ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Mütze-Niewöhner, Susanne; Willemsen, Fabian; Mayer, Christina; Duisberg, Maximilian

Working Paper

Partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung - reloaded: Analyse und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0

Working Paper Forschungsförderung, No. 296

Provided in Cooperation with:
The Hans Böckler Foundation

Suggested Citation: Mütze-Niewöhner, Susanne; Willemsen, Fabian; Mayer, Christina; Duisberg, Maximilian (2023) : Partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung - reloaded: Analyse und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0, Working Paper Forschungsförderung, No. 296, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/273380

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/de/legalcode

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Hans Böckler Stiftung

Mitbestimmung · Forschung · Stipendien

WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Nummer 296, Juni 2023

Partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung – reloaded

Analyse und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0

Susanne Mütze-Niewöhner, Fabian Willemsen, Christina Mayer und Maximilian Duisberg

Auf einen Blick

Wie können digitale Technologien im Betrieb so eingesetzt werden, dass die Arbeit mit weniger Belastung und mehr Autonomie einhergeht und so mit höherer Motivation und Zufriedenheit ausgeführt wird? Das Working Paper beantwortet diese Frage, indem es in Unternehmen unterschiedlicher Größe und Branche Arbeitstätigkeiten vor und nach der Einführung einer digitalen Technologie analysiert und in Bezug auf arbeitswissenschaftliche Kriterien bewertet. Daraus ergeben sich Empfehlungen für eine partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung und ein interaktives Webtool, das dazu Hilfestellung geben kann.

FORSCHUNGS-
FÖRDERUNG

© 2023 by Hans-Böckler-Stiftung
Georg-Glock-Straße 18, 40474 Düsseldorf
www.boeckler.de

„Partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung – reloaded“ von Susanne Mütze-Niewöhner, Fabian Willemsen, Christina Mayer und Maximilian Duisberg ist lizenziert unter

Creative Commons Attribution 4.0 (BY).

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell. (Lizenztext: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Schaubildern, Abbildungen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

ISSN 2509-2359

Inhalt

Zusammenfassung 6

1. Einleitung 8

1.1 Ausgangssituation und Motivation 8

1.2 Zielsetzung und Fragestellungen 11

1.3 Aufbau der Publikation 12

2. Theoretische Grundlagen 13

2.1 Strategien, Ziele und Prinzipien der Arbeitsgestaltung 13

2.2 Grundlagen der Arbeitsanalyse und -gestaltung 14

2.3 Ausgewählte Kriterien und Verfahren 16

3. Interviewstudie zu den Chancen und Risiken der Digitalisierung 20

4. Fallstudien zur Veränderung von Arbeit durch Digitalisierung 25

4.1 Datenbrille in der Kommissionierung (Fallstudie A) 27

4.2 Arbeitsvorbereitung mit Assistenzsystem (Fallstudie B) 35

4.3 Neues BDE-System in der Produktion (Fallstudie C) 42

4.4 Intelligente Prozessregelung einer Schmiedeanlage (Fallstudie D) 49

4.5 Mobiles Auftragsmanagement für Gruppenleitungen in Werkstätten für Menschen mit Behinderung (Fallstudie E) 56

4.6 Mobile Störungsidentifikation im Presswerk (Fallstudie F) 62

5. Webbasiertes Demonstrationstool „PartPro“ 69

5.1 Anwendungsbereich, Ziele und Zielgruppe 69

5.2 Entwicklung und Implementierung 70

5.3 Funktionsumfang 71

6. Lessons learned und Empfehlungen für die Arbeitsgestaltung 75

6.1 Erfahrungen aus der Partnerakquisition und der Projektdurchführung 75

6.2 Erfahrungen aus dem Einsatz von Arbeitsanalyseverfahren 77

6.3 Empfehlungen für die partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung 79

Literatur 83

Autorinnen und Autoren 91

Abbildungen

Abbildung 1: Datenbrille in der Kommissionierung (Fallstudie A) 29

Abbildung 2: Arbeitsvorbereitung mit Assistenzsystem (Fallstudie B) ... 36

Abbildung 3: Neues BDE-System in der Produktion (Fallstudie C) 43

Abbildung 4: Intelligente Prozessregelung einer Schmiedeanlage (Fallstudie D) 50

Abbildung 5: Mobiles Auftragsmanagement für Gruppenleitungen in Werkstätten für Menschen mit Behinderung (Fallstudie E) 57

Abbildung 6: Mobile Störungsidentifikation im Presswerk (Fallstudie F) 63

Abbildung 7: Benutzungsoberfläche der Webanwendung „PartPro“ 72

Abbildung 8: Modellierungsbeispiel zur Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine 73

Tabellen

Tabelle 1: Ausgewählte Humankriterien für die Bewertung von Tätigkeiten und Aufgaben 17

Tabelle 2: Übersicht über die in den Fallstudien eingesetzten Arbeitsanalyseverfahren 19

Tabelle 3: Chancen und Risiken der Digitalisierung 23

Tabelle 4: Durchgeführte Fallstudien im Überblick 26

Tabelle 5: Ausprägung der Humankriterien für die Tätigkeit der Kommissionierung (Fallstudie A) 32

Tabelle 6: Ausprägung der Humankriterien für die Tätigkeit der Arbeitsvorbereitung mit Assistenzsystem (Fallstudie B) 39

Tabelle 7: Ausprägung der Humankriterien für die Tätigkeit eines Maschinenbedienenden 47

Tabelle 8: Ausprägung der Humankriterien für die Tätigkeit des Anlagenbedieners (Fallstudie D) 54

Tabelle 9: Ausprägung der Humankriterien für die Tätigkeit des Gruppenleiters in einer Werkstatt für Menschen mit Behinderung (Fallstudie E) 61

Tabelle 10: Ausprägung der Humankriterien für die Aufgabe des Störungsmanagements einer Führungskraft im Presswerk 66

Zusammenfassung

Der Diskurs um die Auswirkungen der digitalen Transformation ist durch Ambivalenz geprägt. Auf der einen Seite werden mit digitalen, zunehmend intelligenten Technologien große Hoffnungen auf Effizienz- und Produktivitätsgewinne verbunden, die die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen und damit auch unseren Wohlstand sichern sollen. Auf der anderen Seite stehen Risiken im Raum, die beispielsweise den Verlust von Arbeitsplätzen auf unterschiedlichem Qualifikationsniveau betreffen oder die Resilienz und Sicherheit solcher Systeme infrage stellen.

Auch diese Publikation ist nicht in der Lage, diese Ambivalenz aufzulösen. Indem sie Chancen und Risiken für die motivations- und lernförderliche Gestaltung von Arbeitstätigkeiten offenlegt, liefert sie sogar Stoff für noch mehr Zerrissenheit. Sie soll aber darüber hinaus dazu motivieren, diesen „Stoff“, also die Erkenntnisse und Erfahrungen, die in dem hier beschriebenen Forschungsprojekt gewonnen wurden, innerhalb von Unternehmen aktiv für eine partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0 zu nutzen.

Hierzu werden zunächst die Ausgangssituation, die zentralen Fragestellungen und Ziele des Vorhabens vorgestellt sowie die für das weitere Verständnis erforderlichen Grundlagen der Arbeitsanalyse und -gestaltung erörtert. Damit wird auch der Gegenstandsbereich eingegrenzt: So liegt der Schwerpunkt der arbeitswissenschaftlichen Betrachtungen nicht etwa auf Fragen der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsmitteln und -plätzen, sondern auf der Analyse und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten und ihren Potenzialen für intrinsische Motivation, Zufriedenheit, Entwicklung und Entfaltung.

Es geht also um ein Sujet, das besonders intensiv im Rahmen des Förderprogramms zur Humanisierung des Arbeitslebens (1974 bis 1989) beforscht wurde. Einige der in diesem Geiste entstandenen oder zumindest weiterentwickelten Konzepte und Verfahren zur Arbeitsanalyse und -gestaltung sollen hier aufgegriffen und im Kontext von Vorhaben zur Digitalisierung und Industrie 4.0 erneut angewendet werden (auf diese Historie zielt der Titel-Zusatz „reloaded“ ab).

In der Publikation werden eine Interviewstudie zu den Chancen und Risiken aus Sicht von betrieblichen Akteur*innen sowie sechs Fallstudien vorgestellt. Die Fallstudien waren eingebettet in betriebliche Digitalisierungsprojekte. Unter Einsatz verschiedener arbeitswissenschaftlicher Analyseverfahren konnte ein breites Spektrum an Arbeitstätigkeiten analysiert und im Hinblick auf ausgewählte Humankriterien bewertet werden.

Zu den betrachteten Tätigkeiten zählen die Kommissionierung, die Arbeitsvorbereitung, die Maschinenbedienung, die Anlagenführung und -re-

gelung, das Auftrags- und das Störungsmanagement. Die Bandbreite an eingeführten digitalen Systemen reicht von Datenbrillen über kognitive und KI-basierte Assistenzsysteme bis hin zur Einführung von Softwaresystemen mit Tablet-Unterstützung.

Um die Auswirkungen der Digitalisierungsmaßnahmen zu erfassen und sichtbar zu machen, wurden die Tätigkeiten vor und nach der Veränderung beschrieben und bewertet. Die Bewertungskriterien betreffen die mit der Tätigkeitsausführung verbundenen Denk- und Planungsanforderungen, die Vollständigkeit, den Autonomiegrad, die Verantwortung, die Anforderungsvielfalt, die Rückmeldung und die Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten. Im Ergebnis zeigen sich sowohl positive als auch negative Auswirkungen von Digitalisierung, aber selbst dort, wo die Auswirkungen marginal sind, werden Gestaltungsbedarfe und -spielräume offensichtlich.

Die Studienergebnisse sowie die Erfahrungen aus dem Einsatz der Analyseverfahren unterstreichen außerdem den Bedarf nach einem einfachen Unterstützungsinstrument für die Gestaltung und Bewertung von Arbeit. Im Projekt wurde ein webbasiertes Tool entwickelt, das in frühen Phasen von Digitalisierungsvorhaben den partizipativen Entwurf und die Bewertung von Arbeitstätigkeiten – zumindest auf dem Niveau eines groben Screenings – unterstützt. Ziel ist es, den Aufbau von arbeitswissenschaftlicher Gestaltungskompetenz in Unternehmen zu fördern und potenzielle Auswirkungen von Veränderungen frühzeitig transparent und verhandelbar zu machen.

Am Ende der Publikation werden die im Projektverlauf gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen als „Lessons learned“ zusammengeführt. Die abschließenden Empfehlungen für die prospektive und partizipative Arbeitsgestaltung sollen insbesondere dazu beitragen, technologiezentrierte Digitalisierungsprozesse um die dringend notwendige menschbezogene Perspektive zu erweitern.

1. Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Motivation

Inspiriert durch den Ideenwettbewerb „Digitalisierung, Mitbestimmung, gute Arbeit“ der Hans-Böckler-Stiftung, entstand im Sommer 2016 die Skizze zum Forschungsvorhaben „Partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung – reloaded“. Zu dieser Zeit liefen bereits zahlreiche Verbundprojekte, in denen sich Unternehmen zusammen mit technischen Forschungspartnern mit der Entwicklung von innovativen Technologien und Systemen für die sogenannte Industrie 4.0 befassten. Dass in derartigen, von Technikbegeisterung getragenen Vorhaben soziale Fragen der Digitalisierung oft zu kurz kamen, konnten die Antragstellenden als Mitglieder der Fakultät für Maschinenwesen der RWTH Aachen hautnah miterleben.

In der Auseinandersetzung mit der damaligen Literatur zeigte sich in der Folge allerdings auch ein Mangel an arbeitswissenschaftlich evaluierten Umsetzungsbeispielen (siehe hierzu auch Botthof/Hartmann 2015, S. 161 ff.). Dieses Defizit betraf weniger die Analyse von physischen Belastungen durch Assistenzsysteme oder die ergonomische Gestaltung von Robotern und Benutzungsschnittstellen, sondern vielmehr die Untersuchung der konkreten Auswirkungen digitaler Technologien und Systeme auf die Tätigkeiten der Beschäftigten und die damit verbundenen Freiräume für die persönliche Entwicklung und Entfaltung.

Aus der Arbeitsmarktforschung lagen zwar durchaus tätigkeitsbezogene Analysen vor. So machte z. B. das IAB auf bestehende Substituierungsrisiken aufmerksam, wies zugleich aber auch auf Chancen durch die Weiterentwicklung von Tätigkeitsprofilen und die Schaffung neuer Berufsbilder hin (Dengler/Matthes 2015, 2018 und 2021). In Publikationen, die sich mit der Entwicklung und betrieblichen Erprobung von Assistenzsystemen und anderen Industrie-4.0-Technologien befassten, wurde hingegen nur selten von arbeitsanalytisch festgestellten oder zumindest potenziellen Auswirkungen auf die Arbeitstätigkeiten und Ausführungsbedingungen berichtet, geschweige denn von negativen.

Ausnahmen bildeten z. B. Kleineberg, Hinrichsen und Niggemann (2017), die auf die Gefahr von reduzierten kognitiven Anforderungen und Motivationseinbußen beim Einsatz von Montage-Assistenzsystemen mit Pick-to-Light-Technologie hinwiesen, sowie andere Arbeitsforschende, die auf der Grundlage von Tätigkeitsanalysen einen Zuwachs an Anforderungen durch den Umgang mit kognitiven Assistenzsystemen feststellten (z. B. Frenz/Heinen/Schlick 2015, S. 16; Windelband/Dworschak 2015, S. 71 ff.; Spöttl 2016).

Das identifizierte Defizit war insofern überraschend, als nicht nur die theoretischen Grundlagen für die Arbeitsgestaltung seit vielen Jahren vorlagen, sondern auch die für eine arbeitspsychologisch fundierte Analyse notwendigen Instrumente (siehe z. B. Hackman/Oldham 1975, 1976; Hacker 1986; Oesterreich/Volpert 1987; Ulich 1991; Hacker et al. 1995; Grote et al. 1999). Die Grundgedanken finden sich auch in dem mit der Kerndefinition der Arbeitswissenschaft formulierten Leitbild für die Arbeitsgestaltung wieder. Danach sollen

> „die arbeitenden Menschen in produktiven und effizienten Arbeitsprozessen
> – schädigungslose, ausführbare, erträgliche und beeinträchtigungsfreie Arbeitsbedingungen vorfinden,
> – Standards sozialer Angemessenheit nach Arbeitsinhalt, Arbeitsaufgabe, Arbeitsumgebung sowie Entlohnung und Kooperation erfüllt sehen,
> – Handlungsspielräume entfalten, Fähigkeiten erwerben und in Kooperation mit anderen ihre Persönlichkeit erhalten und entwickeln können“
> (Luczak et al. 1987, S. 59).[1]

Im Zuge der Antragstellung konnte eine Erweiterung der bislang ausgeprägten Technikfokussierung konstatiert werden, wozu nicht zuletzt die Gewerkschaften beitrugen. So zeigte beispielsweise der DGB-Index „Gute Arbeit“ aus dem Jahr 2016, dass Beschäftigte, die mit digitalen Mitteln etc. arbeiten, überwiegend eine Zunahme der psychischen Belastung wahrnehmen (Holler 2017, S. 86).

Auch das Verdi-Jahrbuch 2016 (Schröder et al. 2016), das Weißbuch Arbeiten 4.0 des BMAS (2017) sowie die Tagungsbände der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft aus den Jahren 2016 und 2017 zeugten von einer zunehmend differenzierteren Diskussion und lieferten zum Teil wertvolle Anregungen für die menschengerechte Digitalisierung von Arbeit. Eine detaillierte, tätigkeitsbezogene Analyse mithilfe arbeitswissenschaftlicher Instrumente fand allerdings nach wie vor eher selten statt, womit ein zentrales Motiv für die Initiierung des Projekts benannt ist.

Zusätzliche Motivation lieferten eigene Vorarbeiten zur prospektiven Arbeitsgestaltung, die zwar in einem anderen Kontext entstanden waren, aber Hoffnung auf Übertragbarkeit versprachen.

So existierte bereits aus einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekt ein prototypisch umgesetztes Konzept für die vorausschauende Gestaltung und Bewertung von Produktionstätigkeiten im Rahmen von Concurrent Engineering (Mütze-Niewöhner 2004), das in diesem Projekt aufgegriffen und für den Einsatz in betrieblichen Digitalisierungsvorhaben weiterentwickelt werden sollte. Dabei sollte insbeson-

1 Ein modifiziertes und erweitertes Leitbild für die Gestaltung von Arbeit im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0 findet sich in Mütze-Niewöhner/Nitsch 2020, S. 1208.

dere auch die Anforderung erfüllt werden, Beschäftigte und ihre Interessenvertretungen stärker als bisher in Planungs- und Entscheidungsprozesse einzubeziehen und auf diese Weise eine partizipative Arbeitsgestaltung zu unterstützen.

Nachdem Ausgangssituation und Motivation umrissen sind, sei hier ein kurzer Blick auf den gegenwärtigen Stand der Arbeitsgestaltung im Kontext der Digitalisierung geworfen.

Die geradezu inflationäre Verwendung von Begriffen wie „Partizipation“ und „Menschzentrierung“ ist sicher kein zuverlässiger Indikator; dennoch kann angenommen werden, dass bei vielen Akteur*innen, die die digitale Transformation vorantreiben wollen und sollen, ein gewisses Umdenken stattgefunden hat. Sonst wäre die in der Zusammenfassung bereits angesprochene Ambivalenz und der stattfindende Diskurs über Chancen und Risiken der Digitalisierung kaum zu erklären.

Mittlerweile liegen aus verschiedenen Forschungsprogrammen Praxisbeispiele vor, die demonstrieren, wie die Kombination von technologischer und sozialer Innovation gelingen kann (siehe z. B. Mühge 2019; Bauer et al. 2021; Nitsch et al. 2022). Dass die Beteiligung der Beschäftigten dabei eine große Rolle gespielt hat und spielen muss, wird an vielen Stellen betont (Dispan/Schwarz-Kocher 2018, S. 19; Mühge 2019, S. 24; Falkenberg et al. 2020, S. 16).

Zu beachten ist allerdings, dass diese Beispiele guter Praxis oft im Rahmen geförderter Forschungsprogramme entstanden sind, in deren Bekanntmachungen explizit die Berücksichtigung sozialer, arbeitsbezogener Perspektiven sowie eine Zusammenarbeit mit Vertreter*innen der Sozialpartner eingefordert worden war.

Die Erfahrungen aus dem hier beschriebenen Vorhaben, in welchem eine ungeförderte Mitwirkung von Unternehmen vorgesehen war, lassen zumindest Zweifel an einer flächendeckenden Abkehr von der rein technologiezentrierten Initiierung und Durchführung von Digitalisierungsvorhaben aufkommen.

Zu diesem Schluss kommen auch Parker und Grote (2020/2022). Die renommierten Arbeitsforscherinnen stellen fest, dass bislang nicht ausreichend beachtet wird, wie Technologien und technologie-gestützte Interventionen Aufgaben und Arbeitsgestaltung verändern (Parker/Grote 2020, S. 3 ff.). Sie sehen Bedarf für weitere Arbeitsanalysen im Rahmen von Fallstudien (S. 32) und plädieren insbesondere dafür, Fragen der Arbeitsgestaltung bereits im Zuge der Entwicklung und Beschaffung von Technologien proaktiv zu berücksichtigen (S. 25; Parker/Grote 2022, S. 1220; siehe hierzu auch Mlekus/Ötting/Maier 2017, S. 20 f.).

Breque, de Nul und Petridis (2021, S. 13 ff.) gehen sogar weiter und fordern unter dem Schlagwort „Industrie 5.0“ ein Umschwenken der euro-

päischen Industrie hin zu einem Gestaltungsansatz, bei dem der Mensch im Mittelpunkt steht und die Technologie dem Menschen dient (weitere Kernforderungen betreffen die Nachhaltigkeit und die Resilienz). Einfluss auf die Konzeptentwicklung hatte u. a. das alarmierend langsame Fortschreiten der Digitalisierung in der Industrie. Die Autor*innen sehen in der Menschzentrierung einen Beschleunigungsfaktor (ebd.).

Die mit dem Forschungsprojekt „Partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung – reloaded“ verfolgten Ziele haben also keineswegs an Aktualität verloren.

1.2 Zielsetzung und Fragestellungen

Mit dem Vorhaben soll im Sinne einer übergeordneten Zielsetzung ein Beitrag dazu geleistet werden, die ausgeprägte Technologiezentrierung betrieblicher Digitalisierungsvorhaben um eine humanzentrierte, arbeitswissenschaftliche Perspektive zu erweitern, sodass bestehende Gestaltungsspielräume für eine menschengerechte Digitalisierung von Arbeit genutzt werden können. Der Fokus liegt dabei nicht auf der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsmitteln oder Assistenzsystemen, sondern auf der Gestaltung von motivations- und lernförderlichen Tätigkeiten und Aufgaben, die auf die Zufriedenheit und die persönliche Entwicklung der Beschäftigten ausgerichtet sind.

Auf dem Weg zur Erreichung dieser übergeordneten Zielsetzung gilt es folgende Fragestellungen zu untersuchen:

- Welche Auswirkungen haben Digitalisierungsvorhaben auf Arbeitstätigkeiten in produzierenden Unternehmen im Hinblick auf Kriterien der Persönlichkeitsentwicklung und -entfaltung?
- Welche Anpassungsbedarfe bestehen ggf. bei klassischen Instrumenten der Arbeitsanalyse hinsichtlich des Einsatzes als partizipatives, prospektives Werkzeug der Arbeitsgestaltung im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0?
- Welche Gestaltungsempfehlungen lassen sich für die partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung ableiten?

Die konkreten, ergebnisbezogenen Ziele des Forschungsprojekts ergeben sich aus der Beantwortung dieser Fragen. Ein weiteres angestrebtes Ergebnis betrifft die Entwicklung eines webbasierten Demonstrationstools zur Unterstützung einer partizipativen und prospektiven Arbeitsgestaltung im Rahmen von betrieblichen Digitalisierungsvorhaben.

1.3 Aufbau der Publikation

Neben diesem einleitenden Kapitel umfasst die Publikation fünf weitere Kapitel. Die Gliederung bildet das Vorgehen im Projekt ab. Im folgenden zweiten Abschnitt werden zunächst einige theoretische Grundlagen und Begriffe der Arbeitsanalyse und -gestaltung dargelegt, die für das weitere Verständnis relevant sind (Kapitel 2). Dazu zählen die betrachteten Humankriterien sowie die eingesetzten Arbeitsanalyseverfahren.

Anschließend werden in komprimierter Form die Ergebnisse einer bereits veröffentlichten Interviewstudie vorgestellt (Kapitel 3). Befragt wurden insbesondere Akteurinnen und Akteure aus den betrachteten betrieblichen Digitalisierungsvorhaben. Erfragt wurden erwartete und erfahrene Veränderungen von Arbeit durch die zunehmende Digitalisierung. Die Auswertung mündet in eine strukturierte Darstellung von Chancen und Risiken aus Sicht der Befragten.

Den Kern des Projekts und damit auch der vorliegenden Publikation bilden sechs Fallstudien, die in sechs Unternehmen unterschiedlicher Größe und Branche durchgeführt werden konnten (Kapitel 4). Hierbei kamen verschiedene klassische Arbeitsanalyseverfahren zum Einsatz. Die damit generierten Fallbeispiele decken ein breites Spektrum an Tätigkeiten ab, von der Kommissionierung über die Maschinenbedienung bis hin zur Störungsidentifikation. Anhand von neun Humankriterien (z. B. Denk- und Planungsanforderungen, hierarchische und zyklische Vollständigkeit, Autonomie, Anforderungsvielfalt, Rückmeldung) werden digitalisierungsbedingte Veränderungen bewertet und diskutiert.

Das anschließende Kapitel ist der Vorstellung des entwickelten Demonstrationstools „PartPro“ gewidmet (Kapitel 5). Dabei wird auf den Anwendungsbereich, die Zielgruppe und die verfolgten Ziele eingegangen. Darüber hinaus wird ein Einblick in das Vorgehen bei der Entwicklung gegeben und in groben Zügen der Funktionsumfang dargestellt.

Die Publikation schließt mit einer kompakten Darlegung der im Zuge des Vorhabens gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse (Kapitel 6). Es werden Anpassungsbedarfe der eingesetzten Analyseverfahren aufgezeigt und Empfehlungen für die partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung im Rahmen von betrieblichen Digitalisierungsvorhaben abgeleitet.

2. Theoretische Grundlagen

Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich auf wesentliche Grundlagen und Begriffe der Arbeitsanalyse, -bewertung und -gestaltung, die für das Verständnis der weiteren Kapitel erforderlich sind. Ausführlichere Darstellungen finden sich in einschlägigen Fach- und Lehrbüchern der Arbeitswissenschaft, wie z. B. in Hacker und Sachse (2014), Nerdinger et al. (2019), Schlick, Bruder und Luczak (2018) und Ulich (2011).

2.1 Strategien, Ziele und Prinzipien der Arbeitsgestaltung

In der Arbeitswissenschaft werden verschiedene Strategien der Arbeitsgestaltung differenziert. Hier wird auf einen Differenzierungsansatz von Ulich (1993, S. 190) zurückgegriffen, der mit der korrektiven, der präventiven und der prospektiven Arbeitsgestaltung drei Strategien benennt und anhand der jeweils verfolgten Ziele voneinander abgegrenzt. Während die in der betrieblichen Praxis leider sehr verbreitete korrektive Arbeitsgestaltung auf die nachträgliche Korrektur festgestellter Mängel gerichtet ist, zielt die präventive Arbeitsgestaltung auf die Vermeidung von Schädigungen der Gesundheit und psychosozialer Beeinträchtigung durch vorbeugende Gestaltungsmaßnahmen (ebd.).

Auch die prospektive Arbeitsgestaltung ist konzeptionell angelegt, konzentriert sich aber auf die vorausschauende Schaffung objektiver Tätigkeitsspielräume, die von den Beschäftigten in unterschiedlicher Weise genutzt werden können (ebd.). Im Ergebnis soll eine prospektive Arbeitsgestaltung zu motivations- und lernförderlichen Tätigkeiten und Aufgaben führen, die den Beschäftigten Möglichkeiten zur persönlichen Entfaltung und Entwicklung bieten. Dieses Begriffsverständnis wird hier zugrunde gelegt und erklärt auch einen Teil des Projekt- und Publikationstitels.

Der zweite zentrale Begriff benennt ein in den letzten Jahren zunehmend populär gewordenes Prinzip der Arbeitsgestaltung: die Partizipation. Eine partizipative Arbeitsgestaltung sieht eine Beteiligung der Arbeitspersonen vor (siehe z. B. Duell 1983, S. 71 ff.). Durch die Einbeziehung in Planungs- und Entscheidungsprozesse soll den Beschäftigten die Möglichkeit gegeben werden, ihr Expertenwissen einzubringen und direkten Einfluss auf die Arbeitsgestaltung zu nehmen.

Mit partizipativen Vorgehensweisen wird das Potenzial verbunden, zu besseren und akzeptierten Gestaltungslösungen zu gelangen (Mütze-Niewöhner/Nitsch 2020, S. 1201; Zink 2015, S. 3 ff.). Der Begriff der par-

tizipativen Arbeitsgestaltung schließt nach dem hier zugrunde gelegten Verständnis explizit auch die Beteiligung von Interessenvertretungen der Beschäftigten ein.

Bezüglich weiterer Prinzipien, wie der flexiblen, differenziellen oder dynamischen Arbeitsgestaltung, wird auf die eingangs genannten Grundlagenwerke verwiesen.

2.2 Grundlagen der Arbeitsanalyse und -gestaltung

Für die Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeit stellt die Arbeitswissenschaft verschiedene Kriteriensysteme bereit (siehe Schlick/Bruder/Luczak 2018, S. 44 ff.). Nach Luczak et al. (1987, S. 58) können fünf hierarchisch verbundene Bewertungsebenen differenziert werden:

1. Schädigungslosigkeit und Erträglichkeit (unterste Ebene),
2. Ausführbarkeit,
3. Zumutbarkeit und Beeinträchtigungsfreiheit,
4. Zufriedenheit und Persönlichkeitsentfaltung,
5. Sozialverträglichkeit

(vgl. zum Teil abweichend Hacker 2005, S. 801; Hacker/Sachse 2014, S. 26).

Im Projekt liegt der Fokus auf der vierten Ebene, welche Zusammenhänge zwischen Merkmalen der Arbeitstätigkeit und Potenzialen für die Motivierung sowie die Erhaltung und Entwicklung von Fähigkeiten und Eigenschaften von Arbeitspersonen adressiert (vgl. Hacker 2005, S. 800 f.; Kleinbeck 1997, S. 261; Richter 1997, S. 234 ff.).

In den durchgeführten Fallstudien wird stellenweise auch die dritte Ebene tangiert, vor allem dann, wenn Aspekte betrachtet werden, die den Handlungsspielraum bei der Arbeit betreffen. Aus der fünften Ebene „Sozialverträglichkeit“ lässt sich die Forderung zur Beteiligung der Arbeitenden an der Gestaltung von Arbeitsprozessen und -systemen ableiten, die im Projekt durch die Auswahl des Prinzips der partizipativen Arbeitsgestaltung berücksichtigt wird.

Für die Analyse und Bewertung von Arbeit steht eine ganze Reihe von Arbeitsanalyseverfahren aus unterschiedlichen Teildisziplinen der Arbeitswissenschaft zur Verfügung. Zur Bewertung von Kriterien der dritten und vierten Beurteilungsebene wurden in Deutschland vor allem in den 1980er und 1990er-Jahren verschiedene arbeitspsychologische Analyseverfahren entwickelt.

Hervorzuheben sind hier das Tätigkeitsbewertungssystem (TBS) von Hacker et al. (1995), das Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen in der Arbeitstätigkeit (VERA) von Volpert et al. (1983), welches heute als Verfahrenskombination mit dem Verfahren zur Ermittlung von Regulationshindernissen in der Arbeitstätigkeit (RHIA) als RHIA/VERA-Verfahren eingesetzt wird (Oesterreich/Leitner/Resch 2000), sowie das Verfahren Kompass, das von Grote et al. (1999) für die komplementäre Analyse und Gestaltung von Produktionsaufgaben in soziotechnischen Systemen erarbeitet worden ist.

Hierbei handelt es sich um sogenannte bedingungsbezogene Arbeitsanalyseverfahren. Auf der Grundlage von Beobachtungsinterviews werden objektive Tätigkeitsmerkmale erhoben und anhand verschiedener Kriterien bzw. Skalen bewertet.

Ähnliche oder zumindest verwandte Tätigkeitsmerkmale werden auch mit dem Work Design Questionnaire (kurz: WDQ) von Morgeson und Humphrey (2006) erhoben, allerdings im Unterschied zu den genannten Verfahren aus subjektiver Sicht der Beschäftigten mithilfe eines Fragebogens. Der Fragebogen kann als Weiterentwicklung des Job Diagnostic Survey von Hackman und Oldham (1975) betrachtet werden und liegt in einer deutschen Fassung von Stegmann et al. (2019) vor.

Die Verfahren basieren zum Teil auf unterschiedlichen Theorien und Konzepten, die hier nicht im Detail vorgestellt werden können. Mit ihrer Bilanzierung der Forschung zur Arbeitsgestaltung der letzten 100 Jahre liefern Parker, Morgeson und Johns (2017) einen fundierten Überblick über besonders einschlägige Publikationen auf diesem Gebiet.

Als einflussreichstes Modell gilt das Job Characteristic Model von Hackman und Oldham (1975/1976), das über sog. psychologische Erlebniszustände vermittelte Zusammenhänge zwischen wichtigen Arbeitsmerkmalen (Anforderungsvielfalt, Aufgabenidentität, Bedeutung der Aufgabe, Autonomie und Rückmeldung durch die Arbeit) und Outputgrößen (Arbeitszufriedenheit, intrinsische Motivation und Arbeitsleistung) postuliert (ebd., S. 407 f.).

Das Modell hat zahlreiche Studien angeregt, die weitere motivierende Arbeitsmerkmale identifiziert, den ebenfalls postulierten moderierenden Einfluss der Entwicklungsbedürfnisses widerlegt oder die erlebte Sinnhaftigkeit von Arbeit als einzigen entscheidenden, kritischen psychologischen Erlebniszustand bestätigt haben (S. 408).

Für die prospektive Gestaltung und Bewertung von Arbeit sind die Zusammenhänge zwischen Arbeitsmerkmalen und der Arbeitszufriedenheit und -motivation entscheidend. Sollen im Rahmen von Digitalisierungsvorhaben motivations- und lernförderliche Tätigkeiten entworfen und vorausschauend bewertet werden, liegt es nahe, für die Bewertung objektive Tä-

tigkeitsmerkmale heranzuziehen. Subjektive Wahrnehmungen der Beschäftigten können in dieser Phase naturgemäß noch nicht erhoben werden. Insofern haben für das Vorhaben bedingungsbezogene „objektive“ Verfahren und die darin enthaltenen Bewertungskriterien eine besondere Relevanz.

Den oben genannten Verfahren liegen zum Teil andere Theorien und Konzepte zugrunde, wie z. B. die Handlungsregulationstheorie und das Konzept der vollständigen Tätigkeit (siehe Hacker/Sachse 2014, S. 174 ff.). Dennoch finden sich im Hinblick auf die betrachteten Merkmale und Kriterien durchaus Überschneidungen.

Überblicke über diese und weitere Verfahren und Instrumente für die Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeit finden sich in Dunckel (1999), Greif und Hamborg (2018) sowie Richter (2010).

2.3 Ausgewählte Kriterien und Verfahren

Im Vorhaben mussten zwei Handlungsstränge parallel verfolgt werden. Für die Entwicklung des Unterstützungstools für die prospektive und partizipative Arbeitsgestaltung wurden zu Beginn des Projekts Anforderungen definiert, die u. a. die zu betrachtenden Humankriterien betrafen (siehe Kapitel 5 sowie Mütze-Niewöhner/Mayer/Willemsen 2022). Hierbei konnte und sollte auf eigene Vorarbeiten zurückgegriffen werden, sodass die Auswahl der Humankriterien mit Bezug auf Mütze-Niewöhner (2004) festgelegt war. In Tabelle 1 sind die Kriterien kurz beschrieben. Die ebenfalls dargelegten Bewertungsansätze sind insbesondere für das Verständnis des in Kapitel 5 vorgestellten Gestaltungstools erforderlich.

Tabelle 1: Ausgewählte Humankriterien für die Bewertung von Tätigkeiten und Aufgaben

Humankriterium	Beschreibung	Bewertungsansatz
Denk- und Planungs-anforderungen	Ausmaß der Anforderungen an eigenständiges Denken, Planen und Entscheiden	Ermittlung der maximalen Regulationsstufe der zugehörigen Aufgaben; Einstufung der Aufgaben anhand des Stufenmodells der Regulationserfordernisse nach Oesterreich/Leitner/Resch (2000)
hierarchische Vollständigkeit	Niveau und Vielfalt erforderlicher kognitiver Anforderungen von Handlungsabläufen; Tätigkeit gilt als hierarchisch vollständig, wenn sie Anforderungen auf verschiedenen, sich abwechselnden kognitiven Ebenen an die Arbeitsperson stellt (vgl. Hacker/ Sachse 2014, S. 175 ff.).	Ermittlung der Übereinstimmung mit einer durch Grenzwerte vorgegebenen Idealverteilung der Regulationsstufen; Grenzwerte ermöglichen stärkere Belohnung höherer Stufen.
zyklische Vollständigkeit	Vorhandensein von vorbereitenden, ausführenden, kontrollierenden und organisierenden (Teil-)Aufgaben (vgl. Hacker/Sachse 2014, S. 175 ff.)	Ermittlung des Vorhandenseins von in Bezug auf Zyklusart und Zykluscharakter attribuierten (Teil-)Aufgaben im Tätigkeitsmodell
Autonomie	Vorhandensein von zeitlichen Freiheitsgraden und inhaltlichen Freiheitsgraden (Entscheidungsspielraum)	Ermittlung des Anteils an (Teil-)Aufgaben mit zeitlichen Freiheitsgraden sowie Ermittlung des Vorhandenseins von (Teil-)Aufgaben ab Regulationsstufe 2
Verantwortung	Übernahme von Verantwortung, die über die Verantwortung für die sorgfältige Ausführung von Arbeitstätigkeiten hinausgeht	Ermittlung von Verantwortungsübernahme in Bezug auf vier Teilaspekte: Vorhandensein von Verantwortung für Sachmittel oder die Sicherheit anderer Personen, Ausmaß an materiellen Konsequenzen bei fehlerhafter Ausführung, Autonomiegrad und Aufgabeninhalt und -umfang

Humankriterium	Beschreibung	Bewertungsansatz
Kooperations- und Kommunikations-erfordernisse	Niveau und Vielfalt erforderlicher arbeitsbezogener Kooperationsprozesse und damit verbundener Kommunikationsprozesse	Ermittlung des Anteils an (Teil-)Aufgaben mit Kooperationserfordernissen sowie Ermittlung des Vorhandenseins unterschiedlicher Arten von Kooperationsbeziehungen; automatisierte Einstufung des Kooperationsniveaus der modellierten Kooperationselemente anhand einer 5-stufigen Skala
Rückmeldung	Ausmaß der Rückmeldung durch die Arbeit	Ermittlung des Vorhandenseins von (Teil-)Aufgaben mit Rückmeldecharakter sowie (mit niedrigerer Gewichtung) indirekter Rückmeldung über andere Gruppenmitglieder
Anforderungs-vielfalt	Vielfalt der für die Tätigkeitsausführung erforderlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten (Qualifikationserfordernisse)	Ermittlung der Anforderungsvielfalt durch Auswertung der modellierten Arbeits-, Verrichtungs- und Kooperationselemente respektive der damit verbundenen Qualifikationserfordernisse
Lern- und Entwicklungs-möglichkeiten	Ausmaß an Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten durch anspruchsvolle Aufgaben und Kooperationsprozesse sowie Aufgaben mit regelmäßigem Weiterbildungsbedarf	Ermittlung über drei Teilaspekte: zeitliche Anteile von (Teil-)Aufgaben ab Regulationsstufe 3R und von (Teil-)Aufgaben mit Kooperationsniveau ab Stufe 3 sowie Vorhandensein des Deskriptors „Weiterbildung“ im Tätigkeitsmodell

Quelle: Mütze-Niewöhner/Mayer/Willemsen (2022)

Für die Fallstudien war hingegen der Einsatz klassischer Arbeitsanalyseverfahren vorgesehen (siehe Tabelle 2). Die Auswahl erfolgte dabei vorrangig im Hinblick auf die jeweils zu analysierenden Arbeitstätigkeiten und die geplanten Digitalisierungsmaßnahmen. Es wurden ausschließlich Verfahren betrachtet, deren wissenschaftliche Güte bereits empirisch untersucht worden ist (zu weiteren Ausschlusskriterien etc. siehe Mütze-Niewöhner/Mayer/Willemsen 2022, S. 3f.). Genauere Beschreibungen der Verfahren finden sich in den zugehörigen Publikationen oder in den bereits zitierten Überblickswerken.

Tabelle 2: Übersicht über die in den Fallstudien eingesetzten Arbeitsanalyseverfahren

Verfahren	Kurzbeschreibung	Quellen
Kompass	• ermöglicht umfassende arbeitspsychologische Analyse und Bewertung eines Arbeitssystems in der Produktion • Erfassung objektiver Merkmale des soziotechnischen Systems, der Arbeitsaufgabe und des Mensch-Maschine-Systems mittels Beobachtungsinterviews	Grote et al. (1999)
TBS	• unterstützt die Analyse, Bewertung von Montage-, Bedien- und Überwaschungstätigkeiten in der Industrie bzw. von geistigen Arbeitstätigkeiten (TBS-GA) • objektive Erfassung und Bewertung der Tätigkeitsmerkmale mittels Beobachtungsinterviews (TBS-O) bzw. subjektive Wahrnehmung und Bewertung der Tätigkeit und ihrer Ausführungsbedingungen (TBS-S)	Verfahrensfamilie, siehe z. B. Hacker et al. (1995), Rudolph/ Schönfelder/Hacker (1987), Richter/Hacker (2003)
RHIA/VERA	• Anwendung als Verfahrenskombination in Beobachtungsinterviews • RHIA: Identifikation von Regulationsbehinderungen; Erhebung von auftretenden Regulationsbehinderungen (z. B. Unterbrechungen) und Regulationsüberforderungen (z. B. Zeitdruck) • VERA: Analyse, in welchem Ausmaß Denk- und Planungsanforderungen an die Arbeitsperson durch eine Arbeitsaufgabe gestellt werden	Oesterreich/Leitner/ Resch (2000), Volpert et al. (1983), Leitner et al. (1987)
WDQ	• Erhebung von arbeitspsychologischen Merkmalen der Arbeitstätigkeit mithilfe von schriftlichen Befragungen • Erfassung von subjektiven Einschätzungen zu motivationalen Aufgaben- und Wissensmerkmalen, sozialen Arbeitsplatzmerkmalen sowie kontextuellen Merkmalen (Arbeitsumgebung und –mittel)	Morgeson/Humphrey (2006), Stegmann et al. (2019)

Quelle: eigene Darstellung

3. Interviewstudie zu den Chancen und Risiken der Digitalisierung

In der Arbeitswissenschaft besteht weitgehend Konsens darüber, dass mit der Digitalisierung sowohl Risiken als auch Chancen für die menschengerechte Gestaltung von Arbeit verbunden sind (Jeske/Würfels/Lennings 2020; Mütze-Niewöhner/Nitsch 2020, S. 1187 ff.; Rothe et al. 2019, S. 246 ff.). Mit dem Ziel, Einschätzungen und Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis einzufangen, wurde im Rahmen des Projektes eine Interviewstudie mit Akteur*innen aus den beteiligten Unternehmen durchgeführt. Eine zusätzliche Motivation bestand darin, im Vorfeld der Fallstudien mit den verantwortlichen Personen ins Gespräch zu kommen und die Einbindung von Interessenvertretungen sicherzustellen.[2]

Aus den mitwirkenden Unternehmen konnten acht Akteur*innen für ein Interview gewonnen werden (vier Betriebsratsmitglieder, eine Führungskraft, zwei Planungsingenieur*innen und ein Innovationsmanager). Darüber hinaus wurden sechs Expert*innen aus der Wissenschaft und der technischen Systementwicklung interviewt, die über fundierte Erfahrungen in der Entwicklung und Einführung von digitalen Assistenzsystemen verfügen. Die Studie wurde bereits veröffentlicht, sodass mit Verweis auf Duisberg et al. (2021) auf eine vollständige Darstellung verzichtet wird.

Zunächst kann festgestellt werden, dass sich in den Aussagen der Interviewten die gleiche Ambivalenz widerspiegelt, die auch die gesellschaftliche und politische Debatte zur Digitalisierung prägt (siehe Beispiele im grauen Kasten). Selbst unter den Technikbegeisterten gab es niemanden mit einer uneingeschränkt positiven Sicht auf die mit der Einführung digitaler Technologien verbundenen oder erwarteten Veränderungen.

Trotz der recht kleinen Stichprobe konnten aus den transkribierten Interviews mithilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) zahlreiche Chancen und Risiken extrahiert und sechs induktiv gebildeten Kategorien zugeordnet werden. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse dargestellt, wobei hier ausschließlich die Antworten der betrieblichen Interviewpartner*innen berücksichtigt wurden.

2 Im Rahmen der Fallstudien A und B konnten leider keine Interviews mit Betriebsratsmitgliedern und Projektleitungen geführt werden.

Ausgewählte paraphrasierte Aussagen der Interviewten

Projektingenieur
Digitalisierung erfordert ein Umdenken bei den Beschäftigten, denn Daten müssen anders verarbeitet werden. Wenn man kein Digital Native ist oder sich generell damit schwertut, dann ist das eine erhebliche Umstellung.
Ansatzpunkte für Digitalisierung und Automatisierung: Kritische Produktionstätigkeiten, die eine gleichbleibend hohe Qualität erfordern und für Beschäftigte sehr belastend sind. Bürotätigkeiten, die die Erzeugung und Verwaltung von Papierdokumenten betreffen. Zukünftig werden mehr Spezialisten für Wartung, Instandhaltung, Programmierung von Robotern und Maschinen benötigt.

Betriebsrat
Ob neue Berufsbilder entstehen müssen, ist die Frage, aber definitiv müssen sie überarbeitet werden und beispielsweise durch neue Ausbildungsbereiche erweitert werden.
Es gibt Aufgaben, bei denen die Beschäftigten froh wären, entlastet zu werden, weil sie dann mehr Zeit für andere Aufgaben hätten. Gleichzeitig kann man als Betriebsrat denken, dass die Zeiteinsparung durch Digitalisierung zum Personalabbau genutzt werden kann.

Innovationsmanager
Bessere Visualisierung von Informationen soll Beschäftigte unterstützen, systemischer zu denken und nicht nur in ihrem Einflussbereich. Sie könnten z. B. besser nachvollziehen, welche Konsequenzen eigene Entscheidungen auf die nachgelagerten Prozesse und die weiteren Beteiligten haben.

Forscher und Systementwickler
Ein Risiko besteht darin, dass ein Assistenzsystem die Aufgabe stark verändert und die Anforderungen an die Tätigkeit so deutlich verringert, dass die Arbeit eintönig und monoton wird.

An mehreren Stellen wird deutlich, dass eindeutige Aussagen ohne Betrachtung des konkreten Anwendungsfalls, der Technologie und der betrieblichen Voraussetzungen kaum möglich sind. So steht beispielsweise dem Potenzial, komplexe Prozesse besser beherrschen zu können, das Risiko gegenüber, durch „überdimensionierte“ Systeme die Prozesskomplexität zu erhöhen.

In der Kategorie „Substitution/Veränderung von (Teil-)Tätigkeiten“ wird die paritätische Zusammensetzung der Stichprobe sichtbar. Während auf der einen Seite mittelfristig eher geringe Substituierungspotenziale erwartet und im Einsatz von Assistenzsystemen die Chance gesehen wird, die Abhängigkeit von einzelnen Beschäftigten zu reduzieren, wird auf der anderen Seite durchaus der Wegfall von Arbeitsplätzen befürchtet.

Weitere Risiken betreffen die Sorge vor zunehmender Leistungs- und Erfolgskontrolle, den Zuwachs an Flexibilitätsanforderungen sowie den Verlust von Autonomie und Aufgabenvollständigkeit. Gerade die erwarteten negativen Auswirkungen auf die Tätigkeiten könnten durch eine prospektive Arbeitsgestaltung vermieden werden.

Die im Zusammenhang mit der Entwicklung, Einführung und Nutzung von digitalen Technologien genannten Aspekte unterstreichen in besonderer Weise die Forderung nach partizipativen Vorgehensweisen, um einerseits die Potenziale der Digitalisierung, z. B. durch gezielte Entlastung der Beschäftigten auszuschöpfen und andererseits die Risiken, wie die Entstehung nicht akzeptierter Gestaltungslösungen ohne erkennbare Nutzenpotenziale, zu reduzieren.

Tabelle 3: Chancen und Risiken der Digitalisierung

Kategorie	Chancen	Risiken
Prozessoptimierung	• Komplexitätsbewältigung bei schwer zu bewältigenden Prozessen • besseres Prozessergebnis durch optimierte Abstimmung der Teilschritte • hohe Potenziale bei Prozessen ohne physischen Gegenstand	• Investitionen lassen sich durch Nutzen nicht rechtfertigen. • Prozessstabilität abhängig von Systemstabilität und -verfügbarkeit • Unverhältnismäßige Digitalisierungslösungen erzeugen Prozesskomplexität.
Informationsverfügbarkeit	• Erhöhte Informationsdurchgängigkeit steigert die Produktivität. • bessere Informationsverfügbarkeit für die Beschäftigten • besseres Prozessverständnis über Abteilungsgrenzen hinweg	• verantwortungsloser Umgang mit Informationen • Wissensdiffusion an Kunden durch zu umfangreiche Informationsweitergabe • Anfälligkeit für Spionage
Kommunikation und Kooperation	• neue Arbeitsweisen durch digitale Vernetzung mit Kunden • verbesserte Abstimmung zwischen Unternehmensbereichen • mehr Möglichkeiten für mobile Arbeit und virtuelle Teamarbeit	• schlechte Kommunikation von Veränderungen • Persönlicher Austausch könnte entfallen.
Substitution/Veränderung von (Teil)Tätigkeiten	• Substitutionspotenziale mittelfristig noch gering • Abhängigkeit von einzelnen Mitarbeitern reduzieren • Assistenzsystem soll dem Beschäftigten Handlungsvorschläge machen.	• Autonomieverlust der Beschäftigten • Risiko der Leistungs- und Erfolgskontrolle durch technische Systeme • höhere Flexibilitätsanforderungen an die Beschäftigten • geringere Aufgabenvollständigkeit durch Verlagerung auf Technik

Kategorie	Chancen	Risiken
Systementwicklung/ -einführung	• Einbeziehung von Interessengruppen in spezifische Planungsschritte • Feedback der Beschäftigten kann die Qualität der Lösung verbessern. • Schrittweise Systemeinführung kann Akzeptanz verbessern.	• Einführungsvorgehen wird ohne Beteiligung festgelegt. • Digitalisierungsprojekte werden kurzfristig umgesetzt. • Partizipation kann zu divergierenden Meinungen führen. • Eine Strategie ist nicht verschriftlicht.
Systemnutzung	• Aus Sicht der Beschäftigten ist Digitalisierung eine gute Sache, wenn sie Arbeit einfacher macht. • Mit Unterstützung der Beschäftigten (z. B. bei der Systemweiterentwicklung) kann Digitalisierung erfolgreich sein.	• Ohne Anlernen können Beschäftigte nicht effizient arbeiten. • geringer Nutzen durch mangelnde Systemkenntnis bei den Beschäftigten • geringe Akzeptanz, wenn Beschäftigten der Nutzen nicht ersichtlich ist

Quelle: Duisberg et al. (2021)

4. Fallstudien zur Veränderung von Arbeit durch Digitalisierung

Im Projektverlauf wurden sechs Fallstudien in Unternehmen unterschiedlicher Branchen und Größen durchgeführt. Die Fallstudien fanden im Rahmen von betrieblich bereits geplanten Digitalisierungsvorhaben statt und bezogen sich auf jeweils eine spezifische, von der Maßnahme betroffene Arbeitstätigkeit. Ziel war es, mithilfe von Arbeitsanalyseverfahren potenzielle Veränderungen in Bezug auf ausgewählte Humankriterien festzustellen (Beurteilungsebene Persönlichkeitsentfaltung/Zufriedenheit, siehe Kapitel 2.3).

Die betrachteten Arbeitstätigkeiten decken ein breites Spektrum an Arbeitsbereichen und -formen ab, von manueller Arbeit in der Logistik über die Maschinenbedienung und Qualitätsprüfung bis hin zu Aufgaben der Produktionsplanung und -steuerung[3]. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Fallstudien und die eingesetzten Analyseverfahren.

3 Da sich die Akquisition von Produktionsunternehmen als schwierig erwies (siehe Kapitel 6), wurden auf Empfehlung des Fördermittelgebers auch Dienstleistungsunternehmen für die Durchführung von Fallstudien angesprochen.

Tabelle 4: Durchgeführte Fallstudien im Überblick

Fallstudie	**Betrachtete Arbeitstätigkeiten**	**Eingesetzte Analyseverfahren**
Fallstudie A: Datenbrille in der Kommissionierung	Kommissionierung	vorher und nachher: TBS-GA, WDQ (Auszüge), SUS
Fallstudie B: Arbeitsvorbereitung mit Assistenzsystem	Arbeitsvorbereitung	Vorher-Nachher-Vergleich: Interviews in Anlehnung an KOMPASS und RHIA/VERA
Fallstudie C: neues BDE-System in der Produktion	Mehrmaschinenbedienung und Qualitätsprüfung	vorher und nachher: KOMPASS, WDQ (Auszüge), SUS
Fallstudie D: intelligente Prozessregelung einer Schmiedeanlage	Maschinenbedienung und Qualitätsprüfung	nur vorher: KOMPASS, WDQ (Auszüge)
Fallstudie E: mobiles Auftragsmanagement für Gruppenleitungen in Werkstätten für Menschen mit Behinderung	Auftragsplanung, -steuerung, Führung	nur vorher: RHIA/VERA-Büro
Fallstudie F: mobile Störungsidentifikation im Presswerk	Anlagenüberwachung/ Störungsmanagement	nur vorher: Interview in Anlehnung an KOMPASS

Quelle: eigene Darstellung

Die Auswahl der Analyseverfahren erfolgte in enger Abstimmung mit den Unternehmen. Geplant waren jeweils zwei Erhebungen, eine vor und eine nach der Umsetzung der Digitalisierungsmaßnahme. In drei der nachfolgend vorgestellten Fallstudien war eine Nachher-Analyse nicht möglich (Fallstudien D bis F). In diesen Fällen wurden die zu erwartenden Veränderungen in Bezug auf die ausgewählten Kriterien von den begleitenden Arbeitswissenschaftlerinnen und Arbeitswissenschaftlern prospektiv abgeschätzt. In einer Fallstudie (B) war keine Vorher-Analyse durchführbar. Hier wurden Beschäftigte aus mehreren Unternehmen zu den Verände-

rungen durch den Einsatz eines dort bereits eingeführten Assistenzsystems befragt.

Neben den genannten und in Kapitel 2.3 kurz erläuterten bedingungsbezogenen Analyseverfahren wurden in einzelnen Fallstudien weitere Instrumente und Skalen eingesetzt, um zusätzliche Variablen bzw. Kriterien zu erheben:

- Gebrauchstauglichkeit (aus der System Usability Scale – SUS; Brooke 1996; dt. Übersetzung in Anlehnung an Rauer 2011)
- wahrgenommene Nützlichkeit und Output-Qualität (aus Technology Acceptance Model – TAM; Venkatesh/Bala 2008, eigene Übersetzung)
- wahrgenommene Arbeitsbelastung (mithilfe des NASA Task Load Index – NASA-TLX; Hart 2006; dt. Übersetzung)
- subjektiv wahrgenommene Produktivität (in Anlehnung an Hülsheger/Specht/Spinath 2006)
- allgemeine Arbeitszufriedenheit (aus Job-Diagnostic-Survey – JDS; Hackman/Oldham 1975; dt. Übersetzung von Schmidt et al.1985)

Die Fallstudien werden im Folgenden vorgestellt. Zunächst werden (in anonymisierter Form) das Unternehmen sowie Gegenstand und Ziele des Digitalisierungsvorhabens aus Unternehmenssicht skizziert. Eine Grafik visualisiert die umgesetzte oder geplante Veränderung (eine gestrichelte Linie kennzeichnet die Nicht-Umsetzung).

Es folgen die mithilfe der Arbeitsanalysen erfassten Beschreibungen der betrachteten Arbeitstätigkeiten vor und nach der Veränderung. Um trotz der unterschiedlichen Verfahren einen Vergleich zu ermöglichen, werden die Ergebnisse der Bewertung durchgängig anhand der in Kapitel 2.3 vorgestellten Humankriterien präsentiert. Dabei wird vereinfachend eine dreistufige Skala genutzt (gering, mittel, hoch). Abschließend werden die Ergebnisse kurz diskutiert. (Hinweis: Sofern innerhalb der Fallstudien ausschließlich männliche Arbeitspersonen beobachtet oder befragt wurden, wird nur die männliche Form verwendet.)

4.1 Datenbrille in der Kommissionierung (Fallstudie A)

Das in dieser Fallstudie betrachtete Digitalisierungsvorhaben fand bei einem Logistikdienstleister statt. Das Unternehmen beschäftigt rund 140 Beschäftigte und übernimmt alle Logistikaufgaben einer übergeordneten Unternehmensgruppe. Die Unternehmensgruppe ist spezialisiert auf den

Import, Handel und Verkauf unterschiedlichster Waren, von Soft- und Hardware bis hin zu Sport- und Freizeitartikeln.

Digitalisierungsvorhaben

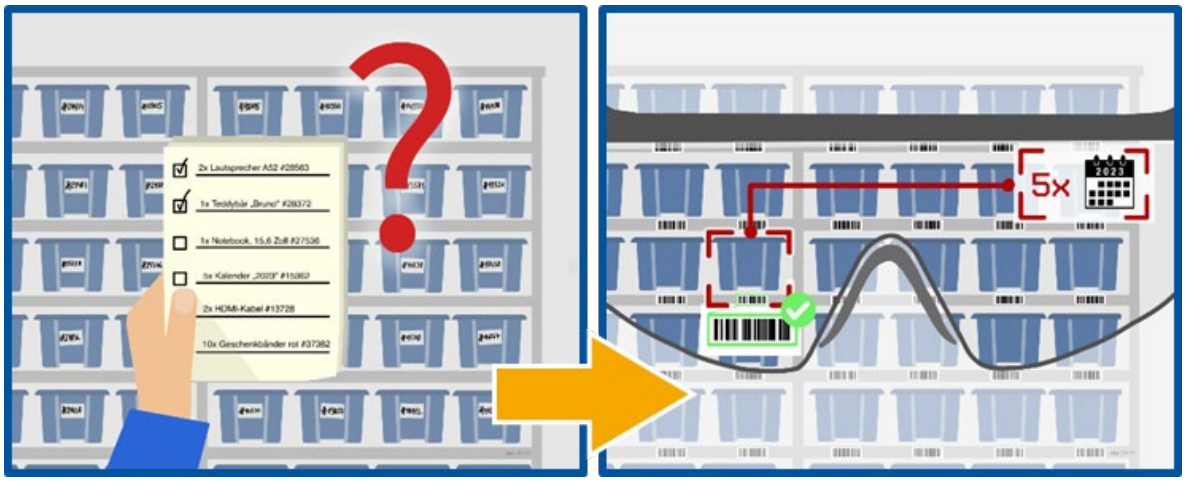
Das Digitalisierungsvorhaben betraf einen ca. 400 Quadratmeter großen Lagerbereich des Logistikdienstleisters, in welchem Waren, deren Versand aufgrund ihrer Beschaffenheit (z. B. Größe, Sperrigkeit) nicht im hochautomatisierten Bereich abgewickelt werden kann, manuell anhand von Auftragslisten kommissioniert werden müssen.

Durch einen Softwareentwickler und Full-Service-Anbieter auf dem Gebiet der Intralogistik sollte ein „Pick-by-Vision-System“ eingeführt werden (siehe Abbildung 1). Das System besteht aus einer handelsüblichen Datenbrille, einem Handrückenscanner mit zugehöriger Software sowie einer elektronischen Einheit (Akku und Bedienelement). Zusätzlich wurde im Rahmen des Digitalisierungsvorhabens eine softwaregestützte Wegeoptimierung installiert.

Mit der Umstellung von „Pick-by-Paper“, also der Kommissionierung anhand von ausgedruckten Listen, auf das Pick-by-Vision-System wurden aus Unternehmenssicht mehrere Ziele verfolgt: Die Kommissioniervorgänge sollten durch optimierte Laufwege und verminderte Such- und Kontrollaufwände beschleunigt, die Fehlerquoten reduziert und die Auftragsbearbeitungszeiten insgesamt verkürzt werden.

Angestrebt wurden außerdem Verbesserungen bei der Handhabung der Waren durch freihändiges Arbeiten. Die Datenbrille sollte von den Beschäftigten als gebrauchstauglich und nützlich wahrgenommen werden und ihre Einführung nicht nur zu einer höheren Produktivität, sondern auch zu einer höheren Mitarbeiterzufriedenheit führen.

Abbildung 1: Datenbrille in der Kommissionierung (Fallstudie A)



Quelle: eigene Darstellung

Betrachtete Arbeitstätigkeit vor der Veränderung

Beim Pick-by-Paper-System werden zunächst ca. vier Aufträge bzw. Lauflisten (Bestellungen) von der Auftragsstation in der Mitte des Lagers abgeholt. Anschließend nimmt sich die Arbeitsperson einen Sammelwagen und beginnt, die verschiedenen Artikel einzusammeln. Die relevanten Regal- und Positionsnummern können den Lauflisten entnommen werden. Die Artikel befinden sich in Boxen oder Kartons in entsprechend markierten (ca. 2,20 m hohen) Regalen. Größere oder sperrige Artikel werden zum Teil lose gelagert.

Die gefundenen Artikel werden von der Arbeitsperson auf dem Sammelwagen deponiert. Die Festlegung der Bearbeitungsreihenfolge und der Laufrouten obliegt der Arbeitsperson. In der Regel werden die angenommenen Aufträge gleichzeitig abgearbeitet. Spätestens am Ende des Kommissioniervorgangs kontrolliert die Arbeitsperson die Vollzähligkeit der Artikel, unterschreibt die Lauflisten und bringt den Sammelwagen zur nächsten Station im Lager, der Verpackung.

Betrachtete Arbeitstätigkeit nach der Veränderung

Durch das Digitalisierungsvorhaben sind wesentliche kognitive Anteile der Kommissioniertätigkeit entfallen: die Bestimmung der Reihenfolge der Auftragsbearbeitung, die Bestimmung der Laufroute sowie die abschließende Kontrolle.

Die Beschäftigten laufen nicht mehr mit Lauflisten durch das Lager, sondern tragen eine Datenbrille und einen Barcode-Handrückenscanner. Das Pick-by-Vision-System ist über eine kleine, im Gürtelbereich befestigte elektronische Einheit (Akku und Bedienelement) in Echtzeit an die IT des Unternehmens angebunden.

Bei der Arbeit mit dem neuen System werden zu Beginn Codes auf den Sammelwagen gescannt, wodurch automatisch Aufträge abgerufen werden. Die jeweils relevanten Artikelinformationen werden an die Brille übermittelt und können über das Interface wahrgenommen werden. Die Arbeitsperson sieht also in ihrem Sichtfeld, in welchem Regal und an welcher Position sich der nächste einzusammelnde Artikel befindet. Gefundene Artikel werden gescannt und auf dem Wagen abgelegt. Das System vermerkt, dass der Artikel gesammelt wurde und zeigt den nächsten Artikel an.

Wird ein falscher Artikel gegriffen und gescannt, gibt das System eine Fehlermeldung aus. Der nächste Artikel wird erst angezeigt, wenn der richtige Artikel gesammelt wurde. Ist ein Artikel nicht auffindbar, kann die Arbeitsperson dies dem System per Knopfdruck (Einheit am Gürtel) oder alternativ per Stimme mitteilen (Sprachsteuerung) und erhält dann entsprechende Anweisungen, wie weiter zu verfahren ist. Wenn alle Artikel der aktiven Aufträge gesammelt worden sind, wird der Sammelwagen zur Verpackung gebracht.

Vorgehen und Bewertung

Für diese Fallstudie wurde zur Erfassung der Arbeitstätigkeit sowie ausgewählter subjektiver Merkmale auf eine Verfahrenskombination zurückgegriffen. Da durch den Einsatz der Datenbrille weniger die manuellen, körperlichen Tätigkeitsanteile, sondern vor allem die kognitiven verändert werden, wurde zum einen das Tätigkeitsbewertungssystem für geistige Arbeit (TBS-GA (A)) genutzt.

Auf der Grundlage von Beobachtungsinterviews wurden die in Tabelle 5 aufgeführten Humankriterien durch zwei wissenschaftliche Mitarbeitende des Instituts für Arbeitswissenschaft bewertet. Zum anderen wurde in enger Abstimmung mit den Unternehmen ein Fragebogen erstellt und eingesetzt, der im Wesentlichen aus Items aus dem WDQ bestand, ergänzt um Items zur subjektiv wahrgenommenen Gebrauchstauglichkeit, Arbeitsbelastung und Produktivität sowie zur Arbeitszufriedenheit.

Die Studie fand ca. einen Monat nach der Einführung des neuen Systems statt. Das System wurde sukzessiv eingeführt. Im Rahmen der Stu-

die konnten zwei verschiedene Schichtgruppen betrachtet werden, wovon eine nach dem klassischen Pick-by-Paper (Vorher-Bewertung) und die andere bereits mit dem neuen Pick-by-Vision-System arbeitete (Nachher-Bewertung). Nacheinander wurden vier Beschäftigte der beiden Schichten beobachtet. Jeweils zwölf Beschäftigte aus beiden Schichten füllten den erstellten Fragebogen aus. Eine ausführliche Beschreibung des Vorgehens findet sich in Willemsen et al. (2023).

Tabelle 5: Ausprägung der Humankriterien für die Tätigkeit der Kommissionierung (Fallstudie A)

Humankriterium	**Vorher-Bewertung**	**Nachher-Bewertung**
Denk- und Planungs-anforderungen	gering Routineaufgaben, Planung von einfachen Arbeitsschritten erforderlich	gering (abgenommen) Arbeitsaufträge immer in gleicher Weise routiniert zu bearbeiten
hierarchische Vollständigkeit	gering bis mittel zur Erfüllung der Aufgabe Regelanwendung in gleicher Weise, aber auch Entscheidung für einen Bearbeitungsweg	gering zur Erfüllung der Aufgabe Regelanwendung in gleicher Weise
zyklische Vollständigkeit	mittel vorbereitende, ausführende und kontrollierende Teilaufgaben	gering Vorbereiten der Datenbrille, Ausführen der Teilaufgaben
Autonomie	mittel zeitlich kaum Freiheitsgrade, Planung der Abfolge möglich	gering weder zeitliche noch inhaltliche Freiheitsgrade, Abfolge vorgegeben
Verantwortung	gering Verantwortung für die korrekte Kommissionierung hinsichtlich Menge und Termin	gering (abgenommen) Verantwortung für die korrekte Kommissionierung hinsichtlich Ausführung
Kooperations- und Kommunikations-erfordernisse	gering keine Zusammenarbeit notwendig; Austausch und Absprachen möglich, aber selten nötig	gering keine Zusammenarbeit notwendig; Austausch und Absprachen möglich, aber selten nötig
Rückmeldung	gering keine Rückmeldung über erfolgreiche Erfüllung der Teilaufgaben	mittel Rückmeldung von der Datenbrille, wenn Arbeitsschritt inkorrekt
Anforderungsvielfalt	gering dauerhaft gleichförmig wiederholende Aufträge und Verrichtungen	gering dauerhaft gleichförmig wiederholende Aufträge und Verrichtungen
Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten	gering Einsatz schnell erlernbarer Fertigkeiten; keine Erweiterung gefordert	gering Einsatz schnell erlernbarer Fertigkeiten; keine Erweiterung gefordert

Quelle: eigene Darstellung

Bei der Vorher-Bewertung ergab sich ein gemischtes Bild von gering bis maximal mittel ausgeprägten Kriterien. In der Nachher-Bewertung hat die Ausprägung bei einigen Kriterien tendenziell noch einmal abgenommen.

Generell beinhaltet die betrachtete Aufgabe einen hohen Anteil an routinemäßigen Handlungen und Verrichtungen, die sich kontinuierlich wiederholen. Entsprechend fällt die Bewertung der Anforderungsvielfalt und der Denk- und Planungsanforderungen sowohl vorher als auch nachher gering aus.

Durch die automatische Wegeoptimierung fällt für die Kommissionierenden zudem noch die Möglichkeit weg, zu planen, in welcher Reihenfolge welche Artikel gesammelt werden. Die Reihenfolge gibt die Datenbrille vor. Dies wirkt sich auch auf die Autonomie der Arbeitspersonen aus, die durch die Digitalisierungsmaßnahme als Ganzes (weniger durch die Einführung der Datenbrille allein, sondern durch die installierte Wegeoptimierung) abnimmt.

In Bezug auf die zyklische Vollständigkeit und Verantwortung zeigt sich, dass nach wie vor mehrere Teilschritte zu erfüllen sind und am Ende die Artikel vollständig kommissioniert sein müssen. Die Datenbrille übernimmt jedoch zumindest einen Teil der Aufgaben, wodurch die Bewertung nach der Veränderung geringer ausfällt. Beschäftigte müssen nicht mehr kontrollieren, ob alle Waren der Aufträge vollständig zusammengestellt wurden, was gleichzeitig auch die Verantwortung (noch weiter) verringert.

Durch den Wegfall der Entscheidungsmöglichkeiten bei den Bearbeitungsschritten fällt die Bewertung der hierarchischen Vollständigkeit ebenfalls geringer aus. Die Kommunikation und Kooperation mit den Kolleginnen und Kollegen ist sowohl vorher als auch hinterher als gering einzuschätzen, da alle Beschäftigten ihre eigenen Aufträge bearbeiten. Sie unterstützen sich lediglich gegenseitig, wenn Artikel besonders schwer oder sperrig sind.

Ein konträres Bild zeichnet sich für das Kriterium der Rückmeldung ab, welches durch die Verwendung der Datenbrille als höher einzustufen ist. Im Ausgangszustand erhielten die Kommissionierenden keinerlei direkte Rückmeldung. Mit dem eingeführten System erhalten sie über die Datenbrille ein unmittelbares Feedback, wenn sie z. B. einen falschen Artikel ausgewählt haben. Die Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten sind gering, beide Systeme sind schnell zu lernen und umzusetzen. Beim neuen System entfällt zusätzlich die Möglichkeit, die Planung von Arbeitsschritten zu erlernen respektive diesbezüglich bereits erworbene Fähigkeiten und Erfahrungen weiterhin anzuwenden.

Mithilfe des Fragebogens konnten zudem tendenzielle Veränderungen der Tätigkeitsmerkmale aus Sicht der Beschäftigten erfasst werden. Während sich in Bezug auf die Autonomie keine Veränderung zeigte, wurde

die Rückmeldung durch die Tätigkeit auch in den subjektiven Einschätzungen höher bewertet. Die Aufgabenvielfalt wurde im Unterschied zur Beobachtung als tendenziell größer eingeschätzt, was möglicherweise auf die bei den Beschäftigten vor Ort durchaus spürbare Begeisterung für die innovative Technologie zurückzuführen ist.

Die Anlernzeit wurde von den Befragten für das neue System als deutlich geringer eingeschätzt. Ebenso wurde die Denkarbeit, der Informationsverarbeitungsaufwand und die wahrgenommene Arbeitsbelastung als geringer beurteilt. In Bezug auf die wahrgenommene Nützlichkeit, die Arbeitszufriedenheit und die subjektive Produktivität fanden sich hingegen höhere Bewertungen in der Gruppe mit Datenbrille. Das neue System erhielt höhere Bewertungen in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit als das alte. Die Gebrauchstauglichkeit des Pick-by-Vision-Systems wurde als „gut“ bewertet. Dies spiegelte sich auch in Aussagen der Beschäftigten wider, die das System als intuitiv und leicht zu bedienen bezeichneten.

Diskussion

Die Ergebnisse der Beobachtungsinterviews deuten darauf hin, dass sich die Einführung eines Assistenzsystems in Form einer Datenbrille gepaart mit einem Algorithmus zur Wegeoptimierung negativ auf die Erfüllung der arbeitspsychologischen Humankriterien auswirken kann. Lediglich die Rückmeldung nahm – sowohl aus „objektiver“ als auch subjektiver Sicht – zu. Dies ist als positive Entwicklung zu bewerten, da so die Beschäftigten die Möglichkeit haben, etwaige Fehler zu erkennen und diese direkt zu korrigieren. Vor der Intervention existierten hier Unsicherheiten, die zwar durch die abschließende Kontrolle verringert, jedoch nicht vollkommen beseitigt werden konnten.

Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht ist es erstrebenswert, wenn ein angemessener Grad an Autonomie bei der Person verbleibt und die Anforderungsvielfalt sowie die Denk- und Planungserfordernisse mindestens ein mittleres Niveau erreichen. Allerdings waren diese Kriterien auch schon vorher eher gering ausgeprägt, da es sich um eine Tätigkeit handelt, die routinehafte und wenig abwechslungsreiche Teilaufgaben beinhaltet.

Um möglichen negativen Folgen entgegenzuwirken, sind arbeitsorganisatorische Maßnahmen zu empfehlen, wie z. B. eine klassische Job Rotation, die Arbeitsplätze in der Kartonierung oder in der Regalbestückung einschließt. Arbeitsplatzwechsel waren zwar schon vor der Digitalisierungsmaßnahme möglich, wurden allerdings nur für einzelne Beschäftigte sporadisch umgesetzt und nicht systematisch geplant.

Insgesamt muss allerdings festgestellt werden, dass die Werte für die Arbeitszufriedenheit hoch ausfielen und in der Gruppe, die das neue System nutzten, sogar noch höher. Obwohl die Ausprägungen der Humankriterien aus arbeitswissenschaftlicher Sicht zum Teil auf niedrigem Niveau liegen, beurteilen die Beschäftigten das eingeführte System, ihre Arbeitstätigkeit und Ausführungsbedingungen tendenziell positiv.

Potenzielle Ursachen sind in der Begeisterung für die technische Innovation, im wahrgenommenen Nutzen und in der mit der Rückmeldung einhergehenden Sicherheit, keine Fehler machen zu können, zu sehen. Letzteres spiegelt sich auch in der gestiegenen Gebrauchstauglichkeit wider. Eine Person gab bezeichnenderweise an, dass das Kommissionieren mit der Datenbrille „wie ein Spiel“ funktioniere. Diese Punkte kombiniert mit der geringeren Anlernzeit schaffen zumindest kurzfristig attraktive und effiziente Arbeitsbedingungen, insbesondere auch für neue, geringqualifizierte Beschäftigte sowie die häufig in der Logistik eingesetzten Zeitarbeitnehmenden.

Da die Erhebung bereits kurz nach der Einführung stattgefunden hat, sollten zu späteren Zeitpunkten erneut Arbeitsanalysen durchgeführt werden, um mittel- und langfristige Folgen auf die Arbeits- und Lernfähigkeit, die Arbeitszufriedenheit und -produktivität sowie die Gesundheit der Beschäftigten auszuschließen.

4.2 Arbeitsvorbereitung mit Assistenzsystem (Fallstudie B)

Aus der Kooperation mit einem mittelständischen Anbieter eines Assistenzsystems für die manuelle Montage ergab sich die Möglichkeit für eine Fallstudie im Bereich der Arbeitsvorbereitung. Mithilfe des Anbieters konnte Kontakt zu Systemanwendern in verschiedenen Unternehmen aufgenommen werden. Bei den Unternehmen handelt es sich um Großunternehmen aus unterschiedlichen Branchen (u. a. Maschinenbau, Elektro- und Messtechnik), die das Assistenzsystem bereits nutzen. Wie eingangs angedeutet, lag der Fokus dieser Fallstudie auf der Tätigkeit der Arbeitsvorbereitung und nicht – wie sonst üblich – auf der Tätigkeit der Werkenden, die durch das Assistenzsystem angeleitet werden.

Digitalisierungsvorhaben

Aufgrund der besonderen Konstellation wird an dieser Stelle kein konkretes betriebliches Digitalisierungsvorhaben beschrieben. Stattdessen wer-

den die mit der Einführung eines Montage-Assistenzsystems typischer Weise verfolgten Ziele benannt. Das betrachtete kognitive Assistenzsystem unterstützt Beschäftigte z. B. durch digital aufbereitete, schrittweise Arbeitsanweisungen oder Pick-by-Light-Funktionen (Fachanzeige durch Licht). Diese Anweisungen ersetzen papierbasierte oder anders dokumentierte Beschreibungen (siehe Abbildung 2).

Der Einsatz des Systems soll zur Prozessabsicherung, Qualitätssicherung und Rückverfolgbarkeit in der Montage beitragen. Ferner soll das Assistenzsystem die Einarbeitung von Werkenden beschleunigen, die Beherrschung von Variantenvielfalt ermöglichen sowie zu einer Reduzierung von Fehlern beitragen. Allerdings verändert sich durch das Assistenzsystem nicht nur die Arbeit der Beschäftigten in der Montage, sondern auch die Arbeit der Arbeitsvorbereitenden.

Abbildung 2: Arbeitsvorbereitung mit Assistenzsystem (Fallstudie B)

Quelle: eigene Darstellung

Mit dem Ziel, diese Veränderungen arbeitsanalytisch zu erfassen, wurden im Rahmen der Fallstudie Systemanwender aus mehreren Unternehmen interviewt. Beobachtungsinterviews, wie sie bei der Mehrzahl der klassischen bedingungsbezogenen Arbeitsanalyseverfahren vorgesehen sind, konnten allerdings nicht durchgeführt werden.

Betrachtete Arbeitstätigkeit vor der Veränderung

Die Arbeitsvorbereitung findet in der Regel an einem Büroarbeitsplatz statt. Für die Arbeitsvorbereitung werden verschiedene Programme ge-

nutzt (z. B. ERP-Systeme, CAx-Systeme, zum Teil sogar Excel), um beispielsweise Stücklisten zu erstellen, Arbeitsabläufe zu gestalten und die Arbeit der Werkenden zu planen und zu steuern. Arbeitsanweisungen für die Fertigung oder Montage von Produkten oder Komponenten werden gerade in kleinen und mittleren Unternehmen häufig noch auf Papier an die Werkenden weitergeleitet. Hinzu kommen ausgedruckte Zeichnungen, Stücklisten usw.

Betrachtete Arbeitstätigkeit nach der Veränderung

Erfragt wurden Veränderungen der Arbeitstätigkeit durch den Einsatz des digitalen Assistenzsystems. Während es zuvor nicht vorgesehen war, eine spezielle Software für die Arbeitsvorbereitung zu nutzen, müssen in dieser nun Arbeitsschritte definiert, detailliert beschrieben und teilweise programmiert werden. Zum Beispiel müssen Montageschritte und ihre Abfolge in einer Art Flussdiagramm modelliert werden und, je nach Anwendungsfall, mit Abbildungen, Fotos oder Videos zusätzlich beschrieben und visualisiert werden. Um bestimmte Funktionalitäten ausnutzen zu können, sind spezifische System- und Programmierkenntnisse erforderlich.

Arbeitsvorbereitende müssen folglich mit der korrekten Modellierung und Programmierung dafür sorgen, dass die Werkenden später die richtigen Informationen zur richtigen Zeit durch das Montage-Assistenzsystem erhalten. Die Anzeige erfolgt über digitale Endgeräte.

Durch den Einsatz des Assistenzsystems ist die Aufgabe der Arbeitsvorbereitung für die manuelle Montage deutlich komplexer geworden. Der Organisations- und Administrationsaufwand hat zugenommen, zusätzliche Informationen müssen beschafft und aufbereitet werden, Daten aus mehreren Programmen sind abzugleichen und zusammenzuführen und Abstimmungsprozesse mit anderen Bereichen sind hinzugekommen.

Vorgehen und Bewertung

Da die interviewten Personen mithilfe des Herstellers des Assistenzsystems akquiriert wurden und es sich um Kunden handelte, die das Assistenzsystem bereits nutzten, wurde methodisch auf ein Interviewformat (ca. 45 bis 60 Minuten pro Interview) gesetzt, um Veränderungen erfassen zu können. Insgesamt konnten fünf mit der Arbeitsvorbereitung betraute Systemanwender aus verschiedenen Unternehmen für ein Interview gewonnen werden.

Weil Beobachtungsinterviews nicht möglich waren, wurde auf der Basis des KOMPASS-Verfahrens ein Interviewleitfaden erstellt. Im Fokus standen die in diesem Projekt betrachteten Humankriterien respektive die für die Bewertung erforderlichen Tätigkeitsmerkmale. Bei der Formulierung der Fragen musste berücksichtigt werden, dass es sich um einen Büroarbeitsplatz im Produktionsumfeld handelt.

In Anlehnung an das RHIA/VERA-Büroverfahren wurden Fragen zu Hindernissen und Überforderungen in den Fragebogen aufgenommen, um erwartete Veränderungen im Bereich der Regulationsbehinderungen zu erfassen. Erfragt wurde insbesondere, wie sich Arbeitstätigkeit und -situation nach der Einführung des Assistenzsystems verändert haben.

Auf der Basis der Interviews war es möglich, die Tätigkeit der Arbeitsvorbereitung mit Assistenzsystem hinsichtlich der ausgewählten Humankriterien zu bewerten (siehe Tabelle 6). Das Fallstudiendesign verhindert allerdings eine Bewertung des Zustands vor der Einführung des Systems. Hinzu kommt, dass sich in der Stichprobe eine Person befindet, deren Position erst mit der Einführung des Assistenzsystems geschaffen wurde. Statt einer Vorher-Bewertung sind in der Ergebnistabelle die von den verbleibenden Befragten wahrgenommenen Veränderungen dokumentiert.

Tabelle 6: Ausprägung der Humankriterien für die Tätigkeit der Arbeitsvorbereitung mit Assistenzsystem (Fallstudie B)

Humankriterium	**Ausprägung und wahrgenommene Veränderung**
Denk- und Planungs-anforderungen	hoch – zugenommen deutliche Steigerung der Komplexität, Kompliziertheit und Detailliertheit der Arbeitsvorbereitung; neue Arbeitsprozesse werden eingerichtet
hierarchische Vollständigkeit	hoch – zugenommen verschieden komplexe Aufgabenteile, Konzeptentwicklung, Strategieentscheidungen oder einfache Regelanwendung bei der Vorbereitung und nun auch schematischen Programmierung von Arbeitsabläufen
zyklische Vollständigkeit	hoch – gleichgeblieben nach wie vor vorbereitende, ausführende, kontrollierende und organisierende Aufgaben
Autonomie	mittel – tendenziell abgenommen selbstbestimmt hinsichtlich Aufgabenbearbeitung, aber Zielerreichung abhängig von Nutzung des Assistenzsystems; viele Vorgaben; Handlungsspielräume und Flexibilität sind tendenziell eingeschränkter
Verantwortung	hoch – zugenommen verantwortlich dafür, dass nun auch weniger geübte Personen Produkte bauen/erzeugen können, durch Programmierung von Arbeitsabläufen
Kooperations- und Kommunikations-erfordernisse	hoch – zugenommen Kommunikation mit verschiedenen, vor- und nachgelagerten Bereichen; mehr Koordination und Abgleich von Informationen, z. B. von Arbeitsinhalten und Darstellungsweisen
Rückmeldung	hoch – zugenommen Rückmeldung aus der Produktion, wenn Anweisungen unklar oder fehlerhaft sind, und zusätzlich Rückmeldung bei der Arbeitsvorbereitung im Assistenzsystem, wenn Prozesse nicht korrekt beschrieben sind

Humankriterium	Ausprägung und wahrgenommene Veränderung
Anforderungsvielfalt	hoch – zugenommen mehr organisatorische und administrative Aufgaben als vorher, höhere Anforderungen an kognitive und soziale Fähigkeiten sowie zusätzliche informationstechnische Anforderungen
Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten	hoch – zugenommen häufiger Einsatz vorhandener Qualifikation, durch neues System hoher Bedarf an Erweiterung der Kenntnisse/Fähigkeiten, vor allem in Bezug auf Systemnutzung, Umgang mit Daten, Aufbereitung von Arbeitsinhalten etc.

Quelle: eigene Darstellung

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Arbeitstätigkeit nach der Einführung des Assistenzsystems die Humankriterien in hohem Maße erfüllt und die Systemeinführung aus Sicht der Befragten mit steigenden Anforderungen verbunden ist. Die Komplexitätserhöhung und die vermehrten Abstimmungsprozesse spiegeln sich unter anderem im Anstieg der Denk- und Planungserfordernisse, der Anforderungsvielfalt, aber auch in der Verantwortung sowie in den erhöhten Kommunikations- und Kooperationserfordernissen wider. Arbeitsschritte bzw. Arbeitspläne müssen nun detaillierter beschrieben werden, was mit einem zeitlichen Mehraufwand verbunden ist. Insgesamt ist die Tätigkeit sowohl zyklisch als auch hierarchisch als vollständig zu bewerten.

Hinsichtlich der Autonomie ergab sich ein geteiltes Meinungsbild, mit der Tendenz, dass diese abgenommen hat. So wird teilweise eine Einschränkung der Handlungsspielräume durch das Assistenzsystem dahingehend wahrgenommen, dass beispielsweise die Umsetzung spezieller Kundenwünsche nun ein bewusstes und erkennbares „Vorbeiarbeiten“ am Prozess verlangt, welches vorher deutlich leichter und ohne größere Risiken möglich war. Dieser Umstand ziehe ferner einen Verlust an Flexibilität nach sich. In einem Interview wurde jedoch auch angegeben, dass die Flexibilität und die Autonomie zugenommen haben, da es durch das System leichter sei, die Arbeit vorzubereiten. Beschrieben wurde eine erweiterte Möglichkeit, Prozesse zu definieren.

Ein eindeutigeres Meinungsbild findet sich bei den Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten: So sind aus Sicht der Befragten zum einen die für die Tätigkeit benötigten Qualifikationen (z. B. bei Neueinstellungen) umfangreicher und umfassen u. a. auch eine gewisse Affinität zum Umgang mit

Computersystemen, Daten und Datenbanken. Zum anderen sehen sie in der Anforderung zum komplexen Denken auch eine Möglichkeit zur persönlichen Entwicklung.

Obwohl die Erhebung von Regulationsbehinderungen nicht Gegenstand des Forschungsvorhabens war, soll hier kurz auf die diesbezüglichen Ergebnisse eingegangen werden. Wenn Aussagen zu Erschwerungen getroffen wurden, zeigte sich im Vergleich zu vorher entweder keine Veränderung oder ein Rückgang. Letzterer sei unter anderem darauf zurückzuführen, dass das System nach anfänglichen Startschwierigkeiten beim Einführungsprozess mittlerweile gut beherrscht werde und im jetzigen Zustand keine Erschwerungen mehr aufträten.

Hinsichtlich der Unterbrechungen waren ebenfalls kaum Unterschiede erkennbar. Mehrfach wurde jedoch auf die Voraussetzung einer hohen Netzstabilität und Ausfallsicherheit hingewiesen. In Bezug auf Überforderungen ergab sich, dass die Arbeit mit dem Assistenzsystem im Vergleich zu vorher nun weniger monoton, sondern vielmehr als abwechslungsreicher empfunden wird (was sich bereits in den Humankriterien widerspiegelt).

Aussagen zum Zeitdruck waren heterogen: Weniger Zeitdruck wird im Vergleich zu vorher dort wahrgenommen, wo es hohe Übergangszeiten zwischen den Prozessschritten gibt. Höherer Zeitdruck kann hingegen insbesondere in der Einführungsphase entstehen sowie im laufenden Betrieb, wenn unvorhersehbare Ereignisse eintreten, die nicht geplant werden konnten.

Diskussion

Die Besonderheit der Fallstudie liegt darin, dass eine Tätigkeit betrachtet wurde, die nicht unmittelbar von dem Assistenzsystem profitiert, sondern die das Assistenzsystem mit Inhalten füllen muss. In Bezug auf die Ziele, die mit der Einführung des Assistenzsystems verfolgt wurden, zeigte sich überwiegend, dass diese auch erreicht werden und z. B. Produkte mit erhöhter Sicherheit von Personen mit unterschiedlichen Voraussetzungen montiert werden können. Im Folgenden gilt es zu diskutieren, welche Auswirkungen die Ergebnisse auf die mit der Arbeitsvorbereitung betrauten Menschen haben und welche Handlungsempfehlungen sich daraus ergeben.

Interessant und positiv ist, dass die Erfüllung der meisten Kriterien zugenommen hat. Höhere und vielfältigere Anforderungen bei der Planung und Aufbereitung der Prozessschritte sorgen sowohl für mehr Verantwortung als auch für Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten. Angemerkt wer-

den muss jedoch, dass eine solche durchaus schwierigere Aufgabe womöglich nicht allen in der Arbeitsvorbereitung tätigen Arbeitspersonen liegt (die Stichprobe war letztlich nicht zufällig zusammengesetzt).

Nicht nur bei Neueinstellungen oder Neubesetzungen sind die höheren Qualifikationsanforderungen zu berücksichtigen. Auch dem vorhandenen Personal in der Arbeitsvorbereitung sollten im Zuge der Systemeinführung unterstützende Trainingsmaßnahmen angeboten werden.

Bei der Einführung von kognitiven Montage-Assistenzsystemen muss darüber hinaus beachtet werden, dass diese Phase bereits mit einem enormen Aufwand für die Arbeitsvorbereitenden verbunden sein kann. Es zeigten sich schließlich auch Indizien dafür, dass es zu einer Überforderung in Form von Zeitdruck kommen kann. Schließlich sind die Anweisungen im Assistenzsystem essenziell für einen reibungslosen Produktionsbetrieb. Systemseitig eingeschränkte Freiheitsgrade könnten das Auftreten von Überforderungen weiter begünstigen. Damit gewinnen Kriterien der Gebrauchstauglichkeit (einschließlich der Nutzerfreundlichkeit) bei der Auswahl solcher Systeme zusätzlich an Bedeutung.

Aus arbeitssoziologischer Sicht ist ein weiterer Aspekt von Interesse: Während in der vorliegenden Fallstudie die Arbeit von (wenigen) Arbeitsvorbereitenden durch das Assistenzsystem komplexer und anspruchsvoller wurde, wird die Arbeit der i. d. R. größeren Anzahl an Mitarbeitenden in der Montage mit der Einführung eines solchen Systems tendenziell eher einfacher und anforderungsärmer (vgl. hierzu Ausführungen zur polarisierenden Organisation in Hirsch-Kreinsen 2015, S. 94 f.). Für allgemeingültige Aussagen sind allerdings Untersuchungen mit größeren Stichproben erforderlich.

4.3 Neues BDE-System in der Produktion (Fallstudie C)

Diese Fallstudie behandelt ein Digitalisierungsvorhaben bei einem mittelständischen Unternehmen aus der metallverarbeitenden Industrie. Mit einer breiten Palette an Fertigungsverfahren werden Präzisions- und Normteile in Serie gefertigt und an weltweit verteilte Kunden aus unterschiedlichen Branchen geliefert. Das Unternehmen beschäftigt rund 400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

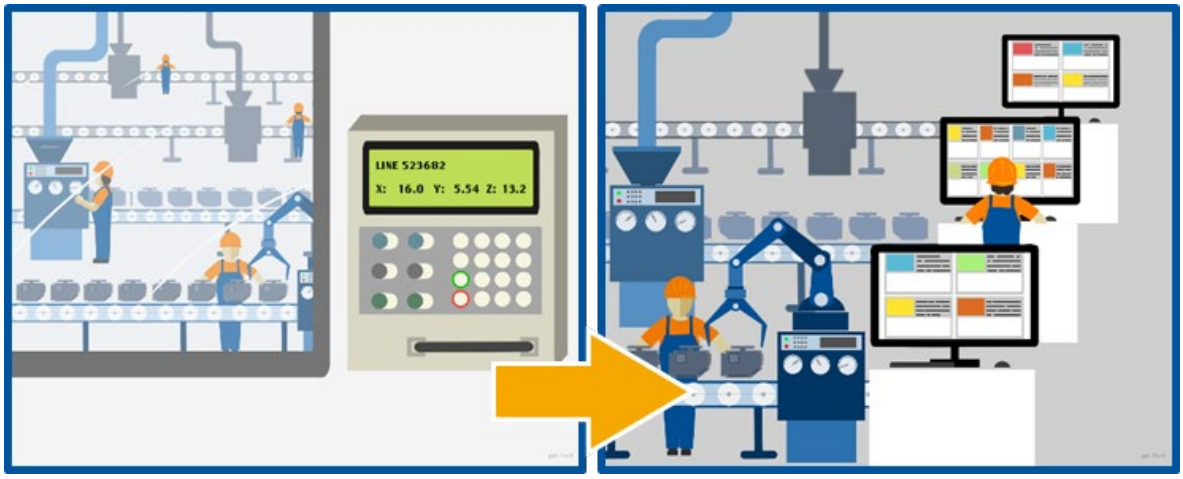
Digitalisierungsvorhaben

Das Digitalisierungsvorhaben betrifft die Einführung eines neuen Systems zur Erfassung von Betriebsdaten (BDE-System), das ein technisch veraltetes System ablösen sollte. Das Vorgängersystem erforderte eine Eingabe über Terminals, die im Hinblick auf Layout und intendierte Interaktion mit einem Taschenrechner vergleichbar waren. Die Benutzungsschnittstelle bestand aus Tasten in einer nicht standardisierten Anordnung und einem alphanumerischen Display. Es gab nur wenige Terminals, die zum Teil weit von den Arbeitsplätzen entfernt platziert waren. In Stoßzeiten war das System schnell überlastet.

Für das Digitalisierungsvorhaben wurde die IT-Infrastruktur der Produktion modernisiert und ausgebaut. Auf das neue BDE-System kann über eine Web-Applikation von jedem Computer aus zugegriffen werden (siehe Abbildung 3). Die Anzahl an Computern in der Produktion wurde deutlich erhöht. Die Verwendung von gängiger Hardware (Maus, Tastatur, Bildschirm etc.) soll die Interaktion mit dem System insbesondere auch neuen Mitarbeitenden erleichtern.

Um die Prozesstransparenz auch für die Beschäftigten zu erhöhen, können wesentlich mehr Informationen bereitgestellt und auf unterschiedliche Weise aufbereitet und visualisiert werden. Weitere Ziele, die mit der Einführung verfolgt wurden, betrafen die Erhöhung der Systemstabilität und -verfügbarkeit, die Vermeidung von Engpässen sowie die Schaffung einer soliden Datenbasis für weiterführende Digitalisierungsvorhaben.

Abbildung 3: Neues BDE-System in der Produktion (Fallstudie C)



Quelle: eigene Darstellung

Betrachtete Arbeitstätigkeit vor der Veränderung

In der Fallstudie wurden unterschiedliche Arbeitsplätze sowohl auf dem Shopfloor (Maschinenbediener, Maschineneinrichter) als auch im Bürobereich analysiert. Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich auf die Tätigkeit eines Maschinenbedieners.

Im betrachteten Produktionsbereich kommen automatisierte Drehmaschinen und Bearbeitungszentren zum Einsatz. Die bearbeiteten Teile haben bereits einen Dreh- und einen Härtungsprozess durchlaufen und werden in diesem Bereich durch Hartdrehen weiterbearbeitet. Die Stückzahlen variieren dabei von kleinen Serien bis zur Massenfertigung.

Auf dem Shopfloor sind verschiedene Maschinen zur Herstellung von Präzisionsteilen angeordnet, von denen in der Regel bis zu vier Maschinen gleichzeitig von einer Arbeitsperson im Produktionsbetrieb bedient und überwacht werden.

Bei den hochautomatisierten Maschinen im Betrachtungsbereich umfasst die Maschinenbedienung folgende Teilaufgaben: die Bereitstellung von Vorprodukten, die Bestückung und Entnahme von Werkstücken, die Überwachung der Maschine bei der Bearbeitung, die Qualitätsprüfung (relevante Merkmale, in variierendem Umfang), die Anpassung von Maschinenparametern, um die vorgegebenen Toleranzbereiche der Produkte einzuhalten, sowie die Vorbereitung der gefertigten Teile für den Weitertransport.

Bei der Übernahme eines neuen Auftrags lieferte das alte BDE-System der oder dem Beschäftigten die notwendigen Basisinformationen (z. B. Stückzahl, Materialmengen). Informationen über vorangegangene und nachfolgenden Prozessschritte konnten den Laufkarten entnommen werden. Nach Beendigung des Arbeitsvorgangs mussten die relevanten Fertigungsdaten (z. B. Anzahl Gutteile, Zeitaufwand, Materialverbrauch) vom Produktionsmitarbeitenden über das BDE-Terminal in das System eingegeben werden. Sowohl die Datenausgabe als auch die -eingabe liefen streng sequenziell ab. Bei Eingabefehlern musste der gesamte Prozess wiederholt werden.

Betrachtete Arbeitstätigkeit nach der Veränderung

Wie sich im Verlauf der Arbeitsanalyse schnell herausstellte, betraf das Digitalisierungsvorhaben und die damit verbundene Veränderung lediglich zwei Nebenaufgaben der Maschinenbedienenden, und zwar die Auftragsannahme und die Auftragsdokumentation. Die Bewertung der Ar-

beitstätigkeit hinsichtlich der Humankriterien kann jedoch unabhängig davon genutzt werden, um mögliche Gestaltungsbedarfe zu identifizieren.

Angesichts der technischen Veränderung des BDE-Systems sind insbesondere Aspekte der benutzerfreundlichen Bedienung relevant, die eher der Beurteilungsebene der Beeinträchtigungsfreiheit zuzuordnen sind. Obwohl diese Ebene nicht im Fokus des Projekts lag, wurden entsprechende Kriterien bei der Analyse und Bewertung berücksichtigt.

Durch die erhöhte Anzahl an Computern können die Maschinenbedienerinnen und -bediener häufig in Sichtweite der von ihnen betreuten Maschinen und damit auch während der laufenden Fertigungsprozesse Auftragsdaten abrufen oder eingeben. Weil die Informationen zu einem Auftrag in einer Ansicht dargestellt werden, können sie sich schneller einen Überblick zu verschaffen.

Das neue System bietet größere Freiheitsgrade bei der Bedienung. Beim Abruf oder der Eingabe von Daten sind die Arbeitspersonen nun nicht mehr an eine feste Reihenfolge gebunden und haben bei der Eingabe mehrerer Datensätze die Möglichkeit, Einfluss auf die Reihenfolge zu nehmen. Auf Wunsch einiger Beschäftigter, die schon länger mit dem alten System gearbeitet hatten, wurde allerdings die Funktionalität einer sequenziellen, geführten Eingabe nachträglich als wählbare Option in das neue System implementiert.

Vorgehen und Bewertung

Für die Analyse der Veränderungen wurde auf das „objektive“ Verfahren KOMPASS (leitfadengestütztes Beobachtungsinterview) sowie auf ausgewählte Items aus dem „subjektiven“ WDQ (Fragebogen) zurückgegriffen, die sich hinsichtlich der Einschätzung der ausgewählten Humankriterien ergänzen sollten. Aufgrund der Relevanz der Gebrauchstauglichkeit wurde die System Usability Scale (SUS) eingesetzt. In der Folge musste der WDQ aus befragungsökonomischen Gründen gekürzt werden. Dabei wurde auf für die Tätigkeit irrelevante Items verzichtet. Bei der Vorher- und der Nachher-Analyse wurde die gleiche Verfahrenskombination eingesetzt.

Das Beobachtungsinterview wurde von zwei Mitarbeitern des Instituts für Arbeitswissenschaft jeweils über den Schichtwechsel hinweg durchgeführt und dauerte ca. drei Stunden, wobei sowohl bei der Vorher-Analyse als auch bei der Nachher-Analyse mindestens drei Mitarbeitende pro Schicht zur Verfügung standen, die etwaige Fragen zum Arbeitsablauf beantworten konnten.

Der Fragebogen wurde an Mitarbeitende auf dem Shopfloor verteilt (jeweils n = 12). Angemerkt werden muss, dass sich das Vorgehen an beiden Erhebungszeitpunkten nicht unterschied, die Erhebungen aber zwei Jahre auseinanderlagen, da auch bei dieser Fallstudie die Corona-Pandemie die Erhebung für einen längeren Zeitraum unmöglich machte und die Einführung des neuen BDE-Systems länger dauerte als ursprünglich geplant. Die auf der Grundlage der Beobachtungsinterviews vorgenommene Bewertung kann Tabelle 7 entnommen werden.

Für die vorliegende Fallstudie ließ sich unter Verwendung des KOMPASS-Verfahrens für die ausgewählten Kriterien eine geringe bis maximal mittlere Erfüllung feststellen. Die Rolle der Maschinenbedienung ist gekennzeichnet durch viele Vorgaben in den Teilaufgaben. Die Arbeitsperson kann aber dennoch (innerhalb gewisser Grenzen) entscheiden, in welcher Reihenfolge die Aufgaben erfüllt werden und diese Entscheidungen auch abwägen. Gleichzeitig erfordern Störungen im Produktionsbetrieb ein mittleres Maß an Planung und Lösungsfindung. Auffällig ist, dass kaum mit anderen Mitarbeitenden kommuniziert oder kooperiert wird, höchstens zu einem kurzen Informationsaustausch.

Hervorzuheben ist der häufige Einsatz von vorhandenen Qualifikationen und gleichzeitig die jährlich eröffnete Möglichkeit, die eigenen Kenntnisse und Fähigkeiten zu erweitern. Eine Veränderung der Erfüllung der ausgewählten Kriterien aufgrund des neu eingeführten BDE-Systems konnte mithilfe des KOMPASS-Verfahrens nicht festgestellt werden.

Während der Beobachtungsinterviews wurde deutlich, dass sich Arbeitspersonen, die schon länger im Unternehmen beschäftigt waren, gut mit dem alten System arrangiert und Besonderheiten, wie Wartezeiten bei der Eingabe oder die feste Reihenfolge der im einzeiligen Display angezeigten Informationen, in ihre Arbeitsabläufe eingeplant hatten. Obwohl aus softwareergonomischer Sicht Freiheitsgrade bei der Dateneingabe als benutzerfreundlicher zu bewerten sind, bevorzugten diese Beschäftigten den automatisierten Eingabelauf, der die schrittweise Eingabe aller Daten zu den von einer Arbeitsperson während einer Schicht zu bearbeitenden Aufträgen erforderte.

Tabelle 7: Ausprägung der Humankriterien für die Tätigkeit eines Maschinenbedienenden

Humankriterium	**Vorher-Bewertung**	**Nachher-Bewertung**
Denk- und Planungs-anforderungen	mittel Planung des Vorgehens, Vergegenwärtigung der Teilaufgaben, Prozessregelung	mittel keine Veränderung durch neues BDE-System
hierarchische Vollständigkeit	mittel unterschiedliche, aber kaum kognitiv anspruchsvolle Aufgaben	mittel keine Veränderung durch neues BDE-System
zyklische Vollständigkeit	mittel vorrangig ausführende und kontrollierende Aufgaben	mittel keine Veränderung durch neues BDE-System
Autonomie	gering bis mittel Arbeitsmittel und Teilziele festgelegt, aber Reihenfolge in Grenzen bestimmbar	gering bis mittel mehr Freiheitsgrade bei der Dateneingabe; da Nebenaufgabe kaum Einfluss
Verantwortung	gering bis mittel Verantwortung für Qualität und Prozess, aber nicht für andere Personen o. ä.	gering bis mittel keine Veränderung durch neues BDE-System
Kooperations- und Kommunikations-erfordernisse	gering Nur gelegentlicher Informationsaustausch	gering keine Veränderung durch neues BDE-System
Rückmeldung	mittel Rückmeldung über Prozess durch Maschinensteuerung und Qualitätsprüfung; über BDE-System nur eingeschränkt	mittel zusätzlich ausführlichere Rückmeldung über das neue BDE-System
Anforderungsvielfalt	mittel Vielfalt durch unterschiedliche Aufgaben, Mehrmaschinenbedienung sowie Produktwechsel	mittel Keine Veränderung durch neues BDE-System
Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten	mittel häufiger Einsatz vorhandener Qualifikationen, häufige Erweiterung der Kenntnisse/Fertigkeiten erforderlich	mittel keine Veränderung durch neues BDE-System

Quelle: eigene Darstellung

Arbeitspersonen, die nach der Einführung des neuen BDE-Systems oder recht kurz vor der Einführung eingestellt wurden, attestierten dem neuen

System hingegen eine deutlich bessere Bedienbarkeit und konnten sich nicht vorstellen, mit dem alten System zu arbeiten.

Die Ergebnisse der zusätzlich durchgeführten schriftlichen Befragung weisen im Gegensatz zur objektiven Bewertung auf eine leichte Absenkung einzelner Kriterien nach der Systemeinführung hin. Betroffen sind die Vollständigkeit, die Aufgabenvielfalt, die Autonomie und die Denk- und Planungsanforderungen. Die mit dem KOMPASS-Verfahren nicht erhobene Komplexität hat sich aus Sicht der Beschäftigten hingegen erhöht.

In der Auswertung der Fragen zur Gebrauchstauglichkeit der Systeme spiegelt sich vor allem die Einschätzung der mit dem alten System sehr vertrauten Beschäftigten wider: Das alte System wurde mehrheitlich als gebrauchstauglicher als das neue System eingeschätzt. Der erreichte Gesamtwert lässt sich als „ok“ oder als „grenzwertig akzeptabel“ einschätzen.

Diskussion

Auffällig in dieser Fallstudie ist, dass sich die Einschätzungen in den objektiven und subjektiven Verfahren unterscheiden. Auch wenn die Beobachtungsinterviews keine Hinweise für Unterschiede hinsichtlich der Erfüllung der ausgewählten Kriterien ergaben, deuten die Ergebnisse des Fragebogens auf Unterschiede bzw. auf eine geringere Erfüllung der arbeitswissenschaftlichen Gestaltungsziele hin.

Eine mögliche Begründung dafür könnte im Vorgehen gefunden werden. Die Corona-Pandemie und die besondere Situation führten dazu, dass die Nachher-Bewertung erst zwei Jahre nach der Vorher-Bewertung erfolgte. Während die objektive Vorher- und Nachher-Analyse (das Beobachtungsinterview) durch die gleiche Person erfolgte, konnte nicht sichergestellt werden, dass die subjektive Nachher-Bewertung (der Fragebogen) durch die gleiche Personengruppe beantwortet wurde.

Darüber hinaus könnten sich auch andere betriebliche Interventionen auf die subjektive Wahrnehmung der Arbeitsinhalte und -bedingungen ausgewirkt haben, die mit dem KOMPASS-Verfahren ggf. nicht erfasst worden sind.

Allerdings kann festgehalten werden, dass aufgrund des großen zeitlichen Abstandes zwischen der Systemeinführung und der zweiten Erhebung von einem eingeschwungenen Zustand ausgegangen werden kann.

Während der Nachher-Erhebung wurde deutlich, dass es nach der Einführung des Systems zunächst Probleme mit der Funktionalität und Stabilität des Systems gegeben hat. Wenn diese Ereignisse auch über ihr Auftreten hinaus den Eindruck der Beschäftigten prägen, kann dies ein

möglicher Grund für die Unterschiede in der objektiven und der subjektiven Betrachtung der Veränderung sein.

Ein Einfluss des betrachteten BDE-Systems konnte aus objektiver Sicht nicht festgestellt werden. Dazu ist der zeitliche Anteil der Systemnutzung im Vergleich zu den anderen Arbeitsaufgaben zu gering. Gestaltungsempfehlungen betreffen deshalb vor allem die Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit des Systems.

Darüber hinaus sind tiefergehende Analysen zu empfehlen, die den Ursachen für die schlechteren Ergebnisse des WDQ auf den Grund gehen. Werden weitere Digitalisierungsvorhaben geplant, sollte darauf geachtet werden, dass diese die Tätigkeit tendenziell bereichern, sodass es zu einer höheren Ausprägung der Humankriterien kommt oder zumindest nicht zu einer Absenkung. Vor allem in Bezug auf die Kommunikation und Kooperation gibt es Potenziale, die Arbeit zu bereichern, z. B. durch die Einführung von teambasierten Arbeitsorganisationsformen.

4.4 Intelligente Prozessregelung einer Schmiedeanlage (Fallstudie D)

Das Unternehmen ist in der (Nichteisen-)Metallverarbeitung tätig und hat mehr als 2.500 Beschäftigte. Für nationale und internationale Kunden, insbesondere aus der Luft- und Raumfahrttechnik und der Automobilindustrie, werden Halbzeuge und Endprodukte unter Einsatz verschiedener Warmumformverfahren gefertigt, wie z. B. stranggepresste Halbzeuge oder nahtlos gewalzte Ringe.

Digitalisierungsvorhaben

Arbeitswissenschaftlich begleitet werden sollte ein innovatives, technologiezentriertes Digitalisierungs- und Automatisierungsprojekt, das das Unternehmen bereits gemeinsam mit anderen Forschungspartnern initiiert hatte. Gegenstand war eine Schmiedelinie zur Herstellung von Teilen für die Luftfahrtindustrie. Die Anlage sollte schrittweise weiterentwickelt werden, mit dem langfristigen Ziel, die durchaus anspruchsvolle Regelung der Prozessparameter nicht mehr dem Anlagenbediener zu überlassen, sondern einer KI-Anwendung (siehe Abbildung 4).

Im Untersuchungszeitraum war zunächst geplant, mithilfe eines KI-basierten Assistenzsystems die Produktionsparameter automatisiert zu überwachen, auf dieser Basis die Produktqualität zu prognostizieren (sog.

Predictive Quality) und dem Anlagenbediener Empfehlungen für die Parametereinstellungen zu geben.

Abbildung 4: Intelligente Prozessregelung einer Schmiedeanlage (Fallstudie D)

Quelle: eigene Darstellung

Die Motive für dieses Vorhaben waren vielschichtig. Die hohen Qualitätsanforderungen der Luft- und Raumfahrtindustrie verlangen hochqualifiziertes Personal. In Anbetracht der demografischen Entwicklungen erwartet das Unternehmen zunehmende Schwierigkeiten bei der Rekrutierung und Ausbildung von Fachkräften. Gleichzeitig muss allerdings sichergestellt werden, dass das Prozesswissen des vorhandenen Personals nicht verloren geht.

Im Falle der Schmiedelinie kam erschwerend hinzu, dass nur wenige Mitarbeiter über das für die Regelung notwendige Erfahrungswissen verfügten. Ziele, die mit dem Vorhaben verfolgt wurden, sind die Sicherstellung einer gleichbleibend hohen Qualität, die Vermeidung von Ausschuss, die Erhöhung der Prozessstabilität und -effizienz, die Speicherung von Prozesswissen und die Reduzierung der Abhängigkeit von hochqualifizierten und erfahrenen Fachkräften.

Bei der Umsetzung des Vorhabens traten allerdings diverse technologische Herausforderungen auf, die nicht zufriedenstellend gelöst werden konnten. Da von einem Einsatz im regulären Produktionsbetrieb Abstand genommen werden musste, konnte eine Nachher-Analyse nicht durchgeführt werden. Die im Folgenden dargelegten Ergebnisse der Vorher-Analyse sowie eine Abschätzung der zu erwartenden Auswirkungen auf die

Arbeitstätigkeit liefern dennoch Hinweise für die Arbeitsgestaltung in vergleichbaren Vorhaben.

Betrachtete Arbeitstätigkeit vor der Veränderung

Im betrachteten Arbeitssystem werden in Schmiedeprozessen Serienprodukte hergestellt. Die Herstellung der Produkte erfolgt in Aufträgen mit einer Bearbeitungsdauer von bis zu einer Woche (Losgröße ca. 2.000 Stück). Die Anlage besteht aus einem Ofen zur Vortemperierung der Rohlinge, zwei Schmiedepressen und vier Industrierobotern zur Verkettung der Anlagenelemente. Aufgrund der langen Aufheizzeiten wird die Anlage im Dreischichtbetrieb betrieben. An der Anlage arbeiten pro Schicht ein bis zwei Mitarbeiter (im Produktionsbetrieb i. d. R. ein Mitarbeiter).

In der Fallstudie wurde die Arbeitstätigkeit eines Anlagenbedieners untersucht. Voraussetzung für die Ausführung ist mindestens eine Berufsausbildung in der Metallverarbeitung und ein längerer Anlernprozess, der abhängig von der Vorerfahrung bis zu drei Monate dauern kann.

Aufgaben, die an diesem Arbeitsplatz erfüllt werden müssen, sind das Rüsten der Presse (Vorbereitung und Bereitstellung der Werkzeuge), die Bestellung von Material, die Bereitstellung von Rohlingen für den ersten Roboter, das Einrichten und Einfahren der Anlage, die Überwachung und (Nach-)Regelung des Prozesses, die Qualitätsprüfung sowie die Beseitigung einfacher Störungen. In der Produktionsphase dauert ein Arbeitszyklus ca. 60 Minuten und muss kontinuierlich überwacht werden. Eine parallele Bearbeitung von Arbeitsaufgaben ist nicht vorgesehen.

Der Anlagenbediener muss während des Produktionsbetriebs darauf achten, dass immer genügend Rohlinge bereitstehen. Diese werden von einem der Roboter gegriffen und in den Ofen gelegt. Ein zweiter Roboter entnimmt den Rohling auf der anderen Seite des Ofens und positioniert ihn in der nachgelagerten Presse. Ein weiterer Roboter führt das für den Pressvorgang notwendige Schmiermittel in das Werkzeug ein; die Menge an Schmierstoff wird vom Anlagenbediener eingestellt. Der letzte Roboter nimmt das bearbeitete Werkstück wieder heraus, platziert es für die Feinbearbeitung in der zweiten Presse und legt das Werkstück anschließend auf einem Gestell ab.

Ca. jedes zwanzigste Werkstück wird vom Anlagenbediener hinsichtlich der Qualitätsvorgaben manuell geprüft. Werden die Toleranzmaße überschritten, ist es Aufgabe des Mitarbeiters, die Prozessparameter zu prüfen und erfahrungsbasiert zu optimieren sowie ggf. die Zugabe von Schmiermittel anzupassen. Während die für die Prozessregelung relevanten Parameter (z. B. Druck, Geschwindigkeit) auf einem Steuerungsdis-

play angezeigt werden, kann die Schmierstoffmenge lediglich „nach Gefühl“ über ein Handrad reguliert werden.

Der Anlagenbediener ist darüber hinaus dafür verantwortlich, die Gestelle wieder freizuräumen und die gefertigten Teile für den Weitertransport bereitzustellen. Als Abfallprodukt des Prozesses fallen Grate an, die von der Anlage in einem Schrottbehälter gesammelt werden. Der Anlagenbediener muss den regelmäßigen Abtransport veranlassen.

Treten Störungen der Anlage auf, so sind diese zwar vom Bediener feststellbar, dürfen aber nicht uneingeschränkt selbstständig behoben werden. An der computergestützten Steuerung sind nicht alle Funktionalitäten für den Anlagenbediener freigegeben. Für Anpassungen im Rahmen der Fehlerbehebung oder weitreichendere Anpassungen im Produktionsbetrieb ist daher häufig die Freigabe durch den Meister oder die Unterstützung von Spezialisten notwendig (z. B. für die Programmierung der Roboter).

Betrachtete Arbeitstätigkeit nach der geplanten Veränderung

Das KI-basierte Assistenzsystem wurde zwar pilothaft erprobt, erreichte aber nicht die notwendige technologische Reife, um in den Produktionsbetrieb übernommen werden zu können. Für die Tätigkeit der Anlagenbedienung hätte der Einsatz folgende Änderungen mit sich gebracht: Der Umfang der manuellen Qualitätsprüfung wäre sukzessive reduziert worden. Das System hätte der Arbeitsperson auf der Grundlage der automatisierten Prozessdatenüberwachung und der darauf basierenden Qualitätsprognose Parametereinstellungen für die Prozessregelung empfohlen. Offen ist, inwieweit der Arbeitsperson Freiheitsgrade bezüglich der Annahme dieser Empfehlungen zugestanden worden wären.

Vorgehen und Bewertung

Für die Studie wurden das „objektive“ Verfahren KOMPASS und das „subjektive“ Verfahren WDQ ausgewählt. Im Rahmen von Beobachtungsinterviews, durchgeführt von zwei wissenschaftlichen Beschäftigten des Instituts für Arbeitswissenschaft, wurden Arbeitssystem und -tätigkeit erfasst und anhand der Vorgaben des KOMPASS-Verfahrens analysiert und bewertet. Vier Anlagenbediener wurden über vier Schichten hinweg, aufgeteilt auf zwei Tage, begleitet. Fragen zum Arbeitsablauf oder zu aufgetretenen Situationen konnten aufgrund der Geräuschentwicklung am Ar-

beitsplatz nur im Nachgang gestellt werden. Mithilfe des WDQ wurden ergänzend die subjektiven Einschätzungen und Wahrnehmungen der Anlagenbediener erhoben.

Basierend auf den Ergebnissen des KOMPASS-Verfahrens konnte eine Bewertung der ausgewählten Humankriterien für den Zustand vor der Umsetzung des Digitalisierungsvorhabens vorgenommen werden (siehe Tabelle 8). Die erwartete Veränderung wurde durch die Autorengruppe abgeschätzt.

Tabelle 8: Ausprägung der Humankriterien für die Tätigkeit des Anlagenbedieners (Fallstudie D)

Humankriterium	**Vorher-Bewertung**	**Erwartete Veränderung**
Denk- und Planungs-anforderungen	mittel Vergegenwärtigung festgelegter Arbeits-schritte/-mittel, aber Prozessregelung er-fordert Entscheidungen	abnehmend System gibt notwendige Anpas-sungen der Parameter vor
hierarchische Vollständigkeit	mittel Anforderungen auf verschiedenen kogni-tiven Ebenen, lediglich eine anspruchs-volle Teilaufgabe	abnehmend Kognitiv anspruchsvolle Aufgabe der Prozessregelung entfällt.
zyklische Vollständigkeit	hoch Vorhandensein von vorbereitenden, aus-führenden, kontrollierenden und organi-sierenden Aufgaben	abnehmend bei Wegfall der Qualitätsprüfung (ansonsten gleichbleibend)
Autonomie	gering Mitarbeitende können Arbeitsmittel und Teilziele nicht selbst festlegen.	abnehmend Mit zunehmender Systemreife nehmen Freiheitsgrade ab.
Verantwortung	gering bis mittel Verantwortung für Qualität und Prozess, aber nicht für andere Personen o. ä.	abnehmend Verantwortung für Qualität und Prozess nimmt ab.
Kooperations- und Kommunikations-erfordernisse	gering bis mittel gemeinsame Absprache von Arbeits-schritten, Freigaben einholen	abnehmend Bedarf nach Absprachen nimmt mit zunehmender Systemreife ab.
Rückmeldung	mittel Rückmeldung zum Teil über Display so-wie insbesondere die selbst durchge-führte Qualitätsprüfung	zunehmend System gibt Empfehlungen für die Prozessregelung (bei Wegfall der Qualitätsprüfung eher gleichblei-bend).
Anforderungsvielfalt	mittel Vielfalt durch unterschiedliche Aufgaben, Materialen, Produkte, Abstimmungspro-zesse	abnehmend Wegfallende Aufgaben reduzie-ren die Vielfalt.
Lern- und Entwick-lungsmöglichkeiten	mittel häufiger Einsatz vorhandener Qualifikati-onen, jedoch geringe Erweiterung der Qualifikationen erforderlich	abnehmend Erfahrungswissen für Prozessre-gelung nicht mehr erforderlich

Quelle: eigene Darstellung

Insgesamt liegt die Bewertung für den beobachteten Arbeitsplatz im unveränderten Zustand im mittleren Bereich, es finden sich aber auch eher geringe Ausprägungen. So sind die Arbeitsprozesse fest vorgegeben und lassen dem Anlagenführenden wenig Autonomie bei der Ausführung ihrer Aufgaben. Kommunikationsprozesse entstehen zwar auch bei der Behebung von Störungen, insbesondere aber aufgrund beschnittener Freiheitsgrade (z. B. Freigaben). Positiv hervorzuheben ist die zyklische Vollständigkeit.

Die Ergebnisse des subjektiven WDQ-Verfahrens weisen eine hohe Deckung mit den Ergebnissen aus dem KOMPASS-Verfahren auf. Die befragten Arbeitspersonen schätzen die Autonomie im Durchschnitt gering und die Rückmeldung, Anforderungsvielfalt und (hierarchische) Vollständigkeit der Arbeitsaufgabe als mittel ein. Im Sinne der zyklischen Vollständigkeit betrachten sie ihre Arbeitstätigkeit als geschlossenen Prozess.

Entfallen die Notwendigkeiten zur Qualitätsprüfung und zur eigenständigen Prozessregelung sind – mit Ausnahme einer verbesserten Rückmeldung durch das System – durchweg niedrigere Ausprägungen der Humankriterien zu erwarten. Mit zunehmender Systemreife respektive bei nachgewiesener Prognosegüte der KI-Anwendung muss mit weiter abnehmenden Freiheitsgraden aufseiten der Arbeitsperson gerechnet werden. Ist eine Validierung der Regelungsempfehlungen durch die Arbeitsperson nicht mehr erforderlich, könnten auch weniger erfahrene Mitarbeitende auf diesem Arbeitsplatz eingesetzt werden.

Da das System nicht als lernförderliches Assistenzsystem angelegt war, kann allerdings nicht erwartet werden, dass über die Systemnutzung Prozesswissen an die Mitarbeitenden weitergegeben wird. Weil die Anlagenbedienenden nicht mehr gezwungen sind, einen Zusammenhang zwischen der (selbst geprüften) Qualität und den (eigenständig gewählten) Prozessparametern herzustellen, entfallen Möglichkeiten zum Aufbau von Prozess- und Erfahrungswissen und bei erfahrenen Mitarbeitenden kann es bei längerer Nutzung eines solchen Systems zu Wissensverlust und Dequalifizierung kommen.

Diskussion

Wie bereits ausgeführt, wurde das KI-basierte Assistenzsystem nicht in den Regelbetrieb übernommen. Statt einer Nachher-Erhebung wurden zwei Projektbeteiligte aus dem Unternehmen (ein Betriebsratsmitglied und ein Projektingenieur) zu den Hintergründen und Erfahrungen interviewt.

Neben den technischen Herausforderungen wurde insbesondere als problematisch gesehen, dass die aktuellen Arbeitsprozesse an der Anlage noch nicht danach ausgerichtet sind, die Regelung der Anlage nach dem Prinzip der Predictive Quality von einem Algorithmus übernehmen zu lassen. Aktuell müssen die Werkenden mit ihrer Unterschrift die Qualität der Produkte bestätigen. Das Vertrauen der Beschäftigten, sich bei dieser wichtigen Einschätzung in Zukunft auf den Algorithmus verlassen zu können, war gering, da sie mit ihrer Unterschrift ein Produkt freigeben würden, dessen Qualität sie selbst nicht mehr kontrollieren können.

Die Interviewergebnisse bekräftigen, dass ein rein technologiegetriebenes Vorgehen für die Entwicklung und Einführung von intelligenten Systemen nicht geeignet ist, insbesondere dann nicht, wenn sie den Beschäftigten eine Unterstützung bieten sollen.

Auf den Gestaltungsprozess wird an späterer Stelle noch eingegangen (siehe Kapitel 6.3). Hier sei zunächst lediglich die Empfehlung gegeben, die betroffenen Werkenden frühzeitiger in das geplante Vorhaben einzubeziehen, um konkrete Anforderungen zu berücksichtigen, Sorgen und Unsicherheiten abzubauen und frühzeitig notwendige arbeitsorganisatorische und qualifizierende Maßnahmen zu identifizieren und umzusetzen. (In diesem Unternehmen waren im Übrigen noch weitere Fallstudien geplant. Die zugehörigen Digitalisierungsvorhaben wurden allerdings gestoppt – eines erwies sich als technisch nicht umsetzbar, andere mussten aufgrund der Pandemie zurückgestellt werden.)

Bereits im Vorfeld derartiger Vorhaben gilt es, die strategischen Ziele und Risiken kritisch zu diskutieren. Abzuwägen ist insbesondere, ob und inwieweit eine Reduzierung der Abhängigkeit von hochqualifiziertem Personal zugunsten einer hochgradigen Abhängigkeit von intelligenten Systemen ethisch und wirtschaftlich zu vertreten ist. Sollen Beschäftigte beispielsweise weiterhin in der Lage sein, Vorschläge der KI zu validieren respektive bei Ausfällen den Prozess zu übernehmen, müssen Wissensverlust und Dequalifizierung infolge hoher Automatisierungsgrade vermieden werden.

4.5 Mobiles Auftragsmanagement für Gruppenleitungen in Werkstätten für Menschen mit Behinderung (Fallstudie E)

Bei dem hier betrachteten Unternehmen handelt es sich um eine Werkstatt für Menschen mit Behinderung, die ihren sozialen Auftrag mit einem breiten Spektrum an Dienstleistungen für andere Wirtschaftsunternehmen verbindet. Die Einrichtung beschäftigt ca. 850 Menschen mit einer geisti-

gen und/oder körperlichen Beeinträchtigung sowie ca. 270 sog. hauptamtliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die mit der Betreuung und fachlichen Anleitung betraut sind.

Digitalisierungsvorhaben

Im Rahmen der Fallstudie wurde die Tätigkeit eines Gruppenleiters im Bereich Garten- und Landschaftsbau analysiert und bewertet. Durch die Integration eines branchenspezifischen Softwaresystems für das Auftragsdatenmanagement sowie die Bereitstellung eines mobilen Endgerätes sollte der Gruppenleiter zukünftig auch außerhalb des Unternehmens, z. B. auf den verschiedenen Baustellen, jederzeit Zugriff auf alle relevanten Informationen haben sowie selbst Eingaben tätigen können (siehe Abbildung 5).

Bislang papierbasiert ausgeführte und als zeitaufwendig und ineffektiv wahrgenommene Aufgaben sollten auf diese Weise digitalisiert werden oder ganz entfallen. Vorrangige Ziele bestanden darin, den Gruppenleiter beim Auftragsmanagement zu unterstützen, ihn zu entlasten und ihm insgesamt mehr Zeit für seine Hauptaufgaben zu verschaffen.

Abbildung 5: Mobiles Auftragsmanagement für Gruppenleitungen in Werkstätten für Menschen mit Behinderung (Fallstudie E)

Quelle: eigene Darstellung

Betrachtete Arbeitstätigkeit vor der Veränderung

Betrachtungsgegenstand der Fallstudie ist die Tätigkeit eines Gruppenleiters im Bereich Garten- und Landschaftsbau. Der Gruppenleiter beginnt seinen Arbeitstag stets im Unternehmen. Sein Vorgesetzter informiert ihn über den anstehenden Auftrag und die ihm zugeteilten Beschäftigten. Die Auftragsunterlagen sind papierbasiert und umfassen zum Teil mehrere Aktenordner, die mitgeführt werden müssen. Der Gruppenleiter plant die durchzuführenden Arbeiten und belädt – gemeinsam mit den Beschäftigten – sein Fahrzeug mit den notwendigen Werkzeugen und Materialien. Anschließend fährt er mit seiner Gruppe zur Baustelle, nimmt die konkrete Aufgabenzuordnung vor, leitet an und arbeitet in der Regel aktiv mit.

Während der Auftragserledigung ist er sowohl Ansprechpartner für die Beschäftigten bei fachlichen Problemen als auch Betreuungsperson. In dieser Funktion gehört es zu seinen Aufgaben, die Arbeit für die Beschäftigten entwicklungsförderlich zu gestalten und die individuellen Lern- und Entwicklungsprozesse zu begleiten. Parallel nimmt er koordinierende und organisierende Aufgaben wahr, die den Auftrag oder spezifische Bedarfe der Gruppenmitglieder betreffen.

Seine Aufgaben bringen diverse Rückfragen und Abstimmungsprozesse mit sich – sowohl mit Kunden als auch mit verschiedenen Personen in der Werkstatt, insbesondere der Verwaltung. Beinhaltet der Auftrag den Einsatz komplexer oder gefährlicher Maschinen (Bagger, Kettensäge etc.), werden diese Arbeiten ebenfalls vom Gruppenleiter ausgeführt. Sein Arbeitstag endet mit der ebenfalls papierbasierten Auftragsdokumentation im Unternehmen.

Betrachtete Arbeitstätigkeit nach der geplanten Veränderung

Die Ergebnisse der Vorher-Analyse wurden vom Unternehmen genutzt, um Anforderungen an die zu beschaffende Software und die mobilen Endgeräte zu definieren. Die Wahl fiel auf eine sog. Handwerkersoftware, die die komplette Auftragsabwicklung, inklusive Baustellendokumentation und Projektverwaltung, unterstützt. Darüber hinaus wurde die Einführung von Tablets in Erwägung gezogen.

Bedauerlicherweise wurde das Digitalisierungsvorhaben nicht während der Projektlaufzeit umgesetzt. Zunächst verzögerte sich der Prozess aufgrund von Finanzierungsfragen. Dabei standen weniger die Anschaffungskosten zur Diskussion, sondern vielmehr die Kosten für die Einführung (inklusive Entwicklungskosten für notwendige Anpassungen und

Schnittstellen zu anderen Systemen), die Schulung sowie den längerfristigen Support. Mit Ausbrechen der Pandemie wurde das Vorhaben zurückgestellt, weil andere Themen höhere Priorität erlangten (insbesondere der Gesundheitsschutz der Beschäftigten, aber auch die Aufrechterhaltung des Geschäftsbetriebs).

Die Umsetzung des Digitalisierungsvorhabens wäre für den Gruppenleiter zunächst mit einem erhöhten Aufwand für die Einarbeitung verbunden gewesen. Mittelfristig besaß die geplante Maßnahme allerdings durchaus das Potenzial, zu der gewünschten Entlastung beizutragen.

Durch die Möglichkeit, mobil und strukturiert Auftragsdokumente, Rapporte oder Protokolle abrufen, bearbeiten oder erstellen zu können, lassen sich durchaus unnötige Zeitaufwände für das Suchen von Informationen, für Rückfragen sowie für die Auftragsnachbearbeitung reduzieren. Auch andere operative Nebenaufgaben, wie die Arbeitszeiterfassung, können durch solche Systeme effektiv unterstützt werden. Gleichzeitig sinkt in der Regel auch die Gefahr von Informations- oder Datenverlusten.

Die Ausschöpfung dieser Potenziale setzt allerdings u. a. voraus, dass das System ergonomisch gestaltet ist und die Auftragsdaten bereits bei der Auftragsannahme vollständig und korrekt in das System übernommen wurden.

Vorgehen und Bewertung

Vor dem Hintergrund der mit dem Digitalisierungsvorhaben angestrebten Ziele wurde für die Analyse das RHIA/VERA-Büro-Verfahren ausgewählt. Es wurde ein ca. dreistündiges Beobachtungsinterview mit einem Gruppenleiter durchgeführt. Die daraus abgeleitete Bewertung der Humankriterien sowie die aus Sicht des Autorenteams im Falle der Umsetzung zu erwartenden Veränderungen sind Tabelle 9 zu entnehmen.

Bei der Tätigkeit des Gruppenleiters im Landschafts- und Gartenbau der Werkstatt für Menschen mit Behinderung handelt es sich insgesamt um eine anspruchs- und verantwortungsvolle Tätigkeit mit inhaltlichen Freiheitsgraden. Die Vorgehensweise bei der Auftragsbearbeitung ist nicht vorgegeben, sodass der Gruppenleiter einen Großteil seiner Aufgaben selbst planen kann. Die Autonomie ist vorrangig durch die Kundenanforderungen sowie fehlende zeitliche Freiheitsgrade beschränkt.

Die Denk- und Planungsanforderungen sind als mittel bis hoch zu bewerten, da in mehreren Teilprozessen strategische Entscheidungen getroffen und koordiniert werden müssen. Wenn auch keine Anforderungen auf höchster kognitiver Ebene gestellt werden, so sind die Aufgaben insgesamt sehr abwechslungsreich und vielfältig. Die Gesamttätigkeit um-

fasst sowohl planende, organisierende, vorbereitende, ausführende und kontrollierende Aufgaben.

Der Gruppenleiter trägt nicht nur die Verantwortung für die fachlich korrekte und termingerechte Auftragsausführung, sondern ist darüber hinaus für die individuelle Betreuung, die Anleitung und Entwicklung sowie die Sicherheit der ihm anvertrauten Menschen verantwortlich.

Mithilfe des RHIA-Verfahrens wurden auch Regulationshindernisse identifiziert, die immer zumindest anteilig mit der Ressource Information (Informationsbeschaffung oder Informationsweiterleitung) zusammenhängen. So kommt es während der Arbeit häufig zu Unterbrechungen durch andere Personen (Beschäftigte, Vorgesetzte oder Kolleginnen und Kollegen) oder zu Rückfragen aufgrund fehlender oder unklarer Informationen. Die identifizierten Regulationshindernisse führen meist zu Zusatzaufwand und Zeitdruck und können in seltenen Fällen zu riskantem Handeln führen. Monotone Arbeitsbedingungen konnten nicht festgestellt werden. Auffällige Regulationsüberforderungen lagen ebenfalls nicht vor.

Durch die Einführung eines mobilen Auftragsmanagements sind – zumindest unter den oben bereits genannten Voraussetzungen – keine negativen Auswirkungen auf die Humankriterien zu erwarten. Erwartet werden kann vielmehr eine höhere Zeitelastizität bezüglich der Hauptaufgaben des Gruppenleiters, indem Zeitanteile für Nebenaufgaben reduziert bzw. Regulationshindernisse abgebaut werden. Auch die Verlagerung von synchroner und personalintensiver Kommunikation (Anruf am Unternehmenssitz, Nachschauen und mündliches Weitergeben der Information) hin zu asynchroner Kommunikation kann hierzu einen Beitrag leisten.

Tabelle 9: Ausprägung der Humankriterien für die Tätigkeit des Gruppenleiters in einer Werkstatt für Menschen mit Behinderung (Fallstudie E)

Humankriterium	Vorher-Bewertung	Erwartete Veränderung
Denk- und Planungs-anforderungen	mittel bis hoch Strategieentscheidungen in mehreren Teilprozessen treffen und koordinieren	gleichbleibend
hierarchische Vollständigkeit*	mittel Anforderungen auf verschiedenen kognitiven Ebenen, aber kaum anspruchsvolle Teilaufgaben	gleichbleibend
zyklische Vollständigkeit	hoch Planung, Organisation, Durchführung und Prüfung von Aufträgen	gleichbleibend
Autonomie	mittel selbstbestimmte Aufgabenbearbeitung, freie Wahl von Hilfsmitteln und Reihenfolge der Arbeitsschritte, geringe Zeitautonomie	gleichbleibend gesteigerte Zeitautonomie durch Wegfall von Nebenaufgaben und vermehrte asynchrone Kommunikation
Verantwortung	hoch Aufgabe als Teamleiter und gleichzeitig Betreuungsperson und handwerkliche Fachkraft	gleichbleibend
Kooperations- und Kommunikations-erfordernisse	hoch Austausch mit Bereichsleitung, Informationsbeschaffung für Auftragsbearbeitung und Gruppe	abnehmend geringere (ungewünschte) Kommunikationserfordernisse zur Informationsbeschaffung, weniger Telefonzeit
Rückmeldung	hoch direkter Kontakt mit Kunden und Beschäftigten	gleichbleibend zusätzliche Rückmeldung über das System
Anforderungsvielfalt	hoch Verschiedene Aufgabenbereiche, abwechslungsreiche Aufgaben	zunehmend Neue Anforderungen durch Systemnutzung (bei hoher Gebrauchstauglichkeit gleichbleibend)
Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten	mittel Einsatz vorhandener Qualifikation, begrenzte Erweiterung von Kenntnissen und Fähigkeiten	gleichbleibend bis zunehmend Aufbau digitaler Kompetenzen, Erweiterung von Kenntnissen im Auftragsmanagement (einmalig)

Quelle: eigene Darstellung

Diskussion

Aufgrund der ausgebliebenen Umsetzung konnten die tatsächlichen Auswirkungen nicht erfasst und diesbezüglich keine weiteren Gestaltungsempfehlungen abgeleitet werden. In Bezug auf den Ist-Zustand kann aber zumindest festgehalten werden, dass den identifizierten Regulationshindernissen auf jeden Fall durch geeignete Maßnahmen begegnet werden sollte. Hier kommen neben einer ergonomisch gestalteten, mobilen Softwareunterstützung auch organisatorische Maßnahmen in Betracht, die zu einer Verbesserung des Wissens- und Auftragsmanagements sowie der Kooperations- und Kommunikationskultur beitragen.

Zuvor sollte durch weitere Analysen insbesondere der Frage nachgegangen werden, welche Ursachen den zahlreichen Unterbrechungen und Rückfragen zugrunde liegen. Denn auch hier ist davon auszugehen, dass die Einführung eines digitalen Unterstützungssystems allein nicht ausreicht, um die vorhandenen Probleme zu lösen und die Arbeitsbedingungen nachhaltig zu verbessern.

4.6 Mobile Störungsidentifikation im Presswerk (Fallstudie F)

Die Fallstudie fand im Rahmen eines Digitalisierungsvorhabens im Presswerk eines Herstellers weißer Ware statt. Das Unternehmen hat weltweit mehr als 20.000 Mitarbeitende. Im Presswerk produzieren ca. 2.000 Beschäftigte verschiedene Bauteile von Haushaltsgeräten. Die eingesetzten Produktionsanlagen werden nach ihrer Kernkomponente als Pressen bezeichnet, obwohl es sich mehrheitlich um verkettete Anlagen handelt, die einen oder mehrere trennende oder umformende Fertigungsschritte mit Handhabungs- und Prüfvorgängen kombinieren.

Digitalisierungsvorhaben

Für die Planung, Steuerung und Überwachung des Produktionsbetriebs sind Führungskräfte auf verschiedenen Hierarchieebenen verantwortlich, wie Meisterinnen und Meister, Schichtleitungen und Teamleitungen. Eine wesentliche Aufgabe ist das Störungsmanagement. Um die damit verbundene Teilaufgabe der Störungsidentifikation zu unterstützen, sollte im Rahmen eines Digitalisierungsprojekts zusammen mit einem anderen Forschungs- und Entwicklungspartner eine digitale Assistenz via Tablet entwickelt und implementiert werden.

Das Assistenzsystem sollte Führungskräften auf dem Shopfloor – mobil und intelligent gebündelt – die notwendigen Informationen bereitstellen, um Störungen an Anlagen oder Werkzeugen sowie Qualitätsprobleme schnellstmöglich identifizieren und anschließend geeignete Maßnahmen zu ihrer Behebung einleiten zu können (siehe Abbildung 6). Durch die Unterstützung sollten die Reaktionszeiten verkürzt und die Störzeiten insgesamt reduziert werden.

Abbildung 6: Mobile Störungsidentifikation im Presswerk (Fallstudie F)

Quelle: eigene Darstellung

Betrachtete Arbeitstätigkeit vor der Veränderung

Analysiert wurde nicht die gesamte Arbeitstätigkeit einer Führungskraft im Presswerk, sondern vorrangig die Aufgaben, die im Zusammenhang mit dem Störungsmanagement anfallen. Bei dem betrachteten Arbeitsplatz handelt es sich um einen Büroarbeitsplatz, der insbesondere von Schichtleiterinnen und Schichtleitern genutzt wird. Der Arbeitsplatz befindet sich auf dem Shopfloor und ist nur teilweise räumlich davon abgegrenzt.

Die Führungskraft ist für die Sicherung des Ablaufs und die termingerechte Fertigstellung der Produkte verantwortlich. Sie beaufsichtigt ca. ein Dutzend Anlagen, prüft die Auftragszustände im BDE-System und ist erste Ansprechperson bei auftretenden Störungen. Abhängig von der Art und der Komplexität einer Störung werden Störungsmeldungen entweder telefonisch besprochen oder an der Anlage vor Ort. Die Führungskraft muss entscheiden, ob das Problem eigenständig gelöst werden kann oder ob andere Personen informiert und für die Instandsetzung hinzugezogen werden müssen.

Aufgrund ihrer Überwachungsfunktion ist die Führungskraft häufig gezwungen, Aufgaben parallel zu bearbeiten. Als Arbeitsmittel stehen ihr dafür der Computer am Büroarbeitsplatz zur Verfügung. Von dort aus hat sie Zugriff auf das BDE-System sowie andere betrieblich genutzte Softwaresysteme. Außerdem hängen in der Produktion an mehreren Stellen Bildschirme, denen man aktuelle Informationen zu den Aufträgen entnehmen kann. An den einzelnen Pressen gibt es zudem Terminals, an denen Informationen zum Produktionsstand und zur Störungshistorie eingesehen werden können.

Insbesondere bei komplexeren Störungen muss die Führungskraft die für das Störungsmanagement relevanten Informationen, Daten und Kennzahlen aus verschiedenen Systemen (z. B. QM- oder BDE-Systemen) und Berichten entnehmen und mit Störungsdaten/-meldungen an der betroffenen Anlage zusammenführen.

Betrachtete Arbeitstätigkeit nach der geplanten Veränderung

Wie eingangs skizziert, sollten mithilfe der Tablet-Assistenz insbesondere die Aufwände von Führungskräften für die Recherche, Analyse und Zusammenführung von störungsrelevanten Daten reduziert werden. Die Einführung des Assistenzsystems wurde vom Innovationsmanagement des Unternehmens und dem beteiligten Forschungspartner primär mit einer Führungskraft als Test- und Ansprechperson geplant.

Tatsächlich wurde die Tablet-Assistenz einschließlich erster programmierter Assistenzfunktionen angeschafft und testweise von der Führungskraft genutzt. Bedauerlicherweise fiel die Führungskraft überraschend und auf Dauer aus und konnte nicht mehr befragt werden. Unternehmensseitig wurde das Vorhaben anschließend zugunsten anderer, höher priorisierter Digitalisierungsprojekte zurückgestellt, sodass es zu keiner weiteren Erprobung des Assistenzsystems durch andere Führungskräfte kam.

Vorgehen und Bewertung

Für die Analyse der Arbeitstätigkeit und der mit der Einführung der Tablet-Assistenz verbundenen Veränderungen wurde die Durchführung von Online-Interviews mit Führungskräften geplant, da die Fallstudie während der Corona-Pandemie startete und die strengen betrieblichen Sicherheits-

vorschriften eine Erhebung vor Ort nicht zuließen. Aufgrund der oben geschilderten Bedingungen konnte lediglich ein Interview geführt werden.

Der Interviewleitfaden wurde in Anlehnung an das KOMPASS-Verfahren erstellt. Tabelle 10 gibt einen Überblick über die auf der Grundlage der Interviewergebnisse vorgenommene Bewertung der ausgewählten Humankriterien und die aus Sicht des Autorenteams zu erwartenden Veränderungen für den Fall einer Einführung des Systems.

Tabelle 10: Ausprägung der Humankriterien für die Aufgabe des Störungsmanagements einer Führungskraft im Presswerk

Humankriterium	Beschreibung	Erwartete Veränderung
Denk- und Planungs-anforderungen	hoch Es müssen Entscheidungen getroffen werden und mehrere Teilprozesse koordiniert werden.	gleichbleibend (sofern keine Erweiterung um eine KI vorgesehen ist, die Empfehlungen gibt)
hierarchische Vollständigkeit	hoch wechselnde Anforderungen auf unterschiedlichen kognitiven Ebenen; einfache bis sehr komplexe Störungen	gleichbleibend (dito)
zyklische Vollständigkeit	mittel bis hoch Planung, Organisation, Kontrolle; Ausführung meist durch Dritte	gleichbleibend
Autonomie	mittel Selbstbestimmte Planung und Überwachung, aber unmittelbare Reaktion, wenn Störung auftritt	gleichbleibend gesteigerte Zeitautonomie durch Wegfall von Aufwänden für Datensuche und -analyse
Verantwortung*	hoch verantwortlich dafür, Störzeiten im Presswerk zu vermeiden oder auf Minimum zu reduzieren	gleichbleibend
Kooperations- und Kommunikations-erfordernisse	hoch Kommunikation und Kooperation mit mehreren Bereichen zur Koordination der Störungsbehebung	gleichbleibend
Rückmeldung	mittel Arbeitsaufgabe nie abgeschlossen, Kennzahlenabruf gibt Rückmeldung über Erfolg	gleichbleibend leicht verbesserte Rückmeldung durch Informationsbündelung und -aufbereitung
Anforderungsvielfalt	hoch komplexe Störungssituationen unter Einbezug verschiedener Techniken, Materialien, Maschinen, Produkte; Kommunikation; Datenanalyse	gleichbleibend kurzfristige Erhöhung durch Einarbeitung in das System
Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten	hoch häufiger Einsatz vorhandener Qualifikationen; häufig Erweiterung der Kenntnisse/Fertigkeiten	gleichbleibend kurzfristige Erhöhung durch Einarbeitung in das System

Quelle: eigene Darstellung

Wie die weitgehend hohe Ausprägung der Humankriterien verdeutlicht, handelt es sich beim Störungsmanagement um eine anspruchsvolle Aufgabe, die hohe Anforderungen an das Denk- und Planungsvermögen der Arbeitsperson stellt. Im Interview wurde deutlich, dass sich die zu behe-

benden Störungen hinsichtlich ihrer Art und Komplexität stark unterscheiden.

Bei der Störungsidentifikation respektive der Problemanalyse und der Lösungsfindung müssen zahlreiche Faktoren betrachtet und beachtet werden, wie die Maschinen- und Werkzeugarten, die unterschiedlichen Hersteller, die zu fertigenden Produkte, die verwendeten Materialien sowie weitere Informationen und Daten aus verschiedenen Systemen. Je nach Art der Störung sind Abstimmungen mit Kolleginnen und Kollegen aus anderen Bereichen erforderlich und es müssen Dritte hinzugezogen werden.

Die Führungsaufgabe insgesamt beinhaltet durchaus große inhaltliche und zeitliche Freiheitsgrade (Autonomie); kommt es jedoch zu einer Störung, muss sofort reagiert, die ggf. begonnene Aufgabe unterbrochen und – durchaus unter einem gewissen Zeitdruck – eine effektive Lösung gefunden werden. Die Findung des Lösungswegs erfolgt dagegen überwiegend autonom. Die Rückmeldung ist darauf beschränkt, dass eine Störung behoben ist. Ob der beste Lösungsweg gefunden oder tatsächlich alle Anomalien beseitigt wurden, ergibt sich für die Führungskraft nicht.

Aufgrund der Vielfalt und der Komplexität der Aufgabe ergibt sich ein ständiger Einsatz der erworbenen Qualifikationen sowie eine häufige Erweiterung von Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten.

Durch den Einsatz des geplanten Assistenzsystems sind in Bezug auf die ausgewählten Humankriterien keine Veränderungen zu erwarten. Sollte das Assistenzsystem um eine KI-Anwendung erweitert werden, die beispielsweise Störungen prognostiziert und Empfehlungen für die Störungsbehebung liefert, ist hingegen durchaus von einer Absenkung einzelner Kriterienausprägungen auszugehen (siehe hierzu Fallstudie D).

Diskussion

Da die Nachher-Analyse nicht stattfinden konnte, allerdings auch keine maßgeblichen Auswirkungen auf die Vollständigkeit der Tätigkeit etc. zu erwarten sind, erübrigt sich an dieser Stelle die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen, die den konkreten Systemeinsatz betreffen.

Die Analyse des Ausgangszustands macht allerdings deutlich, dass gerade im Bereich der Rückmeldung Potenziale für eine Verbesserung der Arbeitssituation bestehen. Denn selbstverständlich muss es Ziel sein, Störungen zu vermeiden. Nur eine umfassende Rückmeldung über die Ursachen und die nachhaltige Qualität der gefundenen Lösung eröffnet den Führungskräften die Möglichkeit, das eigene Handeln zu reflektieren

und ggf. alternative Strategien zur Behebung bzw. zur Vermeidung von Störungen zu entwickeln.

Des Weiteren ist durchaus zu vermuten, dass sich mithilfe des geplanten Assistenzsystems Belastungen reduzieren lassen. Um festzustellen, ob und inwieweit die nötigen Recherchen und Analysen tatsächlich eine Regulationsbehinderung bedeuten, sollten mit einer größeren Stichprobe Beobachtungsinterviews, z. B. unter Anwendung des RHIA-VERA-Verfahrens, durchgeführt werden.

5. Webbasiertes Demonstrationstool „PartPro“

Parallel zu den Fallstudien wurde im Rahmen des Projektes das webbasierte Tool „PartPro“ (partprotool.eu, Abruf am 26.6.2023) entwickelt und prototypisch von einem Entwicklungsdienstleister als Demonstrator implementiert. Im Folgenden werden das Tool und seine Entwicklung kurz vorgestellt.

5.1 Anwendungsbereich, Ziele und Zielgruppe

Das Tool soll im Rahmen von betrieblichen Digitalisierungsvorhaben eine partizipative und prospektive Gestaltung von Produktionstätigkeiten und -aufgaben unterstützen. Mit „PartPro“ können Auswirkungen von Digitalisierungsmaßnahmen in Bezug auf die bereits dargelegten Humankriterien bereits in der Planungsphase abgeschätzt werden.

Verantwortliche Projektteams können unter Einbezug von Beschäftigten und ihren Interessenvertretungen vorhandene und zukünftige Tätigkeiten und Aufgaben modellieren und anhand der größtenteils automatisiert ermittelten Kennwerte in Bezug auf Denk- und Planungsanforderungen, Vollständigkeit, Autonomie, Rückmeldung, Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten etc. vergleichen.

Durch diese Bewertung wird den Anwendenden frühzeitig ermöglicht, Gestaltungsbedarfe und -optionen zu erkennen, Anpassungen und Verbesserungen im Gestaltungsprozess vorzunehmen sowie frühzeitig Qualifikationserfordernisse in der Personalplanung zu berücksichtigen.

Das Tool kann sowohl von Projektteams als auch von Einzelpersonen genutzt werden, die beratend oder ausübend in der Gestaltung von Arbeitsplätzen und Tätigkeiten mitwirken. Da es sich um eine Webapplikation handelt, können Personen von verschiedenen Standorten aus an der Gestaltung mitwirken, wodurch die partizipative Vorgehensweise auch über räumliche Distanzen hinweg unterstützt wird.

Mit der Toolentwicklung wurden auch übergeordnete Ziele angestrebt: Durch die Anwendung des Tools soll die Arbeitsgestaltungskompetenz in Unternehmen gefördert werden. Gerade in frühen Planungsphasen bestehen Entscheidungs- und Gestaltungsspielräume, die es im Sinne einer menschengerechten Arbeitsgestaltung zu nutzen gilt. Das für die Anwendung von klassischen Arbeitsanalyseverfahren notwendige arbeitswis-

senschaftliche Know-how steht allerdings in diesen Phasen selten zur Verfügung.

Darüber hinaus hat sich im Zuge der Anforderungsanalyse gezeigt, dass die klassischen Verfahren nur bedingt für den Einsatz in prospektiv und partizipativ angelegten Gestaltungsprozessen geeignet sind, nicht zuletzt, weil sie den Entwurf und vorausschauenden Vergleich von Tätigkeiten unzureichend unterstützen (siehe ausführlicher in Mütze-Niewöhner/Mayer/Willemsen 2022, S. 11 f.).

5.2 Entwicklung und Implementierung

Die Entwicklung und Implementierung des Tools erfolgte in enger Kooperation mit einem Entwicklungsdienstleister. Vor der Vergabe des Auftrags wurden zunächst verschiedene User Stories erstellt sowie Anforderungen definiert. Die User Stories dienten zur Klärung und Verdeutlichung der Zielgruppe und der jeweiligen Nutzungsanforderungen und -intentionen. Betrachtet wurden folgende Nutzergruppen: Betriebsratsmitglieder, Projektingenieur*innen, Führungskräfte, Geschäftsführung sowie beratende Anwender*innen (die einen partizipativen Gestaltungsprozess moderieren).

Der erstellte Anforderungskatalog umfasst insgesamt 45 Anforderungen, die sich vier Anforderungsfeldern zuordnen lassen:

- Gestaltungsgegenstand
- Gestaltungsprozess
- Humankriterien
- informationstechnische Realisierung

(Mütze-Niewöhner/Mayer/Willemsen 2022, S. 7 ff.)

Bei der Toolentwicklung wurden Vorarbeiten aus dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten SFB 361 „Modelle und Methoden zur integrierten Produkt- und Prozessgestaltung“ aufgegriffen und weiterentwickelt. Dabei handelt es sich konkret um das System Space+ (System zur prospektiven Arbeitsgestaltung nach den Kriterien der „Persönlichkeitsentfaltung und -entwicklung“ im Rahmen von Concurrent Engineering), das für einen anderen Anwendungsfall konzipiert worden ist und deshalb nur einige der hier geltenden Anforderungen erfüllt (siehe Mütze-Niewöhner 2004; Mütze-Niewöhner/Mayer/Willemsen 2022, S. 13).

Auf die Operationalisierung zentraler Kriterien (z. B. Anforderungsvielfalt, hierarchische und zyklische Vollständigkeit, Autonomie) und die Bewertungsmodelle konnte im Vorhaben zurückgegriffen werden. Entsprechend wurden Deskriptoren (Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten),

Arbeitseinheiten (vordefinierte Aufgaben mitsamt Deskriptoren) und Bewertungsmodelle (zur automatischen Berechnung der Ausprägungen) für die verschiedenen Kriterien menschengerechter Arbeitsgestaltung aus Space+ übernommen. Kontinuierlich wurden weitere Funktionen im Tool ergänzt, die die Verwendung des Tools vereinfachen sollen.

Die virtuelle Abschlusskonferenz des Forschungsverbunds Digitalisierung, Mitbestimmung, gute Arbeit am 19. und 20. Januar 2021 bot den Rahmen für einen Evaluationsworkshop mit Wissenschaftler*innen aus der arbeitsbezogenen Forschung sowie Gewerkschaftsvertreter*innen und damit auch potenziellen Anwender*innen. Die Ergebnisse wurden zur Weiterentwicklung genutzt, wenn auch nicht alle Verbesserungsvorschläge in Richtung einer besseren Benutzerfreundlichkeit umgesetzt werden konnten.

Wie bei der prototypischen Entwicklung von Demonstratoren üblich, galt es innerhalb des Projektes, die geforderten Systemfunktionalitäten umzusetzen. Höhere Anforderungen an die Benutzerfreundlichkeit werden typischerweise erst nach einer ausreichenden Validierung in Angriff genommen.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Aufwand für die Toolentwicklung und die Komplexität der zu überführenden Vorarbeiten bei der Projektplanung deutlich unterschätzt worden waren. Zum Abschluss des Projektes kann aber immerhin auf eine erste Version des Demonstrationstools „PartPro“ (in Anlehnung an Partizipation und Prospektivität) zugegriffen werden. Eine Weiterentwicklung wäre aus Sicht der Autorengruppe wünschenswert. Der Funktionsumfang von PartPro wird im Folgenden beschrieben.

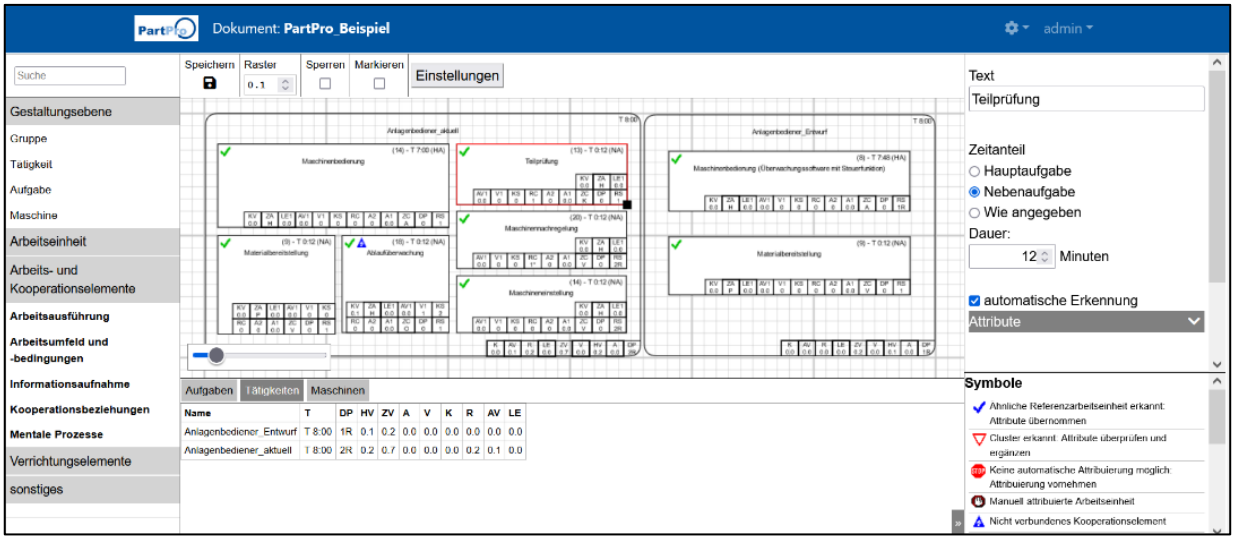
5.3 Funktionsumfang

Mithilfe des Tools PartPro wird die Modellierung von produktionstypischen Arbeitstätigkeiten in einer Webanwendung ermöglicht. Nach kurzer Anmeldung kann auf die Anwendung zugegriffen und mit der Gestaltung begonnen werden. Im Modellierungsbereich der Benutzungsoberfläche können Tätigkeiten (im Sinne von Gesamttätigkeit/Rolle), Aufgaben und Teilaufgaben modelliert werden (siehe Abbildung 7). Mehrere Tätigkeiten können außerdem einer (Arbeits-)Gruppe zugewiesen werden. Darüber hinaus wurde eine Rolle „Maschine“ ergänzt, um auch die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine abbilden zu können.

Die Modellierung funktioniert per Drag-and-Drop-Menü und die einzelnen Elemente werden als Kästchen mit abgerundeten oder scharfen Ecken dargestellt. (Erläuterungen zur Notation finden sich in Mütze-Nie-

wöhner 2004 sowie Stahl 1998) Die Elemente können im Modellierungsbereich bei Bedarf z. B. verschoben, kopiert, eingeklappt, ausgeklappt oder dupliziert werden.

Abbildung 7: Benutzungsoberfläche der Webanwendung „PartPro“



Quelle: eigene Darstellung

Die unterste Ebene der hierarchisch aufgebauten Notation bilden sogenannte Deskriptoren, mit deren Hilfe Aufgaben und Tätigkeiten beschrieben werden können. Die Deskriptoren sind mit spezifischen Qualifikationserfordernissen hinterlegt und umfassen Verrichtungselemente (z. B. das Lesen und Anwenden von Prüfplänen), sowie Arbeits- und Kooperationselemente (z. B. das Bedienen von Betriebsschaltern im Rahmen der Arbeitsausführung oder der Austausch von Informationen als Kooperationsvorgang).

Für die prospektive Gestaltung und Bewertung (im Sinne eines groben Screenings) stellt PartPro eine Bibliothek aus Arbeitseinheiten bereit (z. B. Maschinenbedienung, Materialbereitstellung, Teilprüfung), die bereits mit Deskriptoren beschrieben und in Bezug auf bestimmte Kriterien vorattribuiert sind.

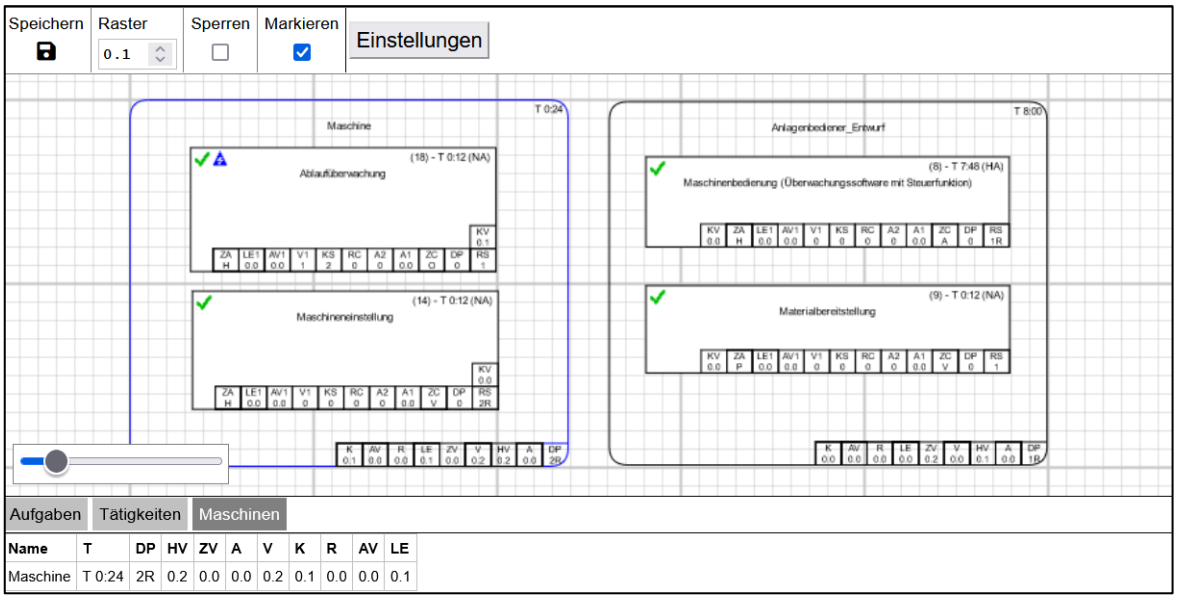
Für alle Tätigkeiten, Aufgaben und Teilaufgaben können Zeitanteile angegeben werden. Zur Vereinfachung kann eine Aufgabe oder Teilaufgabe als Haupt- oder Nebenaufgabe klassifiziert werden und erhält dann einen voreingestellten (aber adaptierbaren) Zeitanteil zugewiesen.

Mithilfe der implementierten Bewertungsalgorithmen werden in Echtzeit Tätigkeits- und Aufgabenkennwerte für die ausgewählten Humankriterien (siehe Kapitel 2.3) berechnet, sodass Auswirkungen von Veränderungen, wie z. B. Verlagerungen einer Aufgabe in eine Maschinenrolle, sofort erkennbar werden (siehe vereinfachtes Modellierungsbeispiel in Abbildung 8).

Die Kennwerte werden innerhalb der einzelnen Aufgaben und Rollen am rechten unteren Rand angezeigt sowie zur besseren Übersichtlichkeit auch unter der Modellierungsfläche dargestellt. Die Bewertung ergibt sich aus den in der Aufgabe bzw. Tätigkeit vorhandenen Deskriptoren oder aus bestimmten Attributen (z. B. die Regulationsstufe in Anlehnung an das Stufenmodell von Oesterreich 1999, S. 544 f., oder der Zykluscharakter, d. h. vorbereitend, organisierend, ausführend oder kontrollierend). Die Attribute müssen ggf. von den Anwendenden selbst bestimmt werden. Werden die vordefinierten Arbeitseinheiten unverändert genutzt oder nur geringfügig modifiziert, ist eine Attribuierung nicht erforderlich.

Anwendende werden durch geeignete Symbole auf die Notwendigkeit von Eingaben o. ä. hingewiesen. Erklärungen zu den verschiedenen Symbolen und vor allem zu den abgebildeten Kriterien können direkt im Tool gefunden werden. Dadurch können die Anwendenden ein Verständnis dafür gewinnen, welche Kennwerte an welcher Stelle bewertet werden.

Abbildung 8: Modellierungsbeispiel zur Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine



Quelle: eigene Darstellung

Der ursprüngliche Arbeitseinheitenkatalog von Space+ wurde auf der Grundlage der Fallstudien und anderer Praxisbeispiele um Arbeitseinheiten ergänzt, die im Kontext von Digitalisierungsvorhaben Relevanz erlangen können, wie z. B.

- Maschineneinstellung mit Überwachungssoftware mit Steuerfunktion (alternativ: mit Überwachungssoftware ohne Steuerfunktion, mit Planungssoftware),
- Maschineneinsetzbarkeit mit Überwachungssoftware ohne Steuerfunktion (alternativ: mit Überwachungssoftware mit Steuerfunktion),
- Arbeitsvorgangsfolgeplanung mit Arbeitsvorbereitungssoftware,
- verschiedene Aufgaben mit Informationsabruf per Tablet/Handheld (Störungsbeseitigung, vorbeugende Instandhaltung, Fehlerursachenanalyse, Personaleinsatzplanung, Terminplanung).

Obwohl das Tool noch Verbesserungspotenziale aufweist, kann es in der jetzigen Version durchaus eine Hilfestellung im Rahmen von Digitalisierungsvorhaben bieten. Im Sinne eines Screenings ermöglicht es eine frühzeitige Abschätzung von Chancen und Risiken, die verschiedene Gestaltungsalternativen in Bezug auf wichtige Humankriterien, wie z. B. die Vollständigkeit, die Autonomie, die Anforderungsvielfalt oder die Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten mit sich bringen. Es unterstützt damit betriebliche Akteurinnen und Akteure, die auch in einer zunehmend digitalisierten Arbeitswelt an einer prospektiven und partizipativen Gestaltung von motivierenden, lernförderlichen Arbeitstätigkeiten interessiert sind.

Das Autorenteam selbst ist hochgradig motiviert, das Tool in zukünftigen Projekten mit Industrieunternehmen umfassend zu erproben, zu evaluieren und weiterzuentwickeln. Abgesehen von der Verbesserung der Benutzungsfreundlichkeit respektive Gebrauchstauglichkeit sollten sich zukünftige Entwicklungsarbeiten insbesondere auch auf die Ergänzung und Beschreibung weiterer Arbeitseinheiten, die Integration von Kriterien zur Bewertung der Mensch-Maschine-Funktionsteilung (siehe hierzu Mütze-Niewöhner/Mayer/Willemsen 2022, S. 10 ff.) sowie die Bereitstellung von Gestaltungsempfehlungen konzentrieren.

6. Lessons learned und Empfehlungen für die Arbeitsgestaltung

Die Unterschiedlichkeit der innerhalb der Fallstudien betrachteten Tätigkeiten und Technologien sowie die kleinen Stichprobenumfänge lassen generalisierende Aussagen bezüglich der festgestellten oder zu erwartenden Veränderungen nicht zu. Es wird hier auf die jeweils spezifische Diskussion am Ende der jeweiligen Abschnitte verwiesen.

Festgehalten werden kann, dass sowohl weitreichendere (Fallstudien B und D) als auch marginale Auswirkungen auf die Humankriterien festgestellt werden konnten (Fallstudien C, E und F). Stärkere Auswirkungen schlugen sich in mehrheitlich höheren (Fallstudie B) oder niedrigeren Ausprägungen der Kriterien nieder (Fallstudie D). Zum Teil ergaben sich Unterschiede zwischen den Beurteilungen der Beobachter*innen und den Einschätzungen der Beschäftigten (Fallstudien A und C). Die Fallstudie zur Arbeitsvorbereitung (Fallstudie B) stützt Prognosen, die eine Verlagerung von Aufgaben und Anforderungen von der ausführenden Ebene hin zu vorgeschalteten Planungsinstanzen vorhersagen.

Insgesamt weisen die Analysen auf Gestaltungsbedarfe im Hinblick auf eine motivations-, lern- und gesundheitsförderliche Gestaltung hin. Diese betreffen sowohl den jeweiligen Ausgangszustand als auch die veränderten Arbeitstätigkeiten.

Im Folgenden werden die im Projektverlauf gesammelten Erfahrungen und Erkenntnisse in Bezug auf die Projektdurchführung, die eingesetzten Arbeitsanalyseverfahren sowie den Prozess der Arbeitsgestaltung im Rahmen von Digitalisierungsvorhaben in komprimierter Form dargestellt.

6.1 Erfahrungen aus der Partnerakquisition und der Projektdurchführung

Während in der Antragsphase zwei Unternehmen großes Interesse an einer arbeitswissenschaftlichen Begleitung in insgesamt vier Digitalisierungsvorhaben bekundet hatten, erwies es sich nach Projektstart als äußerst schwierig, die geplanten Fallstudien vollständig umzusetzen sowie insbesondere weitere Partner zu gewinnen.

Im hier beschriebenen Projekt erwies sich die hereinbrechende Covid19-Pandemie in zweierlei Hinsicht als Hindernis: Zum einen verlangten die vorgesehenen Beobachtungsinterviews die Anwesenheit der Wissen-

schaftlerinnen und Wissenschaftler vor Ort, was allerdings die Sicherheitsbestimmungen der Betriebe sowie der RWTH Aachen nicht zuließen. Zum anderen sahen sich die Unternehmen mit größeren Herausforderungen konfrontiert (bis hin zu drohender Insolvenz), sodass innovative Digitalisierungsvorhaben zurückgestellt werden mussten, insbesondere, wenn sie wie im vorliegenden Fall, nicht mit einer finanziellen Förderung und entsprechenden Pflichten verbunden waren.

Schwierigkeiten bei der Partnerakquisition ergaben sich allerdings auch schon vor der Pandemie. Die nachfolgend aufgezählten Gründe für eine Nicht-Beteiligung, die zum Teil explizit genannt, zum Teil eher implizit vermittelt wurden, sind für die Planung und Durchführung von arbeitswissenschaftlichen Analysen im Rahmen von Digitalisierungsvorhaben durchaus von Interesse:

- zu viele laufende Projekte im Unternehmen oder laufende größere Umstrukturierungen
- kein Betriebsrat vorhanden (eine Einbindung war hier gefordert)
- bestehende Konflikte zwischen Betriebsrat und Unternehmensführung
- allgemeine Ressourcenknappheit
- bereits gescheiterte Digitalisierungsvorhaben,
- Unsicherheiten bezüglich der Projektplanung (Unternehmen konnten nicht abschätzen, wann ihre Digitalisierungsvorhaben tatsächlich abgeschlossen sein würden)
- fehlende Digitalisierungsstrategie bzw. keine Digitalisierungsprojekte geplant
- Angst vor negativen Analyseergebnissen, die die Umsetzung verhindern könnten
- starkes Interesse an technologischer Unterstützung, aber verhaltenes Interesse an arbeitswissenschaftlicher Begleitung unter Einbeziehung von Beschäftigten und Interessenvertretungen

Im Projektverlauf kam es darüber hinaus zu Abbrüchen von Digitalisierungsvorhaben, die nicht auf die Pandemie, sondern auf unüberwindbare technologische Hürden zurückzuführen waren.

Wenn es sich auch nur um Erfahrungswerte aus einer nicht repräsentativen Stichprobe handelt, so unterstreichen sie dennoch den Ansatz, der mit der Bereitstellung des Unterstützungstools PartPro (siehe Kapitel 5) verfolgt wird.

6.2 Erfahrungen aus dem Einsatz von Arbeitsanalyseverfahren

Ein Ziel des Projektes bestand darin, klassische Arbeitsanalyseverfahren einzusetzen und ggf. Anpassungsbedarfe zu identifizieren. Im Zuge der Fallstudienbeschreibungen ist bereits deutlich geworden, dass sich die oben geschilderten Bedingungen auch auf die Auswahl der Verfahren sowie Inhalt und Umfang der Beobachtungen und Befragungen ausgewirkt haben. Häufig konnten die Verfahren nur in adaptierter Form und an kleinen Stichproben erprobt werden. Gerade bei abgebrochenen Digitalisierungsvorhaben entfielen die Nachher-Erhebungen, sodass in diesen Fällen keine Erkenntnisse bezüglich der Eignung zur Feststellung von Veränderungen gewonnen werden konnten.

Trotz dieser Randbedingungen kann zunächst festgehalten werden, dass mithilfe der eingesetzten bedingungsbezogenen (objektiven) Verfahren[4] die untersuchten Arbeitstätigkeiten und Ausführungsbedingungen sehr systematisch und detailliert erfasst und in Bezug auf wichtige Kriterien menschengerechter Arbeit bewertet werden konnten (siehe auch Rothmeier-Kubinecz et al. 2018, die die Praktikabilität der Langversion des TBS-GA im Zusammenhang mit der Einführung eines Hochregallagers in einem metallverarbeitenden Betrieb überprüften).

Im praktischen Einsatz zeigten sich allerdings auch einige Schwierigkeiten, die die generelle Eignung der Verfahren für die Arbeitsanalyse und -bewertung zwar nicht infrage stellen, aber zumindest Hinweise auf Anpassungsbedarfe liefern oder Anlass zur kritischen Reflektion bieten:

- Die in den älteren (analogen) Verfahren berücksichtigten Arbeits- und Betriebsmittel entsprechen größtenteils nicht mehr dem Stand der Technik und müssten ersetzt bzw. ergänzt werden (z. B. um kognitive, sensorische und physische Assistenzsysteme, KI-Anwendungen). Bei der Erfassung der Tätigkeitsmerkmale gilt es außerdem zu berücksichtigen, dass auch an klassischen Produktionsarbeitsplätzen ein breiteres Spektrum an Arbeitsformen vorzufinden ist und der Anteil informatorischer Arbeit tendenziell zunimmt. Aus entsprechenden Überarbeitungen können sich weitere Anpassungsbedarfe ergeben, die die Auswertungsroutinen betreffen.[5]

---

4 Es sei hier daran erinnert, dass ausschließlich analoge Versionen der bedingungsbezogenen Verfahren Kompass, RHIA/VERA und TBS (GA) eingesetzt worden sind. Zur Erhebung der subjektiv wahrgenommenen Tätigkeitsmerkmale wurde der WDQ genutzt (siehe Kapitel 2.2 und 2.3).

5 Parallel zu diesem Projekt wurde ein Verfahren entwickelt, das hier Abhilfe verspricht. Beim Verfahren zur Tätigkeitsanalyse und -gestaltung bei mentalen Arbeitsanforderungen (TAG-MA) von Rau et al. (2021) handelt es sich um eine grundlegende Überarbeitung und Neufassung des TBS.

- In Bezug auf geschlechterdiskriminierende Aspekte ist zu vermerken, dass die hier eingesetzten klassischen Verfahren (Erhebungsinstrumente und/oder Manuals) eine gendergerechte Sprache vermissen lassen. Bei Neuauflagen der Verfahren sollte darauf verstärkt geachtet werden.
- Alle im Vorhaben eingesetzten Verfahren setzen fundierte arbeitswissenschaftliche, insbesondere arbeitspsychologische Kenntnisse voraus, die im erforderlichen Umfang vor allem in kleinen und mittleren Unternehmen in der Regel nicht zur Verfügung stehen.
- Selbst nach einer intensiven Auseinandersetzung mit den zur Verfügung stehenden Dokumentationen erwies sich die Anwendung jedoch auch für entsprechend vorgebildetes Personal als zeitaufwendig und anspruchsvoll. Dies gilt insbesondere für das umfassende, sehr detaillierte, dadurch leider auch unübersichtliche und schwer zu beherrschende KOMPASS-Verfahren, welches aus inhaltlicher Sicht hingegen die beste Eignung für den vorliegenden Einsatzkontext aufwies (vor allem in Bezug auf Anwendungsbereich, berücksichtigte Merkmale und Kriterien).[6]
- Die Durchführung der in den „objektiven“ Verfahren vorgesehenen Beobachtungsinterviews brachte weitere Herausforderungen mit sich. So ließen die arbeitsplatzspezifischen Bedingungen teilweise keine oder nur sporadische Fragen zu (z. B. aufgrund der Lautstärke oder weil der Arbeitsprozess nicht unterbrochen werden durfte). Die Beobachtenden empfanden es stellenweise als schwierig, gleichzeitig zu beobachten, zu interviewen und zu dokumentieren.
- Eine fundierte Anwendung der Arbeitsanalyseverfahren bindet auch innerhalb der Betriebe Personalkapazitäten in nicht unerheblichem Maße (z. B. für die innerbetriebliche Organisation und Information, für die Bereitstellung von Daten und Dokumenten sowie für die Erhebungen selbst). Die Möglichkeiten und Bereitschaften, diese bereitzustellen, sind begrenzt.
- Im Vergleich zu den „objektiven“ Verfahren erwies sich der WDQ als wesentlich einfacher in der Handhabung. Es können mit dem WDQ allerdings weder Tätigkeitsstrukturen noch verschiedene technische Systeme differenziert erfasst werden. In den Unternehmen wurde außerdem die Länge des Fragebogens bemängelt. Im Vorhaben lieferte er im kombinierten Einsatz mit anderen Verfahren sehr wohl aufschlussreiche Ergebnisse, die besonders interessant waren, wenn sie von den auf der Grundlage der Beobachtungsinterviews vorgenommenen Bewertungen abwichen (siehe Fallstudie A und C).

6 Eine Diskussion der Verfahren in Bezug auf die im Vorhaben definierten Anforderungen findet sich in Mütze-Niewöhner, Mayer und Willemsen (2022).

Wie in Kapitel 5.2 ausgeführt, wurden für die Entwicklung des Gestaltungstools PartPro zu Beginn des Projekts Anforderungen an ein Unterstützungssystem für die partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung definiert. Die eingesetzten Arbeitsanalyseverfahren wurden in Bezug auf diese Anforderungen analysiert.

Festgehalten sei hier, dass die Verfahren zwar die ausgewählten Humankriterien in weiten Teilen abdecken (vor allem KOMPASS und TBS), allerdings in Bezug auf die Anforderungen, die den Gestaltungsgegenstand und den Gestaltungsprozess betreffen, Defizite aufweisen. Nicht zuletzt erschwert die fehlende Modellierungsmöglichkeit den Einsatz für den vorausschauenden Entwurf von Tätigkeiten. Eine ausführlichere Darstellung findet sich in Mütze-Niewöhner, Mayer und Willemsen (2022, S. 11 ff.).

6.3 Empfehlungen für die partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung

Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht ist der Einsatz von Arbeitsanalyseverfahren, deren wissenschaftliche Güte bereits nachgewiesen wurde, nach wie vor zu empfehlen. Im Hinblick auf die Vorgaben des Arbeitsschutzgesetzes bieten sich insbesondere arbeitspsychologische Verfahren an, die auch für die Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen eingesetzt werden können (wie z. B. das TAG-MA von Rau et al. 2021).

Sobald im Rahmen eines Digitalisierungsvorhabens neue Maschinen oder Geräte eingesetzt oder Arbeitsabläufe verändert werden, ist nach heutiger Gesetzeslage der Prozess der Gefährdungsbeurteilung erneut zu durchlaufen. Dies schließt auch die Beurteilung der Gefährdung durch psychische Belastungen mit ein. Hat also ein Unternehmen erst einmal die Kompetenzen für die Anwendung arbeitspsychologischer Analyseverfahren aufgebaut, lösen sich einige der oben geschilderten Schwierigkeiten und Hemmnisse in Luft auf. Gerade in innovativen und besonders agilen Unternehmen, die häufiger neue Technologien und Arbeitsmittel einführen, würde sich dieser Kompetenzaufbau sicher lohnen.

Gewisse Umstände lassen allerdings Zweifel daran aufkommen, dass es in der Mehrzahl deutscher Unternehmen kurzfristig dazu kommen wird. Zum einen werden psychische Gefährdungsbeurteilungen in vielen Unternehmen anscheinend noch gar nicht durchgeführt (Dekra 2021, S. 18); zum anderen schreibt der Gesetzgeber keine Verfahren vor, sodass auch weniger anspruchsvolle, aber auch weniger fundierte Methoden zur Anwendung kommen können (wie z. B. Analyseworkshops, siehe hierzu Beck et al. 2022).

Ein weiterer Aspekt, der im Projekt intensiv diskutiert wurde, betrifft die Frage des richtigen Zeitpunkts. Wann sollten denn die im Projektfokus stehenden Kriterien der motivations- und lernförderlichen Arbeitsgestaltung, also einer Arbeitsgestaltung, die auf die Zufriedenheit und die persönliche Entwicklung und -entfaltung der Beschäftigten abzielt, tatsächlich berücksichtigt werden? Müssen diese Kriterien nicht gerade in frühen Phasen der Planung beachtet werden, um eine prospektive, vorausschauende Gestaltung überhaupt zu ermöglichen bzw. negative Auswirkungen von Digitalisierungsmaßnahmen zu vermeiden?

Im Einklang mit Parker und Grote (2020/2022) ist diese Frage aus Sicht des Autorenteams eindeutig zu bejahen. Ist die Investitionsentscheidung für die eine oder andere Technologie bereits gefallen, können die Auswirkungen auf die Arbeit und die damit verbundenen Potenziale und Gefährdungen lediglich im Nachgang erfasst und meist nur in abgesteckten Grenzen korrigiert oder kompensiert werden. Erschwerend kommt hinzu, dass sich negative Effekte auf die intrinsische Motivation, die Arbeitszufriedenheit sowie insbesondere den Erhalt und die Entwicklung von Qualifikationen in der Regel erst mit zeitlichem Versatz zur eigentlichen Intervention feststellen lassen.

Strategische Entscheidungen über angestrebte Automatisierungs- und Digitalisierungsgrade sowie Entscheidungen bezüglich der Entwicklung, Auswahl, Beschaffung oder Einführung von Assistenzsystemen und anderen Digitalisierungstechnologien sind Entscheidungen, die die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik, die Arbeitsinhalte und -bedingungen der Beschäftigten mindestens beeinflussen, unter Umständen aber sogar maßgeblich determinieren.

Interne und externe Akteur*innen in Digitalisierungsvorhaben, insbesondere die betrieblichen (Mit-)Entscheider*innen – die Interessensvertreter*innen der Beschäftigten eingeschlossen – müssen sich also ihrer Rolle und Verantwortung als Arbeitsgestalter*innen bewusst werden. Die Wahrnehmung dieser Verantwortung setzt grundlegendes arbeitswissenschaftliches, einschließlich arbeitspsychologisches Gestaltungswissen voraus.[7] Es bietet sich an, das notwendige Wissen über digitale Gestaltungstools bereitzustellen. Ein Demonstrator, der den vorausschauenden Entwurf von Tätigkeiten und die Bewertung alternativer Gestaltungslösungen – auf dem Niveau eines Screenings – unterstützt, wurde im Projekt entwickelt und in der Publikation vorgestellt.

Das Webtool wurde bewusst so entworfen, dass eine kooperative Arbeitsgestaltung – bei Bedarf sogar über räumliche und zeitliche Grenzen

7 Zur Notwendigkeit des Aufbaus von Gestaltungskompetenz im Management und bei Beschäftigten siehe auch Janneck und Hoppe (2018); Gerlmaier (2019); Mütze-Niewöhner, Mayer und Willemsen (2021).

hinweg – möglich wird. Mithilfe der implementierten Bewertungsalgorithmen lassen sich potenzielle Auswirkungen von digitalisierungsbedingten Veränderungen auf die Arbeitstätigkeiten im Vorfeld abschätzen. Die Bewertungsergebnisse können in betrieblichen Aushandlungsprozessen als Entscheidungsgrundlage genutzt werden.

In der Forschung zur Digitalisierung von Arbeit besteht mittlerweile breiter Konsens, dass die Partizipation von Beschäftigten aus verschiedenen Gründen sinnvoll und notwendig ist. Zu den besonders häufig genannten Zielen gehören die Erreichung von Akzeptanz, die Sicherung von Gebrauchstauglichkeit und die Einbringung von Prozesswissen. Auch die im Projekt durchgeführten Studien stützen die Forderung nach Partizipation, lassen allerdings keine konkreten Schlüsse auf die zu wählenden Formate, also Zeitpunkte, Art und Umfang der Beteiligung zu.

Erfolgreiche Partizipation setzt nicht nur aufseiten der Beschäftigten Mitwirkungsfähigkeit und -bereitschaft voraus, die ggf. erst durch vorbereitende Maßnahmen aufgebaut bzw. motiviert werden muss. Sie verlangt auch aufseiten derjenigen, die die Beteiligung einfordern oder anbieten, die Bereitschaft, von den Beschäftigten vorgebrachte Anforderungen, Einwände oder Gestaltungsvorschläge zu respektieren, zu akzeptieren und zu berücksichtigen.

Das Autorenteam regt deshalb erneut an, die Ausgestaltung von Partizipation zum festen Planungsgegenstand in Digitalisierungsvorhaben zu erheben (Duisberg et al. 2021, S. 6). Es gilt gemeinsam mit den Interessensvertretungen Beteiligungsformate zu entwickeln, die den betrieblichen Gegebenheiten und den individuellen Voraussetzungen der Beteiligten bestmöglich gerecht werden.

Getroffene Vereinbarungen sind klar und transparent zu kommunizieren und die durch die Beteiligung entstehenden Aufwände in der Ressourcen- und Kapazitätsplanung zu berücksichtigen. Gleiches gilt auch für den weiteren Entwicklungs- und Einführungsprozess: So wurde von den interviewten betrieblichen Akteur*innen ein strukturiertes, gut kommuniziertes Vorgehen explizit gewünscht.

Sind die vorgenannten Bedingungen erfüllt, bieten technologische Veränderungen im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0 nicht nur Potenziale, sondern sogar eine günstige Gelegenheit für eine partizipative und prospektive Gestaltung menschengerechter Arbeit. Gerade Unternehmen, die sich mehr Agilität und Innovationsfähigkeit von ihren Beschäftigten wünschen, sollten die Chance wahrnehmen, ihre Arbeitsgestaltung im Zuge von Digitalisierungsvorhaben kritisch zu reflektieren.

Die Bewältigung von immer neuen Herausforderungen gelingt nur mit qualifizierten Beschäftigten, die ihre Arbeit als sinnstiftend und motivierend erleben. Dazu muss Arbeit u. a. zeitliche und inhaltliche Freiheits-

grade vorhalten, vielseitige Anforderungen auf unterschiedlichem Niveau stellen, Feedback ermöglichen und Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten bieten. Entsprechend gestaltete Arbeit verspricht geringere Abwesenheiten, weniger Fluktuation, höhere Produktivität und Qualität. Attraktivere Arbeitsbedingungen sind nicht zuletzt auch für die Personalrekrutierung von Bedeutung, denn gerade Nachwuchskräfte stellen ihrerseits hohe Anforderungen an die Arbeitsgestaltung in Unternehmen.

Selbstverständlich sind im Zuge der Planung von Digitalisierungsvorhaben nicht nur die Tätigkeitsmerkmale und Kriterien zu betrachten, die in diesem Projekt im Fokus standen. Es sei hier auf das Schalenmodell von Mütze-Niewöhner und Nitsch (2020, S. 1198) hingewiesen, in dem die wichtigsten Einflussgrößen und Dimensionen zusammengefasst sind, die bei der menschzentrierten Digitalisierung berücksichtigt werden sollten. Dazu zählen auch arbeitsorganisatorische Gestaltungsdimensionen sowie externe Einflüsse (z. B. Regularien, Umweltanforderungen, Arbeitsmarktbedingungen; siehe hierzu auch Hirsch-Kreinsen / ten Hompel / Kretschmer 2019 sowie Falkenberg et al. 2020).

Im Hinblick auf andere Beurteilungsebenen, wie z. B. die Schädigungslosigkeit, wird auf die arbeitswissenschaftliche Literatur verwiesen. Da die unterschiedlichen Technologien und Systeme häufig mit spezifischen Chancen und Risiken verbunden sind, deren Untersuchung zum jetzigen Zeitpunkt aufgrund des Neuheitsgrades unter Umständen noch andauert, kann auf eine Recherche aktueller arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse im Rahmen der Planung von Digitalisierungsvorhaben nicht verzichtet werden.

Und um Missverständnissen vorzubeugen: Auch eine vorausschauende Arbeitsgestaltung entbindet nicht von der Pflicht, die tatsächlichen Gefährdungen nach der Implementierung unter den gegebenen betrieblichen Bedingungen zu analysieren und ggf. zu korrigierend einzugreifen.

Literaturverzeichnis

Bauer, W. / Mütze-Niewöhner, S. / Stowasser, S. / Zanker, C. / Müller, N. (Hrsg.) (2021): Arbeit in der digitalisierten Welt. Praxisbeispiele und Gestaltungslösungen aus dem BMBF-Förderschwerpunkt. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg. DOI: 10.1007/978-3-662-62215-5 (Abruf am 25.5.2023).

Beck, D. / Taskan, E. / Elskamp, E. / Gold, M. / Gregersen, S. / Klamroth, H. / Mields, J. / Sandrock, S. / Schuller, K. / Thorein, A. / Tiedermann, M.-B. / Willingstorfer, B. / Wittmann, S. (2022): Arbeitsschutz in der Praxis – Berücksichtigung psychischer Belastung in der Gefährdungsbeurteilung: Empfehlungen zur Umsetzung in der betrieblichen Praxis. 4., vollständig überarbeitete Auflage. GDA-Arbeitsprogramm Psyche. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.

Botthof, A. / Hartmann, E. A. (2015): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. – Neue Perspektiven und offene Fragen. In: Botthof, A / Hartmann, E. A. (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, S. 161–163.

Breque, M. / de Nul, L. / Petridis, A. (2021): Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. European Commission Research and Innovation (R&I) Series Policy Brief. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/468a892a-5097-11eb-b59f-01aa75ed71a1/ (Abruf am 26.6.2023).

Brooke, J. (1996): SUS: A quick and dirty usability scale. In: Jordan, P. W. / Thomas, B. / LcClelland, I. L. / Weerdmeester, B. (Hrsg.): Usability Evaluation in Industry. London: Taylor & Francis, S. 189–194). www.researchgate.net/publication/319394819_SUS_--_a_quick_and_dirty_usability_scale (Abruf am 25.5.2023).

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017) (Hrsg.): Weißbuch Arbeiten 4.0. www.denkfabrik-bmas.de/fileadmin/Downloads/Publikationen/weissbuch_barrierefrei.pdf (Abruf am 25.5.2023).

Dekra (2021): Arbeitssicherheitsreport 2021: Belastung – Gesundheit – Digitalisierung. Eine Dekra/forsa Befragung in mittelständischen Unternehmen. www.dekra.de/media/dekra-arbeitssicherheitsreport-2021.pdf (Abruf am 25.5.2023).

Dengler, K. / Matthes, B. (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB-Forschungsbericht 11/2015. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB).

Dengler, K. / Matthes, B. (2018): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. IAB-Kurzbericht 4/2018. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB).

Dengler, K. / Matthes, B. (2021): Auch komplexere Tätigkeiten könnten zunehmend automatisiert werden. IAB-Kurzbericht 13/2021. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB).

Dispan, J. / Schwarz-Kocher, M. (2018): Digitalisierung im Maschinenbau. Entwicklungstrends, Herausforderungen, Beschäftigungswirkungen, Gestaltungsfelder im Maschinen- und Anlagenbau. Working Paper Forschungsförderung Nr. 94. Hans-Böckler-Stiftung. https://www.boeckler.de/fpdf/HBS-006981/p_fofoe_WP_094_2018.pdf (Abruf am 26.6.2023).

Duell, W. (1983): Partizipative Arbeitsgestaltung: Bedingungen erfolgreicher Interventionen. In: Psychosozial, 6(20), S. 71–90.

Duisberg, M. / Mayer, C. / Langhanki, J. / Mütze-Niewöhner, S. (2021): Digitalisierung mit partizipativem Planungsvorgehen: Potentiale ausschöpfen und Risiken vermeiden. In: Dokumentation des 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongresses vom 3.–5. März 2021. Dortmund: GfA-Press.

Dunckel, H. (1999): Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren (Mensch – Technik – Organisation). Band 14. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich.

Falkenberg, J. / Haipeter, T. / Krzywdzinski, M. / Kuhlmann, M. / Schietinger, M. / Virgillito, A. (2020): Digitalisierung in Industriebetrieben: Auswirkungen auf Arbeit und Handlungsansätze für Betriebsräte. Forschungsförderung Report Nr. 6. Hans-Böckler-Stiftung. https://www.boeckler.de/pdf/p_fofoe_report_006_2020.pdf (Abruf am 26.6.2023).

Frenz, M. / Heinen, S. / Schlick, C. M. (2015): Industrie 4.0: Anforderungen an Fachkräfte in der Produktionstechnik. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP), 44(6), S. 12–16.

Gerlmaier, A. (2019): Wer gestaltet die Arbeit im Zeitalter der Digitalisierung? In: Gerlmaier, A. / Latniak, E. (Hrsg.): Handbuch psycho-soziale Gestaltung digitaler Produktionsarbeit. Gesundheitsressourcen stärken durch organisationale Gestaltungskompetenz. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 57–78.

Greif, S. / Hamborg, K. (2018): Methoden der Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie. Enzyklopädie der Psychologie. Band 3. Göttingen: Hogrefe.

Grote, G. / Wäfler, T. / Ryser, C. / Weik, S. / Zölch, M. / Windischer, A. (1999): Wie sich Mensch und Technik sinnvoll ergänzen: Die Analyse automatisierter Produktionssysteme mit Kompass. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Hacker, W. (1986): Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Band 41. Bern: Hans Huber.

Hacker, W. (2005): Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit. 2., vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage. Band 58. Bern: Hans Huber.

Hacker, W. / Fritsche, B. / Richter, P. / Iwanowa, A. (1995): Das Tätigkeitsbewertungssystem TBS-L. Zürich: Verlag der Fachbuchvereine.

Hacker, W. / Sachse, P. (2014): Allgemeine Arbeitspsychologie. 3., vollständig überarbeitete Auflage. Göttingen: Hogrefe.

Hackman, J. R. / Oldham, G. R. (1975): Development of the Job Diagnostic Survey. In: Journal of Applied Psychology, 60(2), S. 159–170. https://motamem.org/wp-content/uploads/2019/02/Hackman-Oldham-1975-Development-of-the-JDS.pdf (Abruf am 25.5.2023).

Hackman, J. R. / Oldham, G. R. (1976): Motivation through the Design of Work: Test of a Theory. In: Organizational Behavior and Human Performance, 16(2), S. 250–279. https://web.mit.edu/curhan/www/docs/Articles/15341_Readings/Group_Performance/Hackman_et_al_1976_Motivation_thru_the_design_of_work.pdf (Abruf am 25.5.2023).

Hart, S. G. (2006): Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 years later. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 50(9), S. 904–908. www.researchgate.net/publication/235705634_Nasa-task_load_index_Nasa-TLX_20_years_later (Abruf am 25.5.2023).

Hirsch-Kreinsen, H. (2015): Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In: Botthof, A. / Hartmann, E. A. (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, S. 89–98.

Hirsch-Kreinsen, H. / ten Hompel, M. / Kretschmer, V. (2019): Digitalisierung industrieller Arbeit. In: ten Hompel, M. / Vogel-Heuser, B. / Bauernhansl, T. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg. DOI: 10.1007/978-3-662-45537-1_21-2 (Abruf am 25.5.2023).

Holler, M. (2017): Verbreitung, Folgen und Gestaltungsaspekte der Digitalisierung in der Arbeitswelt: Auswertungsbericht auf Basis des DGB-Index Gute Arbeit 2016. Berlin: Institut DGB-Index Gute Arbeit.

Hülsheger, U. R. / Specht, E. / Spinath, F. M. (2006): Validität des BIP und des NEO-PI-R. In: Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O, 50(3), S. 135–147. www.researchgate.net/publication/230745129_Validitaet_des_BIP_und_des_NEO-PI-R (Abruf am 25.5.2023).

Janneck, M. / Hoppe, A. (Hrsg.) (2018): Gestaltungskompetenzen für gesundes Arbeiten; Arbeitsgestaltung im Zeitalter der Digitalisierung. Berlin/Heidelberg: Springer.

Jeske, T. / Würfels, M. / Lennings, F. (2020): Auswirkungen von Digitalisierung und Produktivitätsmanagement auf die Arbeit. In: Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16.–18. März 2020. Dortmund: GfA-Press.

Kleinbeck, U. (1997): Motivation. In: Luczak, H. / Volpert, W. (Hrsg.): Handbuch Arbeitswissenschaft. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 261–266.

Kleineberg, T. / Hinrichsen, S. / Niggemann, O. (2017): Auswirkungen von Assistenzsystemen auf die Arbeit in der manuellen Montage. In: Bericht zum 63. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 15.–17. Februar 2017. Dortmund: GfA-Press.

Leitner, K. / Volpert, W. / Greiner, B. / Weber, W. G. / Hennes, K. (1987): Analyse psychischer Belastung in der Arbeit: das RHIA-Verfahren. Köln: TÜV Rheinland.

Luczak, H. / Volpert, W. / Raeithel, A. / Schwier, H. (1987): Arbeitswissenschaft. Kerndefinition – Gegenstandskatalog – Forschungsgebiete. Eschborn: RKW.

Mayring, P. (2015): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. 12., überarbeitete Auflage. Weinheim: Beltz.

Mlekus, L. / Ötting, S. K. / Maier, G. W. (2017): Psychologische Arbeitsgestaltung digitaler Arbeitswelten. In: Maier, G. W. / Engels, G. / Steffen, E. (Hrsg.): Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten. Band 22. Berlin/Heidelberg: Springer, S. 1–25.

Morgeson, F. P. / Humphrey, S. E. (2006): The Work Design Questionnaire (WDQ): Developing and validating a comprehensive measure for assessing job design and the nature of work. In: Journal of Applied Psychology, 91(6), S. 1321–1339. https://de.scribd.com/document/292373510/The-Work-Design-Questionnaire-WDQ-Morgeson-and-Humphrey-2006 (Abruf am 25.5.2023).

Mühge, G. (2019): Digitale Transformation gestalten: Beispiele guter Praxis und Steckbriefe ausgewählter betrieblicher Umsetzungsprojekte (im beigefügten Zusatzheft). Frankfurt am Main: IG Metall Vorstand.

Mütze-Niewöhner, S. (2004): System zur prospektiven Arbeitsgestaltung nach den Kriterien „Persönlichkeitsentfaltung und -entwicklung“ im Rahmen von Concurrent Engineering. Dissertation RWTH Aachen. Düren: Shaker.

Mütze-Niewöhner, S. / Latniak, E. / Hardwig, T. / Nicklich, M. / Hacker, W. / Harlacher, M. / Pietrzyk, U. / Kauffeld, S. (2021): Projekt- und Teamarbeit in der digitalisierten Arbeitswelt. In: Mütze-Niewöhner, S. / Hacker, W. / Hardwig, T. / Kauffeld, S. / Latniak, E. / Nicklich, M. / Pietrzyk, U. (Hrsg.): Projekt- und Teamarbeit in der digitalisierten Arbeitswelt. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, S. 1–30. DOI: 10.1007/978-3-662-62231-5_1 (Abruf am 25.5.2023).

Mütze-Niewöhner, S. / Mayer, C. / Willemsen, F. (2022): Partizipative und prospektive Arbeitsgestaltung im Rahmen von Digitalisierungsprojekten in der Produktion: Anforderungen an ein Unterstützungssystem. DOI: 10.18154/RWTH-2022-11416 (Abruf am 25.5.2023).

Mütze-Niewöhner, S. / Nitsch, V. (2020): Arbeitswelt 4.0. In: Frenz, W. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft. Berlin / Heidelberg: Springer, S. 1187–1217.

Nerdinger, F. W. / Blickle, G. / Schaper, N. / Solga, M. (2019): Arbeits- und Organisationspsychologie. Springer-Lehrbuch. Berlin/Heidelberg: Springer.

Nitsch, V. / Brandl, C. / Häußling, R. / Lemm, J. / Gries, T. / Schmenk, B. (Hrsg.) (2022): Digitalisierung der Arbeitswelt im Mittelstand 1. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg. DOI: 10.1007/978-3-662-64803-2 (Abruf am 25.5.2023).

Oesterreich, R. (1981): Handlungsregulation und Kontrolle. München/Wien/Baltimore: Urban und Schwarzenberg.

Oesterreich, R. (1999): VERA: Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen. In: Dunckel, H. (Hrsg.): Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren (Mensch – Technik – Organisation). Band 14. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich.

Oesterreich, R. / Leitner, K. / Resch, M. (2000): Analyse psychischer Anforderungen und Belastungen in der Produktionsarbeit: das Verfahren RHIA/VERA-Produktion. Manual und Antwortblätter. Göttingen: Hogrefe.

Oesterreich, R. / Volpert, W. (1987): Handlungstheoretisch orientierte Arbeitsanalyse. In: Kleinbeck, U. / Rutenfranz, J. (Hrsg.): Arbeitspsychologie. Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich D, Serie III, Band 1. Göttingen: Hogrefe, S. 43–73.

Parker, S. K. / Grote, G. (2020): Automation, algorithms, and beyond: Why work design matters more than ever in a digital world. In: Applied Psychology, 71(4), S. 1171–1204. DOI: 10.1111/apps.12241 (Abruf am 25.5.2023).

Parker, S. K. / Grote, G. (2022): More than „more than ever“: Revisiting a work design and sociotechnical perspective on digital technologies. In: Applied Psychology, 71(4), S. 1215–1223. DOI: 10.1111/apps.12425 (Abruf am 25.5.2023).

Parker, S. K. / Morgeson, F. P. / Johns, G. (2017): One hundred years of work design research: Looking back and looking forward. In: Journal of Applied Psychology, 102(3), S. 403–420. DOI: 10.1037/apl0000106 (Abruf am 25.5.2023).

Rau, R. / Schweden, F. / Hoppe, J. / Hacker, W. (2021): Verfahren zur Tätigkeitsanalyse und -gestaltung bei mentalen Arbeitsanforderungen (TAG-MA). Kröning: Asanger.

Rauer, M. (2011): Quantitative Usability-Analysen mit der System Usability Scale (SUS). Seibert/Media Weblog. https://blog.seibert-media.net/blog/2011/04/11/ (Abruf am 25.5.2023).

Richter, G. / Hacker, W. (2003): Tätigkeitsbewertungssystem – Geistige Arbeit: für Arbeitsplatzinhaber (Mensch – Technik – Organisation). Band 35. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich.

Richter, G. (2010): Toolbox Version 1.2. Instrumente zur Erfassung psychischer Belastungen. Forschung Projekt F 1965. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA).

Richter, P. (1997): Persönlichkeitsentwicklung durch Arbeit. In: Luczak, H. / Volpert, W. (Hrsg.): Handbuch Arbeitswissenschaft. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 234–237.

Rothe, I. / Wischniewski, S. / Tegtmeier, P. / Tisch, A. (2019): Arbeiten in der digitalen Transformation – Chancen und Risiken für die menschengerechte Arbeitsgestaltung. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 73(3), S. 246–251. DOI: 10.1007/s41449-019-00162-1 (Abruf am 25.5.2023).

Rothmeier-Kubinecz, S. / Blattner, A. / Brandstetter, R. / Kremla, A. / Prieler, J. / Weger, G. / Gerersdorfer, S. / Kisyma, S. (2018): Eignet sich das Tätigkeitsbewertungssystem zur Analyse von Arbeitsplätzen mit hohem Automatisierungsgrad? Psychometrie der Industrie 4.0. In: Journal Psychologie des Alltaghandelns, 11(1), S. 6–24.

Rudolph, E. / Schönfelder, E. / Hacker, W. (1987): Tätigkeitsbewertungssystem – Geistige Arbeit (TBS-GA). Berlin: Psychodiagnostisches Zentrum an der Humboldt-Universität Berlin.

Schlick, C. / Bruder, R. / Luczak, H. (2018): Arbeitswissenschaft. Berlin/Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-662-56037-2 (Abruf am 25.5.2023).

Schmidt, K.-H. / Kleinbeck, U. / Ottmann, W. / Seidel, B. (1985): Ein Verfahren zur Diagnose von Arbeitsinhalten: Der Job Diagnostic Survey (JDS). In: Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 29, S. 162–172.

Schröder, L. / Pickshaus, K. / Urban, H.-J. / Rausch, J. / Müller, N. (Hrsg.) (2016): Digitale Arbeitswelt, Trends und Anforderungen. Frankfurt am Main: Bund.

Spöttl, G. (2016): Facharbeiter – Sind sie die Verlierer bei Industrie 4.0? In: Bericht zum 62. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft vom 2.–4. März 2016. Dortmund: GfA-Press.

Stahl, J. (1998): Entwicklung einer Methode zur integrierten Arbeitsgestaltung und Personalplanung im Rahmen von Concurrent Engineering. Dissertation RWTH Aachen. Düren: Shaker.

Stegmann, S. / van Dick, R. / Junker, N. / Charalambous J. (2019): WDQ – Work Design Questionnaire. Deutschsprachige Adaptation des Work Design Questionnaire (WDQ) von Frederick P. Morgeson und Stephen E. Humphrey. Göttingen: Hogrefe.

Ulich, E. (1991): Arbeitspsychologie. 1. Auflage. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich / Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Ulich, E. (1993): Gestaltung von Arbeitstätigkeiten. In: Schuler, H. (Hrsg.): Lehrbuch Organisationspsychologie. Bern: Huber, S. 189–208.

Ulich, E. (2011): Arbeitspsychologie. 7. Auflage. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich / Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Venkatesh, V. / Bala, H. (2008): Technology Acceptance Model 3 and a research agenda on interventions. In: Decision Sciences, 39(2), S. 273–315. DOI: 10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x (Abruf am 25.5.2023).

Volpert, W. / Oesterreich, R. / Gablenz-Kolakovic, S. / Krogoll, T. / Resch, M. (1983): Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen in der Arbeitstätigkeit (VERA): Handbuch und Manual. Köln: TÜV Rheinland.

Willemsen, F. / Mayer, C. / Nitsch, V. / Mütze-Niewöhner, S. (2023): Digitalisierung in der Logistik: Fallstudie zu den Veränderungen der Arbeit durch den Einsatz von Datenbrillen bei der Kommissionierung. In: GfA Frühjahrskongress 2023. Dortmund: GfA-Press.

Windelband, L. / Dworschak, B. (2015): Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0. In: Hirsch-Kreinsen, H. / Ittermann, P. / Niehaus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft / Berlin: edition sigma, S. 71–86.

Zink, K. J. (2015): Das Projekt PaGIMo – Beteiligung und Integration als Voraussetzung erfolgreicher Veränderung. In: Kötter, W. / Longmuß, J. / Thul, M. J. / Zink, K. J. (Hrsg.): Veränderungsprozesse erfolgreich gestalten. Berlin/Heidelberg: Springer, S. 1–10.

Autorinnen und Autoren

Maximilian Duisberg M. Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen. Er hat an der RWTH Maschinenbau studiert und befasst sich in seinen Forschungsprojekten vorrangig mit der Analyse, Modellierung und Simulation von flexiblen und human-orientierten Arbeitsprozessen und -systemen in der Produktion.

Christina Mayer M. Sc. ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen und stellvertretende Leiterin der Abteilung Arbeitsorganisation. Sie hat an der Hochschule Rhein-Waal und der Universität Osnabrück Psychologie mit dem Schwerpunkt Arbeits- und Organisationspsychologie studiert. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt auf der Untersuchung der Auswirkungen digitalisierter Arbeit auf die Führung und die Zusammenarbeit in Teams.

Prof. Dr.-Ing. Susanne Mütze-Niewöhner ist Professorin für das Fach Organisationsgestaltung und -entwicklung und leitet die Abteilung Arbeitsorganisation am Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen. Nach dem Maschinenbaustudium an der RWTH Aachen widmete sie sich in ihrer Promotion der prospektiven Gestaltung von Produktionsarbeit im Rahmen von Concurrent Engineering. In ihrer aktuellen Forschung befasst sie sich mit der Analyse und menschenzentrierten Gestaltung von Arbeit im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0 mit einem besonderen Fokus auf partizipative und kooperative Arbeitsorganisationsformen.

Fabian Willemsen M. Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen. Er hat an der RWTH Aachen Psychologie studiert. Im Rahmen seiner Forschungsarbeit befasst er sich u. a. mit der arbeitspsychologischen Analyse und Gestaltung menschengerechter Arbeit sowie mit Fragen der Personalentwicklung im Kontext der digitalen Transformation.

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei allen, zum Teil ehemaligen wissenschaftlichen und studentischen Mitarbeitenden des Instituts für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen bedanken, die bei der Beantragung, der Projektbearbeitung oder der Erstellung von Publikationen in unterschiedlicher Weise mitgewirkt haben. Zu nennen sind insbesondere Dr. Philipp M. Przybysz, Dr. Benedikt A. Latos, Jan Langhanki, Josefine Imorde, Till Wolkenhauer, Maximilian Graaf, Mara Derissen, Sabine Derichs und Maximilian Kehder. Für die konstruktive Zusammenarbeit bei der Softwareentwicklung bedanken wir uns bei der DATAbay AG in Aachen. Nicht zuletzt gilt unser besonderer Dank den Betreuerinnen und Betreuern der Hans-Böckler-Stiftung, den Beiratsmitgliedern, die mit ihrem kritischen Feedback das Vorhaben vorangebracht haben, und insbesondere allen betrieblichen Akteurinnen und Akteuren, die durch ihre Mitwirkung die Studien möglich gemacht haben.

ISSN 2509-2359