

Digitale Assistenz- und Lernsysteme

Gestaltung lernförderlicher Systeme für die manuelle Montage

Tina Haase, Dirk Berndt, Fraunhofer IFF Magdeburg, Wilhelm Termath und Michael Dick,
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Die Autoren stellen einen methodischen Ansatz für die lernförderliche Gestaltung von Assistenzsystemen vor und leiten Anforderungen an deren Gestaltung ab. Sie legen der Gestaltung dieser Systeme ein grundlegendes Verständnis der Zusammenarbeit von Mensch und Maschine zugrunde, das Entscheidungen und Verantwortung auch weiterhin beim Menschen verortet. Abschließend zeigen die Autoren konkrete Erfordernisse und Maßnahmen eines partizipativen Gestaltungs- und Einführungsprozesses.

Digitale Assistenzsysteme unterstützen den Mitarbeitenden in der betrieblichen Praxis bereits in vielen Tätigkeitsbereichen [1]. In der Instandhaltung ruft die Arbeitsperson aktuelle Zustandsdaten komplexer technischer Anlagen ab, öffnet in der Arbeitssituation die aktuellsten Wartungsdokumente zu einer fehlerhaften Komponente und erhält mit Bezug zu dieser Maschine die Information, welcher Mitarbeitende dort wann die letzte Wartung durchgeführt hat [2].

Digitale Assistenz- und Lernsysteme

In der manuellen Montage werden Assistenzsysteme eingesetzt, um die Monteur bei der Montage zunehmend variantenreicher Produkte zu unterstützen. Schritt-für-Schritt-Anleitungen auf einem arbeitsplatznah installierten Display sind hier derzeit am weitesten verbreitet [3]. Die Assistenzinhalte der Anwendungen sind ebenso heterogen wie die verschiedenen Ausgabegeräte zu deren Anzeige. Aber auch über deren konkrete Gestaltung hinaus geht der Einsatz digitaler Assistenzsysteme mit verschiedenen Herausforderungen einher:

Ironies of Automation

Infolge der zunehmenden Vernetzung, Automatisierung und Digitalisierung der Maschinen und Anlagen verändert sich die Aufgabe des Menschen im Arbeitssystem immer stärker hin zu einer über-

wachenden und kontrollierenden Funktion. Erfahrungen, die der Mitarbeitende früher bei der Bearbeitung kleiner Störungen machen konnte, bleiben heute weitgehend aus. Dennoch ist es erforderlich, dass der Mitarbeitende in der Fehlersituation schnell, effizient und richtig reagiert. Das Dilemma der Automation [4] macht deutlich, dass die Unterstützung für den Mitarbeitenden zwar zu einer Entlastung führt, ihm aber auch Erfahrungen als Bedingung der Kompetenzentwicklung vorenthält, die durch neue Lerngelegenheiten kompensiert werden könnten.

Dequalifizierung

Insbesondere in standardisierten Prozessen und Tätigkeiten ist der Einsatz digitaler Assistenzsysteme mit dem Risiko der Dequalifizierung verbunden. Das technische System liefert die erforderlichen Informationen zur Bearbeitung des nächsten Arbeitsschritts und der Mitarbeitende führt diese aus. Oft ist es nicht erforderlich, zu verstehen, warum die Durchführung in einer bestimmten Weise erfolgen muss, oder welche alternativen Vorgehensweisen denkbar wären. In diesem Szenario wird dem Mitarbeitenden in der Zusammenarbeit von Mensch und Maschine die ausführende Rolle zugewiesen. Es gibt Konstellationen, in denen dieses Szenario seine Berechtigung hat, beispielsweise bei der beruflichen Rehabilitation und der Inklusion leistungsgewandelter Mitarbeitender. Um Mitarbeitende aber langfristig zu befähigen, in sich wan-

Digital Assistance and Learning Systems – Design of Systems for Manual Assembly Conducive to Learning

The authors present a methodological approach for designing assistance systems conducive to learning and derive requirements for their design. They base the design of these systems on a fundamental understanding of the cooperation between humans and machines, which still places decisions and responsibility with humans. Finally, the authors show concrete requirements and measures of a participatory design and implementation process.

Keywords:

assistive technology, conducive to learning, learning in the work process, activity system

Dr.-Ing. Tina Haase leitet die Arbeitsgruppe Digitale Assistenz- und Lernsysteme in der Abteilung Fertigungsmesstechnik und digitale Assistenzsysteme am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg.

Dr.-Ing. Dirk Berndt ist stellvertretender Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg und leitet dort die Abteilung Fertigungsmesstechnik und digitale Assistenzsysteme.

Wilhelm Termath ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Betriebspädagogik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Prof. Dr. Michael Dick ist Arbeits- und Organisationspsychologe und leitet den Lehrstuhl Betriebspädagogik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

tina.haase@iff.fraunhofer.de
www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/
fertigungsmesstechnik-digitale-assistenzsysteme.html

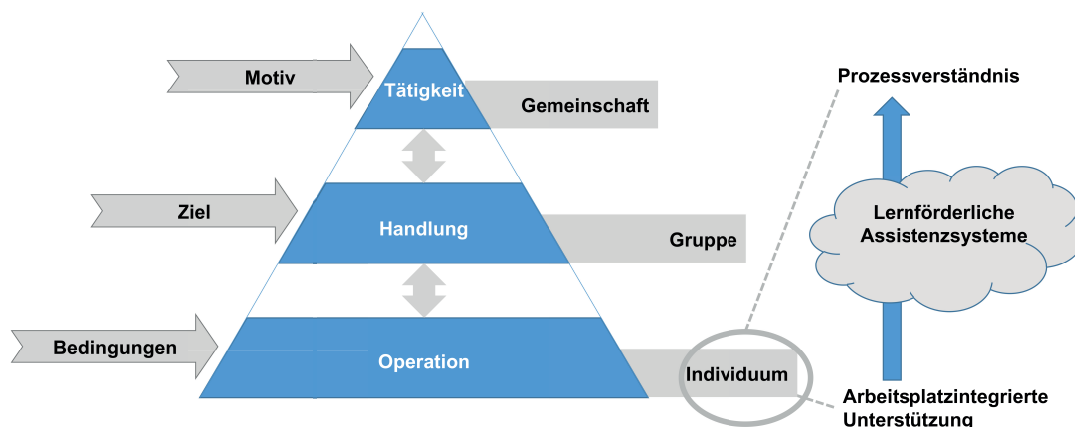


Bild 1: Tätigkeitssystem und Verortung des Assistenzsystems (in Anlehnung an [8]).

delnden und komplexen Arbeitssystemen sicher agieren und neue Problemlösungen aus vorhandenen Erfahrungen generieren zu können, ist hingegen eine ganzheitliche und lernförderliche Arbeitsgestaltung erforderlich.

Wir betrachten hier Assistenzsysteme für manuelle Montageprozesse. Diese sind häufig stark arbeitsteilig und auf wenige Operationen reduziert. Das Assistenzsystem soll aber als fähigkeitsverstärkendes System ein Lernen im Prozess der Arbeit ermöglichen, den Handlungsspielraum der Monteure erweitern, sich an ihre Bedürfnisse und die Arbeitssituation anpassen und zur Qualitätssicherung beitragen. Das bedeutet, dass nicht nur die Ausführung, sondern auch die Planung und Evaluation einer Handlung ermöglicht und unterstützt werden muss.

Das Tätigkeitssystem als theoretischer Rahmen

Die Einlösung des Anspruchs einer ganzheitlichen, partizipativen Arbeitsgestaltung erfordert eine entsprechende theoretische Rahmung. Diese kann sich am hierarchischen Modell menschlicher Arbeitstätigkeit [5] orientieren. Die Operation als kleinste Einheit umfasst lediglich die Ausführung einzelner Handlungsschritte, die Handlung hingegen umfasst auch deren Ziele und Planung. Erst auf der Ebene der Tätigkeit aber werden individuelle Motive wirksam, die als Treiber bewusster und absichtlicher Lernprozesse [6] erforderlich sind. Auf dieser Ebene geraten auch die Rahmenbedingungen der Organisation und die Arbeitsgestaltung in den Blick. Die aus Arbeiten der kulturhistorischen Schule [7] entwickelte Tätigkeitstheorie [8] betrachtet Tätigkeiten in ihrem gegenständlichen Charakter als Verbindung zwischen dem Individuum und der Organisation bzw. der Gesellschaft. Sie repräsentieren ein materielles oder ideelles Motiv für das Individuum. Die Handlung ist dagegen auf das Ziel einer konkreten Aufgabe bezogen, die mit der Durchführung von

einzelnen Operationen realisiert wird (Bild 1).

Die Relevanz dieser Unterscheidung für die Gestaltung von Assistenzsystemen liegt darin, der Arbeitsperson einen Bezug zum eigentlichen Gegenstand ihrer Arbeit als sinnstiftendem und damit motivierendem Element zu ermöglichen. Die Arbeit ist in einen gegenständlichen, sozialen und kultu-

rellen Rahmen eingebettet, der dem Individuum das Potenzial zur Expansion eröffnet. In [9] beschreiben die Autoren die Ableitung des Modells eines Lerntätigkeitssystems vor diesem theoretischen Hintergrund.

Ableitungen für den Gestaltungs- und Implementierungsprozess

Mit diesem Anspruch werden im Folgenden Überlegungen für den Gestaltungs- und Implementierungsprozess lernförderlicher und arbeitsplatzintegrierter Assistenzsysteme entwickelt. Zunächst werden Einflussgrößen ermittelt, die die spätere Technologieauswahl und -gestaltung bestimmen. Dazu werden Verfahren der Arbeits- und Anforderungsanalyse eingesetzt. Es werden dann konkrete Lernförderlichkeitsdimensionen eingeführt und mit dem Konzept des Tätigkeitssystems verschränkt. Eine nachhaltige Nutzung und Akzeptanz der entwickelten Lösung soll durch einen partizipativen Einführungs- und Gestaltungsprozess unterstützt werden. Abschließend werden wichtige Erkenntnisse dieses Prozesses aus der praktischen Durchführung vorgestellt.

Parameter mit Einfluss auf die Wirksamkeit des Assistenzsystems

In der Weiterentwicklung der bisher oft technikzentrierten Entwicklungsprozesse bedarf der wirksame Einsatz von Assistenzsystemen der Betrachtung vielschichtiger Einflussfaktoren. Diese wurden auf der Basis praktischer Erfahrungen in der Gestaltung und Erprobung von Assistenzsystemen sowie von Literaturrecherchen ermittelt und in eine Morphologie überführt. Bild 2 zeigt einen Auszug dieser Morphologie. Die Auswahl der inhaltlichen Kriterien wird in [11] ausführlich beschrieben.

Für die Nutzbarmachung dieser Morphologie werden die Einflussfaktoren mit konkreten betrieblichen Erfahrungsgeschichten verknüpft. Ziel ist es, den Transfer theoretischer Gestal-

Literatur

- [1] Niehaus, J.: Mobile Assistenzsysteme für Industrie 4.0: Gestaltungsoptionen zwischen Autonomie und Kontrolle. Düsseldorf 2017.
- [2] Keller, A.; Haase, T.: Kognitive Assistenzsysteme in der Prozessindustrie. Ergebnisse eines partizipativen Gestaltungsansatzes. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaften (Hrsg.): Arbeit interdisziplinär analysieren - bewerten - gestalten. Dortmund 2019.
- [3] Haase, T.; Radde, J.; Keller, A.; Berndt, D.; Dick, M.: Integrated Learning and Assistive Systems for Manual Work in Production-Proposal for a Systematic Approach to Technology Selection and Design. In International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (S. 853-859). Cham 2020.
- [4] Bainbridge, L.: Ironies of automation. In: Analysis, design and evaluation of man-machine systems. Pergamon 1983.
- [5] Hacker, Winfried u. Pierre Sachse: Allgemeine Arbeitspsychologie. Göttingen [u.a.] 2014.
- [6] Volpert, Walter: Das Modell der hierarchisch-sequentiellen Handlungsorganisation. In Hacker, W., Volpert, W. & von Cranach, M. (Hg.): Kognitive und motivationale Aspekte der Handlung. Berlin: Huber 1983. S. 38-58.
- [7] Kölbl, C.: Kulturhistorische Schule. In: Mey, G.; Mruck, K. (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Wiesbaden 2010.

Arbeitsperson	Kompetenzniveau	Novize	Fortgeschrittener Anfänger	Der Kompetente	Der Gewandte	Der Experte	
	Motivation	intrinsisch		extrinsisch		beides	
	Motiv	Job machen: Anforderungen erfüllen		In der Tätigkeit aufgehen ("Flow")		Persönliche Weiterentwicklung: Karriere	
	Altersstruktur	< 20 Jahre	20 – 35 Jahre	35 – 50 Jahre	> 50 Jahre		
	Physische Voraussetzungen	Sehschwäche		Schwerhörigkeit		Einschränkungen des Bewegungsapparates	
	Sprache	Multilingualität			Monolingualität		
	Bildungsabschluss	Haupt-/ Realschulabschluss	Abgeschlossene Berufsausbildung	Abitur	Abgeschlossenes Studium		
	Technische Affinität	wenig affin		gemischt		viele Erfahrungen / affin	

tungsparameter in die Praxis zu fördern und Unternehmen dafür ein unterstützendes System an die Hand zu geben.

Bild 3 zeigt die praktische Umsetzung der interaktiven Systematik. Sie wird webbasiert realisiert und ermöglicht zunächst das Erkunden der Gestaltungsdimensionen und der zugehörigen Kategorien. So ist z. B. bei der Betrachtung der Arbeitsperson die Altersstruktur ein Kriterium, das die Gestaltung der zukünftigen Lösung beeinflusst. Dazu kann der Anwender in der Systematik eine hinterlegte Erfahrungsgeschichte der Firma A abrufen. Dort wird beispielhaft die folgende Erfahrung beschrieben: das Unternehmen A war bei der Einführung einer Virtual Reality-Anwendung für Instandhaltungsmonteur zunächst skeptisch, ob die älteren Monteure dieses Werkzeug akzeptieren und anwenden werden. In der Erprobung beobachtete das Unternehmen dann jedoch, dass eben diese Monteure mit großer Begeisterung dabei waren und die technischen Details erkundet haben. Die Erfahrungsgeschichte gibt dafür einen Erklärungsversuch und formuliert Take-Home-Messages. Im

Beispiel wird erläutert, dass die erfahrenen Mitarbeitenden die Relevanz des Einsatzes eines interaktiven 3D-Modells aufgrund ihrer beruflichen Erfahrung besser beurteilen können. Jüngere Mitarbeitende hingegen stellen höhere Anforderungen an die Visualisierung, weil sie ähnliche Anwendungen im privaten Umfeld nutzen.

Die Erfahrungsgeschichten werden von betrieblichen Erfahrungsträgern selbst formuliert („von der Praxis für die Praxis“), ggf. redaktionell bearbeitet und sind im System mit den zugehörigen Einflussgrößen und Gestaltungselementen verknüpft. Über die Angabe von Kontaktdaten können interessierte Anwender*innen in Austausch mit den Erfahrungsträgern kommen.

Bild 2: Auszug aus der Systematik der Technologieauswahl und -gestaltung.

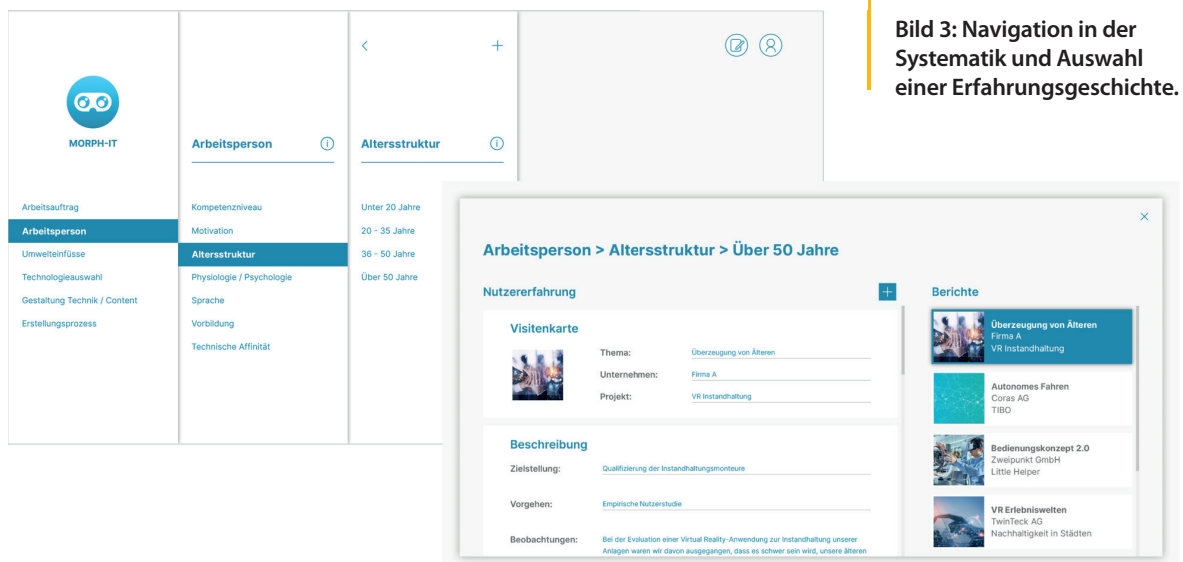


Bild 3: Navigation in der Systematik und Auswahl einer Erfahrungsgeschichte.

Lernförderliche arbeitsplatzintegrierte Lern- und Assistenzsysteme in der Montage

Eine Vielzahl digitaler Assistenzsysteme, die in den letzten Jahren für die Unterstützung von Montageprozessen entwickelt wurden, fokussierten sich primär auf die Vorgabe richtiger Handlungsabfolgen. Beispiele hierfür sind Pick-To-Light-Systeme oder Desktop-Anzeigen in der Automobilindustrie. Diese Art der gelenkten und alternativlosen Vorgabe richtiger Teiloperationen ohne Hintergrundinformationen und ohne die Möglichkeit der Exploration führt eher zu einer Einschränkung von Lernprozessen und zur Dequalifizierung der Mitarbeitenden [10].

Eine Weiterentwicklung dieser Systeme zu lernförderlichen Assistenzsystemen erfordert konkrete Gestaltungskriterien [3], die einer lern- und motivationsförderlichen Arbeitsgestaltung [12-14] verpflichtet sind. Mechanismen, die Neugier entfachen und die Beschäftigung mit dem Lerngegenstand aufrechterhalten, können diese Prozesse unterstützen. Systemimmanente Motivationsanreize, bspw. positive Verstärker oder Feedbacks, dienen diesem Zweck.

Die formulierten Kriterien sollen über die bloße Anpassung an eine vorgegebene Abfolge von Montageschritten hinaus ein subjektives Expansionspotenzial abdecken. Dieses kann z. B. darin bestehen, vorhandenes Wissen zu erweitern und damit individuelle Ziele zu verbinden, oder sich in einen kollegialen Zusammenhang zu stellen und an der Weiterentwicklung der Arbeitsprozesse mitzuwirken. Den eigenen Beitrag an der Gesamtleistung sichtbar zu machen, stiftet Sinn und Identität [15]. Das Assistenzsystem könnte so im Idealfall zum Symbol und Artefakt einer „community of practice“ [16] werden.

Partizipativer Einführungsprozess

Die Wirksamkeit eines Assistenzsystems wird maßgeblich von der Akzeptanz des Systems bei den Mitarbeitenden bestimmt.

Akzeptanz, verbunden mit einer nachhaltigen Nutzung und einer gemeinsamen Vision der Wirksamkeit des Systems, wird bereits in der frühen Phase der Systemgestaltung durch einen Aushandlungsprozess zwischen fachlicher, arbeitsgestaltender und technologischer Perspektive geschaffen. Wenn es gelingt, das System zum selbstverständlichen „Werkzeug“ der Mitarbeitenden zu machen, kann eine stetige Nutzung und damit auch eine Aktualität der Inhalte ermöglicht werden.

Dieses Vorgehen hat vor allem die Arbeitsorganisation des Unternehmens im Blick. Resultierende Veränderungen müssen frühzeitig

sichtbar und in ihren Auswirkungen erlebbar gemacht werden. Die Anwender stehen für die Gültigkeit der Assistenzinhalte und für die Relevanz der Aufgabe. Sie sind die Experten für ihren Arbeitsplatz, für die Organisation mit ihren Regeln, Normen und Werten, und sie sind Teil einer Community of Practice. Die Gestaltung eines digitalen Assistenzsystems erfordert weiterhin eine technologische Perspektive und Expertise. Technologieexperten kennen den technischen Möglichkeitsraum, können die neue Lösung in die vorhandene IT-Infrastruktur integrieren und sind damit Impulsgeber für die Technologieauswahl. Eine Lösung, die alle Perspektiven gleichermaßen widerspiegelt, erfordert von allen Beteiligten ein Bewusstsein für diese Interdisziplinarität und die Bereitschaft, die Gestaltungsentscheidungen in diesem Spannungsfeld kooperativ zu vollziehen.

Zusammenfassung und Ausblick

Digitale Assistenzsysteme werden bei der Unterstützung manueller Montageprozesse zunehmend zur Anwendung kommen. Neben der unmittelbaren Unterstützung bei der Durchführung der Tätigkeit können Assistenzsysteme zukünftig auch einen wichtigen Beitrag zur menschengerechten Arbeit leisten. Erste Erfahrungen in der industriellen Praxis zeigen, dass lernförderliche Inhalte zur Aufwertung der eigenen Tätigkeit und damit zu einer Stärkung der Identifikation mit dem Unternehmen, dem Produkt und der Tätigkeit beitragen können. Mögliche Inhalte, wie z. B. die Funktionsweise des zu montierenden Bauteils, entstehende Kosten oder der eigene Beitrag zur Nachhaltigkeit des Unternehmens, ermöglichen dem Mitarbeitenden die eigene Tätigkeit in den Unternehmenskontext einzuordnen. So werden monotone Arbeitsfolgen durchbrochen und kann der Gefahr der Dequalifizierung entgegengewirkt werden. Dies erfordert einen Gestaltungsprozess, der von einer relevanten betrieblichen Fragestellung ausgeht, einen systematischen Prozess der Technologieauswahl und -gestaltung anschließt und die Mitarbeitenden bereits früh im Prozess beteiligt.

Der Beitrag entstand im Rahmen der Projekte „LeARn4Assembly“ (Förderkennzeichen 01PV18007A) und „MORPH-IT“ (Förderkennzeichen 01PJ21003A), die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert werden.

Schlüsselwörter:

Assistenzsysteme, lernförderlich, Lernen im Prozess der Arbeit, Tätigkeitssystem

- [8] Leontjew, A.: Tätigkeit, Bewußtsein, Persönlichkeit (Beiträge zur Psychologie, Bd. 1, 1. Auflage). Berlin 1979.
- [9] Haase, T.; Termath, W.; Dick, M.; Berndt, D.; Schenk, M.: Workplace-integrated assistance systems conducive to learning designed for production. In: Sihn, W.; Schlund, S. (Hrsg.): Competence development and learning assistance systems for the data-driven future. Berlin 2021.
- [10] Frieling, E.; Müller, R. F.; Bernard, H.; Bigalk, D.: Lernen durch Arbeit. Münster 2006.
- [11] Schenk, M.; Haase, T.; Berndt, D.; Fischer, E.: Adaptive Assistenzsysteme als Antwort auf komplexe Produktionsprozesse und heterogene Belegschaften. In: Spath, D.; Spanner-Ulmer, B. (Hrsg.): Digitale Transformation - Gutes Arbeiten und Qualifizierung aktiv gestalten. Berlin 2019.
- [12] Franke, G.; Kleinschmitt, M.: Der Lernort Arbeitsplatz. Berlin Köln 1987.
- [13] Dehnbostel, P.: Lernen im Prozess der Arbeit. Münster 2007.
- [14] Franke, G.: Erfahrung und Kompetenzentwicklung. In: Dehnbostel, P. u. a. (Hrsg.): Erfahrungslernen in der beruflichen Bildung – Beiträge zu einem kontroversen Konzept. Neusäß 1999.
- [15] Wehner, T.; Clases, C.; Endres, E.: Situiertes Lernen und kooperatives Handeln in Praxisgemeinschaften. In: Endres, E.; Wehner, T. (Hrsg.): Zwischenbetriebliche Kooperation. Die Gestaltung von Lieferbeziehungen. Beltz 1996.
- [16] Wenger, E.: Communities of Practice. Learning, Meaning, and Identity. Cambridge 1998.
- [17] Fredrich, H.; Dick, M.; Haase, T.: Zur Passung von Arbeitsanforderungen und digitalen Assistenztechnologien in handwerklichen und industriellen Montageprozessen. In: ARBEIT HUMANE gestalten. 67. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft 2021. Dortmund 2021.