 2012
	Tonqualität	Ayonmike et al. 2014; Martin und Martin 2015; Tewell 2010
	Sonstige Bedingungen	Länge
Bildaufföschung		Kern 2013; Martin und Martin 2015; Morain und Swarts 2012
Segmentation		Ayonmike et al. 2014; Kern 2013; Lusk et al. 2009; Martin und Martin 2015; Oud 2009; Slobodnik und Riehle 2009; Van der Meij und van der Meij 2014, 2013; Weeks und Davis 2016
Recht		Eickelmann 2017; Somoza-Fernández und Abadal 2009

Tab. 2 Beurteilungskriterien für die Videotutorials der Weiterbildung
Table 2 Assessment criteria for video tutorials in the workshop

<i>Konsistenz</i>	
Bildkomposition	Neutraler Hintergrund Personen oder Personenmerkmale im Bild Spiegelung von Personen oder Filmenden Drittelregel/Goldener Schnitt Richtige Bildachse Bild horizontal und vertikal parallel Neutrale Kameraposition Natürliche Bewegungen Fabrik mit Mustercharakter als Hintergrund
<i>Weißabgleich</i>	
Helligkeit, Beleuchtung	Ausleuchtung Vordergrund Schattenwurf auf dargestellte Situation Helligkeitstendenz Gegenlichtsituationen
<i>Fokus</i>	
Filmen	Vor- und Nachlaufzeit Stativstand Sicherheitsvorkehrungen
Schnitt	Achsensprünge Flüssiger Schnitt in die Bewegungen Ausreichende Szenendauer Bildwackler Anschlussfehler Bildsprünge Darstellung wichtiger Informationen Schriftbänderolen Schnittrhythmus Trickblenden Vollständigkeit der Handlung
Ton	Wichtige Geräusche des Arbeitsprozesses Kommentare Aussteuerung des Tons Hintergrundgeräusche

systematischen Literaturrecherche (vgl. z.B. Moher et al. 2009) eine Auswahl von 65 untersuchten Quellen durch Filterung von Titeln und Abstracts zusammengestellt worden. Diese enthalten neben den Ergebnissen aus dem Jahr 2017 außerdem im Material enthaltene, passende Primärquellen.

Das Ausgangsmaterial ist einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) unterzogen worden. Diese nutzt die Aussage über den Gegenstand als Analyserichtung, um die inhaltliche Fragestellung zu beantworten: „Was sind Qualitätskriterien zur Beurteilung eines Videotutorials?“ Hierfür wird die Analysetechnik der Zusammenfassung zur Reduktion der Textstellen auf das Selektionskriterium der enthaltenen Qualitätskriterien angewendet. Zur weiteren Bearbeitung wird auf eine induktive Kategorienbildung zurückgegriffen. Die Analyseeinheit besteht aus einem Wort bis zu einem Satz. Der abhängig von der Textstelle unter Umstän-

den mehrstufige Abstraktionsprozess soll die Qualitätskriterien als Kategorien herausbilden. Die Iterationsschleifen zur Zusammenfassung und Revision der inhaltsanalytischen Erkenntnisse im gesamten Kategoriensystem sind nach der Hälfte und nach dem gesamten Materialdurchlauf vorgenommen worden.

Aus den 65 zur Verfügung stehenden Ausgangsmaterialquellen finden sich in 30 genutzten Materialien insgesamt 155 Codings, welche schlussendlich zur Kategorienbildung in Tab. 1 zusammengefasst worden sind:

Die Weiterbildung nutzt Tutorials für die Erstellenden als Lerngegenstand und nicht, um Videotutorials für Lernprozesse Dritter zu erstellen. Außerdem existieren Vorgaben an die Videotutorials, welche bereits einige Qualitätskriterien, wie z.B. Tutoriallänge sicherstellen, sodass die finalen Bewertungskategorien in Abgleich mit dem Schwerpunkt des Weiterbildungscurriculums aus den Kompetenzbeschreibungen in Tab. 2 zusammengeführt worden sind:

Für alle Kategorien ist eine aufsteigende 5-stufige Likertskala zur Bewertung genutzt worden. Jeder Abstufung wird mithilfe einer Beschreibung zur einfacheren Unterscheidung eine Beschreibung zugeordnet, z.B. für den Weißabgleich: Global guter Weißton und keine Unterschiede zwischen den Szenen; Global guter Weißton und leichte Unterschiede zwischen den Szenen bzw. Global erkennbar abweichender Weißton und keine Unterschiede zwischen den Szenen; Deutliche Unterschiede des Weißabgleichs zwischen den Szenen bzw. auffallende Varianz im Buntton; In weniger als der Hälfte der Szenen ein durchgeführter Weißabgleich erkennbar; Kein durchgeführter Weißabgleich erkennbar.

4 Ergebnisse der Evaluation

4.1 Ergebnisse Kompetenzbilanzierung im Arbeitsprozess

Bei den Durchführungen sind zielgruppenspezifische Datensätze von 13 schulischen Teilnehmenden (Gruppe 1) mit Durchschnittsalter dem 18,5 Jahre entstanden und von 31 Teilnehmenden des Arbeitsmarkts (Gruppe 2) mit Durchschnittsalter 37,2 Jahre liegen die in Tab. 3 aufbereiteten auswertbaren Datensätze vor. Die Skalierung ist entsprechend der zu erhebenden DQR Niveaus von 1 bis 3 in ganzzahligen Schritten ausgeführt. Es werden nur selbstständig induzierte und nicht durch methodische Weiterbildungselemente angeregte Optimierungen erfasst. Ein Teil der Ergebnisse ist bereits auf der Frühjahrskonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft vorveröffentlicht worden (vgl. Goppold und Frenz 2019). Alle Mittelwertunterschiede sind mittels Mann-Whitney-U Test aufgrund der Ordinalskalierung im DQR berechnet worden und wer-

Tab. 3 Ergebnisse der Kompetenzbilanzierung**Table 3** Results of the balance of skills

Materialbereitstellung	N₁	\bar{x}_1	\bar{x}_1	s₁	N₂	\bar{x}_2	\bar{x}_2	s₂
Art der technischen Zeichnung	9	2,1	2	0,8	26	2,5	3	0,8
Selbstständigkeit Lesen Zeichnung	9	2,2	2	0,8	26	2,3	2,5	0,8
Bauteil- und Werkzeuglisten erstellen	9	1,8	2	0,4	26	2,5	3	0,6
Ausführung Bereitstellung	9	2,1	2	0,8	26	2,5	3	0,8
Kontrolle Bereitstellung	9	2,0	2	0,9	26	2,5	3	0,6
Bewertung Bereitstellung	9	2,0	2	–	26	2,5	3	0,8
Optimierung Bereitstellung	1	3,0	3	–	17	3,0	3	0,0
Montage	N₁	\bar{x}_1	\bar{x}_1	s₁	N₂	\bar{x}_2	\bar{x}_2	s₂
Art der technischen Zeichnung	9	2,3	2	0,5	26	2,4	2,5	0,7
Selbstständigkeit Lesen Zeichnung	9	2,4	2	0,5	26	2,6	3	0,6
Montageplan erstellen	9	2,1	2	0,3	26	2,4	2,5	0,6
Ausführung der Montage	9	2,4	2	0,5	26	2,7	3	0,5
Kontrolle der Montage	9	2,2	2	0,4	26	2,3	2	0,7
Bewertung der Montage	9	2,6	3	0,5	26	2,3	2,5	0,7
Optimierung der Montage	6	3,0	3	–	13	3,0	3	–
Qualitätskontrolle	N₁	\bar{x}_1	\bar{x}_1	s₁	N₂	\bar{x}_2	\bar{x}_2	s₂
Prüfplan erstellen	9	2,0	2	–	25	2,4	2	0,6
Auswahl Prüfverfahren	9	2,2	2	0,7	25	2,2	2	0,5
Ausführung Funktionsprüfung	9	2,1	2	0,6	25	2,5	3	0,7
Protokollierung der Funktionsprüfung	9	2,3	2	0,7	25	2,4	3	0,7
Kontrolle Funktionsprüfung	9	2,6	3	0,5	25	2,4	2	0,6
Bewertung Funktionsprüfung	9	2,1	2	0,3	25	2,4	3	0,7
Optimierung Funktionsprüfung	2	3,0	3	–	9	3,0	3	0,0
Querschnitt	N₁	\bar{x}_1	\bar{x}_1	s₁	N₂	\bar{x}_2	\bar{x}_2	s₂
Verortung Tätigkeit in Gesamtprozess	13	2,8	3	0,6	22	2,9	3	0,3
Nutzung Betriebssystem	13	3,0	3	–	25	2,6	3	0,6
Identifikation Informationsbedarfs	12	1,8	1,5	0,9	26	2,6	3	0,5
Rückfragen an Ansprechpartner	13	1,9	2	1,0	27	2,7	3	0,5
Kontinuierliche Verbesserung	8	2,1	2	0,8	25	2,0	2	0,7
Mündliche Ergebnispräsentation	13	1,6	1	0,9	26	2,4	2,5	0,6
Verhaltens- und Umgangsformen	13	2,3	2	0,6	27	2,9	3	0,3
Tutorialerstellung	N₁	\bar{x}_1	\bar{x}_1	s₁	N₂	\bar{x}_2	\bar{x}_2	s₂
Erstellung Storyboard	13	2,2	2	0,6	25	2,3	2	0,7
Erstellung Regieplan	13	2,2	2	0,6	25	2,2	2	0,7
Nutzung Videoapp/-equipment	13	3,0	3	–	25	2,3	–	0,7
Nutzung Schnittapp	13	2,8	3	0,4	21	2,4	2	0,6
Mediengestaltung	13	2,2	2	0,4	24	2,6	3	0,6
Kontrolle Tutorial	13	1,4	1	0,5	24	2,4	2,5	0,7
Bewertung Tutorial	13	1,5	1	0,7	21	2,4	2	0,7
Ergebnispräsentation Tutorials	13	1,9	1	1,0	21	2,7	3	0,6

den mit entsprechenden p -Werten in der Textbeschreibung angegeben. Im Diskussionsteil sind die Korrelationskoeffizienten aus dem gleichen Grund nach Spearman als Rangkorrelationskoeffizient Rho berechnet worden.

Die Ergebnisse der Kompetenzbilanzierung zeigen eine insgesamt gute nicht-formale Kompetenz der Teilnehmenden auf, welche in den meisten Items im Mittel mindestens auf DQR 2 Niveau vorliegt. Auffällig ist die Tatsache, dass nur sehr wenige Teilnehmende eine eigenständige Op-

timierung im Rahmen der Bildungsmaßnahme durchgeführt haben und der Großteil diese erst aufgrund der didaktischen Interventionen ausführt. Bezogen auf die Heterogenität beider Gruppen fallen Unterschiede bei der Erstellung von Bauteil- und Werkzeuglisten ($p < 0,01$) und bei der Bewertung ($p < 0,05$) im Kompetenzbereich der Materialbereitstellung und des Rüstprozesses auf. Auch bei der Art der technischen Zeichnung hat sich die Arbeitsmarktgruppe besser mit den realen technischen Zeichnungen arrangiert

als die Schulgruppe. Beim Kompetenzfeld Montage sind nur geringe Differenzen zwischen den Gruppen zu erkennen, wobei die Arbeitsmarktgruppe zumeist leicht besser als die Schulgruppe eingeschätzt worden ist. Gleiches lässt sich für den Kompetenzbereich Funktionskontrolle zusammenfassen. Die Einordnung der eigenen Tätigkeit in den Gesamtprozess ist bei beiden Gruppen fast ausschließlich auf DQR 3 Niveau einzuordnen, wohingegen große Unterschiede bei der Nutzung des eingesetzten Betriebssystems iOS bestehen ($p < 0,05$). War bei letzterem Unterschied die Schulgruppe überlegen, lassen sich umgekehrte Ergebnisse für die Arbeitsmarktgruppe hinsichtlich Identifikation des eigenen Informationsbedarfs ($p < 0,05$), Rückfragen an die korrekten Ansprechpartner im Produktionsprozess ($p < 0,01$), mündliche Ergebnispräsentation ($p < 0,001$) sowie Verhaltens- und Umgangsformen feststellen. Bei der Tutorialerstellung fallen Unterschiede im Nutzungsverhalten der informationstechnischen Werkzeuge wie Videoapp ($p < 0,001$) und Schnittapp ($p < 0,05$) auf, die von der Schulgruppe deutlich kompetenter genutzt worden sind. Reziprok ist die Situation dagegen bei der Mediengestaltung ($p < 0,05$), Kontrolle ($p < 0,001$) und Bewertung ($p < 0,001$) des Tutorials sowie dessen Präsentation ($p < 0,05$), bei der die Arbeitsmarktstichprobe deutlich bessere Kompetenzen besitzt.

4.2 Ergebnisse Tutorialbewertung

Für die Teilstichprobe Schule (Gruppe 1) liegen 12 komplett bewertete Tutorials vor, wohingegen in der Teilstichprobe Arbeitsmarkt lediglich 17 unabhängige, vollständig auswertbare Videos entstanden sind. Die durchschnittliche Bewertungsdauer eines Videotutorials (Maximallänge 3 min) hat 25 min betragen und zu den Ergebnissen in Tab. 4 geführt.

Beide Teilstichproben haben in ihren Tutorials grundlegende Regeln der Bildgestaltung gleich gut beachtet. Divergenzen innerhalb dieser Items sind nur bei der Drittelregel/goldener Schnitt zu erkennen, die deutlich schlechter bewertet worden sind als die restlichen Kriterien. Deutliche Unterschiede zwischen den Tutorials aus beiden Gruppen treten dagegen bei der neutralen Kameraposition ($p < 0,05$) und der natürlichen Bewegungskonzeption in den Tutorials ($p < 0,001$) auf, die von der Arbeitsmarktstichprobe erheblich besser ausgeführt worden sind. Gleiches gilt für Vor- und Nachlaufzeiten ($p < 0,05$) und den sicheren Stativstand ($p < 0,001$) sowie die Dokumentation von erkennbaren Missachtungen geltender Sicherheitsrichtlinien in der Produktion. Beiden Gruppen ist es nicht gelungen einen flüssigen Schnitt in Bewegungsabläufe zu integrieren, wobei im Vergleich in der Arbeitsmarktgruppe einige Ansätze zu erkennen sind ($p < 0,001$). Ein großer Unterschied besteht ebenfalls in erkennbaren Anschlussfehlern beim

Zusammenschneiden mehrerer Szenen ($p < 0,001$), die besonders ausgeprägt bei der Schulstichprobe zu beobachten gewesen sind. Tendenziell macht die Arbeitsmarktgruppe weniger Bildsprünge in ihren Tutorials und verdeutlicht besser die wichtigen Informationen des Arbeitsprozesses. Die Schulgruppe nutzt hingegen Schriftbänderolen für Untertitel deutlich besser sowie sinnvoller und hat auch wichtige Geräusche des Arbeitsprozesses besser abgebildet ($p < 0,05$). Insgesamt ist jedoch erkennbar, dass alle tonbezogenen Gütekriterien der Tutorials im Vergleich zu den bildbezogenen schwach ausgeprägt sind.

5 Diskussion der Evaluationsergebnisse

Die Einschätzung der Kompetenz aus nicht formalen Bildungsmaßnahmen zeigt bei den meisten Items einen Mittelwert des DQR 2 Niveaus auf, was sich gut im Rahmen von allgemeinbildenden Voraussetzungen oder Transfermöglichkeiten aus anderen beruflichen Fachrichtungen und Domänen außerhalb der industriellen manuellen Montage qualitativ begründen lässt.

Aus der geringen Anzahl an eigenständigen Optimierungsmaßnahmen durch die Teilnehmenden, lässt sich die Durchführung der Weiterbildung und deren didaktische Zielstellung sehr gut rechtfertigen. Interessant wäre eine erneute Teilnahme der bisherigen Teilnehmer, um einen Lerneffekt hinsichtlich eigeninitiierter Optimierungen bei der Gestaltung eines manuellen Montageprozesses zu erheben. Qualitative Beobachtungsdaten geben weiterhin Aufschluss darüber, dass hinsichtlich der selbst durchgeführten Optimierungen auch eine sehr große Heterogenität hinsichtlich der Zielfrage der Optimierung und der Anwendungstiefe der Optimierungen vorliegt. So haben einige Teilnehmende sogar konstruktionsrelevante Änderungen zur Verbesserung der Produktqualität vorgeschlagen, während andere lediglich auf der individuellen Ebene Änderungen am Arbeitsplatzlayout vorgenommen haben.

Im Zuge der Arbeitsplatzvorbereitung haben die Teilnehmenden der Schulstichprobe im Mittel eine didaktisch aufbereitete Zeichnung benötigt und erst im Verlauf der Weiterbildung gelernt, auch mit nicht aufbereiteter Zeichnung zu arbeiten. Die Arbeitsmarktgruppe hat diese Schwierigkeiten in geringerem Maß gehabt, was anhand der qualitativen Zusatzinformation zu häufig vorhandener technischer Vorbildung oder Erwerbsbiographie erklärt werden kann.

Mögliche Differenzen lassen sich anhand von Schwierigkeiten bei der Sprachverständlichkeit begründen, da 8 von 13 Teilnehmenden der Schulstichprobe Deutsch nicht als Muttersprache sprechen und erst seit weniger als 2 Jahren in Deutschland leben, während in der Arbeitsmarktstichprobe nur 12 von 27 Teilnehmenden eine andere Muttersprache als Deutsch besitzen. Gleiches kann analog auf

Tab. 4 Ergebnisse der Tutorialbewertung
Table 4 Results of the tutorial assessment

Kriterium	N ₁	\bar{x}_1	\bar{x}_1	s ₁	N ₂	\bar{x}_2	\bar{x}_2	s ₂
Konsistenz	12	4,5	4,5	0,5	17	4,4	5	0,9
Neutraler Hintergrund	12	5	5	0	17	5	5	0
Personen oder Personenmerkmale im Bild	12	4,7	5	0,6	17	4,8	5	0,7
Spiegelung von Personen oder Filmenden	12	4,6	5	1,0	17	4,8	5	0,6
Drittelregel/Goldener Schnitt	12	3,6	4	0,8	17	3,7	4	1,3
Richtige Bildachse	12	5	5	0,0	17	5	5	0
Bild horizontal und vertikal parallel	12	4,4	4,5	0,7	17	4,6	5	0,5
Neutrale Kameraposition	12	3,2	3	0,4	17	4,1	4	0,9
Natürliche Bewegungen	12	2,9	3	0,7	17	4,3	5	0,9
Fabrik mit Mustercharakter als Hintergrund	12	4,8	5	0,4	17	5	5	0
Weißabgleich	12	4,7	5	0,6	17	4,7	5	0,7
Ausleuchtung Vordergrund	12	5	5	0,0	17	5	5	0
Schattenwurf auf dargestellte Situation	12	4,8	5	0,4	17	5	5	0
Helligkeitstendenz	12	4	4	0,7	17	3,8	4	1
Gegenlichtsituationen	12	4,7	5	0,5	17	4,5	5	0,6
Fokus	12	4	4	0,7	17	4,4	5	0,8
Vor- und Nachlaufzeit	12	3,5	3,5	0,5	17	4,2	4	0,9
Stativstand	12	3,8	4	0,4	17	4,7	5	0,6
Sicherheitsvorkehrungen	12	4	4	1,0	17	4,7	5	0,5
Achsensprünge	12	4,8	5	0,4	17	5	5	0
Flüssiger Schnitt in die Bewegungen	12	1	1	0,0	17	2,2	2	1,4
Ausreichende Szenendauer	12	3,5	3,5	0,5	17	3,6	3	0,9
Bildwackler	12	3,5	4	0,7	17	4	4	0,8
Anschlussfehler	12	2,8	3	1,1	17	4,2	4	0,8
Bildsprünge	12	3	3	0,8	17	3,6	4	0,8
Darstellung wichtiger Informationen	12	2,9	3	0,8	17	3,5	4	1
Schriftbanderolen	12	3,9	4	1,1	17	2,8	3	1,4
Schnittrhythmus	12	4	4	0,0	17	4,1	4	1
Trickblenden	12	3,4	3	1,4	17	3,2	3	0,7
Vollständigkeit der Handlung	12	3,9	4	0,3	17	3,7	4	1,1
Wichtige Geräusche des Arbeitsprozesses	12	3	3	1,0	17	2	2	0,6
Kommentare	12	1	1	0,0	17	1,2	1	0,7
Aussteuerung des Tons	12	3	3	2,1	17	2,9	1	2
Hintergrundgeräusche	12	2,5	2,5	0,5	17	2,8	3	0,7

kulturelle Differenzen gefolgert werden (vgl. Helms 2010). Dies gilt insbesondere für die erhobenen Unterschiede bei der Ergebnispräsentation und die persönlichen sowie gruppenorientierten Verhaltensformen, welche auch Rückfragen an Ansprechpartner miteinschließt. Die Unterschiede bei letztgenannter Teilkompetenz sowie Identifikation von eigenem Informationsbedarf können auch mit der Lebenserfahrung und entsprechenden Vorkenntnissen in Verbindung

gebracht werden, die bei der Arbeitsmarktstichprobe deutlich größer sein sollte. Gerade vor dem Hintergrund der Zielunternehmen der Weiterbildung sind alle diskutierten Aspekte besonders wichtig, da in KMU viele Informationen nur informell vorliegen und durch Kommunikation mit dem Kollegium erschlossen werden können.

Die Weiterbildung hat das Ziel erreicht, das Verständnis für industrielle Fertigung zu fördern und den Teilnehmen-

den eine fachliche und soziale Einordnung des manuellen Montageprozesses in den produzierenden Teil des Aufgabenabwicklungsprozesses vorzunehmen.

Die zunächst festgestellten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bei der Materialbereitstellung im Rüstprozess des Arbeitsplatzes haben sich in den weiteren Kompetenzbereichen nicht mehr so deutlich repliziert, was die Lernwirksamkeit der didaktischen Interventionen zu Beginn der Weiterbildung annehmen lässt. Zugleich ist auch feststellbar, dass keine erheblichen Steigerungen ab einem Kompetenzniveau von DQR 2 bzw. 3 eintreten, was zum einen mit der großen Definitionsdifferenz zwischen den beiden Niveaus zusammenhängt als auch mit der didaktischen Konzeption, welche maximal bis DQR 3 Niveau ausgelegt ist und daher keine Förderung darüber hinaus anstrebt.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse zu den Kompetenzbereichen Montage und Funktionsprüfung, dass alle Teilnehmenden in der Lage gewesen sind, eine eigene Lösung der Aufgabe entsprechend des gestaltungsorientierten Ansatzes zu erarbeiten. Die meisten Lösungen sind recht einheitlich ausgefallen, wobei in ca. 10% der Fälle kreative abweichende Lösungen erarbeitet worden sind. Insbesondere hier haben sich die Optimierungsziele stark unterschieden und deshalb sind hier die intensivsten Diskussionen anhand eines Lösungsvergleichs erfolgt.

Alle Unterschiede bezüglich der Tabletnutzung mit Betriebssystem und genutzter Programme erwecken zwar den Eindruck eines Unterschieds zwischen den Gruppen, lassen in einer Analyse aber z.B. eine Korrelation mit dem Alter für die Videoapp ($r=-0,4$; $p<0,05$) und die Schnittapp ($r=-0,5$; $p<0,01$) erkennen. Hier besteht jedoch die Vermutung, dass ein kausaler Zusammenhang eher mit der Nutzungsgewohnheit oder Medienkompetenz als mit dem Alter vorliegt, was mit den erhobenen Daten jedoch nicht nachgewiesen werden kann.

Die Unterschiede in der Mediengestaltung, der Tutorialkontrolle und -bewertung inklusive der Präsentation lassen sich mit allgemeiner Sorgfalt sowie vorhandener Arbeitserfahrung in Verbindung setzen, wobei die im Arbeitsprozess beobachteten Handlungen aufgrund der durchgeführten Interventionen nicht mehr zu einer Unterscheidbarkeit beider Gruppen bei den entstanden Tutorials führen. Eine Verbesserung der Weiterbildung bei der Mediengestaltung bietet sich insbesondere bei der Positionierung der Arbeitsobjekte im Bild anhand der Drittelregel bzw. des goldenen Schnitts an, da hier bei der Tutorialbewertung viel Bedarf festgestellt worden ist.

Allgemein muss eine Eignung als Lehrtutorials auch aus weiteren Gründen, wie der Kamerapositionierung oder der natürlichen Bewegungsausführung in den entstandenen Tutorials verneint werden. Es gibt hingegen sehr gute Einzelbeispiele, welche sich hierfür eignen.

Die allgemeine Sorgfalt der Teilnehmenden ist ebenfalls in den Tutorials und deren Ausgangsmaterial in Form von Szenen sowie dem anschließenden Schnitt der Szenen erkennbar, bei denen einfache Regeln von der Schulgruppe im Vergleich zur Arbeitsmarktstichprobe weniger beachtet worden sind. Dies ist bei der Verbesserung der Weiterbildung zu beachten, sodass geeignete methodische Elemente schon in der Vorbereitung eine entsprechende Sensibilisierung der Teilnehmenden bewirken kann, beispielsweise bezüglich Anschlussfehlern.

Der flüssige Schnitt in Bewegungsabläufen ist hingegen kein didaktisches Ziel der Weiterbildung, da dies nur durch viel Übung erreicht werden kann. Die Nutzung der Schnittbänderolen korreliert mit der beobachteten Schnittappkompetenz ($r=0,6$; $p<0,001$), welche besonders bei der Schulstichprobe ausgeprägt gewesen ist. Insofern müssen für solche Bearbeitungen des Tutorialmaterials in der Weiterbildung, entsprechend der heterogenen Zielgruppe, teilweise mehr Hilfestellungen angeboten werden.

In der Gesamtheit ist in der Weiterbildung die Tonbearbeitung des Tutorialmaterials entsprechend der Ergebnisse nicht ausreichend fokussiert worden, was in Zukunft verbessert werden sollte, wenn akustische Signale im Arbeitsprozess ein wichtige zu nutzende Sinnesmodalität darstellen.

Die Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass verallgemeinert die Erkenntnis ableitbar ist, dass die stille Reserve des Arbeitsmarkts sowie Schülerinnen und Schüler ähnliche produktionsrelevante Voraussetzungen besitzen, sich aber in einigen wichtigen Teilkompetenzen unterscheiden. So hat insgesamt eine deutlich höhere Sorgfalt im Arbeitsprozess und bei der Erstellung der Tutorials in der Arbeitsmarktstichprobe vorgelegen, wohingegen die Schulstichprobe aus Berufskollegs eine deutlich höhere Digitalkompetenz im Umgang mit den Programmen auf dem iPad besitzt.

Jedoch sind folgende Einschränkungen aus der Studie zu beachten, welche diese Argumentation als hypothetisch erscheinen lassen. Zunächst sind die Teilnehmenden eine Positivauswahl der jeweiligen Gruppe, weil die Lehrkräfte der Partnerschule nur motivierte Schülerinnen und Schüler an der Weiterbildung teilnehmen gelassen haben und das regionale Jobcenter ebenfalls nur passende Teilnehmende empfohlen hat. Die Stichprobe des Arbeitsmarkts ist weiter verzerrt, da einige Teilnehmende die Weiterbildung abgebrochen haben und nicht die gesamte Weiterbildung durchlaufen haben. Einige Teilnehmende sind nicht zur Nutzung eines Tablets für die Tutorialerstellung motivierbar gewesen, sodass sie sich nur an den Arbeitsprozessen und den Dreharbeiten beteiligt haben und kein eigenes Tutorial entstanden ist.

Das Studiendesign hat entsprechend der Forschungsfrage die Anwendung der Kompetenzbilanzierung auf eine heterogene Zielgruppe untersucht als auch die differenzierte

Darstellung von Arbeitsprozess- und digitalen Grundkompetenzen aufgezeigt. Daher werden nur Aussagen bezüglich der Lernqualität, aber nicht zur Effektivität des Lernprozesses getroffen, welche im Sinne der Förderung der reflexiven Handlungsfähigkeit im Rahmen einer konstruktivistischen Lerntheorie etwa über die Lernprozessintensität operationalisiert werden müsste.

Der Einsatz der Evaluationsmethodik hat gezeigt, dass einige Teilkompetenzen deutlich einfacher, objektiver und reliabler als andere zu bestimmen gewesen sind. So ist beispielsweise die Bewertung der Kenntnisse und Fähigkeiten, bezogen auf technische Zeichnungen, durch den Ansatz einer schrittweise durchgeführten Niveaureduktion der Zeichnung deutlich besser hinsichtlich der gewählten Gütekriterien möglich gewesen, als beispielsweise die Bewertung der handwerklichen Geschicklichkeit bei der Werkzeughandhabung im Rahmen der manuellen Montage.

Weiter ist zu bemerken, dass die Ergebnishüte nur bei den gewählten Kompetenzniveaus in der ausgewählten Handlungssituation gewährleistet werden kann und Probleme bei der Unterscheidung von höheren DQR Niveaus absehbar sind. Darüber hinaus zeigt die Evaluation, dass mit der umgesetzten Evaluationsmethodik und den subjektbezogen genutzten didaktisch-methodischen Interventionen die Zielstellung der didaktischen Leitidee zu Optimierungszielen und Betroffenenperspektiven nur unzulänglich vergleichbar abgebildet werden kann. Die Evaluationsmethodik kann als typische Vorgehensweise in der beruflichen Bildung angesehen werden, welche in vergleichbarer Form auch in Prüfungen angewendet wird. Aus Sicht von psychologischen Erhebungsverfahren besitzt die eingesetzte Evaluationsmethodik nur sehr geringe Güte, was aber mit dem Fokus auf die Gütekriterien Ökonomie, Durchführbarkeit sowie den situierten Kontext der Studie und einer breiten Auslegung des Kompetenzbegriffs begründbar ist. Die Autorensystemmethode als auch die Evaluationsmethodik sind außerdem nicht auf Arbeitsprozesse mit kognitiven Schwerpunkten ohne starke Anpassungen anwendbar.

6 Fazit

Der Beitrag zeigt die Umsetzung eines Weiterbildungskonzepts für formal Nichtqualifizierte in der industriellen manuellen Montage auf. Die durchgeführte Studie zur Evaluation des Weiterbildungskonzepts, hat die didaktische Idee der Weiterbildungskonzeption mithilfe der Autorensystemmethode bestätigen können und deren Umsetzbarkeit nachgewiesen.

Die Ergebnisse zeigen Bereiche für Verbesserungen des Weiterbildungskonzepts auf, die insbesondere auf der didaktisch-methodischen Ebene zu verorten sind bzw. auch

Konkretisierungen auf der Ebene der Zielformulierung induzieren können.

Die Ergebnisse zeigen die Möglichkeiten von arbeitsprozessintegrierten Lernkonzepten in der Erwerbsarbeit auf, um gegenwärtigen Herausforderungen zu begegnen. Die sich wandelnde reale Erwerbsarbeit wird hierfür zuerst mithilfe arbeitswissenschaftlicher Methoden erschlossen, um anschließend mit didaktischen Methoden der Berufspädagogik zu einer Interventionsmaßnahme ausgearbeitet zu werden, was anhand des Beitrags demonstriert worden ist.

Die Autorensystemmethode ist dazu geeignet, Personen niederschwellig in Planungsprozessen zu unterstützen, wenn diese im Arbeitsprozess damit Probleme haben. Darauf aufbauend lässt sich eine Reflexion einer vollständigen Handlung inklusive der Planungsphase durchführen.

Die Ergebnisse offenbaren, dass für die Zielgruppe bis DQR Niveau 3 die Zielstellung der Auseinandersetzung mit Optimierungsfragen sehr ambitioniert ist und viele Teilnehmende in einer vergleichbar kurzen Weiterbildungszeit das anvisierte Ziel nicht erreicht haben.

Deshalb lässt sich die Eignung des gewählten arbeitsintegrierten Ansatzes für die Zielstellung der Optimierung gut für Fachkräfte auf mittleren DQR Niveaus folgern, welche gleichartig zu passenden Kompetenzen weitergebildet werden könnten. Daneben ergibt sich weiterer Forschungsbedarf für die Anwendung der Autorensystemmethode in indirekten Bereichen der industriellen Produktion und für kognitive Arbeitsprozesse sowie der empirischen Überprüfung der Lerneffektivität im Vergleich mit anderen Lehrmethoden.

Danksagung Das dem Beitrag zugrundeliegende Projekt „INNOWAS – Innovative betriebliche Weiterbildung mit Autorensystemen – Stärkung der horizontalen Mobilität in der Produktion durch Lernenden-Tutorials“ ist aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb der Förderinitiative „Innovative Ansätze zukunftsorientierter beruflicher Weiterbildung“ finanziert worden und vom Projektträger Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) unter FKZ: 211AWB093 betreut worden.

Funding Open Access funding provided by Projekt DEAL.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Abele E, Metternich J, Tisch M, Chryssolouris G, Sihn W, ElMaraghy H et al (2015) Learning factories for research, education, and training. *Proc CIRP* 32:1–6
- Ahrens D, Spöttl G (2015) Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In: Hirsch-Kreinsen H, Ittermann P, Niehaus J (Hrsg) Digitalisierung industrieller Arbeit. Nomos, Baden-Baden, S 184–205
- Albayram Y, Khan MMH, Fagan M (2017) A study on designing video tutorials for promoting security features:—A case study in the context of two-factor authentication (2 FA). *Int J Hum Comput Interact* 33(11):927–942
- Anger C, Koppel O, Plünnecke A (2018) MINT-Frühjahrsreport 2018 – MINT – Offenheit, Chancen, Innovationen. Institut der Deutschen Wirtschaft, Köln
- Arndt K-D (2017) Arbeitsvorbereitung und Arbeitsplanung. In: Böge A, Böge W (Hrsg) Handbuch Maschinenbau. Springer, Wiesbaden, S 1735–1772
- Arnold L (2012) Dialogic embodied action:—using gesture to organize sequence and participation in instructional Interactio. *Res Lang Soc Interact* 45(3):269–296
- Atkinson R (1999) Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *Int J Proj Manag* 17(6):337–342
- Ayonmike CS, Okwelle C, Okeke BC (2014) Development and evaluation of brick/block laying and concreting (B/Bc) instructional video. *J Fac Eng Archit Gazi Univ* 2(2):217–227
- Bader R, Schäfer B (1998) Lernfelder gestalten. *Berufsbild Schule* 50(7–8):229–234
- Beck K (1987) Die empirischen Grundlagen der Unterrichtsforschung – E. krit. Analyse d. deskriptiven Leistungsfähigkeit von Beobachtungsmethoden. Hogrefe, Göttingen
- Beege M, Schneider S, Nebel S, Rey GD (2017) Look into my eyes! Exploring the effect of addressing in educational videos. *Learn Instr*. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.01.004>
- Begleiter M (2011) From word to image—Storyboarding and the filmmaking process. Michael Wiese Productions, Studio City
- Berger PA (2013) Soziale Mobilität. In: Mau S, Schöneck NM (Hrsg) Handwörterbuch zur Gesellschaft Deutschlands. Springer, Wiesbaden, S 730–744
- Betrancourt M (2012) Chapter 18. The animation and Interactivity principles in multimedia learning. In: Mayer R (Hrsg) *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press, Cambridge
- Biggs J (1996) Enhancing teaching through constructive alignment. *High Educ* 32(3):347–364
- Billett S (2004) Learning through work. In: Rainbird H, Fuller A, Munro A (Hrsg) *Workplace learning in context*. Routledge, London, New York, S 109–125
- Bowles-Terry M, Hensley M, Hichliffe L (2010) Best practices for online video tutorials in academic libraries—A study of student preferences and understanding. *Commun Inf Lit* 4(1):17–28
- Brehm CR (2003) Organisatorische Flexibilität in Wertschöpfungsnetzwerken. In: Bach N, Buchholz W, Eichler B (Hrsg) *Geschäftsmodelle für Wertschöpfungsnetzwerke*. Gabler, Wiesbaden, S 79–100
- Bund-Länder-Koordinierungsstelle für den Deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (2013) *Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen*
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017) *Weissbuch Arbeiten 4.0*. Bundesregierung, Berlin
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015) *Weiterbildungsverhalten in Deutschland 2014 – Ergebnisse des Adult Education Survey – AES Trendbericht*. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2017) *Bildung und Forschung in Zahlen 2017 – Ausgewählte Fakten aus dem Daten-Portal des BMBF*. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn
- Carretero S, Cuorikan R, Punie Y (2017) DigComp 2.1—The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use. Joint Research Centre, Luxembourg
- 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 (Hrsg) *Industrie 4.0 – Risiken und Chancen für die Berufsbildung*. Berufsbildung, Arbeit und Innovation. WBV, Bielefeld, S 171–186
- DeGEval (2016) *Standards für Evaluation – Erste Revision auf Basis der Fassung 2002*. Gesellschaft für Evaluation (DeGEval)
- Dehnbostel P (1993) *Konzepte für eine dezentrale Berufsbildung*. *Berufsbild Wiss Prax* 22(3):3–9
- Dehnbostel P (2005) *Konstitution reflexiven Handelns im arbeitsbezogenen Lernen*. In: Dewe B (Hrsg) *Theoretische Grundlagen und Perspektiven der Erwachsenenbildung – Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung*. Report. Bertelsmann, Bielefeld, S 208–213
- Dehnbostel P (2008) *Berufliche Weiterbildung – Grundlagen aus arbeitnehmerorientierter Sicht*. Edition Sigma, Berlin
- Deming WE (2018) *Out of the crisis*. MIT Press, Cambridge
- DIN e. V. (2012) *Konformitätsbewertung – Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Personen zertifizieren*. DIN EN ISO/IEC 17024. Beuth, Berlin
- DIN e. V. (2015) *Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen*. DIN EN ISO 9001. Beuth, Berlin
- DIN e. V. (2016) *Anforderungen an berufsbezogene Eignungsdiagnostik*. DIN 33430. Beuth, Berlin
- Dombrowski U, Richter T (2016) *Ganzheitliche Produktionssysteme und Industrie 4.0*. ZWF 111(12):771–774
- Donaldson KA (2000) *Library research success: designing an online tutorial to teach information literacy skills to first-year students*. *Internet High Educ* 2(4):237–251
- Eickelmann B (2017) *Kompetenzen in der digitalen Welt – Konzepte und Entwicklungsperspektiven*. Friedrich-Ebert-Stiftung Abteilung Studienförderung, Berlin
- Faber M, Mertens A, Schlick CM (2017) *Cognition-enhanced assembly sequence planning for ergonomic and productive human-robot collaboration in self-optimizing assembly cells*. *Prod Eng Res Devel* 11(2):145–154
- Fischer M (2006) *Arbeitsprozesswissen als zentraler Gegenstand einer dömänenspezifischen Qualifikations- und Curriculumforschung*. In: Pätzold G, Rauner F (Hrsg) *Qualifikationsforschung und Curriculumentwicklung*. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik Beiheft. Steiner, Stuttgart, S 75–94
- Frenz M, Heinen S, Schlick CM (2015) *Industrie 4.0: Anforderungen an Fachkräfte in der Produktionstechnik*. *Berufsbild Wiss Prax* 44(6):12–16
- Frenz M, Heinen S, Zinke G (2016) *Industrie 4.0 und sich ändernde Berufskonzepte in den Berufsfeldern Metalltechnik und Mechatronik-Elektrotechnik*. In: Frenz M, Schlick CM, Unger TD (Hrsg) *Wandel der Erwerbsarbeit – Berufsbildgestaltung und Konzepte für die gewerblich-technischen Didaktiken*. Bildung und Arbeitswelt. LIT, Berlin, Münster, S 32–44
- Gama E, Barroso MF (2013) *Student’s video production as formative assessment*. International Conference on Physics Education, Prag
- Ganier F, de Vries P (2016) *Are instructions in video format always better than photographs when learning manual techniques?—The case of learning how to do sutures*. *Learn Instr* 44:87–96
- Gerschner K, Molitor M, Frenz M (2017) *Analyse von Arbeitsanforderungen zur Entwicklung eines Weiterbildungskonzepts mit Auto-rensystemen in der industriellen Produktion*. In: Becker M, Dittmann C, Gillen J, Hiestand S, Meyer R (Hrsg) *Einheit und Differenz in den gewerblich-technischen Wissenschaften – Berufspäd-*

- agogik, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften. LIT, Münster, S 310–325
- Gillen J (2005) Kompetenzentwicklung in vernetzten Lernstrukturen – Konzepte arbeitnehmerorientierter Weiterbildung ; KomNetz. Bertelsmann, Bielefeld
- Goppold M, Frenz M (2019) Lernen im Prozess der Arbeit – Kontinuierliche Verbesserung manueller Montageprozesse durch Einsatz von Autorensystemen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten 65. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 21.02.2019–01.03.2019 GfA-Press, Dresden, S C.7.6
- Goppold M, Braun D, Gerschner K, Frenz M (2019) Lernen mit Autorensystemen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung am Beispiel der manuellen Montage. In: Becker M, Frenz M, Jenewein K, Schenk M, Friese M, Seeber S, Spöttl G (Hrsg) Digitalisierung und Fachkräftesicherung – Herausforderung für die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken. Berufsbildung, Arbeit und Innovation. wbv Media, Bielefeld, S 371–386
- Heidegger G, Rauner F (1990) Berufe 2000 – Berufliche Bildung für die industrielle Produktion der Zukunft. Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- Helms JE (2010) Cultural bias in psychological testing. In: Weiner IB, Craighead WE (Hrsg) The Corsini encyclopedia of psychology. John Wiley, Hoboken, S 115
- Hess AKN (2014) Web tutorials workflows. N Libr World 115(3/4): 87–101
- Hirsch-Kreinsen H, Ittermann P (2019) Digitalisierung industrieller Einfacharbeit. In: Bildung 2.1 für Arbeit 4.0, S 99–117
- Initiative D21 e. V (2016) D21-Digital-Index 2016 – Jährliches Lagebild zur Digitalen Gesellschaft. Initiative D21, Berlin
- Ivanišin M (2017) Evaluierung von Allgemeinen Multimediaprodukten (AMP). In: Bauer TA, Mikuszeit BH (Hrsg) Lehren und Lernen mit Bildungsmedien – Grundlagen – Projekte – Perspektiven – Praxis. Peter Lang, Frankfurt a.M, S 343–351
- Jamet E, Fernandez J (2016) Enhancing interactive tutorial effectiveness through visual cueing. Educ Technol Res Dev 64(4):631–641
- Kagermann H, Wahlster W, Helbig J (2013) Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Forschungsunion, Berlin
- Kay RH (2014) Developing a framework for creating effective instructional video podcasts. Int J Emerg Technol Learn 9(1):22–30
- Kern V (2013) Actions speaking louder than words: building a successful tutorials program at the university of washington libraries. Fontes Artis Music 60(3):155–162
- Klafki W (1975) Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Beltz, Weinheim
- Kondrup S (2015) Understanding unskilled work as a condition for participation in adult education and training. Eur J Res Educ Learn Adults 6(2):159–173
- de Koning BB, Tabbers HK, Rikers RMJP, Remy MJP (2007) Attention cueing as a means to enhance learning from an animation. Appl Cognit Psychol 21(6):731–746
- 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. Z Arb Wiss 72(1):90–98
- Lave J, Wenger E (2011) Situated learning—Legitimate peripheral participation. Cambridge University Press, Cambridge
- Lien TK (2019) Manual assembly. In: Chatti S, Laperrière L, Reinhart G, Tolio T, Chatti S, Laperrière L, Reinhart G (Hrsg) CIRP encyclopedia of production engineering. Springer Reference. Springer, Berlin, Heidelberg, S 1127–1131
- Lins D, Prinz C, Kuhlenkötter B (2018) Industrie 4.0-Umsetzungsstand bei Industrieunternehmen in NRW. ZWF 113(5):333–336
- Locatis C, Al-Nuaim H (1999) Interactive technology and authoring tools—A historical review and analysis. Educ Technol Res Dev 47(3):63–75
- Lotter B, Wiendahl H-P (2006) Montage in der industriellen Produktion – Ein Handbuch für die Praxis. Springer, Berlin Heidelberg (mit 16 Tabellen)
- Luczak H, Volpert W, Raeithel A, Schwier W (1989) Arbeitswissenschaft – Kerndefinition-Gegenstandskatalog-Forschungsgebiete. TÜV Rheinland, Köln
- Lusk DL, Evans AD, Jeffrey TR, Palmer KR, Wikstrom CS, Doolittle PE (2009) Multimedia learning and individual differences—mediating the effects of working memory capacity with segmentation. Br J Educ Technol 40(4):636–651
- Martin NA, Martin R (2015) Would you watch it? Creating effective and engaging video tutorials. J Libr Inform Serv Distance Learn 9(1–2):40–56
- Mayer RE (2016) Research-based guidelines for multimedia instruction. Rev Hum Factors Ergon 3(1):127–147
- Mayring P (2015) Qualitative Inhaltsanalyse – Grundlagen und Techniken. Beltz, Weinheim
- van der Meij H, van der Meij J (2013) Eight guidelines for the design of instructional videos for software training. Tech Commun 60(3):205–228
- van der Meij H, van der Meij J (2014) A comparison of paper-based and video tutorials for software learning. Comput Educ 78:150–159
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG (2009) Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Med 6(7):e1000097
- Molitor M, Prote J-P, Walendzik P, Gerschner K, Höltgen C, Schuh G (2019) Concept of video-based Externalisation of employee knowledge in manual assembly. In: Schmitt R, Schuh G (Hrsg) Advances in production research. Springer, Cham, S 730–738
- Morain M, Swarts J (2012) Yoututorial—A framework for assessing instructional Online video. Tech Commun Q 21(1):6–24
- Nasir AR, Bargstädt H-J (2017) An approach to develop video tutorials for construction tasks. Procedia Eng 196:1088–1097
- North K, Maier R (2018) Wissen 4.0 – Wissensmanagement im digitalen Wandel. HMD 55(4):665–681
- Orr D, López VC (2016) Weiterbildung in Deutschland im internationalen Vergleich. FiBS – Forum Nr. 58. Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie, Berlin
- Oud J (2009) Guidelines for effective online instruction using multimedia screencasts. Ref Serv Rev 37(2):164–177
- Petersen T (2005) Organisationsformen der Montage – Theoretische Grundlagen, Organisationsprinzipien und Gestaltungsansatz. Shaker, Aachen
- Petruck H, Mertens A (2018) Predicting human cycle times in robot assisted assembly. In: Trzcielinski S (Hrsg) Advances in ergonomics of manufacturing: managing the enterprise of the future Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, 17.–21.07. 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Cham, S 25–36
- Plaisant C, Shneiderman B (2005) Show me! Guidelines for producing recorded demonstrations. In: Schürr A, Erwig M (Hrsg) IEEE symposium on visual languages and human centric computing Dallas, 20–24.09. 2005 IEEE Computer Society, Los Alamitos, S 171
- Rauner F (1996) Gestaltungsorientierte Berufsbildung. In: Dederich H, Arnold R, Bönsch M, Bojanowski A (Hrsg) Handbuch zur arbeitssorientierten Bildung. Oldenbourg, München, S 411–430
- Rauner F (2010) KOMET – Messen beruflicher Kompetenz im Berufsfeld Elektronik. BWP 39(1):22–26
- Rauner F (2017) Methodenhandbuch – Messen und Entwickeln beruflicher Kompetenzen (COMET). WBV, Bielefeld

- Schröder N (2014) Medien machen schafft Praxis-Wissen. – Tutorials, Learning-Apps und eBooks im Einsatz an der berufsbildenden Schule. *L.A. multimedia* 2014(2):10–13
- Schuh G, Schmidt C, Helmig J (2012) Prozesse. In: Schuh G, Stich V (Hrsg) *Produktionsplanung und -steuerung*. VDI-Buch. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, S 109–194
- Slebodnik M, Riehle CF (2009) Creating Online tutorials at your libraries – software choices and practical implications. *Ref User Serv Q* 49(1):33–51
- Somoza-Fernández M, Abadal E (2009) Analysis of web-based tutorials created by academic libraries. *J Acad Libr* 35(2):126–131
- Spöttl G, Gorltd C, Windelband L, Grantz T, Richter T (2016) *Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie*. v. bayme vbm, München
- Tewell E (2010) Video tutorials in academic art libraries—A content analysis and review. *Art Doc* 29(2):53–61
- Ulich E (1997) Mensch-Technik-Organisation: ein europäisches Produktionskonzept. In: Strohm OS, Escher PO (Hrsg) *Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten – Ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik und Organisation*. Mensch Technik Organisation. vdf Hochschulverl. an der ETH, Zürich, S 5–17
- VDI (2016) *Fertigungsmanagementsysteme – Manufacturing Execution Systems – MES*. VDI 5600. VDI, Düsseldorf
- Voigt S, Seidel H, Orth R, Kohl H (2016) Herausforderung für Unternehmen. In: Kohl H, Mertins K, Seidel H (Hrsg) *Wissensmanagement im Mittelstand*. Springer, Berlin, Heidelberg, S 9–18
- Weeks T, Putnam Davis J (2016) Evaluating best practices for video tutorials—A case study. *J Libr Inf Serv Distance Learn* 11(1–2):183–195
- Wiemer C (2015) *Autorenlernen*. 18. Hochschultage Berufliche Bildung, TU Dresden, 20. März 2015
- Wolf KD (2015) Video-Tutorials und Erklärvideos als Gegenstand, Methode und Ziel der Medien- und Filmbildung. In: Hartung-Griemberg A, Ballhausen T, Trültzsch-Wijnen C, Barberi A, Kaiser-Müller K (Hrsg) *Filmbildung im Wandel*. Mediale Impulse. new academic press, Wien, S 121–131
- Zhang L (2006) Effectively incorporating instructional media into web-based information literacy. *Electron Libr* 24(3):294–306