

Digitale Assistenzsysteme im technischen Service

Eine empirische Betrachtung der Einführung digitaler Assistenzsysteme

Hendrik Lager, Tobias Wienzek, Technische Universität Dortmund, Sozialforschungsstelle und Sebastian Sanski, Belfor DeHaDe GmbH

Unternehmen, insbesondere KMU, stehen vor der Herausforderung, digitale Technologien effizient und möglichst reibungslos einzuführen. Der Beitrag zeigt anhand der Einführung eines digitalen Assistenzsystems im technischen Service, welche Herausforderungen und Problemfelder sich dabei ergeben, wie sie bewältigt werden können und welche Faktoren einen erfolgreichen Einführungsprozess fördern. Dabei wird herausgearbeitet, wie KMU mit geringeren Ressourcen ein hohes Maß an Partizipation und Akzeptanz erzeugen können. Grundlage ist ein sozio-technisches Verständnis, das den Blick beim Einführungsprozess von digitalen Technologien ganzheitlich auf das Gesamtsystem von Mensch, Technik und Organisation richtet.

Digital Assistance Systems in Technical Service – An Empirical Consideration of the Introduction of Digital Assistance Systems

Companies, especially SMEs, face the challenge of introducing digital technologies efficiently and as smoothly as possible. Using the introduction of a digital assistance system in technical service as an example, this article shows which challenges and problem areas arise, how they can be overcome and which factors promote a successful introduction process. In the process it is worked out how SMEs with few resources can generate a high degree of participation and acceptance. The basis is a socio-technical understanding that takes a holistic view of the overall system of people, technology and organization in the introduction process of digital technologies.

Keywords:

participation, digital assistance systems, technology implementation, socio-technical system, acceptance

Digitalisierung ist für viele Unternehmen eine zentrale Größe in der Ausrichtung der Geschäftsprozesse geworden. Offen bleibt dabei, was genau mit Digitalisierung gemeint ist und wie diese Eingang in die Praxis der Unternehmen findet. Neben zunehmend digitalisierten Prozessen wird auch immer wieder die digitale Unterstützung von Beschäftigten in den Blick genommen [1]. Dabei sollen z. B. lästige oder nicht wertschöpfende Such- und Auswahlaktivitäten durch eine digitale Aufbereitung unterstützt werden, um diese Tätigkeiten zu minimieren. Diese Herausforderung stellt sich vor allem im technischen Service, wo die Beschäftigten oftmals täglich mit neuen Anlagen oder neuen Fehlern konfrontiert sind. Hier kann ein unterstützender Eingriff durch digitale Systeme wie Tablets oder Datenbrillen helfen, um Suchzeiten zu minimieren und Fehler schneller zu lokalisieren, was die Anlagenverfügbarkeit erhöhen und Service-Techniker entlasten kann.

Die Auswahl und Nutzung digitaler Assistenzsysteme stellt insbesondere kleine und mitte-

ständige Unternehmen (KMU) vor Herausforderungen, da zum einen viele mögliche Systeme zur Auswahl stehen und zum anderen dem Einführungsprozess eine zentrale Größe zukommt, wenn diese Systeme von den Beschäftigten akzeptiert werden sollen. Knappe personelle und finanzielle Ressourcen [2] führen dazu, dass einerseits eine lange Auswahl möglicher Lösungen nicht vorangetrieben werden kann und andererseits die gewählte Lösung den Betriebsablauf nicht stören darf. KMU legen zunehmend Wert auf einen ganzheitlichen Einführungsprozess, um möglichen Akzeptanzhemmnissen frühzeitig begegnen zu können [3, 4]. Nichtsdestotrotz erfolgt die Technologieeinführung vielerorts nur wenig partizipativ, sodass Konflikte und Akzeptanzprobleme erhebliche Mehraufwände und Produktivitätseinbußen nach sich ziehen.

Am Beispiel der Einführung von smarten Brillen im technischen Service sollen die Herausforderungen und Lösungen bei einem Industrieunternehmen in Bezug auf die Technikakzeptanz



Dr. Hendrik Lager arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Sozialforschungsstelle der TU Dortmund.



Dr. Tobias Wienzek arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Sozialforschungsstelle der TU Dortmund.



Sebastian Sanski arbeitet als Projektleiter bei der Belfor DeHaDe GmbH.

tobias.wienzek@
tu-dortmund.de
www.sfs.tu-dortmund.de

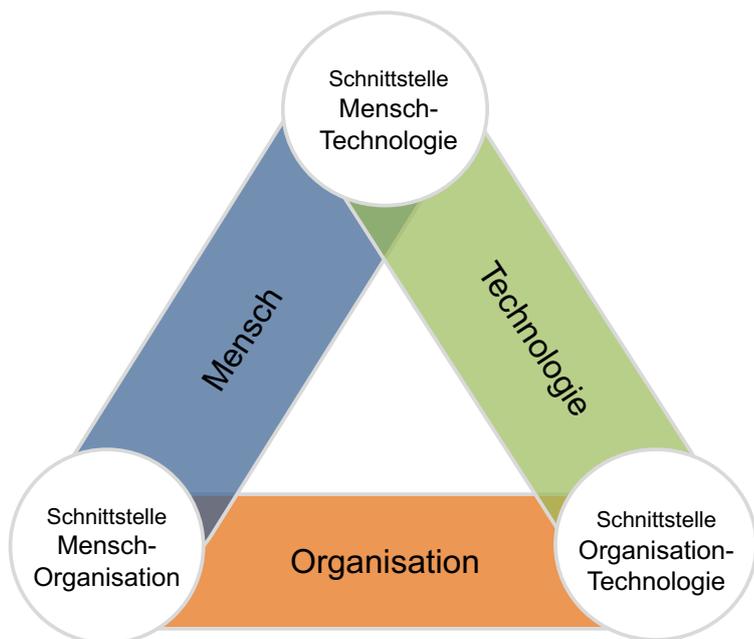


Bild 1: Sozio-technischer-Ansatz. Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an [11].

der Beschäftigten näher betrachtet werden. Insbesondere die dem sozio-technischen Ansatz folgenden Einführungsprozesse werden in den Fokus gestellt. Gleichzeitig können mögliche Problemfelder und Konfliktpotenziale für weitere Unternehmen umrissen werden, die sich ähnlichen Herausforderungen gegenübersehen. Des Weiteren werden Faktoren aufgezeigt, die für eine erfolgreiche Einführung digitaler Assistenzsysteme förderlich sind. Obgleich die Ausführungen vorwiegend KMU adressieren, lassen sich die Erkenntnisse auch auf andere Unternehmen übertragen.

„Sozio-technische-Einführung“ als Lösung?

Die Veränderungsprozesse, die digitalen Lösungen innewohnen, werden von den verantwortlichen Führungskräften oftmals kritisch gesehen. Dies liegt vielfach daran, dass diese Veränderungen und damit verbundene Prozessanpassungen zusätzlich zum eigentlichen Tagesgeschäft ablaufen müssen. Hier werden von den Führungskräften oft Akzeptanzvorbehalte der Beschäftigten angeführt, die sich in der empirischen Überprüfung nur in Einzelfällen wiederfinden lassen [3]. Die dahinterliegende Problematik ist jedoch vielschichtiger und mahnt eine eingehendere Betrachtung an.

Will man den Prozess der Digitalisierung von Arbeit näher betrachten, bietet sich das Konzept des sozio-technischen Systems [5] als Ansatzpunkt analytischer Betrachtungen an, da

es das Gesamtsystem von personellen, organisatorischen und technologischen Elementen betrachtet [6]. „Soziotechnische Systeme sind offene und dynamische Systeme, d.h. sie erhalten Inputs aus der Umwelt und geben Outputs in die Umwelt ab“ [7]. Strategische Vorgaben, Anforderungen des Gesamtprozesses bzw. der Wertschöpfungskette sowie übergeordnete Markt- und Umweltbedingungen (z.B. gesetzliche Regelungen zum Datenschutz, Kundenanforderungen oder auch sozioökonomische Rahmenbedingungen wie der demographische Wandel) können den Einführungsprozess beeinflussen.

Mithilfe des sozio-technischen Ansatzes [7-9] lassen sich diese Einführungsprozesse ganzheitlich betrachten und gestalten. Dabei werden menschliche Faktoren ebenso einbezogen wie technische und organisatorische. Diese Gesamtbetrachtung führt zu möglichst optimalen Ergebnissen, da nicht einseitig von der technischen Seite betrachtet wird, sondern die „Wechselwirkung und die Kombination der Elemente, mithin technisch-soziale Konfigurationen“ [10] in den Fokus genommen werden. Denn, die Einführung neuer Technologien hat stets Auswirkungen auf die beiden anderen Teilsysteme, in denen wiederum eigene Prozesse, Strukturen, Interessen und Vorstellungen vorherrschen. Es geht also um eine „joint optimization“ des soziotechnischen Gesamtsystems mitsamt dessen Teilsystemen und Schnittstellen und nicht um die Optimierung lediglich eines einzelnen Teilsystems im Sinne eines „entweder oder“ [7, 11].

Mithilfe dieser Sichtweise lassen sich neben dem technischen Teilsystemen auch das organisatorische und personelle Teilsystem gleichrangig modellieren. Zwar kann davon ausgegangen werden, dass das technologische System die Gestaltungsmöglichkeiten der beiden anderen Systeme begrenzt, es nimmt diese jedoch auf, was wiederum zu einer Rückwirkung auf das technologische System führt [6].

Im Ergebnis wird dann nicht nur Technik um der Technik Willen eingeführt, die eventuell unbrauchbar oder nicht akzeptiert ist, sondern es werden eben auch die gleichzeitig zu modellierenden Größen mitgedacht und entsprechend betrachtet. So lassen sich Technischeinführungen den betrieblichen Voraussetzungen entsprechend realisieren, was zu einer reibungsloseren Implementierung und Akzeptanz der Technik führt. Dabei kommt es auf eine komplementäre Gestaltung der Systemelemente Mensch, Technik und Organisation

an, also eine situationsspezifische, gegenseitige Ergänzung der Stärken und Schwächen von Mensch und Technik. Dabei stellen die jeweiligen Schnittstellen zwischen den Teilsystemen – also Mensch-Technik, Organisation-Technik und Mensch-Organisation – zentrale Gestaltungsräume für einen erfolgreichen Einführungsprozess dar [11].

Beispielhafte Einführung digitaler Assistenz – Remote Support

Am Beispiel der Einführung eines digitalen Assistenzsystems (Augmented-Reality-Brillen) möchten wir zunächst einen genaueren Blick auf die Schnittstelle von Mensch und Technologie richten, um zu analysieren welche Funktionen durch Arbeitshandeln und welche durch technische Systeme ausgeführt werden [12]. Um es an dieser Stelle vorwegzunehmen: Zwar liegt das Augenmerk bei der Betrachtung des Einführungsprozesses digitaler Technologien eher auf der Schnittstelle Mensch-Technik, um insbesondere die Akzeptanz der Technikeinführung besser herausarbeiten zu können. Zugleich werden aber auch die Auswirkungen auf die anderen Schnittstellen dargestellt.

Das Unternehmen verfügt über mehrere Standorte in Deutschland mit ca. 110 Beschäftigten. Als Anbieter industrienaher Dienstleistungen stellen die Instandsetzung von Maschinen und Anlagen, die Schadensanierung (z. B. Schaden an der Maschine durch Brand, Wasser, Rost etc.), sowie Automation die zentralen Schwerpunkte der Aktivitäten dar. Das Know-how und die Erfahrungen der qualifizierten Beschäftigten sind dabei der wesentliche Erfolgsfaktor des Unternehmens, deren Aufbau jedoch sehr langwierig ist. Dies hängt damit zusammen, dass es sich in der Regel um komplexe Maschinen mit z. T. sehr komplexen Problemen handelt – zumal die zu reparierenden Maschinen und Anlagen zunehmend komplexer werden. Gerade die erfahrenen unter den Beschäftigten verfügen über implizit-personengebundenes Wissen und über „Tipps und Tricks“, was bei der Bewältigung von Problemen und Störfällen sowie der Instandsetzung besonders relevant und teilweise stark an Besonderheiten spezifischer Maschinen und Anlagen geknüpft ist. Dieses spezifische Wissen wird von den Beschäftigten, wenn überhaupt, allenfalls in technischen Zeichnungen und schriftlichen Dokumentationen vermerkt (eher im Sinne von persönlichen Kommentaren oder Hinweisen), was mitunter Undurchsichtigkeiten und erhebliche Suchkosten bedeutet. Dementsprechend steht das Unternehmen u. a. vor der Herausforderung, einen

Erfahrungs- und Wissenstransfer zwischen den erfahrenen und unerfahrenen Beschäftigten sicherzustellen, wobei in der Altersstruktur insbesondere die mittleren Altersgruppen von ca. 35 bis 55 Jahren deutlich unterrepräsentiert sind. Der Betrieb zeichnet sich aktuell durch einen relativ geringen Grad an Digitalisierung aus. Die personellen Ressourcen und Kapazitäten für Digitalisierungsprojekte sind nur in geringfügigem Umfang vorhanden und werden durch Anforderungen des Tagesgeschäfts weiter eingeschränkt.

Schnittstelle Mensch-Technik

Um die oben genannten Herausforderungen besser bewältigen zu können und die Arbeit der Beschäftigten zu unterstützen, führt das Unternehmen eine Datenbrille zum Remote Support zunächst in einem kleineren Pilotbereich ein und setzt dabei auf eine umfangreiche Testphase. Die Brille ist per Sprachsteuerung bedienbar und ermöglicht so das freihändige Arbeiten. Über ein monokulares Display können dem Anwender verschiedene Informationen eingeblendet oder verschiedene Funktionen bereitgestellt werden. Die Brille ermöglicht interaktive Videokonferenzen sowie das Erstellen, Speichern und Austauschen von Wissen, Nachrichten und Dateien (z. B. Anleitungen, Videos). Dadurch wird die Dokumentation vereinfacht und der Beschäftigte bei der Montage vor Ort bzw. beim Kunden unterstützt. So können Kollegen live zugeschaltet werden oder ihren Bildschirm teilen. Eine Dokumentation von personenbezogenem Wissen und Erfahrungswerten kann dabei perspektivisch in einer Datenbank mittels Verschlagwortung erfolgen und über die Suchfunktion der Brille abgerufen werden. Damit die Beschäftigten die vielfältigen Funktionen der Brille auch während ihrer Arbeit (beim Kunden vor Ort) sicher anwenden können, erfolgen umfangreiche Schulungsmaßnahmen. Diese zeichnen sich durch eine hohe Nähe zur alltäglichen, praktischen Arbeit aus, sind also stark anwendungsorientiert, da die Nutzung von digitalen Technologien im technischen Service wie auch im Unternehmen selbst bisher auf einem allenfalls geringen Niveau erfolgt.

Eine Dequalifizierung der Beschäftigten durch den Einsatz der Datenbrille ist sehr unwahrscheinlich, wäre allerdings auch äußerst kontraproduktiv und nicht zielführend. Eine Einengung von Handlungs- und Entscheidungsspielräumen bei der Instandsetzungsarbeit sowie eine Standardisierung sind ebenfalls nicht geplant. Die Beschäftigten benötigen zur Ausübung ihrer Tätigkeit Handlungs- und Ent-

scheidungsspielräume sowie ein ausgeprägtes (Erfahrungs-)Wissen und Gespür für die komplexen Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Wechselwirkungen. Dabei reicht es nicht aus, lediglich zu wissen, wo sich damit verbundenes dokumentiertes Wissen abrufen lässt. Folglich ist die Datenbrille nicht in der Lage, menschliches Arbeitshandeln zu ersetzen, sie kann es aber sinnvoll ergänzen und unterstützen. Die Problemlösefähigkeit der Beschäftigten soll durch bessere Informationen erhöht, das wichtige Erfahrungswissen erhalten und weiterentwickelt werden. Entsprechend muss die Datenbrille möglichst komplementär ausgestaltet werden, um die qualifizierten Beschäftigten in ihrer Arbeit zu unterstützen und nicht einzuengen.

Schnittstelle Organisation-Technik

Die Anbindung der technischen Systeme der Datenbrille an die bestehende technische Infrastruktur war im Unternehmen eine unterschätzte Herausforderung. So war zunächst die rein technische Schnittstelle zu definieren, gleichzeitig mussten bestehende Verfahrensregeln angepasst und auch dem technischen System hinterlegte Datenbanken geschaffen und zukünftig gepflegt werden. Die bestehenden Datenbanken und deren Strukturen waren nicht vollends mit den Anforderungen der Datenbrille kompatibel. Darüber hinaus besteht die Überlegung, das bereits ältere ERP-System zu modernisieren, um eine bessere Datenverfügbarkeit und einen einfacheren Datenaustausch zwischen den einzelnen Systemen im Unternehmen sowie mit dem System der Datenbrille zu ermöglichen. Zudem mussten vorliegende schriftliche Dokumente (z. B. Dokumentationen, Anleitungen, Kommentare) digitalisiert werden, um sie in der AR-Brille bereitstellen zu können. Insbesondere die Datengewinnung und -pflege ist dabei in hohem Maße von der Mitwirkung der Beschäftigten abhängig (und damit von der Akzeptanz des Systems), da nur so ein erster (Trainingsdaten des Systems) und später fortlaufender Datenstrom (Rückmeldung der Anwender) gewährleistet werden kann. Hier konnte zum einen auf die Daten der Testphase zurückgegriffen werden. Zum anderen können durch eine enge Rückmeldung der Testergebnisse (Feedback) mögliche Fehler im Anwendungsfall schnell gefunden werden.

Schnittstelle Mensch-Organisation

In der gesamten Testphase wurden gezielt unterschiedliche Personen (Projektleiter, Werkstattleiter und Fachmonteur) unterschiedli-

chen Alters eingebunden. Neben der Klärung der technischen Aspekte ging es darum, die Brille technisch und haptisch möglichst praxisnah auszuprobieren, um die Möglichkeiten und Grenzen der Brille auszuloten. Im Rahmen einer virtuellen Konferenz stellte der Zulieferer der Brille darüber hinaus auch den Projektbeteiligten deren technischen Möglichkeiten vor, sodass auch hier konkrete Fragen geklärt werden konnten. Im Anschluss wurden durch den Projektleiter die partizipierenden Personen nochmals umfangreich befragt und deren Feedback eingeholt, um mögliche Auswirkungen auf den tatsächlichen Arbeitseinsatz erheben zu können. Diese Daten flossen in die Anpassung der organisatorischen Abläufe ein. Das gesamte Vorgehen erhöhte zudem die Akzeptanz der Anwender.

Dabei bestand eine zentrale arbeitsorganisatorische Herausforderung darin, die bereits hohen und wichtigen Handlungs- und Entscheidungsspielräume der Beschäftigten nicht durch den Einsatz der Brille (z. B. Prozessvorgaben) zu beschränken und ihr hohes Qualifikationsniveau abzuwerten, denn dies hätte negative Folgen auf die Arbeitsqualität ebenso wie die Technologieakzeptanz gehabt. Dies wurde dadurch gelöst, indem die Brille den für die Fachkräfte aufwändigen und ungeliebten Dokumentationsprozess erleichtert, neue (arbeitsplatznahe) Lernmöglichkeiten bereitstellt (z. B. Anleitungen, Videos) und kollegiale Kommunikations- und Unterstützungsprozesse (z. B. Live-Zuschaltung) vereinfacht. In arbeitsorganisatorischer Hinsicht ist das Ziel eher ein Aufrechterhalten eines möglichst vollständigen Aufgaben- und Tätigkeitsspektrums sowie eine situative Unterstützung und Teilaufwertung der Arbeit durch die Datenbrille als eine qualifikatorische Abwertung und rigide Strukturierung der Tätigkeit.

Einführungsprozess und betriebliche Auswirkungen

Das dargestellte Vorgehen zeigt, dass trotz der erschwerten Bedingungen durch die Corona-Krise Partizipation nicht unmöglich – geschweige denn obsolet – wird. Insbesondere dadurch, dass die späteren Nutzer hier partizipieren und ihre Erfahrungen, Einschätzungen, Anforderungen und Impulse einbringen konnten, wurde die Akzeptanz der Datenbrille erhöht und Erfahrungen und Verbesserungsimpulse konnten erschlossen werden. Potenzielle Widerstände, Probleme und Konflikte konnten frühzeitig identifiziert und ausgeräumt werden. Im Anschluss an die Aktivitäten in der Testphase wurden in einem Meeting mit den

Literatur

- [1] Apt, W.; Bovenschulte, M.; Priesack, K.; Weiss, C.; Hartmann, E.: Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb. URL: www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb502-einsatz-von-digitalen-assistenzsystemen-im-betrieb.pdf?__blob=publicationFile&v=1, Abrufdatum 10.12.2020.
- [2] Welter, F.; Levering, B.; May-Strobl, E.: Mittelstandspolitik im Wandel. IFM-Materialien Nr. 247, Bonn 2016
- [3] Abel, J.; Hirsch-Kreinsen, H.; Wienzek, T.: Akzeptanz von Industrie 4.0. Abschlussbericht zu einer explorativen empirischen Studie über die deutsche Industrie. München 2019
- [4] acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg): Akzeptanz von Industrie 4.0, Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Akzeptanz und Attraktivität der Industriearbeit 4.0. München 2019.
- [5] Trist, E. L.; Bamforth, K. W.: Some social and psychological consequences of the Longwall method of coal-getting. An examination of the psychological situation and defences of a work group in relation to the social structure and technological content of the work system. London u. a. 1951.

beteiligten Personen des Betriebs alle gewonnenen Erkenntnisse ausgewertet und spezifische Anpassungen an das System formuliert. Da das Feedback der beteiligten Personen entlang der Testphase positiv ausfiel, wurde die Datenbrille mit mehreren Nutzungslizenzen für das Remote-Support-System bestellt. Aufgrund der positiven Erfahrungen aus der Test- und Einführungsphase im Pilotbereich werden auch beim anstehenden betriebsweiten Rollout Partizipationsangebote systematisch bereitgestellt und eine Optimierung des Gesamtsystems aus Mensch, Technik und Organisation weiterhin verfolgt.

Obwohl im Betrieb nur wenige Ressourcen und Kapazitäten für Partizipation vorhanden sind und sich keine Abteilung explizit mit der digitalen Transformation beschäftigt, wurden partizipative Prozesse und Entscheidungen durchgeführt. Die Ausführungen zur Implementierung des digitalen Assistenzsystems zeigen, insbesondere für KMU, dass auch mit geringen Mitteln und Kapazitäten Partizipationsmaßnahmen (z. B. Altersmischung, Feedback, Testphase) durchgeführt und die Anforderungen der Beschäftigten berücksichtigt und Problemen wie Akzeptanzbarrieren vorgebeugt werden können. Trotz des relativ geringen Mehraufwands und geringfügig höheren Planungserfordernissen sind die dadurch generierten Vorteile beachtlich.

Zwar lag der Fokus bei der Beschreibung des Einführungsprozesses vorwiegend auf der Schnittstelle Mensch-Technik, die Herausforderungen im Einführungs- und Gestaltungsprozess lassen sich allerdings keinesfalls auf die Schnittstelle Mensch-Technik begrenzen. Vielmehr ergeben sich auch Auswirkungen auf andere Schnittstellen, wie wir zeigen konnten. Dementsprechend gilt es, das Gesamtsystem aus Mensch, Technik und Organisation sowie deren Wechselwirkungen in den Blick zu nehmen und in diesem Sinne zu gestalten [10]. Dabei kommt es vor allem auf eine komplementäre Schnittstellen- und Systemgestaltung an, um die spezifischen Stärken oder Schwächen der Subsysteme zu nutzen oder zu verbessern und die Schnittstellen möglichst humanorientiert zu gestalten.

Fazit – Ausblick

Die Einführung digitaler Technologien und der damit verbundene Change-Prozess stellen insbesondere für KMU eine Herausforderung dar.

Die schlimmstenfalls lähmende Befürchtung einer zu hohen Komplexität oder erheblicher Aufwände, Konflikte und Widerstände erscheint zwar nachvollziehbar, ist häufig jedoch unbegründet. Eine gute und Komplexität reduzierende Basis stellt dabei ein sozio-technisches Systemverständnis für Digitalisierungsvorhaben dar. Dadurch wird ein technikzentrierter Technologieeinführungsprozess verhindert und stattdessen der Blick auf das Gesamtsystem aus den interdependenten Dimensionen Mensch, Technik und Organisation gerichtet, was vor allem die Akzeptanz bei den beteiligten Akteuren deutlich erhöht.

Partizipation gilt bereits seit längerem als entscheidender Erfolgsfaktor für Change-Prozesse [12], sowie für die Einführung, Gestaltung und Akzeptanzschaffung digitaler Technologien. Dieser Aspekt mag zwar nicht überraschen, nichtsdestotrotz erfolgt die Technologieeinführung in Unternehmen in vielen Fällen immer noch wenig partizipativ. Das bloße Informieren über die Technologie reicht nicht aus. Wichtig ist es, den Beschäftigten bzw. Anwendern aktiv Mitsprache- und Mitgestaltungsmöglichkeiten bereitzustellen sowie ihre Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge zu berücksichtigen.

Wie der oben beschriebene Einführungsprozess zeigt, können KMU bereits mit vergleichbar geringen Aufwänden und einfachen Mitteln zahlreichen Problemen vorbeugen und erhebliche Mehrwerte erzielen. Dabei können auch bestimmte digitale Technologien selbst genutzt werden, um den Partizipationsprozess zu unterstützen (z. B. Virtual- oder Augmented-Reality-Brillen, Simulationsmodelle) [14].

Diese Veröffentlichung ist ein Ergebnis des Projekts „Gute Führung in der soziodigitalen Transformation“ (eLLa4.0). Das Forschungsprojekt wird im Rahmen des Programms „Zukunft der Arbeit“ (Förderkennzeichen: 02L18A200) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Schlüsselwörter:

Partizipation, Digitale Assistenzsysteme, Technologieeinführung, Sozio-technisches System, Akzeptanz

- [6] Hirsch-Kreinsen, H.: Einleitung: Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Hirsch-Kreinsen, H.; Ittermann, P.; Falkenberg, J. (Hrsg): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden 2018.
- [7] Ulich, E.: Arbeitssysteme als Soziotechnische Systeme - eine Erinnerung. Zürich 2018.
- [8] Hirsch-Kreinsen, H.; Ittermann, P.; Falkenberg, J. (Hrsg): Szenarien digitalisierter Einfacharbeit. Konzeptionelle Überlegungen und empirische Befunde aus Produktion und Logistik. Baden-Baden 2020.
- [9] Rice, A. L.: The Enterprise and its Environment. A system theory of management organization. Hoboken 2013.
- [10] Hirsch-Kreinsen, H.; Hompel, M. ten: Digitalisierung industrieller Arbeit. Entwicklungsperspektiven und Gestaltungsansätze. In: Vogel-Heuser, B.; Bauernhansl, T.; Hompel, M. ten (Hrsg): Handbuch Industrie 4.0. Bd. 4: Allgemeine Grundlagen. Berlin 2017.
- [11] Ittermann, P.; Niehaus, J.; Hirsch-Kreinsen, H.; Dregger, J.; Hompel, M. ten: Social Manufacturing and Logistics. Dortmund 2016.
- [12] Hirsch-Kreinsen, H.: Digitale Transformation von Arbeit. Entwicklungstrends und Gestaltungsansätze, 1. Auflage. Stuttgart 2020.
- [13] Brödner, P.; Kötter, W. (Hrsg): Frischer Wind in der Fabrik. Spielregeln und Leitbilder von Veränderungsprozessen. Berlin Heidelberg 1999.
- [14] Lager, H.; Delbrügger, T.; Lenz, L. T.; Roßmann, J.: Mitarbeiterpartizipation in Zeiten der Digitalisierung mit Building Information Modeling: Gute Praxis digitaler Werkerunterstützung bei der Planung von Fabrikarbeitsstationen. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 73 (2019) 2, S. 229-238.