

Lernen mit Assistenzsystemen

Vor lauter Aufgaben den Prozess nicht sehen?

Gergana Vladova, Universität Potsdam, Philip Wotschack, Patricia de Paiva Lareiro, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), Norbert Gronau, Christof Thim, Universität Potsdam

Learning with Assistance Systems – Not Seeing the Process for the Tasks?

The paper describes the conception and implementation as well as offers an insight into the first results of a study with experimental design in a simulated process environment at the Research and Application Center Industry 4.0 in Potsdam. The focus is on learning processes in the field of simple work and their organization through the use of digital assistance systems. In labour research, there are indications that process knowledge is lost with the use of these systems, in the sense of a good knowledge of the entire work process in which the individual activities are embedded. To investigate the role of process knowledge in the use of digital assistance systems, a real factory situation is simulated in the experiment.

Keywords:

assistance systems, industry 4.0, process knowledge, learning factory

Dr. Gergana Vladova ist Postdoktorandin am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Prozesse und Systeme an der Universität Potsdam und Leiterin der Forschungsgruppe „Bildung und Weiterbildung in der digitalen Gesellschaft“ am Weizenbaum-Institut für die Vernetzte Gesellschaft in Berlin.

Dr. Philip Wotschack ist Postdoktorand am Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft in der Forschungsgruppe Globalisierung, Arbeit und Produktion am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB).

Patricia de Paiva Lareiro ist Doktorandin am Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft und der Forschungsgruppe Globalisierung, Arbeit und Produktion am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB).

Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gronau ist Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik, insb. Prozesse und Systeme sowie Direktor des Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 an der Universität Potsdam.

Dr. Christof Thim ist Postdoktorand am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Prozesse und Systeme an der Universität Potsdam. Er leitet die Forschungsgruppe zu digitalen Prozessen.

gvladova@lswi.de
https://lswi.de

Der Beitrag beschreibt die Konzeption und Durchführung und bietet einen Einblick in die ersten Ergebnisse einer Untersuchung mit experimentellem Design in einer simulierten Prozessumgebung im Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 in Potsdam. Im Mittelpunkt stehen Anlernprozesse im Bereich der Einfacherarbeit (Helfertätigkeiten) und ihre Gestaltung durch den Einsatz digitaler Assistenzsysteme. In der Arbeitsforschung finden sich Hinweise darauf, dass mit dem Einsatz dieser Systeme Prozesswissen verloren geht, im Sinne einer guten Kenntnis des gesamten Arbeitsprozesses, in den die einzelnen Tätigkeiten eingebettet sind. Das kann sich als Problem erweisen, vor allem wenn unvorhersehbare Situationen oder Fehler eintreten. Um die Rolle von Prozesswissen beim Einsatz von digitalen Assistenzsystemen zu untersuchen, wird im Experiment eine echte Fabriksituation simuliert. Die Probanden werden über ein Assistenzsystem Schritt für Schritt in ihre Aufgabentätigkeit angelernt, einem Teil der Probanden wird allerdings am Anfang zusätzlich Prozesswissen im Rahmen einer kurzen Schulung vermittelt.

Die unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ diskutierten Veränderungen der Arbeitswelt betreffen auch Lernprozesse, Kompetenzen und Qualifikationen der Beschäftigten. Für das Segment einfacher Tätigkeiten, die im Mittelpunkt der vorliegenden Studie stehen, wurden in der Arbeits- und Betriebsforschung vier verschiedene Wege der digitalen Transformation identifiziert: Deskillung, Upskilling, Substitution oder Persistenz bestimmter Aufgaben und Arbeitsplätze [1], wobei sich die vorliegende Studie auf die Prozesse des Deskillung im Zuge der Einführung kognitiver Assistenzsysteme (AS) bei einfachen manuellen Fertigungstätigkeiten fokussiert. Während Automatisierungsprozesse in der Industriearbeit auf die Substitution menschlicher Tätigkeiten mittels der Verlagerung von Aufgaben an Robotik oder Software abzielen, findet bei dem Einsatz kognitiver AS keine Substitution, sondern eine Veränderung der Tätigkeiten statt. Im Gegensatz zur klassischen Automatisierung wird die menschliche Arbeit durch den Einsatz digitaler AS also nicht ersetzt, sondern ergänzt, um das Arbeitsvermögen der Beschäftigten zu erweitern oder fehlende Fähigkeiten zu kompensieren [2]. Kognitive AS dienen dabei „der anwendungsgerechten, echtzeitnahen Informationsbereitstellung“ [2], um Beschäftig-

te bei Entscheidungen zu unterstützen oder bei manuellen Tätigkeiten anzuleiten.

Digitale Assistenzsysteme in betrieblichen Produktionsprozessen

Kognitive AS treten den Beschäftigten in Form unterschiedlicher Artefakte entgegen. Häufig finden sich mobile Endgeräte wie Tablets, aber auch stationäre Displays, auf denen die AS als mehr oder weniger interaktive Visualisierungssysteme angezeigt sind. Daneben werden kognitive AS auch in Form von Wearables wie Datenbrillen oder als Pick-by-light eingesetzt. AS können Beschäftigte beim Erlernen neuer Aufgaben unterstützen, indem sie die für den Prozess relevanten Information filtern und bedarfsgerecht zur Verfügung stellen und so Potenziale für eine schnellere und arbeitsintegrierte Kompetenzentwicklung liefern [3].

Das bietet für Betriebe nicht nur den Vorteil, dass sich Arbeitstätigkeiten und Arbeitsleistung der Beschäftigten direkt steuern und unter Effizienzgesichtspunkten optimieren lassen. Es wird auch eine flexible Anpassung der Arbeitsabläufe an neue Verfahren und wechselnde Produkte möglich. Auch der Personaleinsatz und die Personalrekrutierung werden erleichtert, da Vorkenntnisse und Er-



Bild 1: Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 in Potsdam.

fahrungswissen an Bedeutung verlieren. Für die Beschäftigten können kognitive AS ebenso vorteilhaft sein. Durch die kognitive Unterstützung wird es möglich, ohne längere Einarbeitungszeiten eine breitere Varianz von Tätigkeiten durchzuführen und so einseitige physische Belastungen zu vermeiden [4]. Bei hoher Produktvarianz und somit häufig wechselnden Tätigkeitsabläufen kann der Einsatz kognitiver AS auch zur Reduktion von Stress beitragen (ebd.).

Durch den Einsatz von AS versprechen sich Unternehmen zudem eine verbesserte Prozesskontrolle bei geringqualifizierten Tätigkeiten [4-6]. Durch die „digitale Werkerführung“ sollen Fehler vermieden und das Arbeitshandeln stärker vorstrukturiert und gesteuert werden.

Einsatz von AS – die Risiken im Neuland

Neben den vielen Vorteilen, welche mit dem Einsatz digitaler AS verbunden sind, werden in der Forschung ebenso mögliche Probleme und Risiken identifiziert, die mit dem Verlust von sogenanntem Prozesswissen einhergehen. Darunter wird die gute Kenntnis des gesamten Arbeitsprozesses (und seines Endprodukts), in den die einzelnen Arbeitsaufgaben und Tätigkeiten eingebettet sind, verstanden. Das gilt vor allem für vernetzte Produktionsprozesse, in denen Monitoring, Fehleranalyse, Problemlösung und Steuerung eine große Rolle spielen [7]. Wird bei Fertigungsprozessen die Verantwortlichkeit für den korrekten Prozessablauf auf kognitive AS übertragen, kann dies langfristig zu einem Verlust von Prozesswissen und Verantwortlichkeit führen. Durch das „Mithandeln“ von Technik, wird dieser von den Beschäftigten für den Arbeitsprozess eine Handlungsträgerschaft zugeschrieben, was dazu führt, dass sich Beschäftigte

vermehrt auf den ihnen zugewiesenen Handlungsbereich konzentrieren und sich damit der Zuständigkeit für die der Technik zugeschriebenen Handlungen (Prozesswissen und -planung) entledigen [8].

Hier erweist es sich auch im Segment einfacher Tätigkeiten als zunehmend wichtig, dass Beschäftigte die Arbeitsprozesse gut kennen, Informationen schnell einordnen und auf Fehler angemessen reagieren können [1, 7]. Sofern Beschäftigte nur noch Handlungen und Tätigkeiten ausführen, die ihnen ein AS unmittelbar vorgibt, droht dieses Wissen um die Funktion und Bedeutung der einzelnen Arbeitsschritte im Gesamtprozess verloren zu gehen.

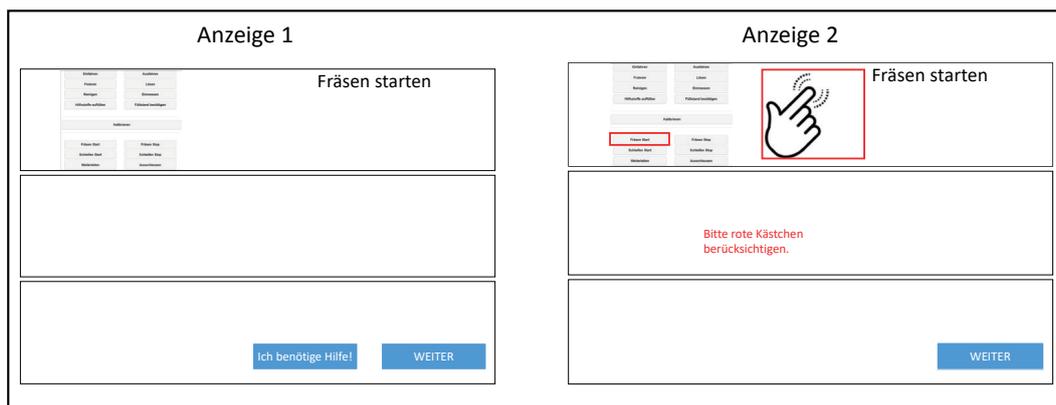
Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Studie, wie sich zusätzliches Wissen über das Produkt und den Gesamtprozess der Produktion auf die Arbeitsleistung und Arbeitszufriedenheit auswirken.

Nachfolgend werden ein experimentelles Setting sowie einige ausgewählte erste Ergebnisse vorgestellt, die Einblicke in die Frage erlauben, in wieweit digitale AS in der Produktion die Anlernprozesse beeinflussen können.

Experimentenumgebung

Die hier vorgestellten Experimente wurden am Forschungs- und Anwendungszentrum Industrie 4.0 (FAZI) in Potsdam, Deutschland, im Zeitraum von Oktober bis Dezember 2019 durchgeführt. Das FAZI umfasst eine hybride Simulationsumgebung, die die Vorteile von virtueller und Hardware-Simulation und Komponenten kombiniert, um industrielle Fertigungsprozesse oder Wertschöpfungsnetzwerke zu entwerfen oder zu analysieren [9].

Bild 2: Assistenzsystemanzeige mit Hinweis auf die nächste Aktivität – Anzeige 2 erscheint nur wenn „Ich benötige Hilfe“ in Anzeige 1 gedruckt wird.



In seiner Anwendung als Lernfabrik bietet FAZI die Möglichkeit, Lernszenarien entlang der Produktionskette zu entwickeln und Lerninhalte direkt mit Praxisbezug und flexibler Umsetzbarkeit der Lernmodule zu erproben [10]. Unter anderem sind diese für Lernprozesse entlang von Produktionsprozessen geeignet [11].

Beschreibung des experimentellen Settings

Im Fokus der hier vorgestellten Untersuchung steht die Nutzung von digitalen AS in der Anlernphase für einen neuen Produktionsprozess. Die dafür notwendigen Schritte/Aufgaben eines Werkers wurden in einem speziell für das Experiment entwickelten AS abgebildet. Die Probanden hatten die Möglichkeit, bei jedem aktuell im AS angezeigten Lernschritt entweder selbstständig zu agieren, oder jederzeit einen „Hilfeknopf“ zu betätigen, um so zusätzliche Informationen und Hinweise zu bekommen (Bild 2).

Zu der Produktionsumgebung im Experiment gehörten sowohl die zu bedienenden digitalen Elemente (Maschinen, Werkstücke, Produktionsband) als auch räumliche Gegebenheiten (wie das Lager).

Die Probanden wurden in zwei Gruppen aufgeteilt und zwei unterschiedlichen Settings zugeordnet. Im ersten Setting haben die Teilnehmer bereits zu Beginn die AS als einziges Orientierungs- und Hilfemittel bekommen und haben die Produktionsschritte ausschließlich auf diese Weise vermittelt bekommen. Im zweiten Setting dagegen haben die Probanden am Anfang des Experiments zusätzlich eine zehnmütige Einführung durch die Experimentleiter erhalten. Diese Einführung wird von uns als Schulung betrachtet und beinhaltet ausführliche Informationen bezüglich des Prozessverlaufs, der Zusammenhänge zwischen verschiedenen Aufgaben sowie deren Bedeutung für das Endprodukt.

Weiterhin wurden hier einige zusätzliche Hinweise gegeben, die im AS nicht vorhanden waren. Ein Beispiel dafür ist der Hinweis, alle bereits bearbeiteten Werkstücke zurück ins Lager zu bringen. Die Inhalte dieser einführenden Schulung wurden direkt im Anschluss bei den Probanden mithilfe eines Fragebogens abgefragt, um festzustellen, ob tatsächlich alles verstanden und verinnerlicht wurde. Somit können die Ergebnisse nicht nur in Bezug auf zwei Situationen (nur AS und Einführung und AS), sondern auch bezüglich der Aufnahme dieser zusätzlichen Informationen analysiert werden. Darüber hinaus wurden im Rahmen des Experiments sowohl individuelle Leistungsunterschiede als auch die potenziellen Gruppenunterschiede untersucht. Die Versuchsdauer belief sich auf zwei Stunden. In einer ersten Phase (Anlernphase) fertigten die Probanden unter Anleitung des AS ein Probewerkstück sowie drei weitere Werkstücke an. In der anschließenden zweiten Phase wurde innerhalb der verbleibenden Zeit der vorgegebenen zwei Stunden ohne die Hilfe von AS produziert wurde.

Bild 3 fasst die Verläufe beider Settings zusammen und verdeutlicht die Unterschiede innerhalb des Lernprozesses.

Darstellung der ersten Ergebnisse

In die Auswertungen wurden auf der einen Seite die getrackten Produktionsprozessdaten aus den Maschinen und den Assistenzsystemen einbezogen, auf der anderen Seite Fragebogendaten zur Vor- und Nacherhebung und zur Erfassung des Lernoutputs nach der kurzen Schulung im 2. Setting sowie Beobachtungsprotokolle der Experimentleitung. In 31 von insgesamt 40 angebotenen Experimentterminen wurden auswertbare Ergebnisse erzeugt, mit einer Teilnehmeranzahl von 62 Probanden, 25 in Setting 1 und 37 in Setting 2. Die Ungleichverteilung ergibt sich durch Ausfälle und kurzfristige Absagen von Probanden.

Literatur

[1] Hirsch-Kreinsen, H.: Welche Auswirkungen hat „Industrie 4.0“ auf die Arbeitswelt? In: WISO direkt. Analysen und Konzepte zur Wirtschafts- und Sozialpolitik, Dezember 2014. URL: <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/11081.pdf>, Abrufdatum: 15.01.2020.

[2] Apt, W.; Bovenschulte, M.; Hartmann, E. A.; Wischmann, S.: Forschungsbericht 463. Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“. Berlin 2016.

[3] Senderek, R.; Geisler, K.: Assistenzsysteme zur Lernunterstützung in der Industrie 4.0. In: Proceedings der Pre-Conference Workshops der 13. E-Learning Fachtagung Informatik. 2015.

[4] Kuhlmann, M.; Splett, B.; Wiegreffe, S.: Montagearbeit 4.0? Eine Fallstudie zu Arbeitswirkungen und Gestaltungsperspektiven digitaler Werkerführung. In: WSI-Mitteilungen 71 (2018) 3, S. 182–188.

[5] Evers, M.; Krzywdzinski, M.; Pfeiffer, S.: Designing Wearables for use in the Workplace. The Role of Software Developers. In: WZB Discussion Paper: (SP III 2018-301). 2018.

[6] Klippert, J.; Niehaus, M.; Gerst, D.: Mit digitaler Technologie zu Guter Arbeit? Erfahrungen mit dem Einsatz digitaler Werker-Assistenzsysteme. In: Hans Böckler Stiftung 3 (2018), S. 235–240.

Angebot des Monats

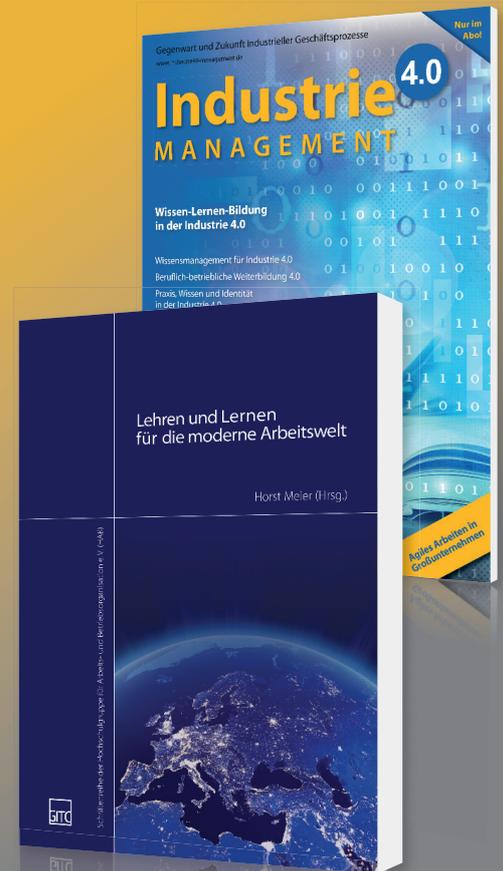
Juni 2020

Erste Auswertungen geben Hinweise darauf, dass die Gruppe, die vor der Arbeit mit dem AS einen kurzen Überblick über den Gesamtprozess der Produktion erhielt, zunächst mehr Fehler bei der Ausführung der Arbeitsschritte macht (sowohl in der Phase mit AS, also auch in der Phase ohne AS), dann aber langfristig weniger fehlerhaft agiert. Die Fehler wurden auf Basis von Optimal-Matching-Distances errechnet. Es wurde eine Normsequenz für die optimale Ausführung der Arbeitsschritte definiert. Abweichungen von dieser Normsequenz im experimentellen Produktionsablauf wurden erfasst und mit Kosten versehen. Diese Kosten bilden das Ausmaß der Fehler ab. Je weiter die Probanden von der Normsequenz entfernt sind, umso höher fallen die Kosten aus. Werden Aktionen ausgeführt, die im Prozess nicht vorgesehen sind, wurden maximale Kosten zugewiesen. Die Analyse der Distanzmaße für zehn Werkstücke, die von den Probanden im Laufe des Experiments erstellt wurden, zeigt, dass die Mittelwerte der Gruppe, die zuvor eine Schulung erhalten hat, beim ersten, zweiten und dritten Werkstück höher ausfallen als bei der Vergleichsgruppe (ohne Schulung). Die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant. Beim vierten Werkstück schneidet die Gruppe mit Schulung dann erstmals besser ab. Nach dem vierten Werkstück hatten beide Gruppen die Aufgabe, die Bearbeitung der Werkstücke ohne Assistenzsystem fortzusetzen. Auf diese Weise lassen sich längerfristige Lerneffekte untersuchen. Erneut weist die Gruppe mit einführender Schulung in dieser Phase des Experiments (fünftes, sechstes und siebtes Werkstück) höhere Fehlermaße (Distances) auf. Der Unterschied ist diesmal (schwach) signifikant (10%-Niveau). Nach dem achten Werkstück ändert sich der Trend wie schon zuvor: Beim neunten und zehnten Werkstück schneidet die Gruppe mit einführender Schulung wieder besser ab, weist also im Mittel niedrige Distanzmaße auf. Der Unterschied in dieser letzten Phase des Experiments ist allerdings nicht signifikant. Dennoch könnte dieses Muster in den Daten darauf hindeuten, dass die Gruppe mit einführender Schulung in beiden Phasen des Experiments (mit und ohne Assistenzsystem) anfangs zwar mehr Fehler macht, danach aber besser abschneidet. Vertiefende Auswertungen sollen hier weiter Erkenntnisse liefern.

Bezüglich der subjektiven Einschätzungen und Erfahrungen der Probanden finden sich keine ausgeprägten Unterschiede zwischen den beiden Settings (mit und ohne einführende Schulung). Es zeigt sich, dass in etwa die Hälfte der Probanden in beiden Settings positive Gefühle (Spaß bei der Arbeit und Zufriedenheit bezüg-

lich der eigenen Leistung) während der Experimente empfunden hat. Die Mehrheit der Probanden in beiden Gruppen gab an, die Unterstützung durch das AS als hilfreich empfunden zu haben. 27 % der Probanden im Prozesssetting sowie 21 % der Probanden im Task-Setting haben das AS allerdings (auch) als störend empfunden, wobei im Prozesssetting (mit kurzer vorhergehender Einweisung in den Gesamtprozess) zwei Probanden dies sehr stark betonten. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass sich die subjektive Bedeutung und Wahrnehmung des Assistenzsystems durch eine einführende Schulung verändert. Ob es sich dabei um einen signifikanten Zusammenhang handelt, wird in vertiefenden Auswertungen zu untersuchen sein. 40 % der Probanden im Prozesssetting stimmen der Frage zu, dass sie sich einen persönlichen Ansprechpartner während des Experiments gewünscht haben, für zusätzliche 31 % ist dies zum Teil der Fall; unter den Teilnehmern im anderen Setting sind es entsprechend 43 % und 26 %.

In Bezug auf die vorhergehende Einweisung in den Gesamtprozess (Prozessgruppe) zeigen die Auswertungen, dass die Mehrheit der Teilnehmer die vermittelten Inhalte als nicht hilfreich für den Lernprozess empfunden hat, wobei für einige die Informatio-



Bestellen Sie im Juni für 49,80 €
das Fachbuch
**Lehren und Lernen
für die moderne Arbeitswelt**
und erhalten Sie die Ausgabe
**Wissen-Lernen-Bildung
in der Industrie 4.0**
GRATIS dazu.



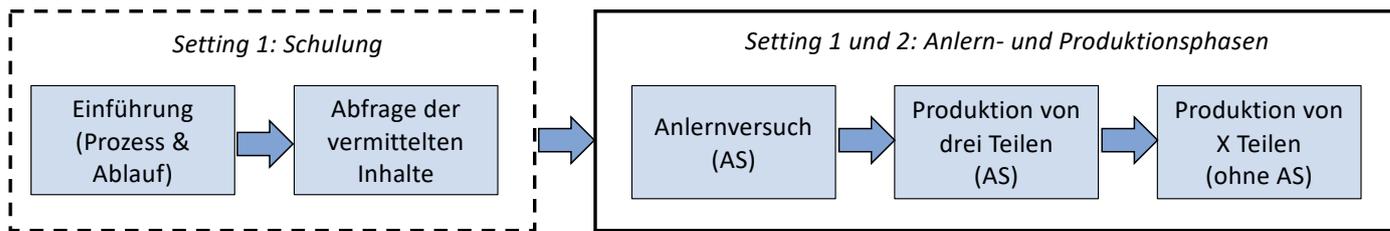


Bild 3: Experimentenverlauf in den Settings 1 und 2 mit und ohne AS.

nen sogar verwirrend waren. Es hat sich herausgestellt, dass die Inhalte der einführenden Schulung nicht eindeutig verstanden und verinnerlicht werden konnten: so sind z. B. Informationen allgemeiner Natur (Art des Produkts, welches hergestellt wird) eindeutig richtig verstanden worden, fachliche Expertise bzw. Erfahrungswissen (Nachfüllbedarf bei Produktionsstoffen) dagegen eindeutig falsch. Darüber hinaus wurden manche Inhalte der Schulung, die später explizit in den Anweisungen des AS fehlten, auch zuerst verinnerlicht (laut Umfrageergebnisse), danach jedoch falsch ausgeführt (laut Beobachtungsprotokoll). Als Erklärung dafür gaben die Teilnehmer an, entweder den Hinweis der Schulung vergessen zu haben oder sich dagegen entschieden zu haben, da das System andere Hinweise geliefert hat.

Zusammenfassung und weitere Forschung

Auch wenn aus der vorliegenden Forschung bekannt ist, dass der Einsatz von Assistenzsystemen im Bereich einfacher Arbeitstätigkeiten oft mit Verlusten an Arbeitsautonomie, der Abwertung von erfahrungsbasiertem Wissen und einem höherem Stressniveau zusammenhängt [12], ist bisher nur wenig drüber bekannt, wie sich dabei Variationen in der Ausgestaltung digitaler Assistenzsysteme (etwa in Form zusätzlicher Hilfestellungen und Hintergrundinformationen) auswirken. Als großes Problem erweist es sich dabei, dass alternative technologische Anwendungsformen in der Praxis nur selten vorkommen. Zudem lassen sich deren Effekte aufgrund sehr unterschiedlicher Aufgabenzuschnitte, Produktionsprozesse sowie organisationaler Rahmenbedingungen nur schwer vergleichen. Hier kann die vorliegende Studie einen Beitrag leisten, indem sie im Rahmen eines experimentellen Designs die Rolle zusätzlicher Informationen und Hilfestellungen für die Arbeitsleistung und Zufriedenheit der Beschäftigten untersucht.

Die hier dargestellten Auswertungen liefern erste Hinweise auf mögliche Unterschiede in der langfristigen Arbeitsleistung zwischen Probanden mit und ohne Prozessinformationen. Gleichzeitig zeigen sich bei der subjektiven Bewertung und Erfahrung der Arbeitssituation auf den ersten Blick nur geringe Gruppenunterschiede. Beiden Hinweisen wird in vertiefenden Untersuchungen nachzugehen sein, bei denen unter anderem die einführende Schulung überarbeitet und an den Erkenntnissen dieser ersten Untersuchung angepasst wird, um den Anforderungen eines komplexeren Experimentendesigns zu entsprechen. Darüber hinaus belegt unsere Studie, dass auch beim Einsatz von AS Bedarf für einen persönlichen Ansprechpartner zu bestehen scheint. Die Befunde werfen auch die grundlegende Frage auf, wie Wissensinhalte, die in unterschiedlichen Schulungskontexten vermittelt werden, sinnvoll miteinander abgestimmt werden können. Des Weiteren stellt sich die Frage, wie eine wahrgenommene Handlungsträgerschaft des AS erkannt werden kann und welche Folgen diese hat.

Die Ergebnisse werden in einem nächsten Schritt vertiefend auf Gruppen- und Individualebene ausgewertet, um die Signifikanz der hier vorgestellten Muster zu untersuchen. Dazu werden auch weitere Informationen wie Persönlichkeitsmerkmale, Vorerfahrungen oder Fachkenntnisse einbezogen, die im Rahmen des Experiments erhoben wurden.

Die Erarbeitung dieses Beitrags wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung, und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16DI1116 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Schlüsselwörter: Assistenzsysteme, Industrie 4.0, Prozesswissen, Lernfabrik

[7] Koch, J.; Zinke, G.: Der Produktionstechnologie - Argumente für einen neuen Beruf. In: Berufsbildung: Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule 66 (2012) 135, S. 29-32.

[8] Fink, R. D.; Weyer, J.: Autonome Technik als Herausforderung der soziologischen Handlungstheorie / Autonomous Technology as a Challenge to the Sociological Theory of Action. In: Zeitschrift für Soziologie 40 (2011) 2, S. 91-111.

[9] Gronau, N.: Determinants of an appropriate degree of autonomy in a cyber-physical production system. Procedia Cirp 52 (2019), S. 1-5.

[10] Kluge, A.; u. a.: Putting intentional organisational forgetting to an empirical test: Using experimental designs to measure forgetting of organisational routines. In: Proceedings of the IFKAD Conference, 2018.

[11] Abele, E.; Eichhorn, N.: Process Learning Factory – Training students and management for excellent production processes. In: Kuljanic E. (Hrsg): Advanced Manufacturing Systems and Technology. CISM. Udine 2008.

[12] Warnhoff, K.; de Paiva Lareiro, P.: Skill Development on the Shop Floor - Heading to a Digital Divide? In: Weizenbaum-Institut (Hrsg): Proceedings of the Weizenbaum Conference 2019 „Challenges of Digital Inequality - Digital Education, Digital Work, Digital Life“. Social Science Open Access Repository (SSOAR). Berlin 2019.