Volker Hielscher • Kathrin Bierwirth • Melanie Schmitt (Hg.)

Virtuelle Arbeit im Mittelstand gestalten

ViSAAR

Impulse für virtuelles Arbeiten.

Volker Hielscher · Kathrin Bierwirth · Melanie Schmitt (Hg.)

Virtuelle Arbeit
im Mittelstand gestalten

I. Virtuelle Arbeit im industriellen Mittelstand – wie kann das gelingen? – Eine Einleitung
Volker Hielscher, Melanie Schmitt ____ 5

II. Gesellschaftlich-ökonomische Entwicklungen und technische Grundvoraussetzungen der digitalen Transformation
Kathrin Bierwirth ____ 13

III. Technologien für Remote-Arbeit und moderne Produktion
Moritz Paulus, Luisa Barton, Annika Wilhelm, Dominik Kuhn, Matthias Jenner, Jannis Pfister ____ 29

IV. Wie wird aus Technik eine gute Anwendung? Soziale und organisatorische Erfolgsvoraussetzungen für Digitalisierungsprojekte
Volker Hielscher ____ 63

V. Vorgehensbeschreibung zur Ausgestaltung eines Virtualisierungsprojektes
Alexander Schmitt, Pascal Thome ____ 81

VI. Gute-Praxis-Beispiele aus dem ViSAAR-Projekt ____ 103

1. Debusmann GmbH
Prozessvereinfachung im Handwerk durch Remote-Assistenz und digitale Dokumentation
Melanie Schmitt, Moritz Paulus, Kai Conrad ____ 104

2. Greencells Group
Nachhaltiges und kosteneffizientes Baustellenmonitoring durch virtuelle Assistenzsysteme
Kathrin Bierwirth, Moritz Paulus, Gordon Hemming ____ 112

3. ISL GROUP MANAGEMENT GmbH
Mehr Effizienz und Arbeitsentlastung durch intelligente Produktionssteuerung
Melanie Schmitt, Jannis Pfister, Andreas Kissel, Francesco Gagliardi ____ 122

ISBN: 978-3-935084-44-4

Saarbrücken, Mai 2024
Das Vorhaben „ViSAAR – Virtuelle Arbeitsgestaltung & Technologien für Innovationen im Strukturwandel" (FKZ: 02L20B080-90) wurde im Rahmen des Programms „REGION.innovativ" vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

Die Verantwortung für die Inhalte dieser Veröffentlichung liegt bei den jeweils genannten Autorinnen und Autoren.

Impressum

Herausgeber:
Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft (iso) e. V.,
Trillerweg 68, 66117 Saarbrücken

Vereinsregister:
Das Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e. V. ist im Vereinsregister des Amtsgerichts Saarbrücken unter der Registernummer 17 VR 3017 als gemeinnütziger Verein eingetragen. Vorsitzender des Vereins ist Prof. Dr. Volker Hielscher.

Vertreter:
Das Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e. V. wird gesetzlich vertreten durch den Geschäftsführer Prof. Dr. Volker Hielscher.

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer gemäß § 27a Umsatzsteuergesetz: DE138118160

REGION. innovativ

Gefördert vom
Bundesministerium für Bildung und Forschung

ViSAAR
Impulse für virtuelles Arbeiten.

4. NetComSolutions GmbH
Erweitertes Geschäftsfeld und besserer Service durch digitale Kundeneinbindung
Volker Hielscher, Moritz Paulus, Rüdiger Pohl ____ 130

5. WALOR Stahlbau und Montage GmbH
Effizientere Administration in der Montage durch virtuell gestütztes Personalmanagement
Volker Hielscher, Kathleen Schwarz, Christine Simon, Sarah-Déborah Schaller-Rebschläger, Moritz Paulus ____ 138

6. Woll Maschinenbau GmbH
Papierlose Fertigung durch virtualisierte Informationsströme
Kathrin Bierwirth, Dominik Kuhn, Pascal Kasel ____ 144

VII. Transferschritte zur „virtuellen Arbeit" im regionalen Mittelstand
Pascal Thome, Alexander Schmitt ____ 153

Autorinnen und Autoren ____ 166

I. Virtuelle Arbeit im industriellen Mittelstand – wie kann das gelingen? Eine Einleitung

Volker Hielscher, Melanie Schmitt

Wie kann virtuelle Arbeit in kleinen und mittelständischen Betrieben aus Industrie und Handwerk gut gestaltet werden? Worauf kommt es an, wenn Projekte zur „Remote-Arbeit" in Unternehmen erfolgreich umgesetzt werden sollen? Wie können erfolgreiche Praxisbeispiele aus Unternehmen zum Ideen- und Impulsgeber für die Region werden? Dies sind Fragestellungen, denen das Projekt „ViSAAR – virtuelle Arbeitsgestaltung und Technologien für Innovationen im Strukturwandel" über einen Zeitraum von mehr als drei Jahren nachgegangen ist. Das vorliegende Buch präsentiert die wichtigsten Ergebnisse und Erfahrungen der sechs Unternehmens- und vier Forschungspartner, die an dem Vorhaben beteiligt waren.

1. An wen richtet sich dieses Buch?

Die Ergebnisse des Vorhabens werden in den Beiträgen dieses Buchs in einem doppelten Fokus aufbereitet: Zum einen werden Informationen zusammengetragen, wie die Digitalisierung betriebliche Prozesse verbessern kann und welche Potenziale für Unternehmen in der virtuellen Arbeitsgestaltung liegen. Zum anderen werden die Erfahrungen des Projekts handlungsbezogen verdichtet, um geeignete Vorgehensweisen aufzuzeigen und praktische Beispiele zu beschreiben, wie die Partnerunternehmen die Projektumsetzung realisiert haben. Das Buch richtet sich daher in erster Linie an Praktikerinnen und Praktiker in Betrieben, insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Zugleich sind auch Akteure in Kammern und Verbänden sowie aus der Wissenschaft angesprochen, die sich mit Themen der virtuellen Arbeitsgestaltung und mit digitalen Arbeitsprozessen beschäftigen und nach Anregungen in diesem Bereich suchen.

Die Beiträge in diesem Band verbinden Hintergrundwissen zu den ökonomischen, sozialen und technologischen Aspekten der Entwicklung mit den Praxiserfahrungen aus Unternehmen und mit beispielhaften Vorgehensweisen und Techniklösungen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Darstellung derjenigen Aspekte, die im Prozess der Einführung virtualisierter Arbeitsformen zu berücksichtigen sind (z. B. der Aufbau betrieblicher Steuerungsstrukturen, die Entwicklung von Kompetenz- und Weiterbildungsbedarfen, die Technologieauswahl und -einführung usw.). Mit diesem Fokus auf das „How to do it" soll dieses Buch Betriebspraktiker:innen dabei unterstützen, in ihrem Unternehmen Initiativen und Projekte zum virtuellen Arbeiten unter Beteiligung der Mitarbeitenden erfolgreich umzusetzen.

Die einzelnen Beiträge sind inhaltlich für sich abgeschlossen – das Buch kann daher auch „modular" gelesen werden. Neben dieser textlichen Grundlage sind weitere Tools zum praktischen Vorgehen auf der Website www.visaar.de zu finden, die auch ohne die Lektüre dieses Buchs nutzbar sind.

2. Hintergrund des ViSAAR-Vorhabens

Das Projekt ViSAAR wurde in einem Verbund mit Partnern aus dem Saarland durchgeführt. Es vereint die Perspektive auf die Herausforderungen des regionalen Strukturwandels mit der betrieblichen Gestaltung zukunftsfähiger Arbeitsformen. Denn das Saarland steht wie kaum eine andere Region Deutschlands vor einem tiefgreifenden Strukturwandel, oder in neuerer Terminologie: vor einer umfassenden Transformation. Es blickt bereits auf eine lange Geschichte des wirtschaftlichen Strukturwandels in der Montan- und Stahlindustrie zurück, der bis heute nachwirkt. Seit dem Niedergang der Montanindustrie bildet der Fahrzeugbau in den vergangenen Jahrzehnten den wichtigsten industriellen Wirtschaftszweig des Saarlands, der nun selbst wiederum mit einer Umbruchsituation konfrontiert ist. So sind das produzierende Gewerbe und der produktionsnahe Dienstleistungssektor in der Region vor allem durch den Wandel im Automotive-Sektor hin zur E-Mobilität und zu neuen Mobilitätskonzepten sowie durch die Umstellung der Stahlindustrie auf klimafreundlichen Elektrostahl geprägt. Die entsprechenden Produkte und Produktionsweisen sowie die damit verbundenen Qualifikationsanforderungen und Beschäftigungspotenziale verändern sich tiefgreifend. Die Unternehmen und die Zulieferer in den vom Strukturwandel betroffenen Branchen müssen sich stärker als andere mit innovativen Geschäftsmodellen, neuen Arbeitskonzepten und Wertschöpfungskooperationen behaupten.

Weitere Herausforderungen für Unternehmen und Gesellschaft sind der demografische Wandel

Quelle: www.istockphoto.com

Projektziel:

Industrielle KMU für ortsunabhängiges Arbeiten zukunftsfähig aufstellen.

sowie der Fachkräftemangel: Das Saarland hat eine überdurchschnittlich alte Bevölkerung; die Zahl der Erwerbspersonen sinkt. Zudem liegt die Erwerbsbeteiligung deutlich unter dem Bundesdurchschnitt, ebenso der Anteil der Beschäftigten mit einem Hochschulabschluss. Während einige Branchen in der Region unter Fachkräfteknappheit leiden, wandern viele jüngere hochqualifizierte Fachkräfte in die wirtschaftsstarken Zentren Deutschlands ab.

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die wesentlich zur Gesamtwertschöpfung beitragen, sind besonders von diesem Strukturwandel betroffen. Zum einen haben es gerade die kleineren Betriebe oft schwer, in der Konkurrenz zu großen Unternehmen die benötigten Fach- und Führungskräfte zu rekrutieren und zu halten. Zum anderen sind die Führungskräfte meist stark ins Alltagsgeschäft eingebunden und KMU verfügen nur selten über Strategieabteilungen, die technologische und organisatorische Innovationen systematisch entwickeln und erproben können. Die technologischen Potenziale der Digitalisierung für Innovationen von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen bleiben in kleineren Unternehmen aus Industrie und Handwerk häufig unausgeschöpft und sie werden nur selten mit neuen Arbeitskonzepten verknüpft.

Dies ist der Hintergrund, vor dem das Projekt ViSAAR im Mai 2021 gestartet wurde. Ziel des Projekts war es, industrielle oder produktionsnahe KMU, die in den strukturschwachen Regionen des Saarlands beheimatet sind, durch innovative organisatorische und digitale Lösungen für ortsunabhängiges Arbeiten zukunftsfähig aufzustellen. Die technologischen Möglichkeiten und die Gestaltungsperspektiven der Arbeitsforschung sollten genutzt werden, um neue Arbeitsformen zu entwickeln und zu erproben. Die erprobten Beispiele „Guter Praxis" sollten innerhalb der Verbundunternehmen nachhaltig verankert und die Umsetzungserfahrungen auch für andere Betriebe in der Region praktisch nutzbar gemacht werden.

Die Relevanz virtueller Arbeitsformen, die ortsungebundene mit ortsgebundenen Tätigkeiten verbinden, ist durch die Corona-Pandemie ins breite öffentliche Bewusstsein gedrungen. Auch unabhängig von den Pandemie-Erfahrungen ist dieses Handlungsfeld jedoch für viele Unternehmen und Beschäftigte von einer langfristigen strategischen Bedeutung. So wurde die Konzeptidee für das Vorhaben bereits zu einem Zeitpunkt entwickelt, bevor die Pandemie in Europa zum bestimmenden Thema wurde.

In dem Forschungsverbund haben sechs kleine und mittelständische Unternehmen und vier Institute über einen Zeitraum von mehr als drei Jahren zusammengearbeitet. Getragen wurde diese Kooperation durch:

Partner im Forschungsverbund	Branche
Debusmann GmbH, Saarbrücken	Anlagenbau, Klimatechnik und Klimatechnikdienstleistungen
Greencells GmbH, Saarbrücken	Photovoltaik-Anlagenbau
ISL Group Management GmbH (ISL) Saarwellingen	Logistik, B2B, Montage, Produktion, Automotive, Health-Care, Food, Industrie
NetComSolutions GmbH, Sulzbach/Saar	Drucksysteme für professionelle Anwender
WALOR Stahlbau und Montage GmbH, Saarbrücken	Stahlbau und Montage
Woll Maschinenbau GmbH, Saarbrücken	Sondermaschinen- und Anlagenbau
AWS-Institut für digitale Produkte und Prozesse gGmbH (AWSi), Saarbrücken	Digitalisierungsforschung und digitale Anwendungsentwicklung
Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V. (iso), Saarbrücken	Empirische Sozialforschung
saarland.innovation&standort GmbH (saaris), Saarbrücken	Beratung und Wirtschaftsförderung
Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik gGmbH (ZeMA), Saarbrücken	Automatisierungs-, Produktions- und Digitalisierungsforschung

Im Rahmen des Projekts wurden in den Partnerunternehmen verschiedene Projekte zur virtuellen Arbeitsgestaltung durchgeführt, die sich in fünf Anwendungsfelder einordnen lassen: virtuelle Führung, virtuelle Kollaboration, virtuelle Mobilität, virtuelle Produktion und virtuelles Coaching. Startpunkt des Innovationsprozesses in den Unternehmen waren Bestandsaufnahmen zu den operativen und geschäftspolitischen Handlungsbedarfen, zur Techniknutzung und zu den Entwicklungspotenzialen zukunftsfähiger Arbeit. Mit Unterstützung und Begleitung der technologieorientierten Forschungspartner wurden Anwendungsfälle konzipiert und gemeinsam mit den Unternehmen entwickelt und erprobt. Bei der Umsetzung dieser betrieblichen Gestaltungsprojekte wurden die Unternehmen arbeitswissenschaftlich begleitet und unterstützt. Im Rahmen des Projekts wurde überdies ein regionaler Transfer sowohl für Unternehmenspraktiker als auch für die Fachöffentlichkeit organisiert. Wesentlicher Orientierungspunkt für die betrieblichen „Use-Cases" war der unmittelbare Nutzen für die Unternehmensentwicklung. Denn die beteiligten Betriebe repräsentieren eine breite Varianz unterschiedlicher Geschäftsfelder, Arbeitsanforderungen und Arbeitsbedingungen sowie ebenso unterschiedliche Affinitäten in der Nutzung digitaler oder virtueller Technologien. Es ging also in den Unternehmen nicht in erster Linie darum, den neuesten Entwicklungsstand der Technologieentwicklung zum Einsatz zu bringen, sondern mittels virtueller Arbeitsgestaltung einen möglichst großen und nachhaltigen Innovationshub im Betrieb zu organisieren. Für dieses Ziel waren in manchen Partnerunternehmen technologisch eher „einfache" Lösungen praxistauglich, in anderen wurden komplexere Technikanwendungen erprobt. In allen Fällen wurde auf am Markt verfügbare Technologien zurückgegriffen, die ggf. auf die Bedarfe des jeweiligen Unternehmens hin adaptiert worden sind.

ViSAAR wurde als Teil der Programmlinie „REGION. innovativ" im Programm „Region und Strukturwandel" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. In der entsprechenden Förderbekanntmachung wurde das Ziel in den Vordergrund gerückt, „regionale Bündnisse, Netzwerke oder Cluster in verschiedenen Innovationsfeldern dabei zu unterstützen, neue Werkzeuge und Modelle der Arbeitsgestaltung und -organisation zu erarbeiten und umzusetzen; insbesondere in und mit kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) […]". Mit der Maßnahme sollen die Akteure der Arbeitsforschung in strukturschwachen Regionen gestärkt und die Attraktivität des jeweiligen Standorts langfristig gesichert werden" (BMBF 2019). Lösungen für die Herausforderungen der digitalen Transformation, des demografischen Wandels und des Niedergangs alter Industrien wurden dabei besonders in den Fokus gerückt. Das Vorhaben ViSAAR wurde daher von vornherein als Forschungs- und Unternehmensverbund konzipiert, der selbst bereits als Kern für ein Netzwerk fungieren konnte. Als Transferpartner konnten das Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken (https://digitalzentrum-saarbruecken.de/) und das Demografie Netzwerk Saar

Quelle: www.istockphoto.com

Quelle: www.istockphoto.com

(https://www.demografie-netzwerk-saar.de/) gewonnen werden. Zudem hat das Vorhaben in der Region einen breiten politischen Rückhalt erfahren. So haben 14 regionale politische Akteure, Kammern und Verbände ihre Unterstützung für das Projekt erklärt und insbesondere die Transferaktivitäten in die Region unterstützt.

Die Herausgeber:innen dieses Bands danken stellvertretend für alle Verbundpartner für die Förderung des Projekts durch das BMBF, für die Begleitung des Vorhabens durch den Projektträger Karlsruhe und für die Unterstützung des Vorhabens durch die vielfältigen regionalen Akteure.

3. Aufbau des Handbuchs

Den Einstieg in das Buch bildet eine Skizze der wichtigsten gesellschaftlichen und ökonomischen Entwicklungen sowie der technischen Basisinnovationen, die die Digitalisierung und die Virtualisierung in den letzten beiden Jahrzehnten vorangetrieben haben, sowie eine pragmatische Arbeitsdefinition für die virtuelle Arbeitsgestaltung, die die Use-Cases im Projekt miteinander verbindet.

Daran schließt sich eine Beschreibung wesentlicher technologischer Entwicklungslinien und ihrer betrieblichen Einsatzbereiche an. Diese Darstellung konzentriert sich hierbei auf digitale Assistenzsysteme innerhalb der Fabrikfertigung sowie bei mobilen Produktions- und Servicemitarbeiter:innen. Die Breite der aktuellen technologischen Entwicklung ist kaum überschaubar. Für die Auswahl der zu beschreibenden Technologiefelder war das Kriterium der Praxisrelevanz von Technologie für den Mittelstand entscheidend, bzw. das der Potenzialität, in absehbarer Zukunft eine wichtige Rolle in der betrieblichen Praxis zu spielen. Überdies decken die hier skizzierten Technikbereiche die Anwendungsfelder innerhalb des ViSAAR-Projekts ab.

Auf diese beiden eher konzeptionellen Beiträge folgt eine Reflexion der sozialen und organisatorischen Erfolgsvoraussetzungen für Digitalisierungs- bzw. Virtualisierungsprojekte. Denn die Umsetzungserfahrungen des ViSAAR-Projekts, aber auch vieler anderer Modellmaßnahmen zeigen, dass es keineswegs hinreichend ist, die „richtige" Technologie zur „richtigen" Anwendung im Unternehmen zu bringen. Vielmehr ist die Technik im betrieblichen Einsatz als soziotechnisches System zu verstehen, das in ein komplexes Geflecht von betrieblichen Routinen und Arbeitspraktiken eingebunden ist. Vor diesem Hintergrund werden die arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zur Gestaltung digitalisierter Arbeit dargestellt und um einige Erfahrungen aus der Umsetzung des ViSAAR-Projekts ergänzt.

Im Kontext der Erkenntnisse zu den nicht-technischen Faktoren für den Erfolg von Gestaltungsprojekten erfolgt eine modellhafte Vorgehensbeschreibung, die in drei wesentlichen Phasen die Vielschichtigkeit der betrieblichen Umsetzung aufzeigt. Aus diesem Modell können je nach den Voraussetzungen und Bedarfen im Unternehmen Einzelelemente oder aber auch der Gesamtprozess als Orientierung für betriebliche Vorgehensweisen genutzt werden. Daran anschließend illustrieren die sechs Partnerunternehmen mit ihren Projekten jeweils Beispiele Guter Praxis. Sie zeigen anschaulich auf, wie unter den verschiedensten Rahmen- und Branchenbedingungen durch kleinere oder größere Impulse der Arbeitsgestaltung die Innovationsfähigkeit gestärkt, Geschäftsprozesse optimiert und Arbeitsbelastungen für die Beschäftigten reduziert werden konnten.

Den Abschluss des Buchs bilden einige Überlegungen, wie durch innovative Formate und über neue Akteurskonstellationen die Erfahrungen von einzelbetrieblichen Projekten in sinnvolle Transferschritte für andere Unternehmen und für die Region überführt werden können.

II. Gesellschaftlich-ökonomische Entwicklungen und technische Grundvoraussetzungen der digitalen Transformation

Kathrin Bierwirth

In diesem Beitrag sollen die grundlegenden Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit der digitalen Transformation voneinander abgegrenzt und eine für das Projekt ViSAAR handlungsleitende Definition der „virtuellen Arbeitsgestaltung" hergeleitet werden. Zunächst werden die technologischen Entwicklungsschritte bis zur digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts aus historischer Perspektive skizziert. In einem nächsten Schritt werden treibende und hemmende Faktoren bei Digitalisierungsvorhaben näher beleuchtet und Lösungsmöglichkeiten diskutiert. Abschließend wird zum einen auf den aktuellen Digitalisierungsstand von kleinen und mittleren Unternehmen mit ihren Hemmnissen und Stärken eingegangen und zum anderen werden gesellschaftliche Konsequenzen des digitalen Wandels im Kontext der demografischen Entwicklungen in Deutschland aufgezeigt.

1. Die digitale Transformation als Wegbereiter der virtuellen Arbeitsgestaltung

Die Arbeitswelt hat sich im letzten Jahrhundert massiv verändert und befindet sich insbesondere in den letzten Jahrzehnten in einem fortdauernden Transformationsprozess. Beginnend mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert führte der Einsatz von Maschinen und mechanisch basierter Automatisierungsprozesse im produzierenden Gewerbe zu einem sprunghaften Anstieg der Produktionskapazitäten. Die Fließbandfertigung ordnete die zuvor unabdingbare menschliche Arbeitskraft mechanischen Produktionsprozessen unter und das im 20. Jahrhundert entwickelte Prozesssteuerungskonzept des **Taylorismus** gab den Arbeitenden mit dem Anspruch einer „wissenschaftlichen Betriebsführung" detaillierte Arbeitsabläufe vor (Taylor 1911). Die Erfindung des Mikroprozessors und des PCs führte seit den 1960er Jahren zu einer immer weitergehenden computergestützten Optimierung von Arbeitsabläufen und Arbeitsprozessen. Das von dem Intel-Begründer Gordon Moore bereits 1965 entwickelte Mooresche Gesetz besagt, dass sich die Anzahl der Transistoren pro Mikroprozessor etwa alle zwei Jahre verdoppelt (Moore, 1965). Diese exponentielle Leistungssteigerung in der Computertechnik hat sich bis heute nur unwesentlich verlangsamt, was den rasanten Fortschritt in dieser Industrie unterstreicht. In den 1980er Jahren erlebte die Informations- und Kommunikationstechnologie einen regelrechten Boom und ebnete den Weg für die nachfolgenden Digitalisierungs- und Automatisierungsschritte vor. Die Erfindung des „World Wide Web" bzw. des Internets durch Tim Berners-Lee im Jahr 1989 revolutionierte alle bis dahin gängigen Kommunikationsprozesse und bereitete für die weltweite Vernetzung und Digitalisierung. Etwa zur gleichen Zeit begann der Aufbau eines flächendeckenden Mobilfunks zur drahtlosen Telekommunikation. Dies war Grundvoraussetzung für den Siegeszug des heutigen internetfähigen Smartphones, das die Kommunikations- und Interaktionswege der Gesellschaft nachhaltig veränderte. Treibende Faktoren für technische Innovationen sind bis heute die Globalisierung und Managementkonzepte zur Produktionsoptimierung wie die Just-in-Time- oder Just-in-Sequence-Produktion. Die rasante Technologieweiterentwicklung der letzten Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts mündete in Innovationen der Robotik, der Künstlichen Intelligenz und der Entwicklung intelligenter Assistenzsysteme. Der Begriff der Industrie 4.0 wurde bereits 2011 auf der Hannover Messe eingeführt und prägt seither den wirtschaftlichen und politischen Diskurs. Schwab (2016) spricht in diesem Zusammenhang von der „Vierten industriellen Revolution", schließlich verändert der rasant wachsende technologische Fortschritt nicht nur die Wirtschaft, sondern das gesamte gesellschaftliche Handeln grundlegend und allumfassend. Bis zur Corona-Krise waren die Potenziale der Digitalisierung in der deutschen Wirtschaft und Gesellschaft allerdings nur wenig ausgeschöpft worden. Dies betraf nicht nur die deutschen Unternehmen, sondern auch die Verwaltungsbehörden, das Gesundheitssystem und digitale Zahlungsmodalitäten. Die anfänglich noch verhaltene Digitalisierung der Arbeitswelt erlebte spätestens durch die Beschränkungen der COVID-19-Pandemie einen enormen Entwicklungsschub, worauf im nachstehenden Abschnitt näher eingegangen wird.

Bei näherer Betrachtung des Digitalisierungsstandes von Unternehmen sollte die individuelle betriebliche Ausgangssituation berücksichtigt werden. Der individuelle Digitalisierungsgrad in den einzelnen Betrieben schwankt auch heute noch erheblich und ist von der Betriebsgröße und Branche abhängig. So ist beispielsweise die Industrie aufgrund der Automatisierung der Produktion mit den Digitalisierungsmaßnahmen weiter fortgeschritten. Gerade das produzierende und verarbeitende Gewerbe nutzt verstärkt digitale Lösungen zur Planung, Steuerung und Überwachung der betrieblichen Wertschöpfungsprozesse. In vielen Betrieben gewährleisten operative Produktplanungs- und Steuerungssysteme (PPS) einen reibungslosen Produktionsablauf und Entreprise-Resource-Planning(ERP)-Softwaresysteme bilden alle betrieblichen Abläufe ab und stellen die Weichen für Automatisierungsmaßnahmen. Fertigungssteuerungssysteme (Manufacturing-Execution-Systeme, MES) beziehen die Daten aus den beiden zuvor genannten Systemen und verfolgen, dokumentieren, überwachen und steuern alle Fertigungsschritte. Cloud-Lösungen vereinfachen die datengetriebene digitale Transformation und reduzieren den Kosten- und Investitionsaufwand durch mietbare Software-as-a-Service-Konzepte. Die digitale Transformation im Kontext der Industrie 4.0 geht dementsprechend oft weit über die reine Digitalisierung hinaus und verspricht eine „intelligente Vernetzung von Maschinen und Abläufen in der Industrie mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie" (Plattform Industrie 4.0 o. J.).

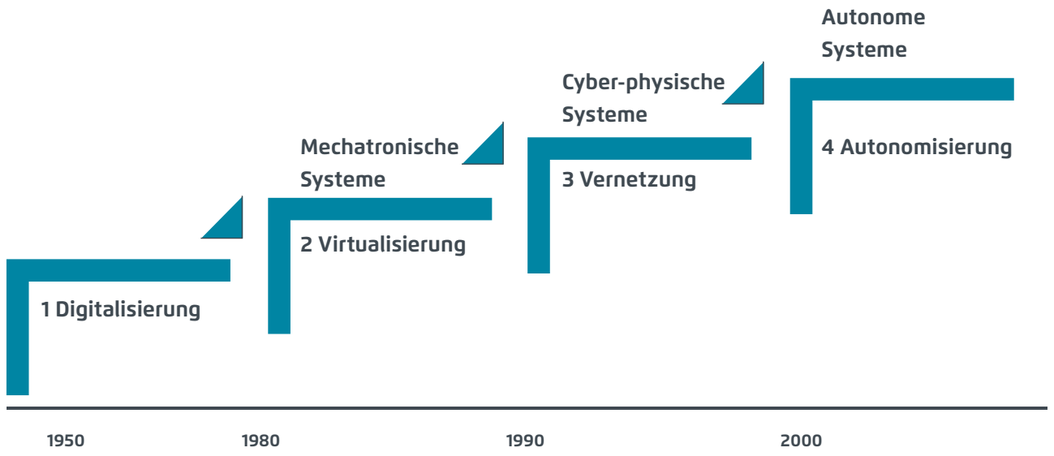
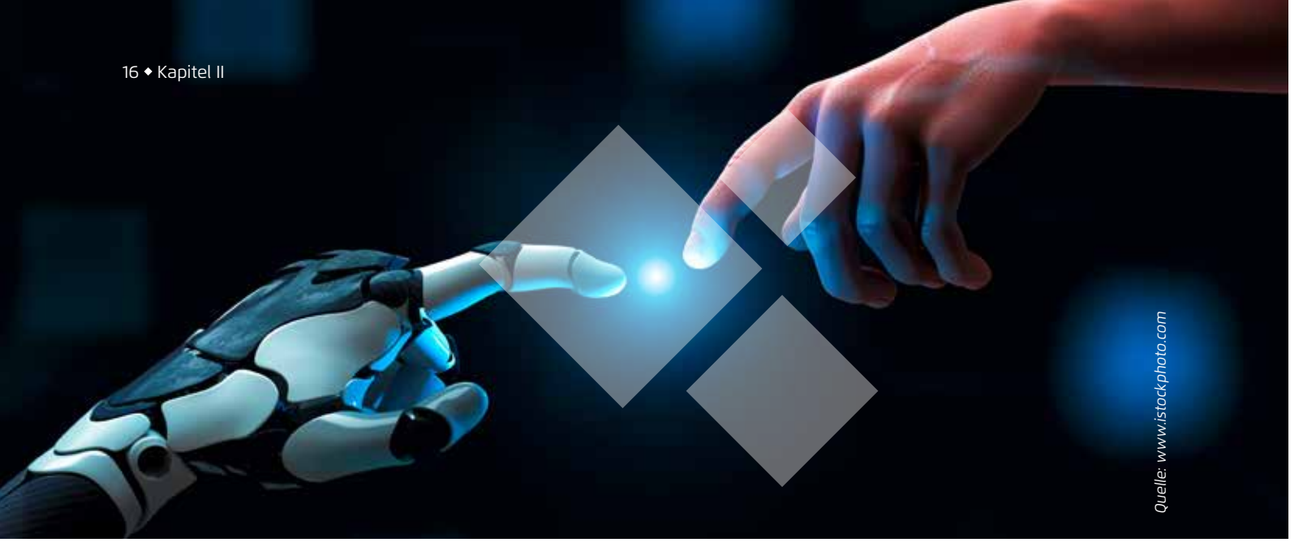


Abbildung 1: Die Entwicklungsstufen der digitalen Transformation – vom digitalen Abbild zum autonomen System. Angelehnt an Bauernhansl (2023).

Der Entwicklungsprozess der digitalen Transformation kann laut Bauernhansl (2023) in voneinander abgrenzbare, aufeinander aufbauende Stufen unterteilt werden (vgl. Abb. 1).

Die **Digitalisierung** als erste Stufe des technologischen Wandels begann bereits in den 1950er Jahren. Hierunter versteht man gemeinhin die reine Umwandlung analoger Informationen in digitale Formate, also die Erschaffung identischer Datenabbilder der real vorliegenden Informationen. Diese erste digitale Transformationsstufe ist auch heute noch nicht abgeschlossen, schließlich dient das möglichst exakte digitale Echtzeit-Datenabbild aller betrieblichen Wertschöpfungsprozesse als unabdingbare Grundlage für die weitergehende digitale Transformation in den höheren Stufen. Auf eine sorgfältige Datenaufbereitung sollte in dieser Stufe daher unbedingt geachtet werden.

Die zweite Stufe der technologischen Entwicklung, die **Virtualisierung**, baut somit auf der ersten Stufe auf und geht darüber hinaus. Sie ist nicht gleichzusetzen mit dem Begriff der „Virtual Reality" (VR) bzw. der virtuellen Realität, die mit Hilfe von VR-Brillen und 360°-Kameras die Realität in einem interaktiven, virtuellen Szenario nachbaut, wie man es beispielsweise von Computerspielen kennt. Laut Bauernhansl (2023) erfolgte die Virtualisierung auf zwei Ebenen, der Modellebene und der Funktionsebene. So wurden auf der Modellebene die digitalen Datenartefakte durch virtuelle Modelle ganzer Informationsketten (wie z. B. Produkte) erweitert, wodurch reale Anwendungsfälle virtuell anwendbar und so simulierbar wurden. Simulierte Crashtests oder Produkttests ermöglichen beispielsweise die virtuelle Erprobung und Testung verschiedener



Quelle: www.istockphoto.com

Szenarien und Anwendungen unter enormen Kosteneinsparungen. Auf der Funktionsebene werden Funktionen der Hardware in eine Software transferiert, wodurch diese skalier- und optimierbar werden. Beide Entwicklungsebenen sind jeweils in sich geschlossen und können somit nicht adaptiv auf Veränderungen der Umwelt reagieren, da sie nicht mit anderen Systemen vernetzt sind. Das bedeutet, dass beispielsweise Veränderungen in den Parametern eines Produktes durch die Entwickler im Produktionsprozess auf das Produkt übertragen werden müssen. Ist das Produkt erst einmal beim Endkunden, können aufgrund der fehlenden Vernetzung keine Veränderungen mehr vorgenommen werden. Dies ist nicht nur zeitaufwändig, sondern auch ressourcenintensiv, was sich z. B. bei Rückrufen im Kontext von Softwarefehlern bestimmter Produktionsreihen von Automobilen gezeigt hat. Dieses Problem wird durch einen digitalen Zwilling umgangen, wodurch die Ebenen der Digitalisierung und Virtualisierung miteinander verschmelzen. Maschinen erzeugen im Betrieb kontinuierlich Rohdaten in Form von Prozess- und Betriebsdaten sowie weitergehenden Informationsströmen, die den digitalen Fußabdruck oder den „digitalen Schatten" der Maschine ergeben. Ausgehend hiervon wird nun ein auf Echtzeitdaten basierendes virtuelles Modell eines physischen Objektes, Systems oder Prozesses aufgebaut, was realitätsnahe Simulationen mit Hilfe der digitalen Repräsentation ermöglicht. Hierdurch können belastbare Vorhersagen getroffen werden. Digitale Zwillinge sind auf der gesamten Prozesskette produzierender Betriebe einsetzbar und können bereits bei der Entwicklung als auch während der Produktion oder der Qualitätskontrolle unterstützen (Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK), 2024). So werden z. B. in der Produktentwicklung digitale Prototypen eines möglichen Produktes in einem digitalen Zwilling erstellt und mit diesem dann getestet und optimiert, bevor ein physisches Produkt entwickelt wird. Auf diese Weise ist eine Simulation des ganzen Produktlebenszyklus möglich. Es können aber auch ganze Fabriken und deren Abläufe entlang der betrieblichen Wertschöpfungskette simuliert werden, wodurch die Fabrik bereits vor dem eigentlichen Bau so effizient und ressourcenschonend wie möglich geplant werden kann.

Auf der dritten Ebene, der **Vernetzung**, sind digitale Zwillinge wiederum die Grundlage zur Entwicklung Cyber-physischer Systeme, die durch Vernetzung physischer Systeme mit ihren virtuellen Abbildern entstehen. Diese dritte Entwicklungsstufe der digitalen Transformation eröffnet völlig neue Möglichkeiten der Produktentwicklung, schließlich können Cyber-physische Systeme nun miteinander vernetzt werden, wodurch neue, übergeordnete Systeme entstehen (Systems of Systems). Dies ermöglicht die Kommunikation der Systeme untereinander. So können Produkte, die bereits beim Endkunden sind, virtuell weiter optimiert und angepasst werden. Ein gutes Beispiel sind die regelmäßigen Softwareupdates von Smartphones, mit denen die Hersteller bestimmte Funktionalitäten oder Geräteeigenschaften wie z. B. die der Kamera nachträglich ortsunabhängig und ohne Kundenkontakt verfeinern. Dies ist eine äußerst kostengünstige und effiziente Produktoptimierung. Aber auch die Industrie macht sich die Vorteile eines Systemnetzwerks zunutze. Eine datenbasierte Vernetzung der Produktionsabläufe soll diese so flexibel gestalten, dass individuelle Kundenanforderungen realisiert werden können. Die datengestützte Produktionsanalyse deckt Schwachstellen auf und identifiziert Optimierungsbedarfe, wodurch eine weitergehende Effizienzsteigerung möglich wird. Hierdurch eröffnen die Betriebe nicht nur neue Geschäftsfelder, sondern erweitern auch die Möglichkeiten des Service- und Produktportfolios. Dank der durchgängigen Vernetzung aller Informationsströme sowohl der internen als auch der externen Wertschöpfungsprozesse wird den Betrieben zudem ein nachhaltiges und ressourcenschonendes Wirtschaften ermöglicht. Abläufe können optimal aufeinander abgestimmt werden, was wiederum Einsparungen und Effizienzsteigerungen mit sich bringt. In der Praxis haben bislang allerdings nur wenige Betriebe die Stufe der Vernetzung im Sinne des Konzeptes „Industrie 4.0" erreicht. Die hierfür notwendigen Transformationsschritte sind hochkomplex und ressourcenintensiv und für die meisten Betriebe kaum realisierbar vgl. hierzu Bauernhansl 2023.

Die vierte und somit höchste Stufe der digitalen Transformation bildet die **Autonomisierung** (Bauernhansl 2023), die auf Basis Künstlicher Intelligenz und maschinellen Lernens technischen Systemen das Treffen eigenständiger Entscheidungen ermöglicht. Grundlage für diese maschinellen Lernprozesse sind die Rohdaten des digitalen Schattens oder aber synthetisch generierte Daten des digitalen Zwillings. Ausgehend von diesen Daten kann die Software trainiert und angelernt werden, wodurch autonome Entscheidungsprozesse möglich werden. Hierdurch können sich Systeme selbst optimieren und weiterentwickeln (Bauernhansl 2023). Durch den Einsatz von modernster Sensortechnik können Fahrzeuge bereits heute autonom, also fahrerlos, auf vorgegebenen Strecken navigieren und sich in den Verkehr integrieren und selbstständig Fahrmanöver z. B. zur Unfallvermeidung initiieren. Aus den gemachten „Erfahrungen" kann die Künstliche Intelligenz für zukünftige kritische Entscheidungssituationen dazulernen und sich hierdurch selbst verbessern. Die Stufen der Vernetzung und der darauf aufbauenden Autonomisierung werden von Unternehmen aufgrund der Komplexität ihrer Voraussetzungen bislang nur selten erreicht.

Wie dieser kurze Abriss der digitalen Transformation zeigt, sind sowohl die Digitalisierung als auch die weitergehende Virtualisierung von Arbeitsprozessen die Grundlage für Automatisierungs- und Autonomisierungsschritte. Aus diesem Grund ist es für Unternehmen unerlässlich, auf diesen beiden aufeinander aufbauenden Stufen die Datenimplementierung sorgfältig und strukturiert anzugehen, um weitergehende Transformationsschritte vorzubereiten. Konkret bedeutet dies, dass die Aufbereitung der unternehmensbezogenen Daten als Grundlage für weitergehende Digitalisierungsschritte mit äußerster Sorgfalt und Präzision vollzogen werden muss. Zudem sollten auch die betrieblichen Prozessabläufe beschrieben und analysiert werden.

Die Digitalisierung und Virtualisierung revolutionieren zunehmend die Arbeitswelt, indem sie traditionelle, analog basierte Methoden durch digitale Prozesse und Technologien ersetzen. Spätestens seit der COVID-19-Pandemie setzen Unternehmen verstärkt auf das ortsunabhängige Arbeiten (Kleemann 2023). Dies bedeutet, dass Beschäftigte ihre Tätigkeit prinzipiell an jedem beliebigen Ort durchführen können, vorausgesetzt, die hierfür notwendigen virtuellen Instanzen und Tools zur Tätigkeitsausübung wurden geschaffen und es besteht eine Internetverbindung zur Kommunikation mit den Systemen. Die dem Projekt ViSAAR zugrundeliegende Arbeitsdefinition des Konzeptes der virtuellen Arbeitsgestaltung folgt diesem praktischen Anwendungsbezug:

Virtuelle Arbeitsgestaltung konzentriert sich demnach auf die Anwendung digitaler Technologien in Organisationen zur räumlich und/oder zeitlich unabhängigen Planung, Steuerung, Durchführung und Optimierung von Arbeitsprozessen.

Die virtuelle Arbeitsgestaltung eröffnet Unternehmen neue Möglichkeiten der Kollaboration und Innovation mit der Chance, dass die Wettbewerbsfähigkeit und Arbeitgeberattraktivität steigen. Hierfür müssen allerdings interne und externe Wertschöpfungsprozesse aus dem traditionellen Betriebszusammenhang herausgelöst und datenbasiert transformiert werden. Die Vernetzung interner und externer Prozesse ermöglicht es den Betrieben, flexibel auf Veränderungen zu reagieren und ihre Prozesse fortwährend zu aktualisieren und zu optimieren. Virtualisierte Arbeitsprozesse sind losgelöst von räumlichen und zeitlichen Einschränkungen und steigern nicht nur die Effizienz, sondern können sich beispielsweise durch Mobilitätseinsparungen auch positiv auf die Beschäftigten auswirken. Mit Hilfe virtualisierter Plattformen (Cloud) und Kommunikationstools kann orts- und zeitunabhängiges Arbeiten ermöglicht werden, was wiederum die Flexibilität der Beschäftigten steigert. Um dies zu realisieren, müssen die hierfür notwendigen betrieblichen Transformationsschritte vorbereitet und zielgerichtet umgesetzt werden. Dies erfordert eine Strategieentwicklung, wie die virtuelle Arbeitsgestaltung im Betrieb ermöglicht werden kann.

Das Projekt ViSAAR nutzte folgende Arbeitsdefinition der strategischen Umsetzung der virtuellen Arbeitsgestaltung:

Eine strategische Umsetzung der virtuellen Arbeitsgestaltung bezieht sich auf den Einsatz digitaler Technologien zusammen mit einer systematischen (Um-)Gestaltung von Organisationskonzepten, Arbeitsprozessen und Geschäftsmodellen. Sie schafft Möglichkeiten, inner- und außerbetriebliche Wertschöpfungsprozesse aus dem räumlichen und zeitlichen Betriebszusammenhang herauszulösen.

Virtuelle Arbeitsgestaltung ist dementsprechend ein zentrales Konzept für Unternehmen, mit dem sie den Herausforderungen der Wettbewerbsfähigkeit und Fachkräftesicherung in einer zunehmend digitalisierten Wirtschaft begegnen können.

2. Treiber und Hindernisse der digitalen Transformation und der virtuellen Arbeitsgestaltung

Die Virtualisierung von Arbeitsprozessen wird von unterschiedlichen Faktoren angetrieben. Neben der ständigen Weiterentwicklung computerbasierter Systeme zur Vernetzung von Maschinen und Systemen wie dem Industrial Internet of Things (Bauernhansl 2023) und der Weiterentwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologie wie cloudbasierten Plattformarchitekturen gibt es auch gesellschaftlich-ökonomische Antriebsfaktoren, die die digitale Transformation und somit auch die virtuelle Arbeitsgestaltung forcieren. So haben sich die Krisen der letzten Jahre wie der Ukraine-Krieg und die damit einhergehende Energiekrise, aber insbesondere die diesen vorausgehende COVID-19-Pandemie in den Jahren 2020 bis 2022 als bedeutende Treiber der digitalen Transformation in Betrieben herausgestellt (Bitkom 2021).

Wie bereits eingangs erwähnt, mussten sich viele Betriebe und öffentliche Institutionen aufgrund der Kontaktbeschränkungen in der Pandemiephase auf neue, digital basierte Möglichkeiten der Zusammenarbeit einlassen, um die Fortführung der geschäftlichen Aufgaben zu gewährleisten. Bis zum Krisenbeginn waren die Konzepte der Industrie 4.0 und der digitalen Transformation eher theoretische

Konstrukte statt für die Praxis geltende Handlungsleitlinien. So konstatierte der Wissenschaftliche Beirat beim damaligen Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2021) in seinem Gutachten zu den Auswirkungen der Corona-Krise:

„Die Corona-Pandemie hat den Rückstand Deutschlands bei der digitalen Transformation in vielen Bereichen schonungslos offengelegt. Die Pandemie hat überall dort Defizite aufgezeigt, wo deutsche Institutionen – Verwaltungen, Unternehmen, Schulen, Hochschulen, Gerichte – ihren längst erkannten und ausführlich diskutierten Aufgaben zur Digitalisierung der Abläufe über lange Zeit nicht nachgekommen sind."

Arbeitsprozesse entlang der betrieblichen Wertschöpfungskette konnten plötzlich nicht mehr auf althergebrachten Wegen durchgeführt werden und mussten durch den Einsatz digitaler Lösungen ersetzt werden. Die Digitalisierung von bisher analog durchgeführten Arbeitsprozessen zur Aufrechterhaltung der betrieblichen Tätigkeit wurde allerdings häufig anlassbezogen und bedarfsorientiert und somit unstrukturiert vollzogen. Der durch die Krise ausgelöste Digitalisierungsschub war in fast allen Branchen spürbar und reichte vom Aufbau einer Website zur Aufrechterhaltung der Kundeninteraktion bis zur Einführung cloudbasierter Kommunikationsplattformen oder der Einführung von E-Commerce-Plattformen. Diese zumeist punktuellen Digitalisierungsmaßnahmen ebneten den Weg für weitergehende Transformationsprozesse auch über das Ende der Krise hinaus. Ortsunabhängiges Arbeiten wurde auf einen Schlag gezwungenermaßen ein Standard im Arbeitsalltag vieler Beschäftigter. Wenngleich diese für viele Betriebe ungewohnte und neuartige Organisation der Arbeitsprozesse viele Herausforderungen mit sich brachte, wurden die Vorteile sowohl für Arbeitgeber:innen als auch für die Beschäftigten schnell evident. Die betrieblichen Akteur:innen wurden im Zuge der Pandemie-Fortdauer zunehmend für die Notwendigkeit digitaler Transformationsmaßnahmen sensibilisiert und die Vorteile wurden evident. Dank der Vernetzung der betrieblichen Kommunikationsstrukturen wurde die Zusammenarbeit ressourceneffizienter für die Unternehmen und die Vereinbarkeit von Berufs- und Familienleben der Beschäftigten wurde verbessert. Die pandemiebedingten Mobilitätseinschränkungen wurden umgedeutet und existieren seitdem als für beide Seiten positive Mobilitätseinsparungen fort. Die digitalen Transformationsmaßnahmen zur Bewältigung der Pandemie zeigten demnach vielen Betrieben die positiven Effekte der Digitalisierung auf.

Auch die durch den Ukraine-Krieg ausgelöste weltweite Energiekrise kann als treibender Faktor für die digitale Transformation in vielen Unternehmen angesehen werden, schließlich wirken sich die steigenden Energiepreise auf die gesamte Wertschöpfungskette aus. Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und damit einhergehende Optimierungsmaßnahmen der Arbeitsprozesse und Ablaufstrukturen wurden notwendig. Virtuelle Vernetzungsstrukturen können hierbei maßgeblich unterstützen. Unternehmerische Reaktionen auf die Energiekrise wirken sich zudem positiv auf eine nachhaltige Ressourcennutzung aus und greifen die Forderungen nach Schritten hin zur Kreislaufwirtschaft auf. Notwendige Nachhaltigkeitsstrategien der Industrie hin zu einer Green Economy können durch digitale Transformationsmaßnahmen maßgeblich unterstützt werden (Gotsch et al. 2022).

Schließlich kann auch der Fach- und Arbeitskräftemangel als ein betrieblicher Treiber der digitalen Transformation betrachtet werden. Arbeitgeber:innen sehen sich gezwungen, flexiblere Arbeitsmodelle anzubieten, um qualifizierte Beschäftigte zu finden und zu binden. Die durch virtuelle Arbeitsgestaltung geschaffenen Potenziale des ortsunabhängigen Arbeitens können maßgeblich zur Steigerung der Arbeitgeberattraktivität beitragen. Durch das Angebot des ortsunabhängigen, virtuellen Arbeitens können Unternehmen darüber hinaus in vielen Arbeitsbereichen auf einen erweiterten Bewerberpool zurückgreifen, schließlich muss der Rekrutierungsradius nicht mehr auf die eigene

Region beschränkt werden. Aber auch eine zeitgemäße und öffentlichkeitswirksam kommunizierte Unternehmensstrategie mit den jeweiligen Schritten hin zur betrieblichen digitalen Transformation unterstützt eine positive Außenwirkung. Auf diese Weise wird das Interesse externer Stakeholder wie Bewerber:innen, Kund:innen und auch das der Konkurrenz geweckt und die Unternehmensattraktivität insgesamt verbessert. Generell ist deutlich geworden, dass konkret formulierte und in die Unternehmensphilosophie übernommene Strategien zur digitalen Transformation des Betriebes zu einer verbesserten und aktiven Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen führen (KfW Research 2022a).

Diesen treibenden Faktoren stehen allerdings auch Hemmnisse gegenüber. Im Rahmen des KfW-Mittelstandspanels (2021) wurden Unternehmen zu Digitalisierungshemmnissen befragt. Zimmermann (KfW Research 2022b) identifizierte in seiner Auswertung das Thema Datenschutz als größtes Hemmnis bei Digitalisierungsmaßnahmen. Die Umsetzung der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) bedingt für viele Unternehmen zum einen die datenschutzbezogene Schulung eigens hierfür zugewiesener Arbeitskräfte als Datenschutzbeauftragte. Zum anderen geht die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Datenschutzmaßnahmen mit einer zumeist kostenintensiven Umrüstung oder Anpassung der betrieblichen Anwendungssoftware einher. Aus diesem Grund scheuen viele Betriebe weitergehende Digitalisierungsmaßnahmen, denn je mehr softwarebasierte Lösungen oder digitale Tools im Betrieb Anwendung finden, desto komplexer werden die Anforderungen an die Weiterverarbeitung personenbezogener Daten.

Als weiteres Hemmnis gilt die in Deutschland noch immer nicht ausreichend ausgebaute digitale Infrastruktur (KfW-Mittelstandspanel 2021). Für die digitale Transformation in Deutschland ist eine flächendeckende Versorgung mit schnellem Internet Grundvoraussetzung. Laut Zimmermann (2022) bestehen insbesondere im ländlichen Raum in Deutschland massive Defizite beim Ausbau der Breitband- und Mobilnetze weiter, aber auch in städtischen Gebieten gibt es Versorgungsschwachstellen. Zudem zeigt er auf, dass mit zunehmender

Quelle: freepik.de

Unternehmensgröße auch die Bedeutung einer stabilen Dateninfrastruktur steigt. Dies kann u. a. darauf zurückzuführen sein, dass der Bedarf an Datennutzung für kleinere Betriebe geringer ist und somit eine schlecht ausgebaute Infrastruktur weniger stark ins Gewicht fällt. Die Versorgung mit schnellem und stabilem Internet ist ein Schlüsselfaktor bei der deutschlandweiten digitalen Transformation. Seitens des Bundes wurden die Bemühungen, eine flächendeckende Netzversorgung zu gewährleisten, intensiviert. Die sich schnell ändernden Mobilfunkstandards erschweren und verlangsamen den Netzausbau allerdings. Während 2021 noch der Long Term Evolution (LTE) der vierten Generation (4G) gängig war und sich die dritte Generation (3G) im Auslaufen befand, etabliert sich bereits seit dem Jahr 2022 die fünfte Generation (5G) als Standard (Bundesnetzagentur 2021, 2022). So waren bis Oktober 2022 bereits mehr als drei Viertel der Fläche des Bundesgebietes mit dem 5G-Netz durch mindestens einen Netzbetreiber ausgestattet.

Darüber hinaus weisen Befragungen darauf hin, dass der Mangel an IT-Fachkräften sowie fehlende IT-Kompetenzen der bereits Beschäftigten weitere hinderliche Faktoren für die Digitalisierung im Mittelstand darstellen (KfW-Mittelstandspanel 2021). Laut Leifels (2021) besteht mittlerweile bei digitalen und Medienkompetenzen ein höherer Weiterbildungsbedarf als an berufsbezogenen Qualifikationen. Die Schulungsbedarfe bilden das gesamte IT-Nutzungsspektrum ab und erstrecken sich von den Basis- und Grundkenntnissen zur Computernutzung bis hin zur hochspezialisierten Softwareschulung. Auch Baudach und Zink (2019) sehen die Befähigung der Belegschaft zur Handhabung und Nutzung der betrieblichen digitalen Infrastruktur als eine unabdingbare Voraussetzung, weshalb auch hierfür Förderprogramme etabliert werden sollten, um die Betriebe bei der zielgerichteten Schulung zu unterstützen. Gut geschulte Beschäftigte können sich nicht nur schneller in neue Anwendungssoftware einarbeiten, sondern entwickeln ein für die betriebliche digitale Transformation notwendiges technisches Grundverständnis. Bei Veränderungsprozessen ist es unabdingbar, die Beschäftigten mit einzubeziehen und fehlende Kompetenzen aufzubauen. Digitale Lösungen können die Bearbeitung von Arbeitsaufgaben in allen Unternehmensbereichen erleichtern und effizienter gestalten, aber es ist wichtig, dass den Beschäftigten Hemmungen und Ängste durch zielgerichtete Schulungen genommen werden.

Zudem gilt für viele Unternehmen der Mangel an Finanzierungsmöglichkeiten als Digitalisierungshemmnis. Laut Zimmermann (2016) sind insbesondere die unspezifischen Erfolgsaussichten bei Digitalisierungsvorhaben einer der Hauptgründe, weshalb der Zugang zu Krediten oder die Unterstützung externer Geldgeber für solche Investitionen schwierig ist. Aber gerade Veränderungsmaßnahmen im Rahmen der digitalen Transformation sind äußerst komplex und kostenintensiv und können von vielen Betrieben nur durch Finanzierungsmaßnahmen umgesetzt werden. Aus diesem Grund sollten Fördermöglichkeiten und günstige Finanzierungsmöglichkeiten für Digitalisierungsbestrebungen angeboten werden, um die Investitionsbereitschaft in den Betrieben zu erhöhen.

3. Wie ist der Stand der digitalen Transformation in kleinen und mittleren Unternehmen?

Die digitale Transformation kann als grundlegender Treiber für Innovation, Wettbewerbsfähigkeit und Arbeitgeberattraktivität angesehen werden. Aus diesem Grund ist es gerade für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) besonders wichtig, hier nicht den Anschluss zu verlieren und mit den Transformationsschritten mitzuhalten. Aufgrund der geringen Betriebsgröße sind solche umfangreichen Veränderungsprozesse allerdings eine besondere Herausforderung. Große Unternehmen verfügen sowohl über die finanziellen sowie personellen Ressourcen, um Digitalisierungsmaßnahmen in ihren Betrieben umzusetzen. Großzügige Projektbudgets und eigens hierfür eingesetzte Projektteams planen und realisieren betriebliche Innovationsprojekte und Transformationsschritte. Gesonderte Abteilungen wie die Forschung und Entwicklung (FuE) untersuchen und erproben konsequent betriebliche Verbesserungsmöglichkeiten. KMU hingegen fehlt es eben genau an diesen Ressourcen. Bei KMU ist die betriebliche Organisationsstruktur weniger untergliedert und bietet somit weniger Spielraum für die Verteilung zusätzlicher Aufgaben wie z. B. von betrieblichen Innovationsprojekten. Je kleiner die Betriebe sind, desto evidenter wird diese Problematik, schließlich laufen in kleinen Betrieben verschiedene Aufgabenbereiche in wenigen Personen zusammen, wodurch sich die Arbeitsaufgaben stark verdichten. Hinzu kommen strukturelle Barrieren in bestimmten Regionen, fehlendes technisches Know-how sowie Sicherheitsbedenken beim Einsatz digitaler Lösungen. Statistische Daten belegen, dass eine überwältigende Mehrheit der deutschen Betriebe als KMU von dieser innovationshemmenden Ausgangssituation betroffen ist. Größere Unternehmen mit mindestens 250 Beschäftigten haben zwar rein zahlenmäßig mit nur 0,7 % einen sehr geringen Anteil an der Anzahl der deutschen Unternehmen, beschäftigen aber mehr als ein Drittel aller deutschen Arbeitnehmer:innen (Emons et al. 2021). 99,3 % aller deutschen Unternehmen waren im Jahr 2021 KMU, darunter 82,2 % Kleinstunternehmen mit bis zu 9 Beschäftigten, 14,7 % Kleinunternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten und nur 2,5 % mittlere Unternehmen mit bis zu 249 Beschäftigten (Destatis 2023). Nicht umsonst gilt der Mittelstand als das „Rückgrat" der deutschen Wirtschaft. Zwar sind die deutschen KMU laut einem Bericht des Instituts für Mittelstandsforschung (IfM) im europäischen Vergleich auf einem mittleren bis guten Digitalisierungsniveau, was sich in einer vergleichsweise hohen Verbreitung digitaler Technologien und Prozesse sowie einem gewissen Maß an Digitalisierungsbereitschaft bemerkbar macht. Allerdings verfügen insbesondere KMU im skandinavischen Raum über einen fortschrittlicheren Digitalisierungsstand durch Cloud-Computing, Plattform-Lösungen und E-Commerce-Konzepte (IfM 2022). Auch innerhalb der KMU-Größenklassen machen sich Unterschiede im Digitalisierungskontext bemerkbar. So verfügt etwa die Hälfte der mittleren Unternehmen in Deutschland über Personal mit IKT-Kompetenzen, wohingegen nur 15 % der kleinen Unternehmen über medienkompetentes Personal verfügen. Diese Lücke kann nur durch gezielte Weiterbildungs- und Schulungsmaßnahmen geschlossen werden.

Etwas mehr als ein Drittel der deutschen KMU setzte 2021 IKT-Fortbildungen um, wohingegen knapp drei Viertel der Großunternehmen in IKT-Schulungsmaßnahmen investierte. Ein ähnliches Verhältnis zeigte sich bei dem betrieblichen Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI). Während 11 % der KMU intelligente Technologien in ihren Betriebsalltag integriert haben, setzen bereits 35 % der Großunternehmen auf KI-basierte Verfahren (IfM 2022). Dies macht die Vorreiterstellung der Großbetriebe deutlich und zeigt auf, dass insbesondere KMU Unterstützungsbedarf bei der digitalen Transformation haben. So empfiehlt auch der Wissenschaftliche Beirat des BMWi (2021) zielgerichtete Fördermaßnahmen zur Unterstützung bei technischen Innovationen sowie der Weiterbildung des Personals, um die digitale Transformation im deutschen Mittelstand weiter voranzutreiben. Praxisorientierte Handlungsempfehlungen aus anwendungsorientierten Forschungsprojekten können kleineren Betrieben mit geringen Ressourcen dabei helfen, betriebliche Innovationsprozesse anzustoßen, schließlich bietet die digitale Transformation vielfältige Potenziale für KMU. Neben der Effizienz- und Produktivitätssteigerung durch Prozessautomatisierung, Datenanalysen und der Optimierung von Arbeitsabläufen können auch neue Geschäftsfelder und Märkte erschlossen werden.

Mit Hilfe des Onlinehandels können neue Zielgruppen erreicht werden und digitale Vertriebs- und Marketingkanäle erhöhen die Reichweite und erschließen neue Absatzmärkte. Die Entwicklung neuer digitaler Produkte und Dienstleistungen oder die Integration innovativer Technologien differenzieren und erweitern das Produktangebot und erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit. Dies wiederum erhöht die Kundenbindung, die durch digitale Kommunikations- und Interaktionskanäle weitergehend gefestigt werden kann. Die geringere Größe und flachen Hierarchien im Vergleich zu Großunternehmen bringen zudem auch Vorteile für KMU beim digitalen Wandel, schließlich können sie flexibler und agiler auf Veränderungen reagieren und ihre Geschäftsprozesse schneller anpassen. KMU sind zudem meist regional verwurzelt, weshalb sie über eine stärkere Kunden- und Marktnähe verfügen und besser auf externe Anforderungen und Bedürfnisse der lokalen Akteure eingehen können.

Auf diese Weise können optimal auf den Kundenbedarf zugeschnittene Lösungen entwickelt werden. Bei der Realisierung betrieblicher Innovationsprojekte ist der meist hohe Spezialisierungsgrad in Kombination mit einer verhältnismäßig kleinen Betriebsgröße von KMU vorteilhaft, um neue Technologien und Geschäftsmodelle zu adaptieren. Diesen Potenzialen und Vorteilen stehen die eingangs erwähnten Hemmnisse gegenüber, die durch flankierende Unterstützungsmaßnahmen und zielgerichtete Fördermöglichkeiten adressiert werden können.

Quelle: www.istockphoto.com

KMU haben besondere Potenziale

aber auch Herausforderungen für die Digitalisierung.

4. Welche gesellschaftlichen Risiken birgt der digitale Wandel?

Der digitale Wandel hat konkrete Auswirkungen auf die Arbeitsgestaltung und somit auf die Beschäftigten selbst. Durch Automatisierungsprozesse und den Einsatz KI-basierter Lösungen droht der (vermeintliche) Wegfall von Arbeitsplätzen, was zu Verunsicherung und Angst bei der Belegschaft führt. Die Befürchtung, den eigenen Arbeitsplatz irgendwann durch den Einsatz digitaler Technologien zu verlieren, kann zur generellen Ablehnung technikgestützter Innovationen führen. In ihrer viel beachteten Studie untersuchten Osborne und Frey (2013) das Automatisierungspotenzial von 702 unterschiedlichen Berufsbildern und ordneten 47 % aller Beschäftigten des US-amerikanischen Arbeitsmarktes der Gruppe mit einem hohen Substituierungspotenzial zu. Gemäß den Autoren liegt somit bei knapp der Hälfte aller amerikanischen Beschäftigten das Risiko bei mehr als 70 %, den Arbeitsplatz durch Digitalisierungs- und Automatisierungsprozesse in zehn bis zwanzig Jahren zu verlieren. Diese Ergebnisse entschärft das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) bereits in seiner Kurzexpertise für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) zur Studie von Osborne und Frey im Jahr 2015. Demnach untersuchen Osborne und Frey das Automatisierungsrisiko und das technische Automatisierungspotenzial bestimmter Tätigkeiten und nicht der Berufe selbst, weshalb hierdurch nicht unbedingt Beschäftigungseffekte zu erwarten sind. Durch den Wegfall bestimmter Routine-Tätigkeiten können Beschäftigte neue oder erweiterte, schwerer zu automatisierende Tätigkeiten verrichten. Die Beschäftigten und ihre Tätigkeitsprofile würden sich an die Automatisierungsprozesse im Betrieb anpassen (ZEW 2015). Bei geringqualifizierten Beschäftigten in Routinetätigkeiten steigt zwar das Substitutionsrisiko, allerdings wird sich die Gesamtbeschäftigung auch in den nächsten Jahren wohl kaum erheblich ändern (ifo 2018). Zudem birgt die digitale Transformation der Wirtschaft auch Chancen für neue Arbeits- und Tätigkeitsfelder. So prognostiziert die IAB-Studie zu den Arbeitsmarkteffekten der Digitalisierung (2018) zwar einen Wegfall von ungefähr 1,5 Millionen Arbeitsplätzen durch den digitalen Wandel bis 2025. Gleichzeitig werden ebenso viele Arbeitsplätze durch den Bedarf an neuen Betätigungsfeldern im Kontext der IKT-Technologie neu entstehen. Der digitale Wandel wird demnach zu vielschichtigen Veränderungen des Arbeitsmarktes und den Arbeitsplatzanforderungen und Jobprofilen führen und die technikbasierte Effizienzsteigerung wird Gewinn- und Einkommenssteigerungen mit sich bringen. Allerdings ergeben sich hier branchenspezifische und regionale Unterschiede. Das verarbeitende Gewerbe wird voraussichtlich am stärksten von Arbeitsplatzverlusten betroffen sein, während die Bildungsbranche und persönliche Dienstleistungen profitieren werden. Auf regionaler Ebene werden Nordrhein-Westfalen sowie den östlichen Bundesländern die größten Arbeitsplatzverluste vorhergesagt, während der Westen und Südwesten womöglich sogar Zugewinne verzeichnen werden kann (IAB 2018). Diese Ergebnisse zeigen, dass zwar ein hoher Anteil an Arbeitsplätzen vom digitalen Wandel direkt oder indirekt betroffen sein wird, die grundlegende Sorge des Verlusts des „Produktionsfaktors Mensch" aber unbegründet ist.

Im Kontext der digitalen Transformation ist allerdings der demografische Wandel mit einer zunehmend älteren Beschäftigtenstruktur ein nicht zu vernachlässigender Faktor. In Deutschland ist knapp jede vierte Person über 60 Jahre alt (Statista 2022). Während die jüngeren Generationen mit digitalen Technologien aufgewachsen und mit deren Umgang vertraut sind, blicken vor der Jahrtausendwende geborene Beschäftigte auf eine analoge Kindheit und Jugend zurück. Je weiter das Geburtsjahr im letzten Jahrhundert zurückliegt, desto größer ist der Lebensabschnitt im analogen Zeitalter. Älteren Beschäftigten fällt es aufgrund der mangelnden Grundkompetenzen in der Mediennutzung

Quelle: www.istockphoto.com

häufig schwerer, sich mit neuer Software oder digitalen Arbeitsprozessen auseinanderzusetzen und sich diese anzueignen. Gleichzeitig führt die fortgeschrittene Erwerbszeit zu einer häufig niedrigeren Bereitschaft, innovative Verfahren auszuprobieren oder sich weiterzubilden. Nicht selten wird auch die Notwendigkeit betrieblicher Innovationsmaßnahmen von der Belegschaft nicht erkannt oder aus Angst vor Veränderung heruntergespielt. Aufgrund von Differenzen und Ablehnung innerhalb der Belegschaft können Unternehmen und insbesondere KMU Gefahr laufen, notwendige digitale Transformationen auszusetzen. Von daher ist die Akzeptanz und die Technikkompetenz der Beschäftigten von entscheidender Bedeutung für eine erfolgreiche Transformation (vgl. Kap. IV). Zur Steigerung der Akzeptanz bei den Beschäftigten sind Schulungen zur Steigerung der Medienkompetenzen der Schlüssel. Insbesondere im Zusammenhang mit dem Umgang neuer Technologien kann nur ein gezielter Kompetenzaufbau den Mehrwert der Digitalisierung für die eigene Arbeitstätigkeit erkennbar machen und gleichzeitig Ängste und Hemmnisse reduzieren. Bei einem Ungleichgewicht von Arbeitsplatzanforderungen und vorhandenen Kompetenzen steigen Frustration und die psychische Belastung, was sich wiederum negativ auf die Arbeitszufriedenheit und das Betriebsklima auswirken kann. Die sich ändernden Arbeitsanforderungen und Tätigkeitsprofile erfordern zudem die Anpassung des Kompetenzprofils. Richter et al. (2020) stellen in diesem Zusammenhang insbesondere die Stärkung der Ressourcen der Beschäftigten und ihrer Veränderungskompetenz heraus. Die Arbeitswelt befindet sich seit Jahrzehnten im kontinuierlichen Wandel und die Arbeitskräfte müssen sich zwangsläufig an die neuen Gegebenheiten anpassen. Strategisch geplante Weiterbildungsmaßnahmen zur sukzessiven Befähigung der Beschäftigten unterstützen die betrieblichen Veränderungsprozesse und fördern den Aufbau einer betrieblichen Lernkultur. Führungskräfte und Personalabteilungen stellen somit die Verbindung zwischen der individuellen Weiterentwicklung und der organisationalen Veränderung. Bei betrieblichen Innovationsprojekten empfiehlt sich zudem der Einbezug der Belegschaft, um die Akzeptanz zusätzlich zu erhöhen (vgl. Kap. IV).

Wie diese kompakte Zusammenschau aufgezeigt hat, stehen Unternehmen bei digitalen Transformationsmaßnahmen vor verschiedenen und komplexen Herausforderungen. Aus technischer Perspektive sind die sorgfältige und umfassende Datenaufbereitung und Beschreibung der betrieblichen Prozesse grundlegend für jegliche Digitalisierungsmaßnahmen. Aus personeller Perspektive muss es Unternehmen überdies gelingen, die Beschäftigten durch Schulungsmaßnahmen zum Umgang mit neuen Technologien zu befähigen und sie von deren Potenzialen zur Arbeitserleichterung und Effizienzsteigerung zu überzeugen. Unternehmen in Deutschland und KMU insbesondere haben die Möglichkeiten der digitalen Transformation noch lange nicht ausgeschöpft. Hinderungsgründe sind fehlende Kompetenzen, rechtliche Hürden im Rahmen des Datenschutzes sowie infrastrukturelle Schwächen beim flächendeckenden Netzausbau. Nichtsdestotrotz steckt in vielen Unternehmen eine hohe Bereitschaft zur betrieblichen Innovation und Veränderung. Anhand der in Kapitel VI vorgestellten betrieblichen Fallbeispiele wird die Bandbreite der unterschiedlichen Möglichkeiten des virtuellen Arbeitens aufgezeigt und nachvollziehbar gemacht.

Literaturverzeichnis

Baudach, T., Zink, K. J. (2019): Potenzielle Auswirkungen auf Arbeitsmarkt und Gesellschaft. In: Zink, K. J. (Hrsg.): Arbeit und Organisation im digitalen Wandel. Nomos, Baden-Baden.

Bauernhansl, T. (2023): Handbuch Industrie 4.0 – Die Entwicklungsstufen der Digitalen Transformation.

Bitkom e.V. (2021): Digitalisierung der Wirtschaft – Wo steht Deutschland nach 2 Jahren Pandemie? Bitkom Research GmbH, Berlin. (Zugriff am 2.5.2024).

Bonin, H., Gregory, T., Zierahn, U. (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland: Endbericht. (Forschungsbericht / Bundesministerium für Arbeit und Soziales, FB455). Mannheim: Bundesministerium für Arbeit und Soziales; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) GmbH. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-47125-8 (Zugriff am 2.5.2024).

Bundesnetzagentur (2021): Bundesnetzagentur veröffentlicht Bericht zum Stand des 5G-Netzausbaus. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/20211209_5GMonitoring.html (Zugriff am 2.4.2024).

Bundesnetzagentur (2022): Neue Entwicklungen im 5G-Netzausbau: Bundesnetzagentur veröffentlicht Bericht. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2022/20221123_5g.html (Zugriff am 2.4.2024).

Der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2021): Gutachten Digitalisierung in Deutschland – Lehren aus der Corona-Krise. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/gutachten-digitalisierung-in-deutschland.pdf?__blob=publicationFile (Zugriff am 2.4.2024).

Destatis (2023): Wirtschaftsabschnitte insgesamt. https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Kleine-Unternehmen-Mittlere-Unternehmen/Tabellen/wirtschaftsabschnitte-insgesamt.html?nn=208440 (Zugriff am 2.4.2024).

Emons, O., Steinhaus, H., Kraft, S. (2021): Mittelgroße und große Unternehmen in Deutschland. Mitbestimmungsreport, Düsseldorf.

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK)(2021): „Digitaler Zwilling." https://www.ipk.fraunhofer.de/content/dam/ipk/IPK_Hauptseite/dokumente/themenblaetter/vpe-themenblatt-digitaler-zwilling.pdf (Zugriff am 2.4.2024).

Frey, C., Osborne, M. A. (2013): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? Oxford.

Gotsch, M., Martin, N., Eberling, E., Shirinzadeh, S., Kuhlmann, D.; Petschow, U., Pentzien, J. (2022): Der Beitrag von Big Data, KI und digitalen Plattformen auf dem Weg zu einer Green Economy: Einsatzbereiche und Transformationspotenziale (Arbeitsbericht/Forschungsbericht).

Institut für Mittelstandsforschung (IfM) (2022): Digitalisierung der KMU im EU-Vergleich. Bonn. https://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-einzelnen/digitalisierung-der-kmu-im-eu-vergleich (Zugriff am 2.4.2024).

KfW Bankengruppe (2021): Mittelstandspanel. https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-KfW-Mittelstandspanel/KfW-Mittelstandspanel-2021.pdf (Zugriff am 2.4.2024).

Kleemann, F. (2023): Mobile und ortsungebundene Arbeit; in: Rainer Bohn, Hartmut Hirsch-Kreinsen, Sabine Pfeiffer, Mascha Will-Zocholl (Hg.): Lexikon der Arbeits- und Industriesoziologie. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Baden-Baden: Nomos, 265–268.

Leifels, A. (2021a): Weiterbildung bricht in der Krise ein – Bedarf an Digitalkompetenzen wächst. Fokus Volkswirtschaft. Nr. 329, KfW Research. https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2021/Fokus-Nr.-329-April-2021-Weiterbildung-Corona.pdf (Zugriff am 2.4.2024).

Leifels, A. (2021b): Engpässe bei Digitalkompetenzen im Mittelstand – mehr Weiterbildung nötig. Fokus Volkswirtschaft. Nr. 346, KfW Research. https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2021/Fokus-Nr.-346-September-2021-Engpaesse-bei-Digitalkompetenzen-im-Mittelstand.pdf (Zugriff am 2.4.2024).

Moore, Gordon E. (1965): Cramming more components onto integrated circuits. In: Electronics. Band 38, Nr. 8, S. 114–117. https://www.cs.utexas.edu/~fussell/courses/cs352h/papers/moore.pdf (Zugriff am 2.4.2024).

Richter, G., Ribbat, M., Tisch, A. (2020): Beitrag zur Ringvorlesung „Lernen in der digitalen Transformation der Arbeit" der BAuA und der TU Dortmund im Wintersemester 2019/20: Die digitale Transformation der Arbeit – Anforderungen und Chancen für Beschäftigte. Sicher ist sicher? doi:10.37307/j.2199-7349.2020.09.06.

Schwab, K. (2016): Die Vierte industrielle Revolution. München: Pantheon. ISBN: 9783641203177.

Statista (2022): Bevölkerung Deutschlands nach Altersgruppen. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1365/umfrage/bevoelkerung-deutschlands-nach-altersgruppen/ (Zugriff am 2.4.2024).

Taylor, F. W. (1911): The Principles of Scientific Management. Harper & Brothers. https://www.gutenberg.org/ebooks/6435 (Zugriff am 2.4.2024).

Zika, G., Helmrich, R., Meier, T., Weber, E., & Wolter, M. I. (2018): Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035: Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle (IAB-Kurzbericht 9/2018). (11 Seiten). https://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0918.pdf (Zugriff am 2.4.2024).

Zimmermann, A. (2022): Fokus Volkswirtschaft. Vielfältige Hemmnisse bremsen die Digitalisierung im Mittelstand. Fokus Volkswirtschaft. KfW Research. https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2022/Fokus-Nr.-380-April-2022-DigiHemmnisse.pdf (Zugriff am 2.4.2024).

Zimmermann, A. (2022): Mittelständische Unternehmen mit Digitalisierungsstrategie gehen die Digitalisierung aktiver an. Fokus Volkswirtschaft. KfW Research. https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2022/Fokus-Nr.-387-Juni-2022-Digitalisierungsstrategien-2.pdf (Zugriff am 2.4.2024).

Zimmermann, V. (2016): Der Zugang zu Krediten unterscheidet sich je nach Vorhaben erheblich. Fokus Volkswirtschaft Nr. 148, KfW Research. https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2016/Fokus-Nr.-148-November-2016-Kreditzugang.pdf (Zugriff am 2.4.2024).

III. Technologien für Remote-Arbeit und moderne Produktion

Moritz Paulus, Luisa Barton, Annika Wilhelm,
Dominik Kuhn, Matthias Jenner, Jannis Pfister

1. Einführung

Mit dem Aufkommen neuer gesellschaftlicher, ökologischer und technologischer Trends sowie dem stetigen Voranschreiten der wirtschaftlichen Globalisierung lässt sich gleichzeitig eine rasante Transformation der Arbeitswelt beobachten. Dementsprechend gewinnen Ansätze des „hybriden", „mobilen" und „Remote-Arbeitens" sowohl für Arbeitgeber:innen als auch für Arbeitnehmer:innen über alle Branchen hinweg zunehmend an Bedeutung. So gaben in einer Umfrage zum Arbeitsplatz der Zukunft in Deutschland 65 % aller Teilenehmenden an, zukünftig am liebsten „hybrid" arbeiten zu wollen Appinio (2022). Innovative Technologien spielen dabei eine entscheidende Rolle und eröffnen darüber hinaus neue Möglichkeiten für modernes Arbeiten und Kollaboration. Während sich die Ansätze zu mobilem oder hybridem Arbeiten (z. B. Home-Office) bislang überwiegend auf klassische „Bürojobs", etwa wie sie in der Dienstleistungsbranche zu finden sind, beschränkten, ermöglichen neue technologische Lösungen eine Übertragung dieses Konzeptes auf weitere Bereiche wie das Handwerk oder die Produktion.

Quelle: www.istockphoto.com

In der Welt der modernen Produktion und Arbeit, wo physischer und virtueller Raum zunehmend verschwimmen, eröffnen Technologien wie Cloud- Computing, Extended Reality (XR) und Künstliche Intelligenz (KI) neue Horizonte. Sie ermöglichen nicht nur innovative Remote-Arbeitsmodelle, sondern auch fortschrittliche virtuelle Produktionsprozesse. Diese Technologien bieten zahlreiche Möglichkeiten zur effizienten Datenverwaltung sowie zur Kollaboration unabhängig von geografischen Standorten. Besonders für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ergeben sich dadurch Chancen, ihre Arbeitsweisen zu modernisieren und ihre Marktposition zu stärken.

Mit dem Aufkommen weiterer Schlüsseltechnologien wie digitalen Assistenzsystemen, Kommunikationsplattformen und vernetzter Produktion (z. B. Industrial Internet of Things (IIoT)) verändern sich somit nicht nur traditionelle Arbeitsmethoden, sondern auch die Arbeitsumgebungen und die Arbeitsorganisation grundlegend. Durch den Einsatz von technischen Systemen können Unternehmen deutlich ihre Flexibilität und Agilität erhöhen, Kosten senken und Innovationen vorantreiben, um effektiv auf Marktdynamiken zu reagieren und ihre Entwicklung voranzutreiben (Westkämper et al. S. 41-44; Jeglinsky, Winkler 2020). Gleichzeitig kann die individuelle Arbeitsbelastung bei mindestens gleichbleibender Produktivität reduziert werden, was wiederum für Arbeitgeber:innen mit ökonomischen Vorteilen verbunden sein kann. So stimmten im Rahmen einer von der DAK beauftragten Erhebung zur Produktivität im Home-Office 86 % der Befragten zu, ihre Arbeitsaufgaben im Home-Office genauso gut wie vor Ort erledigen zu können, während die Aussage „Kann im Home-Office produktiver arbeiten als an normalem Arbeitsplatz“ bei 63 % der Befragten Zustimmung fand (DAK 2021). Aus diesen Entwicklungen lässt sich ableiten, dass die Zukunft der Arbeit zunehmend mobiler und von der Integration und Nutzung innovativer Technologien geprägt sein wird.

So kann beispielsweise die Anwendung digitaler Lösungen zur Remote-Anweisung und zum Anlernen von Mitarbeiter:innen die Kollaboration von Teams auf verschiedene Weisen fördern. Zum einen ermöglichen diese Technologien eine nahtlose und sofortige Kommunikation über verschiedene Kanäle, sei es per Text, Audio, Video oder in Verbindung mit XR. Beschäftigte können somit Informationen und Anweisungen ortsunabhängig und in Echtzeit austauschen. Darüber hinaus bieten Remote-Technologien umfassende Möglichkeiten zur beruflichen Aus- und Weiterbildung. So können durch Augmented Reality (AR) virtuelle Schulungen und Schulungsinhalte direkt in die reale Arbeitsumgebung integriert werden, wodurch Mitarbeiter:innen praktische Erfahrungen sammeln und neue Fähigkeiten erlernen können. Eine solche virtuelle Lernerfahrung ermöglicht es ihnen, ihr Wissen und ihre Fähigkeiten kontinuierlich zu verbessern.

Die Umsetzung beziehungsweise konkrete Ausgestaltung von virtueller (Remote-)Arbeit kann sich jedoch in Abhängigkeit vom Arbeitskontext, Tätigkeitsfeld und Anforderungsprofil maßgeblich unterscheiden. Im Kontext von klassischer Büroarbeit können Kollaborations- und Kommunikationsplattformen sowie KI oder Virtual Reality (VR) zur Kollaboration, Analyse und Generierung von Inhalten eingesetzt werden, sodass die Belegschaft nicht mehr physisch vor Ort sein muss. Im handwerklichen Außendienst, z. B. bei der Wartung und Inbetriebnahme von Maschinen, erfordert die Arbeit jedoch häufig noch immer die Anwesenheit von Fachkräften vor Ort. Hier können Remote-Technologien eingesetzt werden, um Beschäftigte mit Expert:innen zu verbinden, automatisierte Fehlererkennung durchzuführen und Vorschläge bei der Wartung von Maschinen zu erhalten sowie die Arbeitsdokumentation automatisiert durchzuführen. In der Produktion erleben wir eine Revolution der Fertigungsprozesse durch virtuelle Simulationen und Automatisierung. Zudem kann insbesondere im industriellen Kontext auf vernetzte Sensorik, Robotik und Drohnen zurückgegriffen werden, um Vor-Ort-Tätigkeiten sicherer und effizienter durchzuführen.

Generell können Remote-Technologien sowohl zur virtuellen Zuschaltung von Mensch zu Mensch eingesetzt werden als auch zur Vernetzung zwischen Menschen und Maschine. Darüber hinaus ist durch den Einsatz von intelligenter Sensorik auch eine Maschine-zu-Maschine-Verbindung möglich. Jeder dieser Bereiche birgt sowohl spezifische Herausforderungen als auch einzigartige Chancen durch Remote-Arbeit und virtuelle Produktion. Dementsprechend hängt die erfolgreiche Umsetzung von Remote-Arbeit von der Auswahl einer geeigneten Technologie für einen konkreten Anwendungsfall (Use-Case) ab.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass innovative Lösungen in der virtuellen Produktion und bei der Remote-Arbeit eine zentrale Rolle in der Effizienzsteigerung und Skalierbarkeit von Unternehmen spielen. Sie erleichtern die Anpassung von Produktionsabläufen, eine effizientere Nutzung von Ressourcen und die flexible Erweiterung von Kapazitäten. Insbesondere fördern sie die effektive Zusammenarbeit über verschiedene Standorte hinweg. Diese Entwicklungen bieten nicht nur Lösungen zur Bewältigung des Fachkräftemangels, sondern unterstützen auch das Personal, wodurch Arbeitsabläufe effizienter gestaltet und die Reaktionsfähigkeit auf Marktveränderungen sowie die kontinuierliche Prozessverbesserung in Unternehmen ermöglicht werden (Mühlfelder 2019).

Im folgenden Abschnitt dieses Beitrags soll nun näher aufgezeigt werden, welche Technologien sich für eine kontextspezifische Umsetzung von Remote-Arbeit eignen und wie sich diese potenziell auf die Arbeitsgestaltung von Individuen auswirken können. Hierbei stehen insbesondere Technologien und Systeme im Fokus, die im Projektkontext von ViSAAR evaluiert oder erprobt wurden und die für kleine bis mittlere Unternehmen (KMU) in der Produktion und im Handwerk sowie für verwandte Branchen eine hohe Relevanz aufweisen. Neben der Darstellung von Schlüsseltechnologien, die die Entwicklung der virtuellen Arbeitsgestaltung vorantreiben, widmet sich dieses Kapitel den vielfältigen Anwendungsbereichen, technischen Herausforderungen und den damit verbundenen Chancen. Dabei wird insbesondere die Bedeutung dieser Entwicklungen für KMU beleuchtet und ein Ausblick auf zukünftige Trends gegeben.

Hinweis: Datenschutzbestimmungen und -richtlinien können je nach Standort und Branche variieren, weshalb in diesem Rahmen keine allgemeinen Empfehlungen ausgesprochen werden können, vielmehr wird das Spektrum der Möglichkeiten dargestellt. Die Eignung der vorgestellten Lösungen sollte individuell geprüft und bewertet werden. Hierbei ist es besonders wichtig sicherzustellen, dass die gewählten Maßnahmen mit den jeweiligen (z. B. datenschutz-)rechtlichen Anforderungen konform sind.

2. Technologien und Assistenzsysteme zur Unterstützung von Remote-Arbeit im Außendienst

Technologien und Assistenzsysteme zur Unterstützung von Remote-Arbeit kommen bereits in vielen Arbeitskontexten zum Tragen, auch wenn sie nicht bewusst als solche implementiert wurden.

Mobile Applikationen (Apps): Mobile Applikationen für Smartphones und Tablet PCs haben ihren Weg bereits in den Alltag aller Altersgruppen geschafft. So nutzten im Jahr 2021 über 90 % der Personen im erwerbsfähigen Alter Smartphones (VuMA 2021). Messenger Apps wie z. B. WhatsApp zählen hierbei zu den beliebtesten Applikationen (Statista 2024) und sind aus den alltäglichen Kommunikationskanälen nicht mehr wegzudenken. So bieten mobile Applikationen eine Vielzahl von Funktionen, die auch im Kontext von Remote Work den Beschäftigten helfen, zu interagieren und Aufgaben effektiv zu organisieren und zu erledigen. Sie ermöglichen den mobilen Zugriff auf unternehmensinterne Ressourcen, sodass Mitarbeiter:innen bequem auf Dateien, Dokumente und andere relevante Informationen zugreifen können. Kommunikations-Applikationen ermöglichen standortungebundene Echtzeitkommunikation, sodass innerhalb des Teams schnell Nachrichten ausgetauscht, Fragen gestellt und Informationen geteilt werden können, ohne auf E-Mails oder formelle Kommunikationskanäle angewiesen zu sein. Dies beschleunigt Entscheidungsprozesse und fördert die Zusammenarbeit, was wiederum die Arbeitsleistung verbessern kann. Die WhatsApp-Business-Anwendung ermöglicht es, Unternehmensprofile anzulegen, und ist speziell auf die Kommunikation mit Geschäftspartner:innen oder Kund:innen ausgelegt (Meta o. J.). Darüber hinaus bieten mobile Applikationen Tools zur Aufgabenverwaltung und Zusammenarbeit. Durch Plattformen wie Trello oder Microsoft Teams können Teams gemeinsam an Projekten arbeiten, Aufgaben zuweisen, den Fortschritt verfolgen und Prioritäten setzen (Atlassian o. J.; Microsoft o. J. a). Diese Tools sind mobiloptimiert und ermöglichen es den Mitarbeiter:innen, ihre Arbeit auch unterwegs zu organisieren und zu koordinieren. Neben bereits am Markt verfügbaren Lösungen können auch eigene „hausinterne" Mobile Applikationen entweder selbst oder von Drittanbietern entwickelt und somit auf die unternehmensspezifischen Anforderungen z. B. hinsichtlich der Datensicherheit oder der Arbeitsprozesse ausgerichtet werden.

Neben diesen Tools, die ohnehin bereits in viele Arbeitskontexte eingebunden sind, gibt es weitere Assistenzsysteme und Technologien, deren Implementierung für strukturierte Remote-Arbeit Vorplanung und gezielte Maßnahmen erfordert. Die erfolgreiche Einführung von Remote-Arbeit (z. B. im Außendienst) wird grundsätzlich durch eine Vielzahl von Technologien und Assistenzsystemen ermöglicht. Hierbei stechen insbesondere drei technologische Bereiche heraus, die nachfolgend exemplarisch vorgestellt werden:

(1) Content-Management-Systeme und Online-Plattformen
(2) Wearables
(3) Extended Reality

Content-Management-Systeme (CMS) und Online-Plattformen sind zentrale Werkzeuge für die Erstellung und kooperative Organisation, Verwaltung und Bereitstellung von digitalen Inhalten (Wilson 2023). Dabei wird eine strukturierte Umgebung geschaffen, in der Nutzer:innen alleine oder kollaborativ Inhalte erstellen, bearbeiten, veröffentlichen oder archivieren können (ebenda). Zusätzlich bieten CMS-Funktionen wie die Versionierung, das Berechtigungsmanagement und die Workflow-Steuerung, die die Koordination von remote arbeitenden Teams verbessern. Hierdurch können Beschäftigte gemeinsam an Projektinhalten arbeiten, sich gegenseitig Feedback geben und Änderungen verfolgen, ohne sich am selben Ort befinden zu müssen. Digitale Plattformen bieten darüber hinaus verschiedene Tools und Funktionen, um die Interaktion zwischen Teammitgliedern nahtlos und effektiv zu gestalten. Diese umfassen verschiedene direkte und indirekte Kommunikationskanäle wie gemeinsame Arbeitsbereiche (z. B. Organisationsboards, To-do-Listen), virtuelle Besprechungen (z. B. Telefonie, Videoanrufe) und Schriftverkehr (z. B. Chat, E-Mail). Dadurch können räumliche Barrieren der Kommunikation überwunden und mehr Transparenz und Flexibilität im Arbeitsalltag geschaffen werden. Beispiele hierfür sind SharePoint und Teams von Microsoft oder Moodle. Mit SharePoint können Teamwebsites unkompliziert erstellt und organisiert werden. Der Zugriff auf Dateien ist von nahezu allen Geräten möglich (Microsoft o. J. b). Microsoft Teams legt den Fokus auf die Kommunikation und Zusammenarbeit von Arbeitsgruppen und bietet Tools an, wie z. B. Einzel- oder Gruppenchats, gemeinsame Notizen und To-do-Listen oder weitere Möglichkeiten, wie „Gefällt mir"-Angaben, @mentions oder Direktantworten, welche die Kommunikation unmittelbarer gestalten (Microsoft o. J. a). Die Open-Source-Lernplattform Moodle ist speziell auf die Bereitstellung und Organisation von Lerninhalten ausgelegt, dies kann z. B. in Form eines für einen speziellen Arbeitsschritt konzipierten Kurses erfolgen (Moodle o. J.).

Fazit: Durch den Einsatz von CMS und Online-Plattformen können die Organisation und Kommunikation von Arbeitsteams optimiert werden, sodass die interne Zusammenarbeit effizienter gestaltet und die Produktivität gesteigert werden kann. Die unkomplizierte Informationsbereitstellung und der Austausch ermöglichen eine standortunabhängige und agile sowie effektive Arbeitsweise. Auf der Unternehmensebene können diese transparenten und effizienten Abläufe zur Optimierung von Organisation und Projektmanagement genutzt werden.

Wearables sind kleine Computersysteme, die direkt am Körper getragen werden können und die Arbeitsausstattung von Beschäftigten ergänzen

Quelle: freepik.de

(Svertoka et al. 2021). Das Internet of Things (IoT) hingegen bezieht sich auf die sensorische Ausstattung von Maschinen oder Arbeitsumgebungen (Karmakar et al. 2019). Beide Technologiefelder bieten neue Möglichkeiten der Interaktion von Fachkräften und ihrer Arbeitsumgebung, indem sie eine nahtlose Integration digitaler Inhalte in physische Arbeitsabläufe ermöglichen.

Ein Anwendungsbeispiel für Wearables in der Remote-Arbeit, speziell im Bereich Monitoring, sind Smartwatches und Fitnesstracker, die den Angestellten zur Verfügung gestellt und (freiwillig) genutzt werden können (Svertoka et al. 2021). Auf Basis der erfassten Daten können dann Vorschläge für Präventionsmaßnahmen gegeben werden, die das Wohlbefinden der Angestellten verbessern und gleichzeitig deren Sicherheit steigern können. Darüber hinaus erlauben Wearables Mitarbeiter:innen, die weder im Büro noch im Home-Office arbeiten, einen einfachen Zugriff auf Benachrichtigungen, ohne ständig einen PC oder ein Smartphone im Auge zu haben. Sofern gewünscht, können sie jederzeit auf Nachrichten (Chat & E-Mail) oder ihren Kalender direkt von ihrem Handgelenk aus zugreifen und bleiben somit stets auf dem Laufenden, ohne in ihren Arbeitsprozessen eingeschränkt zu werden. Andere relevante Anwendungsbereiche von Wearables sind physische Unterstützung, Training und Wissensvermittlung sowie Tracking von

körperlicher Arbeitsbelastung, wobei insbesondere Headsets, Smartwear oder Smartshoes bereits in verschiedenen Branchen zur Unterstützung bzw. Entlastung von körperlich belastenden Tätigkeiten eingesetzt werden (Svertoka et al. 2021). Dabei ist zu klären, inwieweit diese Anwendungsmöglichkeiten mit dem Beschäftigtendatenschutz kompatibel gemacht werden können (vgl. Kap. IV).

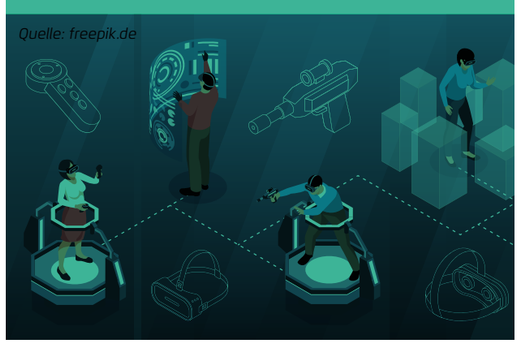
Fazit: Durch den Einsatz von Wearables können Arbeitsprozesse und -umgebungen erfasst und dadurch Personal- sowie Materialplanung optimiert werden. Dies kann zur Gesundheit und Sicherheit des Personals beitragen. Somit kann die Remote-Kommunikation erleichtert bzw. an dynamische Arbeitsumgebungen angepasst werden.

Extended Reality (XR) ist ein Überbegriff, der die verschiedenen Technologien Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR) und Virtual Reality (VR) umfasst. Im Kontext von XR wird häufig von „Immersion" gesprochen. Immersion beschreibt dabei den Grad, zu dem Nutzer:innen in die virtuelle Welt eintauchen. Bei AR wird insbesondere die physische Umgebung des Nutzers mit virtuellen Elementen überlagert oder reale Elemente werden in die virtuellen Umgebungen eingeblendet (Flavián et al. 2019), die Immersion ist hier also üblicherweise gering. Beispielsweise kann dem Anwender während einer Maschineninspektion im Außendienst automatisiert eine virtuelle Anleitung zur Fehlerbehebung direkt in das Sichtfeld eingeblendet werden. In Abgrenzung hierzu wird unter VR eine gänzlich computergenerierte Umgebung verstanden, in der Navigation und Interaktion möglich ist (Guttentag 2010). Z. B. kann eine Maschineninspektion durch den Anwender in einem vollständig virtuellen Raum (hohe Immersion) anhand eines digitalen Zwillings der Maschine durchgeführt und deren Zustand überprüft werden. Zudem können hier beispielsweise auch virtuelle Anlagen für Lehrzwecke auseinandergebaut und wieder zusammengesetzt werden. In diesem Kontext wird auch häufig von dem Konzept des industriellen Metaverse gesprochen, in dem Personen in einem virtuellen Raum zusammenkommen können, um miteinander oder mit Objekten und Umgebungen zu interagieren (Bitkom e.V. 2023). MR beschreibt die verschiedenen Punkte des Realitäts-Virtualitäts-Kontinuums, an denen eine Verschmelzung von realen und virtuellen Objekten stattfindet (Flavián et al. 2019). Bildlich gesprochen befinden sich AR und VR jeweils am Ende des Spektrums, während MR den Übergang zwischen AR und VR darstellt (Ronsdorf 2020).

Branchenübergreifend erlaubt der Einsatz von XR-Technologien eine Erweiterung gewohnter Arbeitsweisen um virtuelle Komponenten. Im Kontext der Remote-Arbeit können Mitarbeiter:innen mit Hilfe von XR in immersive Umgebungen eintauchen und in virtuellen Räumen zusammenkommen. Somit können Umgebungen in virtueller Präsenz besucht oder die eigene physische Umgebung digital erweitert werden. Durch die Schaffung virtueller Kommunikationskanäle werden Barrieren im Sinne der physischen Anwesenheit überwunden und darüber Zeit- und Kostenersparnisse sowie Sicherheitsvorteile realisiert. Hardware, die den Einsatz von XR unterstützt, umfasst Smart-Glasses, moderne Smartphones und Tablet-PCs sowie Handschuhe. Die sogenannten Smart-Glasses lassen sich üblicherweise durch Gesten und Sprache steuern, wodurch eine „Hands-free"-Erfahrung realisiert werden kann. Dies kann insbesondere im handwerklichen Bereich von Vorteil sein, da hier meistens beide Hände zum Durchführen verschiedener Arbeitsschritte benötigt werden. Darüber hinaus existieren bereits Brillenmodelle, die speziell für solche Anwendungsfälle konzipiert sind und über eine hohe Robustheit verfügen (z. B. RealWear Navigator 520).

Während Nutzer:innen einer VR-Brille vollständig in eine virtuelle Umgebung eintauchen, blenden AR-Brillen den Anwender:innen (Echtzeit-)Informationen in das Sichtfeld ein, wodurch der physische Raum um digitale Information, wie z. B. 3D-Modelle oder Anleitungen, ergänzt wird. Zudem erlauben integrierte Kameras und Sensoren eine präzise Erfassung der physischen Umgebung sowie eine Objekterkennung zur Fehleranalyse. Durch die Internetanbindung der Brillen kann die Umgebung des Anwenders in Echtzeit an entfernte Kontaktpersonen übertragen werden und auf dieser Basis kollaboriert werden. Z. B. kann ein im Büro arbeitender Experte durch einen „Experten-Call" über die Brille zu einer Maschineninspektion beim Kunden hinzugezogen werden. Ebenso kann die Qualität der Arbeitsergebnisse erhöht werden, da Mitarbeiter:innen unabhängig von Arbeitsort und Arbeitssituation mit Hilfe von XR-Anwendungen in Echtzeit auf benötigte Informationen wie Anleitungen und Simulationen zugreifen können. Gleichzeitig können Arbeitsprozesse präzise dokumentiert werden (z. B. Tätigkeit und die dafür benötigte Arbeitszeit). Die Technologien eröffnen neue Potenziale für verschiedene Anwendungsfelder im Bereich Remote-Arbeit, wie z. B. virtuelle Schulungen, virtuelle Produktpräsentationen und virtuelle Messen sowie Fernwartung im Handwerk.

Fazit: XR-Technologien erweitern die physische Dimension der Arbeit um virtuelle Komponenten, da Mitarbeiter:innen entfernte Orte virtuell unter realitätsgetreuen Bedingungen besuchen und mit der Umgebung interagieren können. Zudem wird ein ortsunabhängiger Informationszugriff und -austausch in Echtzeit möglich. Der erfolgreiche Einsatz der Technologien eröffnet neue Potenziale für modernes Arbeiten und ermöglicht die Realisierung von Effizienzgewinnen und Qualitätssteigerungen sowie Sicherheitsvorteile für Fachkräfte.



Quelle: freepik.de

3. Innovative Technologien und virtuelle Assistenzsysteme zur Unterstützung der modernen Produktionsumgebung

In der heutigen Produktion spielen Assistenzsysteme eine immer größere Rolle. Sie helfen den Mitarbeitenden in verschiedenen Bereichen und tragen zur Steigerung von Effizienz, Qualität und Arbeitssicherheit bei. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die Bedeutung von Assistenzsystemen in der Produktion, erklären den Begriff sowie dessen Ursprung und beschreiben allgemeine Funktionen und Ziele dieser Systeme. Assistenzsysteme sind technische Hilfsmittel, die Menschen bei bestimmten Aufgaben unterstützen sollen. Diese Systeme haben das Ziel, Arbeitsprozesse effektiver zu gestalten und menschliche Fehler zu minimieren sowie Entlastungen zu schaffen (Maffert 2023; Merkel 2021).

Es gibt zwei Hauptkategorien von Assistenzsystemen: physische und kognitive Systeme.

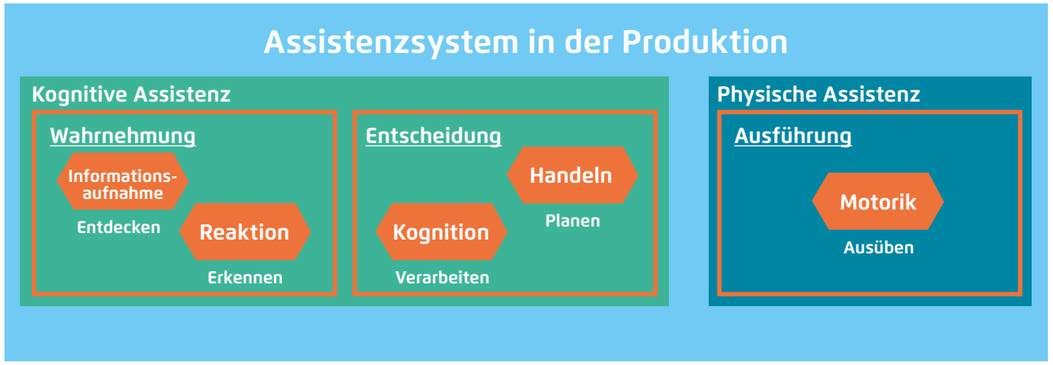


Abbildung 2: Einteilung der Assistenzsystem (angelehnt an Galaske et al. 2019)

Assistenzsysteme in der Produktion lassen sich wie oben dargestellt in kognitive und physische Systeme unterteilen. Kognitive Assistenzsysteme unterstützen den Menschen bei der Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung. Sie erfassen Daten, erkennen Muster, verarbeiten diese Informationen und planen entsprechende Handlungen. So erleichtern sie das Erkennen von Zusammenhängen und ermöglichen es, fundierte Entscheidungen zu treffen und umzusetzen. Physische Assistenzsysteme hingegen führen konkrete Tätigkeiten aus. Roboterarme und Exoskelette, die schwere Lasten bewegen oder repetitive Aufgaben übernehmen, sind typische Beispiele. Sie übernehmen kraftintensive oder präzise Bewegungen, wodurch die menschliche Arbeitskraft entlastet wird. In der Kombination ergänzen sich beide Systemarten, um die Produktionseffizienz zu steigern und die physische sowie kognitive Belastung des Menschen zu minimieren (Bashir 2023; Bovenschulte 2020).

Durch die Spezialisierung auf unterschiedliche Wahrnehmungsbereiche erweitern technische Hilfsmittel menschliche Fähigkeiten, indem optische Hilfen visuelle Informationen aufbereiten, haptische fühlbares Feedback geben, akustische mit Tönen oder Sprachausgaben kommunizieren und kognitive bei der Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung unterstützen.

Die Funktionalität von Assistenzsystemen beruht auf einer Reihe von Schlüsseltechnologien, die nahtlos zusammenarbeiten müssen, um die gewünschten Unterstützungsfunktionen bereitzustellen. Sensortechnologie spielt dabei eine entscheidende Rolle, da Sensoren Daten aus der Umgebung erfassen, darunter Bewegungen, Druck, Temperatur und Bilder. Diese Daten dienen als Grundlage für die Reaktion des Assistenzsystems auf die jeweilige Situation. Ein weiterer wichtiger Aspekt sind Wearables, also tragbare Geräte, die direkt am Körper getragen werden. Dazu gehören beispielsweise Datenbrillen, smarte Armbänder und Handschuhe mit integrierten Sensoren. Diese Wearables ermöglichen eine intuitive Interaktion zwischen Menschen und Maschine und erleichtern die Kommunikation mit dem Assistenzsystem erheblich. Des Weiteren kommen als optische Systeme AR und VR zum Einsatz. Mit ihnen können z. B. anstelle von Reparatur- und Wartungsanweisungen Montage- oder Produktionsanweisungen sowie Simulationen eingeblendet werden, um Mitarbeitende zu unterstützen. Auch die Spracherkennung und -verarbeitung spielt eine wichtige Rolle. Akustische Assistenzsysteme nutzen Spracherkennungstechnologien, um gesprochene Befehle zu verstehen und darauf zu reagieren. Dadurch wird die Kommunikation mit dem Assistenzsystem erleichtert und eine Hands-free-Bedienung ermöglicht. Die haptischen Assistenzsysteme verwenden Datenhandschuhe oder taktile Feedback-Systeme, um Benutzer:innen ein besseres Gefühl für ihre Umgebung zu geben. Durch die geschickte Kombination dieser Technologien können Assistenzsysteme eine breite Palette von Funktionen bereitstellen (Kasselmann, Willeke o. J.; Reinhart 2017).

Die Nutzung fortschrittlicher Algorithmik und Datenanalyseverfahren ist ein fundamentaler Aspekt beim Einsatz von Assistenzsystemen in der Produktion, besonders bei der Entwicklung virtueller Arbeitsumgebungen. Diese Methoden erlauben die Erfassung, Analyse und Anwendung großer Datenmengen in Echtzeit. Durch die Anwendung spezialisierter Algorithmen ist es möglich, wiederkehrende Muster zu identifizieren, präzise Prognosen zu erstellen und die Entscheidungsfindung zu verfeinern. Dies rückt die Sammlung und Verarbeitung von Daten in den Fokus der Produktionstechnologie. Assistenzsysteme verbessern Arbeitsabläufe, indem sie fortlaufend Daten für Analysezwecke und Entscheidungsunterstützung sammeln. In virtuellen Arbeitsumgebungen führen diese Algorithmen zu genaueren Simulationen und Modellierungen von Produktionsprozessen, optimieren die Planung und Vorhersage von Wartungsarbeiten und erhöhen die Anpassungsfähigkeit an wechselnde Anforderungen (Wenke et al. 2018; Zäh et al. 2007). Moderne Algorithmen und Datenanalyseverfahren ermöglichen somit beispielsweise die präzise Bestimmung eines idealen Wartungszeitpunkts durch die Berücksichtigung und Extraktion spezifischer Zustandsindikatoren, so deutet im einfachsten Fall ein Muster im Energiebedarf einer Zerspanungsmaschine auf verschlissene Werkzeuge hin.

Assistenzsysteme finden in verschiedenen Branchen Anwendung. Insbesondere im Rahmen von Industrie 4.0 und Smart Factory werden sie zunehmend in intelligente Produktionsumgebungen integriert. Erfolgreiche Implementierungen sind z. B. in der Automobilindustrie, der Lebensmittelproduktion und der Textilproduktion zu finden (Gloy 2020).

Assistenzsysteme spielen auch in weiteren Bereichen eine zentrale Rolle bei der Transformation und Modernisierung von Arbeitsprozessen. Ein besonders prägnantes Beispiel ist die Logistik, wo diese Technologien zur Optimierung von Lagerhaltung, Bestandsmanagement und Transportprozessen beitragen. Durch den Einsatz von Assistenzsystemen können Logistikunternehmen die Effizienz ihrer Lieferketten steigern, Fehlerquoten reduzieren und die Transparenz in der Nachverfolgung von Waren verbessern. Darüber hinaus findet man Assistenzsysteme auch im Gesundheitswesen, wo sie bei Diagnoseverfahren, chirurgischen Eingriffen und in der Patientenbetreuung unterstützen. Im Bauwesen erleichtern sie Planungs- und Bauabläufe durch präzise Messungen und Datenanalysen. In der Landwirtschaft helfen sie bei der Überwachung von Kulturen und Viehbeständen, optimieren Bewässerungs- und Düngungsprozesse und unterstützen bei der Ernte. Diese breite Palette von Anwendungsbereichen unterstreicht die Vielseitigkeit

von Assistenzsystemen und deren Potenzial, die technische Transformation über verschiedene Sektoren hinweg voranzutreiben. Durch die Adaption dieser Technologien können Unternehmen nicht nur ihre internen Abläufe optimieren, sondern auch auf größere Trends wie Digitalisierung und Nachhaltigkeit reagieren, indem sie effizientere und ressourcenschonendere Verfahren einführen (Elstermann et al. 2023).

Weiterhin haben insbesondere sogenannte physische Assistenzsysteme einen sehr hohen Stellenwert in der modernen Produktion. Diese unterstützen Mitarbeitende in verschiedenen Aufgabenbereichen durch eine physische Entlastung und tragen somit zur Effizienzsteigerung, Qualitätsverbesserung, aber vor allem zur Ergonomie sowie Arbeitssicherheit bei. Erfolgreiche Implementierungen finden sich in unterschiedlichen Branchen wie dem Gesundheitswesen, der Automobilindustrie und vielen mehr. Allerdings gibt es auch Herausforderungen, die bewältigt werden müssen. Im Hinblick auf Industrie 4.0 sind diese Systeme ein wesentlicher Bestandteil einer „Smart Factory".

3.1 Die Zukunft der modernen Produktion

Ein wesentliches technologisches Merkmal von **Industrie 4.0** ist die Integration von mechatronischen Systemen mit dem Internet der Dinge (IoT), wodurch eine erweiterte Kommunikation nicht nur zwischen den Maschinen, sondern auch mit externen Systemen möglich wird. Diese Vernetzung bietet Potenziale für signifikante Verbesserungen in verschiedenen Bereichen der Produktion und Logistik:

- Flexible Produktion: Durch die verbesserte Planung und Auslastung der Maschinen können Unternehmen schneller auf Marktveränderungen reagieren.
- Wandelbare Fabrik: Produktionslinien lassen sich modular aufbauen und für verschiedene Aufgaben schnell umkonfigurieren, was die Anpassungsfähigkeit an wechselnde Produktanforderungen erhöht.
- Kundenzentrierte Lösungen: Die Möglichkeit, Produkte nach Kundenwünschen zu designen, ermöglicht eine direktere Erfüllung spezifischer Bedürfnisse und steigert die Kundenzufriedenheit.
- Optimierte Logistik: Durch die Berechnung idealer Laufwege und automatische Materialanforderungen von Maschinen wird die Effizienz der Produktionsprozesse verbessert.
- Einsatz von Daten: Die Sammlung und Analyse von Produktionsdaten ermöglichen eine effizientere Gestaltung der Produktionsabläufe und eine präzisere Überwachung des Produktionsfortschritts.
- Ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft: Die Berücksichtigung des gesamten Produktlebenszyklus und die Identifizierung wiederverwendbarer Materialien fördern eine nachhaltige Produktion.

Der Ausdruck **„Internet of Things" (IoT)**, oder auf Deutsch „Internet der Dinge", bezeichnet eine weltweite technische Infrastruktur, die die Vernetzung von virtuellen und physischen Objekten ermöglicht. Dieser Begriff steht im Zentrum der industriellen Digitalisierung und symbolisiert eine wichtige Richtung in den aktuellen IT-Trends, insbesondere im Kontext von „Industrie 4.0". IoT überwacht per integrierter Sensorik Maschinen oder Arbeitsumgebungen. Das bedeutet, es liegen Echtzeit-Daten über den Zustand und die Funktion vor, die relevant für Instandhaltung und Reparatur sind (Karmakar et al. 2019). Eine Besonderheit des IoT ist die Fähigkeit zur Kommunikation nicht nur innerhalb einer Organisation, sondern auch mit externen Systemen. Die Integration von Kommunikation, Datenverarbeitung, Fernsteuerung und Interaktivität ermöglicht einen „intelligenten" Einsatz vernetzter Objekte. Verantwortliche können aus der Ferne auf diese Daten zugreifen, die sowohl für die prädiktive als auch die vorbeugende Instandhaltung (Predictive und Preventive Maintenance) genutzt werden können.

Außerdem enthalten sie Informationen zu Fehlfunktionen oder Ausfällen. Die resultierende Kommunikationsstruktur im IoT fördert die Kooperation zwischen den beteiligten Akteuren, erlaubt den Austausch von Befehlen und unterstützt so eine Automatisierung der Prozesse. Dies geschieht ohne die Notwendigkeit manueller Eingriffe von außen, was die Effizienz und Reaktionsfähigkeit von Systemen und Prozessen signifikant steigert.

Mit den durch IoT gewonnenen Informationen können Reparatur- und Wartungsprozesse besser vorausgeplant werden. So kann beispielsweise die Personalplanung gezielt Fachkräfte mit bestimmten Qualifikationen und Kompetenzen einsetzen und gleichzeitig die benötigten Arbeitsmittel bereitstellen. Durch diese effiziente Steuerung und Planung von Arbeitsprozessen können letztendlich Kosten, Zeit und Aufwand (z. B. bei der Fehleranalyse) eingespart werden (IT-Lexikon 2024).

Cyber-physische Systeme (CPS) repräsentieren eine Verschmelzung der digitalen und der physischen Welt. Sie nutzen Sensoren, um Informationen aus der realen Welt zu erfassen, und Aktoren, um physische Aktionen durchzuführen. Eine häufig gestellte Frage ist, worin genau der Unterschied zur traditionellen Automatisierung besteht. Der Hauptunterschied liegt in der Struktur der Kommunikation: Während traditionelle Automatisierungssysteme lediglich über interne Netzwerke innerhalb einer Anlage oder Firma kommunizieren, ermöglichen CPS die Anbindung an externe Service-Infrastrukturen und Plattformen. Die Konfiguration dieser Systeme erfolgt überwiegend über grafische, oft browserbasierte Schnittstellen. Im Laufe der Zeit können Menschen sich zunehmend auf Kontroll- und Steuerungsaufgaben konzentrieren, was nicht nur die Flexibilität erhöht, sondern auch zur Arbeitssicherheit beiträgt. Ein wesentlicher Vorteil von CPS ist die Möglichkeit, lokale Intelligenzen und Kapazitäten zu nutzen, um Aufgaben autonom zu lösen oder sich an neue Bedingungen anzupassen. Potenzielle Anwendungsbereiche von Cyber-physischen Systemen umfassen, aber beschränken sich nicht auf Produktion, Logistik, Mobilität, Energiemanagement, Umweltschutz und Verteidigung. Diese Systeme eröffnen neue Möglichkeiten für effiziente, intelligente und vernetzte Lösungen in einer Vielzahl von Sektoren (Vogel-Heuser et al. 2013; Bendel 2021). Als Beispiel seien hier Zusammenschlüsse mehrerer unabhängiger CPS im Produktionsumfeld genannt, wodurch ein Cyber-physisches Produktions- bzw. Montagesystem (CPPS bzw. CPMS) entsteht. Sensoren nehmen Daten während der gesamten Montage auf und überwachen somit den Prozess in Echtzeit durch die Erfassung beispielsweise von Daten wie Positionen, Druck, Temperatur. Diese Daten werden über das interne Netzwerk einer Anlage zurückgemeldet, sodass Aktoren auf dieser Basis Entscheidungen treffen können, z. B. um die Position eines Industrieroboters anzupassen oder Alarme bei definierten Abweichungen auszulösen.

Big Data umfasst weit mehr als nur eine umfangreiche Datensammlung. Ein wesentlicher Aspekt ist die Herkunft der Daten aus diversen Quellen, was die Harmonisierung dieser Daten zu einer Herausforderung macht. Ziel ist es, alle gesammelten Daten gleichwertig nutzen zu können, obwohl sie von verschiedenen Quellen in unterschiedlichen Formaten und Auflösungen bereitgestellt werden können. Die Bedeutung zusätzlicher Informationen zu den Daten wird hier besonders deutlich. Angaben zum Prozess der Datenerhebung, zum Zweck der Datensammlung und zum beteiligten Akteur sind entscheidend, um die Daten korrekt interpretieren und nutzen zu können. Die Datenverarbeitung kann nach Bedarf in zwei unterschiedlichen Modi erfolgen: Batch-Verarbeitung und Echtzeitverarbeitung. Bei der Echtzeitverarbeitung ist eine schnelle Reaktionsfähigkeit gefordert, um unmittelbar auf Ereignisse reagieren zu können. Die Batch-Verarbeitung hingegen ermöglicht die effiziente Verarbeitung großer Datenmengen, indem Daten über einen bestimmten Zeitraum gesammelt und anschließend in einem Gesamtpaket analysiert werden, beispielsweise

die während einer Arbeitsschicht eingegangenen Aufträge (Mayer et al. 2023).

MES (Manufacturing Execution Systems) und ERP (Enterprise Resource Planning)-Systeme sind entscheidend für die Prozessoptimierung in Unternehmen, wobei sie auf unterschiedlichen Ebenen agieren:

ERP-Systeme konzentrieren sich auf die Verwaltung und Nachverfolgung von Ressourcen sowie deren Beschaffung, z. B. durch Einkaufsprozesse. Sie umfassen die unternehmensweite Planung von Personal, Ressourcen und Finanzen, um die betrieblichen Abläufe zu steuern und die Produktivität zu steigern. Die Implementierung eines ERP-Systems zielt darauf ab, die Unternehmensentwicklung voranzutreiben und die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

MES-Systeme hingegen dienen als Schnittstelle zwischen dem ERP-System und den operativen Einheiten wie Arbeitsplätzen und Maschinen. Sie ermöglichen Feinplanungen, die für ein ERP-System zu detailliert wären, indem sie Ressourcen berücksichtigen und so eine optimale Auslastung der Produktionsmittel sicherstellen. MES-Systeme bieten die Flexibilität, schnell auf Veränderungen reagieren zu können. Für ihre Funktionalität ist die Hinterlegung von Stammdaten zu Materialien und Produkten in einer Datenbank erforderlich, ebenso wie die Erfassung von Maschinen- und Arbeitsplatzdaten, um effiziente Verteilungen und Planungen zu ermöglichen (unicorn 2021).

Cloud-Computing, auch bekannt als Rechnerwolke oder Datenwolke, definiert das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als das dynamische Bereitstellen, Nutzen und Abrechnen von IT-Dienstleistungen über ein Netzwerk. Diese Dienste werden über definierte technische Schnittstellen und Protokolle angeboten und genutzt und sie umfassen das gesamte Spektrum der Informationstechnologie, einschließlich der Infrastruktur (wie Rechenleistung und Speicherplatz), Plattformen und Software (BSI 2021). Diese Definition folgt der von der European Network and Information Security Agency (ENISA) vorgegebenen Linie, die in Fachkreisen aufgrund der bisher fehlenden allgemeingültigen Definition oft herangezogen wird.

Cloud-Computing-Angebote kennzeichnen sich typischerweise durch folgende Eigenschaften (BSI 2021; Red Hat Limited 2024):

- On-demand Self-Service: Nutzer:innen können Ressourcen wie Rechenleistung und Speicherbedarf eigenständig und bedarfsgerecht anpassen, ohne dass eine menschliche Interaktion mit dem Serviceanbieter erforderlich ist.
- Broad Network Access: Der Zugang zu Cloud-Diensten erfolgt geräteunabhängig (PCs, Notebooks, Tablets, Smartphones) und ist über standardisierte Internetprotokolle verfügbar.
- Ressource Pooling: Ressourcen werden nach dem Mehrmandantenprinzip geteilt, wobei der physische Standort der Ressourcen oft nicht transparent ist. Angesichts der europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) bieten viele Anbieter nun die Möglichkeit, den Speicherort der Daten vertraglich festzulegen.
- Rapid Elasticity: Cloud-Ressourcen können schnell und bedarfsgerecht skaliert werden, was den Nutzern die Illusion nahezu unbegrenzter Kapazitäten vermittelt (Ionos 2023).
- Measured Service: Die Nutzung von Cloud-Diensten wird überwacht und abgerechnet, was Transparenz für Nutzer und Anbieter schafft und eine effiziente Ressourcennutzung ermöglicht (Ionos 2023). Zusätzlich zu diesen allgemeinen Merkmalen unterscheidet man verschiedene Servicemodelle im Cloud-Computing, darunter Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) und Software as a Service (SaaS). IaaS bietet hochgradig standardisierte und oft virtualisierte Dienste wie Rechenleistung und Speicher, während PaaS eine größere Abstraktionsebene bietet, indem komplette Plattformen ohne Zugriff auf Betriebssysteme oder Hardware bereitgestellt werden. SaaS bietet eine breite Palette von Anwendungen, die cloudbasiert sind und die Kriterien des Cloud-Computings erfüllen.

Der Unterschied zwischen Cloud-Computing und klassischem IT-Outsourcing liegt in folgenden Aspekten:

- Ressourcenbereitstellung und -verwaltung: Cloud-Dienste bieten flexible und on demand zugängliche IT-Ressourcen, während beim IT-Outsourcing spezifische IT-Aufgaben an externe Dienstleister übertragen werden.
- Skalierbarkeit: Cloud-Services ermöglichen eine schnelle und flexible Anpassung der Ressourcen, wohingegen die Skalierbarkeit bei IT-Outsourcing oft auf festgelegten Verträgen basiert.
- Kostenmodell: Bei Cloud-Computing zahlen Nutzer:innen basierend auf dem Verbrauch, während IT-Outsourcing häufig feste Gebühren erfordert.
- Zugriff und Kontrolle: Nutzer von Cloud-Diensten haben in der Regel weniger Kontrolle über die Infrastruktur als bei IT-Outsourcing, wo Kunden mehr Kontrolle über ausgelagerte Ressourcen behalten.
- Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit: Cloud-Plattformen bieten in der Regel hohe Verfügbarkeit und Redundanz, während die Verfügbarkeit bei IT-Outsourcing von den spezifischen Vertragsbedingungen abhängt.

Beide Modelle haben ihre Vor- und Nachteile, und die Wahl zwischen Cloud-Computing und klassischem IT-Outsourcing hängt von den spezifischen Anforderungen, Zielen und Präferenzen eines Unternehmens ab.

Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen. Maschinelles Lernen (ML) ist ein zentraler Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI), der es Computern ermöglicht, aus Erfahrungen zu lernen und Muster in Daten zu erkennen, ohne dass sie für jede spezifische Aufgabe explizit programmiert werden müssen. Diese Fähigkeit basiert auf dem Einsatz von Algorithmen und statistischen Modellen, die das maschinelle Lernsystem nutzt, um aus den Daten Schlüsse zu ziehen. Der Prozess, in dem das System lernt und sich verbessert, wird oft als „Training" bezeichnet, wobei das resultierende System als eine Form der KI funktioniert. Durch das Anwenden dieser Algorithmen auf große Datensätze kann die KI auf verschiedene Aufgaben trainiert werden.

Das Ziel des maschinellen Lernens ist die Entwicklung von Algorithmen, die einem System das Lernen aus Daten ermöglichen, um Muster zu identifizieren und darauf basierend Vorhersagen oder Entscheidungen zu treffen. Der Lernprozess lässt sich grob in drei Hauptkategorien einteilen:

- Überwachtes Lernen verwendet gelabelte Daten, bei denen das erwartete Ergebnis bekannt ist. Das System lernt, die Beziehung zwischen Eingabedaten und den zugehörigen Ergebnissen zu verstehen, um diese Kenntnis auf neue, unbekannte Daten anzuwenden.
- Unüberwachtes Lernen findet statt, wenn keine gelabelten Ergebnisse zur Verfügung stehen. Die KI analysiert die Daten, um Muster oder Strukturen eigenständig zu erkennen und daraus Regeln abzuleiten.
- Bestärkendes Lernen ermöglicht es der KI, durch Interaktion mit einer Umgebung und Erhalt von Feedback zu ihren Aktionen zu lernen. Negative Rückmeldungen führen zu Anpassungen, während positive Rückmeldungen die Reaktionsweisen in ähnlichen Situationen bestärken.

Für den Erfolg des maschinellen Lernens sind qualitativ hochwertige, sauber aufbereitete Datensätze entscheidend. Die Effektivität und Genauigkeit der KI hängen maßgeblich von der Qualität und Relevanz der verwendeten Daten ab. Ferner ist die KI auf die im Datensatz repräsentierten Informationen beschränkt. So kann beispielsweise eine für das Erkennen von Ziffern trainierte KI nicht automatisch Buchstaben klassifizieren, es sei denn, sie wurde anhand eines entsprechend diversifizierten Datensatzes geschult.

3.2 Optimierung von Produktionsprozessen

Operations Research (OR) umfasst die Anwendung mathematischer Methoden und Modelle zur Unterstützung des Entscheidungsprozesses. Durch den Einsatz einer breiten Palette von Algorithmen und statistischen Techniken ermöglicht OR die Auswertung großer Datensätze in einer Geschwindigkeit, die menschliches Vermögen weit übersteigt. Basierend auf definierten Regeln können aus den Analyseergebnissen Entscheidungshilfen oder konkrete Entscheidungen abgeleitet werden. Dies ermöglicht einen besseren Ablauf der Produktionsprozesse.

Die Rolle von OR im Entscheidungsfindungsprozess ist vielseitig und anpassungsfähig. Die Ergebnisse können zunächst als Grundlage für manuelle Entscheidungshilfen dienen, indem sie eine detaillierte Vorbereitung und Einsicht in mögliche Handlungsoptionen bieten. Darüber hinaus kann OR die Entscheidungsfindung direkt unterstützen, indem es spezifische Vorschläge unterbreitet. In einigen Fällen ist es sogar möglich, dass das System eigenständig Entscheidungen trifft, die dann entweder direkt umgesetzt oder von einem Bediener zur weiteren Validierung und möglichen Anpassung überprüft werden. Diese letzte Stufe ermöglicht es dem Bediener, auf Grundlage der vom System bereitgestellten Informationen und Empfehlungen Entscheidungen zu treffen, die er möglicherweise in Erstinstanz nicht in Betracht gezogen hätte (Lübbecke 2018; Luber 2022).

Ein **digitaler Zwilling** stellt ein virtuelles Abbild eines physischen Produkts (Grieves, Vickers 2017), einer Dienstleistung (Stark et al. 2020), eines Systemverhaltens (Schäfer et al. 2022), eines Prozesses (Lindow 2020) oder anderer real existierender bzw. geplanter Elemente dar. Dieses Modell beinhaltet eine umfassende Beschreibung des jeweiligen Objekts und ermöglicht einen bidirektionalen Datenaustausch zwischen der virtuellen und der physischen Welt (Grieves, Vickers 2017). Zur Automatisierung dieses Datentransfers verwendet der digitale Zwilling einen Digitalen Schatten, der neben dem Digitalen Modell eine zentrale Komponente darstellt (Eigner 2020; Lindow 2020). Das Digitale Modell umfasst Stammdaten, geometrische Modelle und andere Kerninformationen und bildet die Basis des Zwillings (Zeballos Raczy 2022). Ein vollständiger digitaler Zwilling entsteht erst durch die Verknüpfung von Digitalem Modell und Digitalem Schatten, ergänzt um die Möglichkeit, Informationen an die physische Welt zu übermitteln.

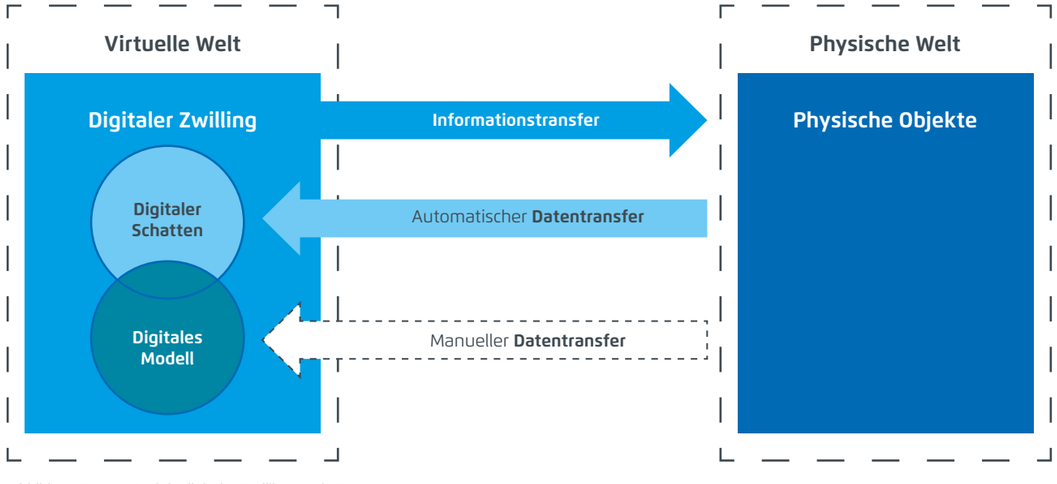


Abbildung 3: Verständnis digitaler Zwilling nach ZeMA

Quelle: www.istockphoto.com

Die Integration innovativer Technologien

ermöglicht eine Revolution in der Produktionssteuerung.

Der digitale Zwilling dient in erster Linie der Optimierung bestehender Prozesse, einer verbesserten Planung oder Konstruktion sowie der Erfassung und Analyse von Daten über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg. Diese Technologie findet branchenübergreifend Anwendung, wobei die genaue Definition eines digitalen Zwillings je nach Kontext variieren kann (Eigner 2020; Grieves, Vickers 2017; Schäfer et al. 2022; Stark et al. 2020; Raczy 2022).

Anwendungsbereiche:

In der modernen Produktionslandschaft führt die Integration fortschrittlicher Technologien und Systeme zu einer beispiellosen Transformation, die alle Aspekte der Fertigung umfasst. Klassische Assistenzsysteme wie akustische, optische, haptische und kognitive Hilfsmittel bilden weiterhin das Rückgrat der Mensch-Maschine-Interaktion und verbessern die Effizienz, Sicherheit und Qualität der Arbeitsprozesse. Parallel dazu ermöglichen zukunftsweisende Technologien wie Cyber-physische Systeme (CPS), das Internet der Dinge (IoT), Industrie 4.0, Big Data, MES/ERP-Systeme, Cloud-Computing und KI eine Revolution in der Produktionssteuerung und -überwachung.

Die Vernetzung der Produktion ist ein Schlüsselelement dieser Evolution, wobei Cloud-Computing eine zentrale Rolle spielt. Es ermöglicht eine innovative Überwachung und Steuerung von Produktionsprozessen, indem operative Daten aus verschiedenen Produktionsanlagen in Echtzeit aggregiert und analysiert werden. Diese Technologie dient als essenzieller Enabler für die Implementierung fortgeschrittener Analytik und maschinellen Lernens, was effiziente Entscheidungsprozesse und präventive Instandhaltungsstrategien ermöglicht (Dremel, Herterich 2018; Auschitzky et al. 2015).

Cloud-Plattformen agieren als „Single Point of Truth", sammeln und verarbeiten operative Daten, um Prozessoptimierung, Kosteneffizienz und Produktqualität zu verbessern. In Bezug auf die vernetzte Produktion bedeutet dies, dass verschiedene Maschinen, Sensoren, Geräte und Systeme in Echtzeit miteinander kommunizieren und Daten austauschen. Alle diese Daten werden an einem zentralen Datenhub oder einer Plattform gesammelt und gespeichert. Dieser Datenhub dient als einzige Quelle für die aktuellen und genauen Produktionsdaten, was es Produktionsmanager:innen ermöglicht, Echtzeit-Dashboards und Berichte abzurufen, um die Produktivität zu überwachen oder Engpässe zu identifizieren. Die Möglichkeiten zur prädiktiven Wartung und Fehlererkennung, die sich daraus ergeben, minimieren ungeplante Stillstandzeiten und steigern die Gesamteffizienz der Produktion (Herterich 2016).

Zudem bietet die Cloud-Technologie eine flexible Skalierbarkeit der Ressourcen, sodass Unternehmen ihre Produktionskapazitäten dynamisch anpassen können. Diese Anpassungsfähigkeit ist entscheidend, um auf die sich schnell ändernden Marktbedingungen und Produktionsanforderungen reagieren zu können. Als wichtigste Herausforderung in der Datenverarbeitung in zentralen Cloud-Plattformen als „Single Point of Truth" kann im Kontext der Produktion die Datenqualität, die Konsistenz, die Datensicherheit, aber auch die Abhängigkeit und Ausfallsicherheit genannt werden. Wenn die Daten fehlerhaft oder inkonsistent sind, kann dies zu falschen Analysen, Entscheidungen oder Prozessfehlern führen. Die Einführung eines Single Point of Truth erfordert oft eine Veränderung der Datenkultur und Governance innerhalb einer Organisation.

Die digitale Überwachung ermöglicht die Zuteilung von Aufträgen und die Überprüfung von Bearbeitungsständen, legt dabei den Fokus auf die Effizienz an verschiedenen Produktionsstationen und ermöglicht eine schnelle Anpassung der Kapazitäten für eine optimierte Verteilung. Gleichzeitig werden durch transparente und nachvollziehbare Produktionsabläufe alle relevanten Daten und Parameter digital erfasst und gespeichert, was eine wichtige Grundlage für die digitale Dokumentation und Compliance darstellt.

Die Einbindung virtueller Arbeitsgestaltung in die umfassende Digitalisierung und Vernetzung der Produktion verstärkt die Fähigkeit von Unternehmen, sich den komplexen Herausforderungen der modernen Fertigung anzunehmen. Durch die Nutzung virtueller Technologien in der Arbeitsgestaltung werden Prozesse nicht nur effizienter und flexibler, sondern auch intelligenter. Diese fortschrittliche Integration ermöglicht eine präzisere Simulation und Planung von Produktionsabläufen, verbessert die Schulung des Personals durch realitätsnahe Trainingsszenarien und fördert die Entwicklung von Produkten in virtuellen Umgebungen, bevor physische Prototypen erstellt werden. Somit trägt die virtuelle Arbeitsgestaltung wesentlich zur Steigerung der Produktqualität bei und unterstützt die Implementierung innovativer Lösungen in der Produktion.

Darüber hinaus bildet die Verschmelzung von digitalen und virtuellen Technologien die Basis für eine adaptive und reaktionsfähige Produktionsumgebung. Sie ermöglicht es Unternehmen, schneller auf Marktanforderungen zu reagieren, Produktionsprozesse in Echtzeit anzupassen und die Zusammenarbeit über geografische Grenzen hinweg zu optimieren. Dies führt nicht nur zu einer signifikanten Verbesserung der Effizienz und Flexibilität in der Fertigung, sondern legt auch den Grundstein für nachhaltiges Wachstum und eine gestärkte Wettbewerbsfähigkeit in einer global vernetzten und digitalisierten Wirtschaft. Die Integration virtueller Arbeitsgestaltung in die Produktionslandschaft ist somit ein entscheidender Schritt, um die Potenziale der Digitalisierung voll auszuschöpfen und die Zukunft aktiv zu gestalten.

4. Auswirkungen der virtuellen Arbeit und Projektperspektiven

Zuvor wurden verschiedene Technologien und Assistenzsysteme für Remote-Arbeit exemplarisch vorgestellt. In diesem Kontext wurden bereits einige Anwendungsmöglichkeiten angeschnitten. In Bezug auf Remote-Arbeit kristallisieren sich vier Tätigkeits-Cluster heraus, die besonders durch den Einsatz der zuvor vorgestellten Assistenzsysteme unterstützt werden können: (1) Kommunikation und Kollaboration, (2) Routineaufgaben und wiederkehrende Tätigkeiten, (3) Dokumentation und Organisation und (4) Anleitung bzw. Wissensvermittlung als Self-Service. Diese Cluster können bei der Identifikation von Anwendungsfällen und Einsatzpotenzialen der zuvor dargestellten Technologien hilfreich sein.

Kommunikation und Kollaboration: Remote-Arbeit führt zu fundamentalen Veränderungen in der Art und Weise, wie Teams kommunizieren und zusammenarbeiten. So ist beispielsweise die Anzahl der weltweit täglichen Nutzer der Kommunikationsplattform Microsoft Teams seit 2020 von 75 Mio. auf 300 Mio. angestiegen (Business of Apps 2024). Umso entscheidender ist die Wahl geeigneter Methoden und Assistenztechnologien zur Unterstützung von Kommunikations- und Kollaborationsprozessen, die an die Merkmale und Herausforderungen eines modernen Arbeitsumfeldes angepasst sind. Hier spielen digitale Kommunikationskanäle (z. B. Teams), die die räumlichen Barrieren überwinden, eine zentrale Rolle. Instant Messaging oder Videoanrufe ermöglichen direkten, zeitnahen Austausch und fördern dadurch die Effizienz von kommunikations- oder kollaborationsbasierten Arbeitsabläufen, Absprachen oder Entscheidungsfindungen. Zudem können Unternehmen beispielsweise auch eine unternehmensinterne App für die Kommunikation und das Dokumentenmanagement etablieren. Eine Herausforderung bei der Organisation der ortsungebundenen Teamarbeit kann die Integration individueller Teammitglieder und das für eine effektiv organisierte Zusammenarbeit elementare „Teamgefühl" sein. Hier können sich XR-gestützte Kommunikationsformen eignen, um Teammitglieder durch eine immersive Erfahrung gemeinsam an einen virtuellen Ort zu versetzen. Ein Beispiel für solch eine Lösung ist Microsoft Mesh. Neben der Auswahl von geeigneten Tools benötigt es jedoch auch eine klar definierte Kommunikations- und Kollaborationskultur, die sicherstellt, dass alle Teammitglieder über Abläufe informiert sind und ihre Anliegen und Fragen angemessen adressiert werden können. Regelmäßige Updates und Team-Meetings tragen dazu bei, ein Gefühl der Transparenz und Zusammenarbeit zu fördern, selbst wenn Kolleg:innen orts- und zeitunabhängig voneinander arbeiten. Neben der technisch vermittelten Kommunikation sollten Möglichkeiten zum persönlichen Austausch vorgehalten werden, um den sozialen Zusammenhalt von Arbeitsteams und Belegschaften zu unterstützen (vgl. Kap. IV).

Routineaufgaben und wiederkehrende Tätigkeiten können zeitaufwendig sein und die Produktivität von Mitarbeiter:innen beeinträchtigen. Hier zeigen sich verschiedene Optimierungspotenziale, die durch virtuelle Assistenzsysteme realisiert werden können, da sie Effizienzsteigerungen, Automatisierung und intelligente Prozessoptimierungen ermöglichen. Zu den Optimierungspotenzialen gehören die Automatisierung von wiederkehrenden Prozessen durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und Maschinellem Lernen z. B. für Datenanalyse, Berichterstattung oder die Bearbeitung von kleineren definierten Aufgaben (z. B. Beantwortung von Kundenanfragen). Die Verwaltung von Dokumenten und Informationen (z. B. Clouds vermeiden redundante Mails und Versionierungen) sowie KI-gestützte Zeit- und Ressourcenoptimierung sind weitere Einsatzpotenziale zur Minimierung redundanter bzw. wiederkehrender Arbeitsprozesse. Darüber hinaus können insbesondere

die Implementierung und Nutzung von digitalen Plattformen und CMS in diesem Anwendungsbereich vielversprechend sein. XR-Systeme haben außerdem das Potenziale, Remote-Arbeiter:innen in diesem Bereich zu unterstützen. So können per AR-Brille Fotos und Videos vor Ort aufgenommen werden, die dann direkt per Sprachbefehl in die entsprechende Dokumentationsstruktur abgespeichert werden. Die Dateien müssen nicht in einem separaten Schritt auf andere Geräte geladen und manuell abgespeichert werden. Durch die automatisierte Erhebung von Daten via Wearables oder IIoT erübrigen sich kleinere wiederkehrende Tätigkeiten wie das manuelle Ablesen und Eintragen relevanter Daten.

Dokumentation und Organisation: Wie traditionelle Arbeitsformen erfordert auch die Remote-Arbeit effektive Dokumentations- und Organisationsmaßnahmen und birgt zudem neue Anforderungen an bestehende Strukturen. Während die gemeinsame Arbeit mehrerer Personen vor Ort einen schnellen und unkomplizierten Austausch zwischen Kolleg:innen ermöglicht, erfordert Remote-Arbeit eine auf Online-Kommunikation ausgerichtete Dokumentations- und Organisationsstruktur, um effektive (Team-)Arbeit zu realisieren. Dementsprechend müssen Remote- und Vor-Ort-Arbeit harmonisiert werden. Im Hinblick auf Dokumentation umfasst dies Online-Dokumentations- und Ablagestandards, um ein unkompliziertes Auffinden und schnelle Ablage von Dokumenten und Inhalten zu ermöglichen. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung einer klar strukturierten und kommunizierten Ordnerstruktur in Sharepoints und das „Arbeiten in der Cloud", wobei Inhalte nicht nur lokal, sondern dezentral online gespeichert und gemeinsam bearbeitet werden können. Darüber hinaus können Kommunikationsplattformen mit Chats und Videoanrufen genutzt werden, über die Mitarbeiter:innen Informationen und Dateien teilen und sich in ihren Teams organisieren können. Für die Teamorganisation eignen sich zudem Online-Aufgabenboards (z. B. nach der Kanban-Methode), die von Teammitgliedern gepflegt werden und einen Überblick über die zu erledigenden Aufgaben bieten. Für die genannten Zwecke können CMS und Plattformen wie beispielsweise Microsoft Teams eingesetzt werden.

Der Einsatz von XR-Technologien in der Remote-Arbeit, wie z. B. in der Fernwartung, eröffnet neue Dokumentationspotenziale, da Informationen aus der physischen Umgebung (z. B. Bildaufnahmen) in virtueller Kollaboration präzise aufgezeichnet und in Echtzeit digital übermittelt und gespeichert werden können. Darüber hinaus lassen sich Arbeitsteams mit Hilfe von XR mit einer erhöhten Flexibilität organisieren, da sich Experten jederzeit zu Außendienstmitarbeiter:innen hinzuschalten können und sie somit hinsichtlich des Orts und Zeitaufwandes weniger aneinander gebunden sind (siehe zum Experten-Call das Praxisbeispiel Debusmann in Kap. IV).

Darüber hinaus erfordert Remote-Arbeit eine transparent organisierte Arbeitszeitplanung der individuellen Teammitglieder, um die Teamarbeit von Personen an verschiedenen Orten aufeinander abzustimmen. Projektmanagement-Tools können der Übersicht über das Projektgeschehen dienen und alle Mitarbeiter:innen unabhängig vom Arbeitsort auf einen einheitlichen Informationsstand bringen. Die Belegschaft sollte Informationen über Informations- und Organisationsstandards und eingesetzte Tools erhalten, beispielsweise im Rahmen von Schulungen oder Onboarding-Prozessen, die auch remote absolviert werden können.

Remote-Anleitung und -Wissensvermittlung als Self-Service: Eine selbstständige Arbeitsweise spielt bei der Remote-Arbeit eine wichtige Rolle für die Produktivität. Mitarbeiter:innen sollten ihre individuelle Arbeit daher aktiv selbst mitgestalten können. In diesem Kontext können sie durch Self-Service-Angebote unterstützt werden, über die sie beispielsweise selbstständig Informationen beschaffen und Verwaltungsmaßnahmen (z. B. Materialbuchungen) durchführen können.

Unternehmen können relevante Informationen wie z. B. (Video-)Anleitungen, Handbücher oder Betriebsanleitungen zentral auf ihren CMS oder digitalen Plattformen ablegen, sodass Angestellte oder je nach Anwendungsfall auch Kund:innen jederzeit und von überall darauf zugreifen können. Auch die genutzten Medien spielen hierbei eine Rolle. So können Remote-Arbeiter:innen gewünschte Informationen beispielsweise mit einem Smartphone, Tablet-PC oder einer AR-Brille aufrufen.

Darüber hinaus können Lernplattformen, wie z. B. Moodle, dem selbstorganisierten Lernen dienen und Fachkräften die Möglichkeit geben, sich passend zu individuellen Bedarfen und Kapazitäten kontinuierlich weiterzubilden. XR-Technologien bieten neue Möglichkeiten im Rahmen von Aus- und Weiterbildungsaktivitäten, da Fähigkeiten anhand von virtuellen Simulationen erlernt werden können. Solche Maßnahmen können ortsunabhängig in Anspruch genommen werden und nehmen weniger physische Ressourcen in Anspruch.

Das Anbieten von digitalen Self-Services für Kund:innen kann zudem das bestehende Geschäftsmodell erweitern. Durch das Auslagern von einfachen Tätigkeiten in Form von Self-Services an den Kunden können hierbei beträchtliche Ersparnisse hinsichtlich Zeit und Kosten realisiert sowie der ökologische Fußabdruck (z. B. Co_2-Einsparung durch Vermeidung von langen Anfahrtswegen zum Kunden) verringert werden. Dementsprechend bieten digitale Dienstleistungen als Geschäftsmodellinnovation entscheidende Mehrwerte für Nutzer:innen und Anbieter:innen (siehe hierzu das Praxisbeispiel NetComSolutions in Kap. IV).

Tabelle 1 fasst die vorgestellten Technologien bzw. Assistenzsysteme und Anwendungsbereiche zusammen und setzt diese in Bezug zueinander. Hier werden die Anwendungspotenziale der Technologien für die geclusterten Anwendungsbereiche sowie deren Ausprägung dargestellt.

	Kommunikation & Kollaboration	Routineaufgaben und wiederkehrende Tätigkeiten	Dokumentation & Organisation	Anleitung & Wissensvermittlung als Self-Service
Mobile Applikationen	★ ★ ★	★	★ ★	★ ★
CMS & Plattformen	★ ★ ★	★ ★	★ ★ ★	★ ★
Wearables	★ ★	★	★	
Extended Reality	★ ★ ★	★	★ ★	★ ★ ★

Tabelle 1: Einsatzgebiete ausgewählter Remote-Technologien (eigene Darstellung), Quelle: AWSi

4.1 Herausforderungen, Auswirkungen und Perspektiven

Die Integration neuer Technologien in bestehende Produktionsumgebungen stellt Unternehmen vor vielfältige Herausforderungen und eröffnet gleichzeitig neue Chancen. Eine zentrale Herausforderung bei der Implementierung fortschrittlicher Systeme ist die Notwendigkeit, diese nahtlos in die bestehenden Infrastrukturen einzubinden. Dabei ist es entscheidend, einen detaillierten Prozessablaufplan zu erstellen, der auch mögliche Sonderfälle berücksichtigt. Die Akzeptanz seitens der Mitarbeitenden wird gestärkt, wenn der Mehrwert oder die Vereinfachung der Arbeit durch die neuen Systeme deutlich erkennbar sind (vgl. Kap. IV). Zudem müssen die Systeme so gestaltet sein, dass sie an den jeweiligen Arbeitsplätzen effektiv genutzt werden können, was oftmals eine individuelle Anpassung erfordert. Hier bieten sich neben eigener Programmierung auch No- und Low-Code-Lösungen an, die mit Hilfe von intuitiven Benutzeroberflächen auch Nutzenden mit keinen bis minimalen Programmierkenntnissen eine kosteneffiziente Entwicklung maßgeschneiderter Lösungen ermöglichen. Die Einführung dieser Assistenzsysteme führt zu einer erhöhten Prozesstransparenz und -dokumentation. Durch die obligatorische Eingabe einzelner Prozessschritte in das System wird nicht nur der Produktionsprozess dokumentiert, sondern auch die Pflichtdokumentation kann teilweise automatisiert und somit zeiteffizienter gestaltet werden. Eine maßgeschneiderte Systemanpassung kann zudem die Akzeptanz verbessern, indem sie die Bedienungsfehler minimiert und so die Bedienungsangst der Mitarbeitenden reduziert. In verschiedenen Sektoren bringen moderne Technologien spezifische Herausforderungen und Chancen mit sich, die sowohl die Entwicklung der Mitarbeiter:innenkompetenzen als auch die effektive Nutzung technologischer Fortschritte betreffen. Eine wesentliche Herausforderung liegt in der kontinuierlichen Weiterbildung der Belegschaft, um diese für den Umgang mit neuen Technologien zu sensibilisieren und eine Kultur des lebenslangen Lernens zu etablieren. Dies ist essenziell, um mit dem rasanten Tempo technologischer Innovationen Schritt halten zu können. Technologien wie Automatisierung, Algorithmen des maschinellen Lernens und tragbare Technologien ermöglichen eine präzisere Steuerung und flexible Anpassung von Produktionsprozessen, verbessern die Mensch-Maschine-Interaktion und ermöglichen datenbasierte Entscheidungen durch die Auswertung von Mustern in den erfassten Daten. Mit der fortschreitenden Entwicklung Künstlicher Intelligenz werden diese Technologien zunehmend leistungsfähiger und tragen zu einer weiteren Optimierung der Produktionsprozesse bei. Die Herausforderung besteht darin, eine Balance zwischen dem Einsatz dieser fortschrittlichen Technologien und dem Schutz der Privatsphäre zu finden. Eine offene Kommunikationskultur und umfangreiche Schulungsangebote sind entscheidend, um die Akzeptanz unter den Mitarbeiter:innen zu fördern. Es gilt, moderne Technologien als Bereicherung und Unterstützung der menschlichen Arbeit zu etablieren und nicht als Ersatz zu betrachten (Daum et al. 2020; Bauer et al. 2021).

Das Grundproblem der Konnektivität: Virtuelles Arbeiten setzt eine stabile Internetverbindung voraus. Das Problem der Konnektivität ist keineswegs neu, doch gerade im Kontext von Remote-Arbeit stehen Unternehmen vor großen Herausforderungen, die sich besonders dann zeigen, wenn Mitarbeiter:innen auf die Interaktion bzw. Kommunikation mit Kolleg:innen angewiesen sind und sich möglicherweise in Umgebungen befinden, in denen keine oder keine stabile Internetverbindung verfügbar ist. So gaben in einer Bitkom-Studie im Jahr 2022 60 % der befragten Beschäftigten an, ein mobiles Gerät mit Internetzugang zu nutzen (Bitkom 2022). Dementsprechend stellt das Vorhandensein einer stabilen Internetverbindung eine zunehmend notwendige Voraussetzung in der modernen Arbeitswelt dar. Im europäischen Vergleich der digitalen Wirtschaft und Gesellschaft 2022 stand Deutschland hinsichtlich Digitalisierungsgrad noch an 13. Stelle und hinsichtlich Konnektivität auf Platz 4 hinter Dänemark, den Niederlanden und Spanien (Europäische Kommission 2022). Trotz dieses vergleichsweise guten Ergebnisses bezüglich Konnektivität und im Hinblick auf die aktuellen Anstrengungen privatwirtschaftlicher Unternehmen wie beispielsweise Starlink von Elon Musk, Lösungen zur permanenten Sicherstellung einer stabilen Verbindung zu entwickeln, scheint das Konnektivitätsproblem bislang nicht vollständig gelöst zu sein. Insbesondere im handwerklichen oder außendienstlichen Kontext befinden sich Mitarbeiter:innen häufig in Umgebungen wie Kellerräumen, Produktionshallen oder auf Baustellen, in denen keine oder keine stabile Verbindung besteht. In solchen Fällen scheint es bislang unmöglich, Lösungsansätze wie das Remote-Zuschalten von Expert:innen effektiv umzusetzen. Die Frage der Konnektivität ist daher entscheidend bei der Auswahl einer geeigneten Technologielösung zu berücksichtigen. Dementsprechend ist es ratsam, sich frühzeitig damit auseinanderzusetzen, ob und inwiefern Konnektivität sichergestellt werden muss, sei es durch den Aufbau eigener Netzwerke oder die Nutzung von Technologien, die auf lokale Verbindungen setzen. Alternativ kann je nach Use-Case über Offline-Varianten nachgedacht werden.

Insgesamt ist das Konnektivitätsproblem eine zentrale Herausforderung, deren sich Unternehmen bei der virtuellen Arbeitsgestaltung bewusst sein sollten und die bei der Entscheidung über die Einführung von Remote-Arbeitstechnologien berücksichtigt werden sollte. Die Fähigkeit, auch in Umgebungen mit eingeschränkter Konnektivität effektiv zu arbeiten und zu kommunizieren, wird zunehmend zu einem entscheidenden Erfolgsfaktor in der modernen Arbeitswelt. Daher ist es wichtig, dass Unternehmen und Technologieanbieter gemeinsam nach Lösungen suchen, um diese Hürde zu überwinden und die Effizienz und Produktivität ihrer Belegschaft zu gewährleisten.

Implikationen: Die Auswahl geeigneter Hard- und Software sollte immer kontextspezifisch auf einen konkreten Use-Case angepasst werden. Hierbei ist das Identifizieren von Bedarfen und das Definieren von Anforderungen in Abhängigkeit des Arbeitskontextes, des Tätigkeitsprofils und der Umweltbe-

Quelle: freepik.de

dingungen (siehe Beispiel Konnektivitätsproblem) elementar. Die im vorherigen Abschnitt diskutierten Lösungen sollen dementsprechend exemplarisch aufzeigen, welche Facetten von Remote-Arbeit durch welche Schlüsseltechnologie adressiert werden können. Bei der Umsetzung von Remote-Arbeit sollten diese technologischen Varianten allerdings nicht als Individuallösungen verstanden werden. Sie können durch die Hinzunahme weiterer Technologien oder auch als Kombination verschiedener Systeme eingesetzt werden. Diese Kombinationen sollten bei der Auswahl geeigneter Hard- und Software berücksichtigt werden.

Für bereits angeschaffte oder potenziell zu erwerbende Hard- und Software sollte zudem stets der richtige Use-Case gewählt bzw. sollte dieser stetig auf Eignung überprüft werden. Erzielt die ausgewählte Remote-Technologie nicht den gewünschten Effekt, sollte der Anwendungsfall genauer unter die Lupe genommen werden.

Mögliche Fragestellungen:

- Adressieren die Funktionalitäten und Features der digitalen Lösung tatsächlich das gewünschte Problemfeld?
- Können die Features und Funktionalitäten gegebenenfalls eingesetzt werden, um ein anderes Problem zu lösen?
- Kann durch die Kombination verschiedener Technologien der gewünschte Effekt erzielt werden, bzw. kann durch die Hinzunahme einer weiteren Technologie oder durch eine Modifikation der Technologie ein Problemfeld abgedeckt werden, das vorher nicht adressiert wurde?

Um diese Fragen beantworten zu können, sollten sich Anwender:innen stets der Vor- und Nachteile der technologischen Lösung bewusst sein, um ihre Eignung für den gewünschten Anwendungsfall zielführend beurteilen zu können.

4.2 Relevanz für KMU

Die Implementierung und Einführung von neuen Remote-Technologien stellt insbesondere KMU mit allgemein niedrigem bis mittlerem Digitalisierungsgrad vor Herausforderungen (vgl. Kap. II). So haben vor allem kleine KMU häufig keine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung (Brink, Nielen 2021) oder ein strategisches Technologie- und Innovationsmanagement mit entsprechendem Budget. Dementsprechend ist die Verfügbarkeit von Technologie-Expert:innen, die bei der Implementierung und Einführung neuer technologischer Arbeitsmittel zu Rate gezogen werden können, häufig stark begrenzt. Hinzu kommt, dass die Anschaffung oder Eigenentwicklung neuer Hard- und Softwarelösungen häufig mit hohen Kosten einhergehen, die sich aufgrund langer Eingewöhnungszeiten oder mangelnder Akzeptanz der Nutzer:innen erst im späteren Zeitverlauf amortisieren können. Dementsprechend spielt die Identifikation von kosteneffizienten Remote-Technologien wie etwa Cloud-Lösungen, Open-Source-Plattformen oder weiterer Möglichkeiten zur abonnementbasierten Softwarenutzung über das Internet (Software as a Service) besonders für KMU eine entscheidende Rolle. Mit Blick auf den in Handwerk und Industrie ausgeprägten Mangel an Fachkräften, Expert:innen oder Auszubildenden können Remote-Technologien die Verfügbarkeit von Expert:innen erhöhen und Aus- und Weiterbildungsprozesse optimieren.

Ein wesentlicher Vorteil von Remote-Technologien für KMU liegt in ihrer Fähigkeit, Kommunikations- und Kollaborationsprozesse zu optimieren, das Geschäftsmodell zu erweitern (z. B. durch das Anbieten von neuen digitalen Self-Services) und wiederkehrende Tätigkeiten zu automatisieren. Durch die Nutzung von Assistenzsystemen und Tools, wie Videokonferenzen, Cloud-Speicher und gemeinsamen Online-Plattformen, können Arbeitsteams von überall aus und nahtlos zusammenarbeiten. Dies ermöglicht es kleineren Unternehmen, schnell auf sich ändernde Marktbedingungen zu reagieren, neue Geschäftsmöglichkeiten zu identifizieren und flexibel auf Kundenanfragen einzugehen. Durch Remote-Arbeit können KMU auch ihre Betriebskosten senken, da sie möglicherweise auf teure Büroflächen verzichten können.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Notwendigkeit der Stärkung von digitalen Kompetenzen und die Förderung einer Kultur des lebenslangen Lernens. In einer zunehmend digitalisierten Arbeitswelt ist es für KMU unerlässlich sicherzustellen, dass ihre Angestellten über die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse verfügen, um effektiv mit digitalen Tools und Technologien zu arbeiten. Durch Online- und Offline-Schulungen und Weiterbildungsmaßnahmen können diese dazu befähigt werden, remote zu arbeiten und das damit verbundene Potenzial effektiv auszuschöpfen. Dies trägt nicht nur zur Steigerung der Produktivität und Effizienz bei, sondern ermöglicht es den Mitarbeiter:innen auch, sich beruflich weiterzuentwickeln und den Anforderungen einer sich wandelnden Arbeitswelt gerecht zu werden. Die Motivation und Offenheit der Mitarbeiter:innen spielen eine entscheidende Rolle bei der erfolgreichen Implementierung neuer Systeme. Eine offene Kommunikationskultur, die die Vorteile neuer Technologien hervorhebt und eine Atmosphäre schafft, die Innovationen willkommen heißt, ist entscheidend für die Steigerung der Akzeptanz und des Engagements der Belegschaft.

Die Einführung digitaler Prozess-Assistenz und Entscheidungshilfen markiert einen Wendepunkt für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die nach Wegen suchen, ihre Produktionsprozesse zu optimieren und ihre Wettbewerbsfähigkeit in einer dynamischen Geschäftswelt zu stärken. Diese Systeme bieten eine Vielzahl von Anpassungsmöglichkeiten, die speziell auf die Bedürfnisse unterschiedlicher Unternehmensbereiche zugeschnitten werden können. Für den Planungsbereich sind umfangreiche Funktionen von Bedeutung, während an den Arbeitsstationen eine vereinfachte Version mit weniger Optionen den Umgang mit dem System erleichtert und somit die Effizienz verbessert. Die Integration dieser Systeme stellt Unternehmen jedoch vor Herausforderungen, insbesondere bei der Eingliederung in bestehende Infrastrukturen. Ein klarer Prozessablaufplan, der Sonderfälle berücksichtigt, und die Entwicklung maßgeschneiderter Lösungen, die durch No- und Low-Code-Plattformen unterstützt werden können, sind essenziell. Diese angepassten Systeme ermöglichen nicht nur eine intuitive Bedienung und Dokumentation aller Arbeitsschritte, sondern auch die automatische Ausfüllung notwendiger Sicherheitszertifikate. Die Dokumentation ermöglicht es zudem, den Bearbeitungsstand eines Auftrags jederzeit einzusehen und schnell auf Änderungen zu reagieren. Die Herausforderung besteht darin, die Systeme so zu gestalten, dass sie intuitiv zu bedienen sind und eine schnelle Eingewöhnung ermöglichen.

Technologieauswahl und Umsetzung: KMU können Remote-Technologien gezielt einsetzen, um wettbewerbsfähig zu bleiben und größenbedingte Nachteile am Markt auszugleichen. Nachdem KMU-spezifische Herausforderungen und Probleme identifiziert und definiert wurden, können diese durch die erfolgreiche Umsetzung von Remote-Arbeit adressiert werden. Diese hängt jedoch maßgeblich von der Eignung der hierfür ausgewählten Technologielösung ab. Bei der Beurteilung einer Remote-Lösung hinsichtlich Eignung können dabei die KMU-spezifischen und technologiespezifischen Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (auch bekannt als SWOT-Analyse, zusammengesetzt aus den englischen Begriffen **S**trengths, **W**eaknesses, **O**pportunities und **T**hreats) berücksichtigt werden. Die in Abbildung 4 dargestellte SWOT-Analyse als Instrument der strategischen Planung soll die Relevanz bzw. Eignung von AR-Smart-Glasses beispielhaft für den Einsatz von Remote-Technologien in KMU aus dem Bereich Handwerk und Produktion aufzeigen.

STÄRKEN

- Remote-Assistenz durch Zuschaltung von Expert:innen → Expertenverfügbarkeit
- Hardware-Kontrolle durch Expert:innen
- AR-Umgebung
- Hands-free
- Hohe Robustheit der Brille → Eignung für Handwerk und Produktion
- Kompatibel mit Sicherheitsequipment
- Signalwirkung für Auszubildende

SCHWÄCHEN

- Hohe Anschaffungskosten
- Eingewöhnungszeiten mit der Brille
- Zuschalten von Expert:innen setzt Konnektivität voraus

CHANCEN

- Effizienzsteigerung durch erhöhte Expertenverfügbarkeit
- Kosten und Zeitersparnis bei Kundenbesuchen vor Ort
- Höheres Sicherheitsgefühl bei den Mitarbeiter:innen im Außendienst („Experte im Gepäck")
- Vereinfachte Arbeitsdokumentation z. B. bei der Rechnungserstellung

RISIKEN

- AR-Brille wird von Nutzer:innen nicht angenommen oder richtig genutzt
- Videoaufzeichnung bei Kund:innen (z. B. wegen Datenschutz) nicht gewollt
- Keine Konnektivität gegeben

Abbildung 4: Beispiel SWOT-Analyse AR-Smart Glasses, Quelle: Eigene Darstellung AWSi

Nach Abschluss der SWOT-Analyse kann das KMU die identifizierten Stärken nutzen, um seine Position am Markt zu stärken, indem es die AR-Implementierung vorantreibt und die daraus resultierenden Wettbewerbsvorteile nutzt. Gleichzeitig sollten die Schwächen minimiert werden, indem beispielsweise Schulungsprogramme für Mitarbeiter:innen angeboten und kosteneffiziente Implementierungslösungen gesucht werden. Die ermittelten Chancen sollten genutzt werden, um neue Geschäftsmöglichkeiten zu erkunden und strategische Veränderungen einzugehen. Gleichzeitig müssen die Risiken überwacht und proaktiv angegangen werden, beispielsweise im Rahmen von Risikomanagementplänen und Datenschutzrichtlinien. Indem das KMU die Erkenntnisse aus der SWOT-Analyse in seine Geschäftsstrategie integriert und flexibel auf Veränderungen reagiert, kann es den Einsatz von AR-Brillen im Handwerk und/oder Außendienst erfolgreich vorantreiben und sich langfristig als Vorreiter in seiner Branche positionieren.

Die Ergebnisse der SWOT-Analyse sind exemplarisch und können je nach Ausrichtung und Tätigkeitsfeld des KMU variieren, da an dieser Stelle individuelle Faktoren zu berücksichtigen sind. Wenn ein KMU also Interesse an einer oder mehreren Technologien zur Implementierung von Remote-Arbeit hat, kann dieses eine solche Analyse strukturiert durchführen und die Ergebnisse in die Entscheidungsfindung einfließen lassen.

Die Umsetzung von Remote-Arbeit birgt gerade für KMU immense Chancen, um sich am Markt zu positionieren und die individuelle Arbeitsbelastung der Mitarbeiter:innen zu reduzieren. Diese Entwicklung hat für KMU eine Vielzahl von Vorteilen, die ihre Reaktionsfähigkeit (z. B. auf Markttrends) verbessern und die Wettbewerbsfähigkeit erhöhen. Des Weiteren können Technologieprojekte in KMU schneller ausgerollt und umgesetzt werden, da gegebenenfalls nur eine überschaubar große Anzahl an Personal von der Veränderung betroffen ist und es somit zu kürzeren Entscheidungsprozessen kommt. Da die Motivation und Offenheit gegenüber der Nutzung von neuen Technologien eine entscheidende Rolle spielen, ist es ratsam, den individuellen Nutzen der Remote-Technologie direkt an die Belegschaft zu kommunizieren. Zusätzlich empfiehlt es sich, im Rahmen der Einführung ausgewählte Mitarbeiter:innen („Vorbilder") die Technologien testen zu lassen, um sie anschließend sukzessive in den Arbeitsalltag zu integrieren.

5. Zukünftige Entwicklungen

Die bisherigen technologischen Entwicklungen haben bereits zu elementaren Veränderungen in der Art und Weise, wie Arbeit gedacht wird und Arbeitsprozesse konzipiert werden, geführt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die zukünftigen Technologieentwicklungen zu einer noch tiefgreifenderen Transformation im Bereich der virtuellen Arbeitsgestaltung führen werden. Im Rahmen der nicht nur technologie- sondern auch wertegetriebenen Transformation zur Industrie 5.0 stehen menschenzentrierte, nachhaltige und resiliente Entwicklungen im Vordergrund (European Commission et al. 2021). Dafür werden verschiedene Technologien als besonders vielversprechend identifiziert, darunter auch digitale Zwillinge, IoT, KI und Technologien zur Datenübertragung, -speicherung und -analyse (Xiang et al. 2024; Xu et al. 2021).

Ein vielversprechendes Beispiel hierfür ist die Entwicklung von Industrial Metaverses, die das Konzept XR auf die industrielle Wartung und Produktion übertragen und darüber hinaus auch digitale Zwillinge als zentrale Elemente in die Umgebung implementieren (Xiang et al. 2024). Indem ein geschlossener Raum aus der digitalen und der physischen Welt geschaffen wird, können Daten über alle Phasen der Produktentwicklung vereinheitlicht und verwaltet werden. Mit Hilfe von digitalen Zwillingen sind Produkthersteller dazu in der Lage, ganzheitliche Datensätze zu analysieren. Hinzu kommt, dass alle beteiligten Abteilungen und Unternehmen stets mit den aktuellsten verfügbaren Informationen arbeiten können (Xiang et al. 2024). Das Potenzial von XR-Technologien für virtuelles Arbeiten wurde in diesem Beitrag bereits ausführlich beleuchtet, allerdings ist hier mit einer zunehmenden Verbesserung und Diffusion dieser Technologien zu rechnen, die es immer mehr Beschäftigten ermöglichen, unabhängig von ihrem physischen Standort in virtuelle Umgebungen einzutauchen, um darin zu arbeiten. Durch XR kann eine virtuelle industrielle Umgebung simuliert werden, sodass eine immersive Erfahrung im Arbeitskontext geschaffen wird, die sich insbesondere für interaktive Szenarien im Arbeitskontext eignet (Xiang et al. 2024). Durch die Kombination dieser Technologien können Fabriken vollständig digitalisiert und teilweise virtualisiert werden. Dies kann zu einer elementaren Veränderung der Art und Weise führen, wie Produkte entwickelt, hergestellt und gewartet werden.

Außerdem werden verschiedene Varianten von (industrieller) IoT zunehmend stärker in den Produktionskontext eingebunden. Eine konkrete Entwicklung wäre hierbei der Einsatz von IoRT (Internet of Roboter Things), die Robotertechnologie mit KI, IoT und Cloud-Computing kombiniert (Xiang et al. 2024). Durch die Datenspeicherung in der Cloud können IoRT an unterschiedlichen physischen Standorten im vor- und nachgelagerten Bereich der Lieferkette Wissen und Ressourcen gemeinsam nutzen, wodurch das Verständnis der Zusammenarbeit verbessert und schließlich die Produktionseffizienz gesteigert werden kann (Xiang et al. 2024).
Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Produktion kann langfristig die Automatisierung und Optimierung von Produktionsprozessen vorantreiben (Xiang et al. 2024). Unternehmen werden

potenziell ihre Produktionsabläufe effizienter gestalten und flexibler auf Nachfrageänderungen reagieren können. So kann die Notwendigkeit physischer Präsenz am Produktionsstandort beispielsweise durch die Remote-Steuerung von Produktionsanlagen reduziert werden. Dadurch kann ebenfalls dem Fachkräftemangel, der fast alle wirtschaftlichen Branchen langfristig betreffen wird (Institut der deutschen Wirtschaft 2020), entgegengewirkt werden.

Auch im Bürokontext und im Außendienst wird der Einsatz von KI zukünftig zu einer Veränderung der Arbeitsweisen führen. Viele repetitive Aufgaben können automatisiert werden, was den Beschäftigten Zeit und Ressourcen erspart sowie Raum für kreativere Tätigkeiten schafft. In Büros kann KI beispielsweise bei der Datenanalyse und Entscheidungsfindung eine bedeutende Rolle spielen (Schmitt 2023). Durch den Einsatz von Algorithmen, die große Mengen an Daten in Echtzeit verarbeiten können, können Unternehmen Trends frühzeitig erkennen und das Fundament ihrer Entscheidungsfindung erweitern (ebenda). Beispielsweise kann KI eingesetzt werden, um große Mengen an Marktdaten zu analysieren, Unternehmensstrategien zu optimieren und innovative Produktideen zu bewerten (Freisinger et al. 2023). Des Weiteren kann Natural Language Processing (NLP) die individuelle Kundenkommunikation verbessern, indem Chatbots häufig gestellte Fragen beantworten und Probleme in kürzester Zeit lösen (Nirala et al. 2022). Dies entlastet den Kundensupport und ermöglicht es, Kundenanfragen schneller und effizienter zu bearbeiten (Nicolescu, Tudorache 2022). Im Betriebs- und Lieferkettenmanagement kann KI die Routenplanung und Logistik optimieren (Fosso Wamba et al. 2022). So können mit Hilfe von Algorithmen die effizientesten Routen für den Außendienst berechnet werden, was zu kürzeren Anfahrtszeiten und somit letztendlich zu niedrigeren Kosten führt.

Darüber hinaus eröffnet die sich aktuell sehr schnell verbreitende Generative KI (z. B. ChatGPT) neue Möglichkeiten für die virtuelle Arbeitsgestaltung, da diese auf Basis von existierenden Inhalten neue Inhalte erzeugen kann. Beispiele hierfür sind Texte, Bilder, Videos oder Code (Gartner o. J.). Dadurch kann generative KI Mitarbeiter:innen „assistieren" oder Teil-Arbeitsprozesse übernehmen. Beispielsweise könnten Aufgaben wie das Verfassen von Zusammenfassungen aus umfangreichen Texten oder die Protokollierung von Meetings an Generative KI übertragen werden, wodurch Arbeitnehmer:innen Zeit einsparen und diese für andere Aufgaben einsetzen können.

Dementsprechend könnte der Einsatz von KI dazu beitragen, die Produktivität zu steigern, Kosten zu senken, die Kundenzufriedenheit zu verbessern und die individuelle Arbeitsbelastung zu reduzieren. Hier ist jedoch anzumerken, dass KI als Werkzeug für die Mitarbeiter:innen dient und nicht ihre Rolle ersetzt. Menschliche Intelligenz und Kreativität bleiben unerlässlich, um komplexe Probleme zu lösen und innovative Lösungen zu entwickeln.

Eine weitere vielversprechende Technologie ist Distributed Ledger, speziell Blockchain. Hier ergibt sich durch die automatisierte Erhebung und die dezentrale Speicherung von lieferkettenbezogenen Daten insbesondere für die Transparenz und Sicherheit von Lieferketten ein großes Potenzial (Zhang et al. 2020). Technologien, die die Nachverfolgbarkeit und Transparenz der Lieferkette erhöhen, sind auch in Anbetracht von Gesetzgebungen wie dem Lieferkettengesetz, das seit Januar 2024 für Unternehmen mit mindestens 1.000 Beschäftigten gilt (Bundesministerium für Arbeit und Soziales o. J.), hoch relevant und könnten daher zukünftig noch an Bedeutung gewinnen.

Im Kontext der technologiegestützten Arbeit sind zudem Nachhaltigkeitsaspekte (ökologisch, sozial, ökonomisch) zu betrachten. Hinsichtlich der sozialen Dimension können technologiegestützt beispielsweise inklusive Arbeitsumgebungen geschaffen werden. Im Sinne der ökologischen Nachhaltigkeit können zudem digitale Kollaborationsformen oder die Transformation von Geschäftsprozessen Ressourcen schützen und erhalten.

Neben den Potenzialen aufkommender Technologien bergen diese auch Herausforderungen. Unternehmen sollten daher korrespondierende Risiken erkennen können. Beispielsweise diskriminierte eine von Amazon für den Recruiting-Prozess entwickelte KI-basierte Software Frauen, woraufhin das Programm eingestellt wurde (Parikh 2021). Ein weiteres Beispiel für Herausforderungen sind sogenannte „Deep Fakes", die durch KI manipulierte, realistisch wirkende Audio-, Video-, Bild- und Textinhalte umfassen (Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik o. J.). So können Gesichter in Videos oder Stimmen in Anrufen gefälscht werden, was sich Angreifer im Rahmen von „Social Engineering" bei Phishing-Angriffen auf Unternehmen zu Nutze machen können, um Informationen zu erhalten oder Transaktionen zu veranlassen (Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik o. J.). Unternehmen können im Rahmen von Sicherheitsschulungen solche durch neue technologische Entwicklung aufkommende Sicherheitsthemen aufgreifen und Mitarbeiter:innen für die Themen sensibilisieren. Zudem gibt es auch KI-Lösungen, die zum Erkennen von KI-generierten Inhalten eingesetzt werden können. Dies verdeutlicht noch einmal, dass der Anwendungskontext und der Zweck der Nutzung einer Technologie maßgeblich dafür ist, welche Potenziale und Risiken mit derselben Technologie assoziiert sind.

Es ist zu erwarten, dass Remote-Arbeit zukünftig eine zunehmend wichtigere Rolle spielen wird. Viele Arbeitnehmer:innen legen großen Wert auf flexibles Arbeiten – insbesondere auch im Hinblick auf den Arbeitsort. Zudem werden neue Möglichkeiten für den Kontakt und die Zusammenarbeit mit Kund:innen und Kooperationspartner:innen geschaffen. Ein zielgerichteter und menschzentrierter Einsatz digitaler Technologien kann dazu beitragen, Remote-Arbeit auf Dauer erfolgreich umsetzen zu können und neue Potenziale für das Unternehmen zu eröffnen.

Insgesamt bieten zukünftige Technologieentwicklungen immense Möglichkeiten, die Remote-Arbeit und die virtuelle Produktionslandschaft zu revolutionieren. Durch den gezielten Einsatz der vorgestellten Technologien können Unternehmen und Angestellte langfristig von erhöhter Flexibilität, Effizienz und Innovation profitieren.

Quelle: freepik.de

6. Literaturverzeichnis

Appinio (2022)): Inwiefern haben sich die folgenden Aspekte in deinem Arbeitsalltag durch die Arbeit im Homeoffice verändert? Statista. Statista GmbH. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1296981/umfrage/umfrage-arbeitsalltag-im-Homeoffice/. (Zugriff am 19. April 2024).

Atlassian (o. J.): Trello 1x1: Produktivität ohne Kompromisse. Atlassian. Atlassian Pty Ltd. https://trello.com/de?&aceid=&adposition=&adgroup=148159484607&campaign=19269516427&creative=641463053706&device=c&keyword=was%20ist%20trello&matchtype=e&network=g&placement=&ds_kids=p74608994632&ds_e=GOOGLE&ds_eid=700000001557344&ds_e1=GOOGLE&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI0Y_JxtXShAMVbC0GAB-2MBAfGEAAYASAAEgJohvD_BwE&gclsrc=aw.ds (Zugriff am 19. April 2024).

Auschitzky, E., Hammer, M., Rajagopaul, A. (o. J.): http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/how-big-data-can-improve-manufacturing (2015). (Zugriff am 19. April 2024).

Bendel, O. (2021): Definition: Cyberphysische Systeme. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/cyberphysische-systeme-54077. (Zugriff am 19. April 2024).

Bitkom e.V. (2022): Wieviel Prozent aller fest angestellten Mitarbeitenden nutzen ein mobiles Gerät mit Internetzugang? Statista. Statista GmbH. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1180038/umfrage/nutzung-mobiler-geraete-mit-internetzugang-durch-mitarbeiter/ (Zugriff am 19. April 2024).
Bitkom e.V. (2023): Industrial Metaverse: Use Cases, Mehrwerte und Potenziale für den Wirtschaftsstandort Deutschland.

Brink, S., Nielen, S., (2021): Innovationstätigkeit im Mittelstand: FuE nicht zwingend erforderlich. Leadersh Educ Personal Interdiscip J 3: S. 35–44. https://doi.org/10.1365/s42681-021-00023-8 (Zugriff am 19. April 2024).

Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik. (o. J.): Deepfakes – Gefahren und Gegenmaßnahmen. Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik (BSI). https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Informationen-und-Empfehlungen/Kuenstliche-Intelligenz/Deepfakes/deepfakes_node.html (Zugriff am 19. April 2024).

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2021): Grundlagen. https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Informationen-und-Empfehlungen/Empfehlungen-nach-Angriffszielen/Cloud-Computing/Grundlagen/grundlagen_node.html (Zugriff am 19. April 2024).

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (o. J.): Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten. https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze-und-Gesetzesvorhaben/Gesetz-Unternehmerische-Sorgfaltspflichten-Lieferketten/gesetz-unternehmerische-sorgfaltspflichten-lieferketten.html (Zugriff am 19. April 2024).

Business of Apps (2024): Anzahl der täglich aktiven Nutzer von Microsoft Teams weltweit in den Jahren 2017 bis 2023 (in Millionen). Statista. Statista GmbH. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1189929/umfrage/anzahl-der-taeglich-aktiven-nutzer-von-microsoft-teams-weltweit/ (Zugriff am 19. April 2024).

DAK (2021): Inwiefern stimmen Sie den folgenden Aussagen zur Produktivität im Homeoffice zu? (Anteil der Zustimmungen). Statista. Statista GmbH. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1136511/umfrage/produktivitaet-im-homeoffice-in-deutschland/ (Zugriff am 19. April 2024).

Daum, M., Wedel, M., Zinke-Wehlmann, C., Ulbrich, H. (2020): Gestaltung vernetzt-flexibler Arbeit. In: Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Dremel, C., Herterich, M. (2018): Digitale Cloud-Plattformen als Enabler zur analytischen Nutzung von operativen Produktdaten im Maschinen- und Anlagenbau. In: Cloud Computing, S. 73–88. DOI: 10.1007/978-3-658-20967-4_6.

Eigner, M. (2020): Digitaler Zwilling – Stand der Technik. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 115 (s1), S. 3–6. DOI: 10.3139/104.112300.

Elstermann, M., Fleischmann, A., Moser, C.; Oppl, S.; Schmidt, W.; Stary, C. (2023): Ganzheitliche Digitalisierung von Prozessen. In: Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Europäische Kommission (2022): Digitalisierungsgrad der EU-Länder gemäß dem Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI*) im Jahr 2022. Statista. Statista GmbH. Zugriff: 11. April 2024. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1243006/umfrage/digitalisierungsgrad-der-eu-laender-nach-dem-desi-index/. (Zugriff am 19. April 2024).

Breque, M., De Nul, L., Petridis, A. (2021): Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407 (Zugriff am 19. April 2024).

Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S., Orús, C. (2019): The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. In: Journal of Business Research 100, S. 547–560. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.050 (Zugriff am 19. April 2024).

Fosso Wamba, S., Queiroz, M.M., Guthrie, C., Braganza, A. (2022): Industry experiences of artificial intelligence (AI): benefits and challenges in operations and supply chain management. In: Production Planning & Control 33, 1493–1497. https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1882695 (Zugriff am 19. April 2024).

Freisinger, E. Unfried, M. Schneider, S. (2023): The AI-augmented crowd: How human crowdvoters adopt AI (or not). In: Journal of Product Innovation Management.: S. 1–25. https://doi.org/10.1111/jpim.12708 (Zugriff am 19. April 2024).

Galaske, N., Rönick, K., Stockinger, C. (2019): Leitfaden Arbeit 4.0. Erfassung und Verarbeitung sensibler Mitarbeiterdaten für Assistenzsysteme in der Produktion, 2019. Zugriff 15.04.2024. https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Publikationen/leitfaden-arbeit-40.pdf?__blob=publicationFile&v=1. (Zugriff am 19. April 2024).

Gartner. (o. J.): Gartner Experts Answer the Top Generative AI Questions for Your Enterprise. Gartner Inc. Zugriff: 10.04.2024. Gartner Experts Answer the Top Generative AI Questions for Your Enterprise. URL https://www.gartner.com/en/topics/generative-ai. (Zugriff am 19. April 2024).

Gloy, Y.-S. (2020): Industrie 4.0 in der Textilproduktion. In: Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Grieves, M., Vickers, J. (2017): Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. In: Franz-Josef Kahlen, Shannon Flumerfelt und A. C. Alves (Hg.): Transdisciplinary perspectives on complex systems. New findings and approaches. Cham: Springer (Springer eBook Collection Business and Management), S. 85–113.

Guttentag, D. A. (2010): Virtual reality: Applications and implications for tourism. In: Tourism Management 31: S. 637–651. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.07.003. (Zugriff am 19. April 2024).

Herterich, M. (2016): Herterich M, Uebernickel F, Brenner W (2016) Stepwise evolution of capabilities for harnessing digital data streams in data-driven industrial services. MIS Q Exec 15:297–318. In: MIS Q Exec 15, S. 297.

Institut der deutschen Wirtschaft. (2020). Fachkräftemangel bleibt für Unternehmen akut. Der Informationsdienst des Instituts der deutschen Wirtschaft. Institut der deutschen Wirt-schaft Köln e.V. Zugriff: 10.04.2024. https://www.iwd.de/artikel/fachkraeftemangel-bleibt-fuer-unternehmen-akut-491758/ (Zugriff am 19. April 2024).

Ionos (2023): Cloud Computing – Was steckt dahinter? In: IONOS, 23.11.2023. Zugriff 15.04.2024. https://www.ionos.de/digitalguide/server/knowhow/cloud-computing-definition-erklaerung-geschichte/ (Zugriff am 19. April 2024).

Jeglinsky, V., Winkler, H. (2020): Untersuchung von Hindernissen zur Digitalisierung in der industriellen Produktion.

Kaufmann, P. (2021): Mechanismen und Formate des Wissens- und Technologietransfers in KMU mit Fokus auf Digitalisierung. Hg. v. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Wien.

Karmakar, A., Dey, N., Baral, T., Chowdhury, M., Rehan, Md. (2019): Industrial Internet of Things: A Review. In: 2019 International Conference on Opto-Electronics and Applied Optics (Optronix), IEEE: S. 1–6. https://doi.org/10.1109/OPTRONIX.2019.8862436 (Zugriff am 19. April 2024).

Kasselmann, S., Willeke, S. (o. J.): Technologie-Kompendium Interaktive Assistenzsystem. 4.0 Ready. Zugriff: 15.04.2024. https://www.iph-hannover.de/_media/files/downloads/Projekt_40-Ready_Technologie-Kompendium.pdf (Zugriff am 19. April 2024).

Leyh, C., Bley, K., Ott, M. (2018): Chancen und Risiken der Digitalisierung – Befragungen ausgewählter KMU. In: Josephine Hofmann (Hg.): Arbeit 4.0 – Digitalisierung, IT und Arbeit. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Edition HMD), S. 29–51.

Luber, S. (2022): Was ist Operations Research (OR)? In: BigData-Insider, 23.06.2022. (Zugriff 15.04.2024) https://www.bigdata-insider.de/was-ist-operations-research-or-a-51763dc11b61216f532bafb9b-3ecff9a/ (Zugriff am 19. April 2024).

Maffert, J. (2023): Entwicklung einer Methodik zur Bedarfsbestimmung kognitiver Assistenzsysteme und Strukturierung von Arbeitsanweisungen in der manuellen Montage. In: Universität des Saarlandes, Saarbrücken.

Mayer, W., Grossmann, G., Selway, M., Stanek, J., Stumptner, M. (2023): Vielfaltsmanagement für Big Data. In: Thomas Hoppe, Bernhard Humm und Anatol Reibold (Hg.): Wissensbasierte KI-Anwendungen. Methodik, Technologie, Betriebliche Nutzung. Berlin: Springer Vieweg, S. 55–73. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-68002-5_4 (Zugriff am 19. April 2024).

Merkel, L. A. (2021): Einführung kognitiver Assistenzsysteme in der manuellen Montage. In: Technische Universität München, München.

Meta (o. J.): Informationen zu WhatsApp Business. Meta. WhatsApp Ireland Limited. https://faq.whatsapp.com/641572844337957/?locale=de_DE (Zugriff am 19. April 2024).

Microsoft (o. J.): Was ist Microsoft Teams? Microsoft. Microsoft Cooperation. https://support.microsoft.com/de-de/office/video-was-ist-microsoft-teams-422bf3aa-9ae8-46f1-83a2-e65720e1a34d (Zugriff am 19. April 2024).

Microsoft (o. J. b): Was ist SharePoint? Microsoft. Microsoft Cooperation. https://support.microsoft.com/de-de/office/was-ist-sharepoint-97b915e6-651b-43b2-827d-fb25777f446f (Zugriff am 19. April 2024).

Moodle (o. J.): Was ist Moodle-Funktionalitäten. Moodle. https://docs.moodle.org/403/de/Was_ist_Moodle (Zugriff am 19. April 2024).

Mühlfelder, M. (2019): Die Digitalisierung der Produktion – Rückblick, Gegenwart und Zukunftsperspektiven. In: J. von Garrel (Hg.): Digitalisierung der Produktionsarbeit. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 9–18.

Lübbecke, M. (2018): Definition: Operations Research (OR). In: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 16.02.2018. https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/operations-research-or-46854 (Zugriff am 19. April 2024).

Nicolescu, L., Tudorache, M. T. (2022): Human-Computer Interaction in Customer Service: The Experience with AI Chatbots—A Systematic Literature Review. In: Electronics, 11: S. 1579. https://doi.org/10.3390/electronics11101579 (Zugriff am 19. April 2024).

Nirala, K. K., Singh, N. K., Purani, V. S. (2022): A survey on providing customer and public administration based services using AI: chatbot. In: Multimed Tools Appl, 81: S. 22215–22246. https://doi.org/10.1007/s11042-021-11458-y (Zugriff am 19. April 2024).

Parikh, N. (2021): Understanding Bias In AI-Enabled Hiring. Forbes. Forbes Media LLC. All. https://www.forbes.com/sites/forbeshumanresourcescouncil/2021/10/14/understanding-bias-in-ai-enabled-hiring (Zugriff am 19. April 2024).

Raczy, J.-P. Z. (2022): Digital Twin and Simulation: Replicating Industrial Systems to Enable Improvement. In: International Society of Automation, 27.07.2022. https://www.isa.org/intech-home/2022/august-2022/features/digital-twin-and-simulation-replicating-industrial (Zugriff am 19. April 2024).

Red Hat Limited (o. J.): Was sind Cloud-Services? Red Hat Cloud Computing Services (2024.000Z). https://www.redhat.com/de/topics/cloud-computing/what-are-cloud-services (Zugriff am 19. April 2024).

Reinhart, G. (Hg.) (2017): Handbuch Industrie 4.0. Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik. In: München: Carl Hanser Verlag (Hanser eLibrary).

Ronsdorf, J. (2020): Microsoft erklärt: Was ist Mixed Reality? Definition & Funktionen. Microsoft. Microsoft Cooperation. https://news.microsoft.com/de-de/microsoft-erklaert-was-ist-mixed-reality-definition-funktionen/ (Zugriff am 19. April 2024).

Schäfer, S. F., Gorke, N. T., Cevirgen, C., Park, Y.-B., Nyhuis, P. (2022): Elemente der „Fabrik der Zukunft". In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 117(3), S. 151–156. DOI: 10.1515/zwf-2022-1029. (Zugriff am 19. April 2024).

Schmitt, M. (2023): Automated machine learning: AI-driven decision making in business analytics. In: Intelligent Systems with Applications, 18: S. 200188. https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200188 (Zugriff am 19. April 2024).

Stark, R., Anderl, R., Thoben, K.-D., Wartzack, S. (2020): WiGeP-Positionspapier: „Digitaler Zwilling". In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 115(s1), S. 47–50. DOI: 10.3139/104.112311. (Zugriff am 19. April 2024).

Statista. (2024): Beliebte Arten von Smartphone-Apps in Deutschland im Jahr 2023. Statista. Statista GmbH. Zugriff: 11.04.2024. https://de.statista.com/prognosen/999785/deutschland-beliebte-arten-von-smartphone-apps (Zugriff am 19. April 2024).

Svertoka, E., Saafi, S., Rusu-Casandra, A., Burget, R., Marghescu, I., Hosek, J., Ometov, A. (2021): Wearables for Industrial Work Safety: A Survey. In: Sensors, 21, 3844. https://doi.org/10.3390/s21113844 (Zugriff am 19. April 2024).

Synaxon AG (o. J.): Was ist das IoT? – Definition im IT-Lexikon (2024.000Z). https://it-service.network/it-lexikon/iot, zuletzt aktualisiert am 15.03.2024. (Zugriff am 19. April 2024).

unicorn (2021): MES Systeme – Begriffsdefinition, Vorteile + Beispiel. In: IFPM.Institute. https://ifpm.institute/mes-manufacturing-execution-systeme/ (Zugriff am 19. April 2024).

Vogel-Heuser, B., Diedrich, C., Broy, M. (2013): Anforderungen an CPS aus Sicht der Automatisierungstechnik / Requirements on CPS from the Viewpoint of Automation. In: at – Automatisierungstechnik, 61(10), S. 669–676. DOI: 10.1515/auto.2013.0061. (Zugriff am 19. April 2024).

VuMA (Arbeitsgemeinschaft Verbrauchs- und Medienanalyse) (2021): Anteil der Smartphone-Nutzer in Deutschland nach Altersgruppe im Jahr 2021. Statista. Statista GmbH. Zugriff: 11.04.2024. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/459963/umfrage/anteil-der-smartphone-nutzer-in-deutschland-nach-altersgruppe/ (Zugriff am 19. April 2024).

Wenke, A., Bovenschulte, M., Priesack, K., Weiß, C., Hartmann, E. A. (2018): Forschungsbericht 502. Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb. In: Institut für Innovation und Technik (ISSN 0174-4992).

Westkämper, E., Constantinescu, C., Lentes, J., Spath, D. (o. J.): Digitale Produktion. In: Springer Vieweg.

Wilson, K. (2023): Content Management Systems. I: The Absolute Beginner's Guide to HTML and CSS. Apress, Berkeley, CA: S. 181–201. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9250-1_9 (Zugriff am 19. April 2024).

Xiang, W., Yu, K., Han, F., Fang, L., He, D., Han, Q.-L. (2024): Advanced Manufacturing in Industry 5.0: A Survey of Key Enabling Technologies and Future Trends. In: IEEE Trans. Ind. Inf., 20: S. 1055–1068. https://doi.org/10.1109/TII.2023.3274224 (Zugriff am 19. April 2024).

Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., Wang, L. (2021): Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. In: Journal of Manufacturing Systems, 61: S. 530–535. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006 (Zugriff am 19. April 2024).

Zäh, M. F., Wiesbeck, M., Engstler, F., Friesdorf, F., Schubö, A., Stork, S., et al. (2007): Kognitive Assistenzsysteme in der manuellen Montage. In: wt, 97(9), S. 644–650. DOI: 10.37544/1436-4980-2007-9-644 (Zugriff am 19. April 2024).

Zhang, C., Zhou, G., Li, H., Cao, Y. (2020): Manufacturing Blockchain of Things for the Configuration of a Data- and Knowledge-Driven Digital Twin Manufacturing Cell. In: IEEE Internet Things, 7: S. 11884–11894. https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3005729 (Zugriff am 19. April 2024).

Quelle: www.istockphoto.com

IV. Wie wird aus Technik eine gute Anwendung? Soziale und organisatorische Erfolgsvoraussetzungen für Digitalisierungsprojekte

Volker Hielscher

Die Digitalisierung gilt als einer der Megatrends unserer Zeit. Digitale Technologien haben bereits jetzt unser Alltagsleben und die Art, wie wir arbeiten und wirtschaften, tiefgreifend verändert. Diese Entwicklung wird sich voraussichtlich in den nächsten Jahren weiter fortsetzen. Ein Alltag ohne Computer, Smartphone oder Internet ist heute kaum mehr vorstellbar. Die meisten Menschen nutzen „smarte" Produkte ganz selbstverständlich in ihrem privaten Alltag. Auch viele Unternehmen setzen digitale Technologien in wachsendem Maße ein.

Quelle: freepik.de

Bei näherer Betrachtung zeigen sich jedoch auch Unterschiede. In der Wirtschaft besteht eine große Spannbreite zwischen solchen Unternehmen, die die technischen Potenziale aktiv für sich nutzen und anderen, die – manchmal durchaus erfolgreich – sich weiterhin „durchwursteln" (Golde 1978). Vor allem machen viele Unternehmen die Erfahrung, dass es sehr anspruchsvoll sein kann, technische Innovationen erfolgreich einzuführen und gemeinsam mit den Belegschaften umzusetzen. Gerade im Handwerk und bei industriellen kleinen und mittelständischen Unternehmen werden die Potenziale digitaler Lösungen häufig noch nicht ausgeschöpft.

In den folgenden Abschnitten wird dargestellt, welche Rolle der Faktor der Akzeptanz von Innovationen bei den Beschäftigten spielt. Denn Technologie kann immer nur als das Zusammenwirken von innovativen Gerätschaften und von handelnden Menschen bzw. Nutzerinnen und Nutzern verstanden werden. Wenn eine technische Innovation im Betrieb wirklich erfolgreich sein soll, müssen Vorerfahrungen, Routinen und Arbeitspraxen der Menschen mitberücksichtigt werden. Mit Blick auf digitale Technologien werden zudem einige spezielle Aspekte des Arbeitsschutzes und digitaler Stressbelastungen aufgezeigt, die bei der Arbeitsgestaltung berücksichtigt werden sollten. Daran schließt eine Übersicht zu den Schlussfolgerungen aus dem ViSAAR-Projekt an, die Anregungen für digitale Gestaltungsprojekte in Unternehmen geben können.

1. Technik und der „menschliche Faktor"

Wie gelingt es, neue technische Lösungen erfolgreich im Unternehmen einzuführen? Reicht es nicht, Werkzeuge, Maschinen, Hard- und Software samt Bedienungsanleitungen verfügbar zu machen, damit sie aktiv genutzt werden? Warum erklärt sich ihre Nützlichkeit für die Menschen häufig nicht von selbst? Mit solchen Fragen sind betriebliche Innovationsprojekte und die Menschen, die Innovationen einführen wollen, immer wieder konfrontiert. Denn Technik setzt sich in der Praxis nicht einfach deshalb durch, weil sie schlicht vorhanden ist oder im Unternehmen neu angeschafft wird: Ein Hammer, eine Maschine oder ein Smartphone – alle diese Dinge sind zunächst leblose „Artefakte" (Weyer 2008, S. 31 ff.). Erst durch ihre Nutzung im Rahmen von sozialem Handeln wird daraus Technologie: Es bedarf intellektueller und qualifikatorischer Fähigkeiten, eines Motivs oder Ziels für ihre Verwendung und ein

Verständnis für das kulturelle und handlungspraktische Wissen, das in die Herstellung dieser Artefakte eingeflossen ist. Es ist der Mensch, der zur Realisierung seiner Zwecke technische Gebilde nutzt, die er zwischen sich und seine Umgebung setzt (Schneider 2002). Technik ist also nicht einfach nur das Vorhandensein sachlicher Dinge, sondern sie ist immer als **„soziotechnisches System"** zu verstehen, also die Verbindung von Artefakt und Handlungsform (Weyer 2008). Erst wenn dieses grundlegende Charakteristikum von Technologie berücksichtigt wird, können die manchmal schwierigen und verschlungenen Wege bei der Einführung technischer Innovationen verstanden werden.

Innovationen setzen sich nicht allein deshalb durch, weil sie technische Lösungen mit einer neuen Funktionalität oder einem neuen Nutzenwert anbieten. In der Regel ist der Innovationsprozess durch verschiedene Akteure geprägt, z. B. durch die Zulieferer und die Nutzerinnen und Nutzer der Technologie. Ob sich eine bestimmte Technik tatsächlich etablieren kann, hängt weitgehend davon ab, ob sie durch die verschiedenen Akteure als sinnvoll, nutzenstiftend und handhabbar erlebt wird. Sozialpsychologische Modelle zur **Technikakzeptanz** versuchen zu beschreiben, warum es bei der Einführung neuer Technik zu sehr unterschiedlichen Reaktionen – von Begeisterung bis hin zu Ablehnung – kommen kann. Das Konstrukt der Technikakzeptanz geht auf den US-Amerikaner Fred D. Davis zurück, der in den 1980er Jahren die Einstellungen zur Computernutzung untersucht hat. Sein „Technology-Acceptance-Model" (TAM) ist heute noch Basis für viele Akzeptanz-Konzepte in der Forschung. Das Modell nimmt die wahrgenommene Nützlichkeit und Einfachheit der Technik sowie die individuellen Einstellungen zur Technikanwendung als Grundlage, um vorherzusagen, ob technische Gerätschaften tatsächlich genutzt werden (Davis 1989). In den nachfolgenden Jahren wurde dieses Modell erweitert, indem z. B. die Fähigkeit zum Umgang mit Technik (Technikkompetenz) oder die Wahrnehmung der Kontrollierbarkeit von Technik mit in die Betrachtung einbezogen worden sind (vgl. Karrer et al. 2009; Neyer et al. 2012; Kothgassner et al. 2012).

Die Modelle zur Technikakzeptanz zeigen, dass die individuellen Voraussetzungen der Menschen zur Nutzung von Technik sehr unterschiedlich sind – sei es in der Rolle als Konsument:in oder in der Rolle als Arbeitnehmerin und Arbeitnehmer im Betrieb. Technische Innovationen können in Unternehmen oder am Markt nur dann erfolgreich sein, wenn die Adressaten dieser Technik im Prozess ihrer Entwicklung und Einführung „mitgenommen" werden. In der Management- und Innovationsforschung wurde daher seit Anfang der 2000er Jahre der Gedanke der **Nutzerintegration** entwickelt (Giesecke 2003). Diesem Ansatz zufolge können technische Innovationen erst dann nachhaltig, bedarfsgerecht und adaptierbar gestaltet werden, wenn sich die Akteure mit ihren Bedarfen, Erfahrungen und Werten in die Entwicklung einbringen: „Nicht allein die Integration des Nutzers ist relevant, sondern die Frage, welche aktive Rolle der Nutzer im Innovationsprozess einnimmt" (ebenda, S. 11). Bezogen auf betriebliche Digitalisierungsprojekte heißt dies, dass die Beteiligung der Belegschaft frühzeitig in den Blick zu nehmen ist. Dieser Prozess sollte nicht erst ansetzen, wenn es um Unterweisung und Schulung zu der bereits beschafften Technologie geht, sondern bereits bei der Frage: Was für Bedarfe haben wir an digitaler Unterstützung? Welches System ist geeignet, uns im Betrieb zu unterstützen? Eine frühzeitige und umfassende Beteiligung der Beschäftigten ist das wesentliche Fundament für die Akzeptanz des Technikeinsatzes und für die erfolgreiche Implementierung technischer Systeme im Betrieb.

Ein weiterer Aspekt, mit dem Innovationsprojekte häufig konfrontiert sind, ist die Frage nach der Anschlussfähigkeit neuer Technik an die Arbeitsroutinen der Beschäftigten und an die formellen und informellen Arbeitsprozesse im Betrieb. Denn die Art und Weise, wie Aufgaben angegangen und erledigt werden, wie Arbeitsroutinen sich bilden, wie die kollegiale Zusammenarbeit läuft und wie Technologie für diese Prozesse genutzt wird, entsteht nicht aus sich selbst heraus. Sie ist durch vorangegangene Erfahrungen und Praktiken mit Vorgängertechnologien

geprägt (Pannicke et al. 2010). Viele praktische Fertigkeiten und Geschicklichkeiten beruhen auf einem impliziten **Erfahrungswissen** (Tacit Knowledge, Polany 1985; Nonaka, Takeuchi 1997), das vor allem langjährig Beschäftigte über ihre Berufsbiografie hinweg aufgebaut haben. Es wird jenseits formaler Lernprozesse, Anleitungen und Prozessbeschreibungen erworben und bildet die intuitive, erfahrungsbasierte Seite der Arbeitstätigkeit. Für viele Unternehmen ist das Erfahrungswissen der Mitarbeiter:innen eine unschätzbare Ressource. Es ist eine Quelle für Improvisationsgeschick und Problemlösungsfähigkeiten für vielfältige Anforderungen. In der Debatte um Wissensmanagement Ende der 1990er Jahre stand vor allem die Frage im Mittelpunkt, wie implizites Wissen für Datenbanken und digitale Speichermedien expliziert, also verfügbar gemacht werden kann (Porschen 2004). Auch heute hat dieser Punkt in vielen Unternehmen als Folge des demografischen Wandels eine Brisanz angesichts der altersbedingten Abgänge vieler langjähriger Erfahrungsträger:innen.

Es stellt sich nun die Frage, wie technische Innovationen mit diesem Erfahrungswissen sinnvoll verbunden werden können. Nicht selten stehen Unternehmen vor der Situation, dass manche der betrieblichen Erfahrungsträgerinnen und -träger die Innovation nicht „brauchen" und mit ihren erprobten Praktiken und Vorgehensweisen schneller zum Ziel kommen. Es kann durchaus zu einem Problem für die Akzeptanz von technischen (oder organisatorischen) Innovationen in der Belegschaft werden, wenn einige Skeptiker:innen aus ihrer Arbeitserfahrung heraus argumentieren, die Neuerungen seien eigentlich überflüssig. Gerade die Einführung digitaler Assistenzsysteme könnte als Infragestellung oder Entwertung von Arbeitserfahrung und eingespielter Routinen wahrgenommen werden, wenn sie Vorgaben für Arbeitsgänge oder Prozessschritte machen, die die Beschäftigten seit Langem beherrschen. Es ist daher geboten, das Erfahrungswissen der Beschäftigten als Ressource für das berufliche Selbstverständnis und für die individuelle Arbeitsmotivation zu verstehen. Für Innovationsprozesse ist es erfolgsentscheidend, dass neue technische Lösungen auch das Erfahrungswissen berücksichtigen und sinnvoll daran anschließen.

Quelle: www.istockphoto.com

2. Gestaltungsanforderungen an digitale Arbeit

Die Bundesregierung hat einen breit angelegten Dialogprozess zur Gestaltung einer zukunftsfähigen Arbeitswelt angestoßen und die Ergebnisse in einem „Weißbuch Arbeiten 4.0" (BMAS 2017) zusammengefasst. Darin finden sich auf mehr als 80 Seiten Vorschläge für die Gestaltung von Arbeit und Beschäftigung, etwa zur Zukunft der Arbeitslosenversicherung, zur Gestaltung geringfügiger Beschäftigung, zur Arbeitszeit, zum Datenschutz, zur Mitbestimmung oder zum Sozialstaat. Das Themenspektrum zeigt, wie umfassend die Digitalisierung, Vernetzung und Virtualisierung der Arbeit in die verschiedensten gesellschaftlichen Bereiche hineingreifen (vgl. Kap. II). Für betriebliche Praktikerinnen und Praktiker sind insbesondere die Hinweise für die Gestaltung gesunder Arbeitsbedingungen und für den Arbeitsschutz von Bedeutung.

2.1 Arbeitsschutz und Arbeitszeit bei flexibler Arbeit

Digitale Technologien erlauben in bisher ungekanntem Ausmaß ein zeitlich flexibles und ortsunabhängiges Arbeiten. In der Corona-Krise hat sich gezeigt, in welcher Breite „Home-Office" möglich ist – auch für Berufsgruppen in Handwerk und Industrie, die mobiles Arbeiten bisher nicht praktiziert hatten. Viele Mitarbeiter:innen sehen darin die Chance, Beruf und Privatleben besser in Einklang zu bringen. Doch verbinden sich mit **mobiler Arbeit bzw. Home-Office** häufig auch eine wachsende Erreichbarkeit in der Freizeit, atypische Arbeitszeiten und ein Zerfließen der Grenzen zwischen Arbeit und Privatleben. Daher sind bei diesen modernen Arbeitsformen klare betriebliche Regeln notwendig und vom Arbeitsschutz gefordert:

- Die gesetzlichen Mindestpausenregelungen (30 Minuten nach sechs Stunden Arbeitszeit, 45 Minuten ab neun Stunden) sind auch bei der Arbeit zu Hause einzuhalten.
- Gleiches gilt für eine Mindestruhezeit von 11 Stunden zwischen Arbeitsende und Arbeitsbeginn.
- Auch bei zeitlich flexibler Arbeit ist die durchschnittliche maximale Arbeitszeit auf acht Stunden an den Werktagen von Montag bis Samstag begrenzt. Sie kann auf bis zu zehn Stunden am Tag ausgedehnt werden, wenn innerhalb von 24 Wochen ein Ausgleich auf die durchschnittliche Arbeitszeit von acht Stunden erreicht wird.
- Der Sonntag ist gesetzlicher Ruhetag, auch im Home-Office.

Die Einhaltung dieser Bestimmungen hat der Arbeitgeber zu überwachen. Allerdings gelten für die Arbeitszeitregelungen vielfältige Ausnahmebestimmungen, die für besondere Berufsgruppen vorgesehen sind oder die einer tarifvertraglichen Vereinbarung bedürfen.

Mit der Digitalisierung von Arbeitsprozessen verändern sich auch die Anforderungen an die Beschäftigten. So nimmt der Anteil von Aufgaben zu, bei denen informatorische, kognitive, kommunikative oder emotionale Faktoren wichtig sind. Damit treten psychische Anforderungen gegenüber physischen Belastungen in den Vordergrund. Die Arbeit mit IT-Systemen scheint eigene Belastungsfaktoren mit sich zu bringen. So berichten in einer groß angelegten Befragung die Beschäftigten von „digitalem Stress" durch Leistungsüberwachung, Verletzung der Privatsphäre („Gläserne Person"), Unzuverlässigkeit der technischen Systeme, Unterbrechungen der Arbeit durch E-Mails und Pop-up-Nachrichten oder eine Überflutung mit Informationen (Gimbel et al. 2020). Auch die Ergebnisse anderer Untersuchungen zeigen, dass das Risiko von „Techno-Stress" durch die breite Nutzung digitaler Technologien steigen kann

(Dragano et al. 2020), insbesondere durch:

- Überlastung durch Technik: Arbeitsverdichtung, Beschleunigung, Multitasking,
- Technische Komplexität: Überforderung durch komplizierte Handhabung der Systeme,
- Verunsicherung durch Technik: Angst vor der Ersetzbarkeit des Arbeitsplatzes durch digitale Technologien,
- Unsicherheit durch Technik: Gefühl von Mehrdeutigkeit, permanenter Wandel der Handhabung von Soft- und Hardware,
- Technische Invasion: Entgrenzung und permanente Verfügbarkeit durch mobile Endgeräte wie z. B. Smartphone,
- Unzuverlässigkeit durch Technik: technische Fehler, geringe Nutzbarkeit,
- Stress durch Mensch-Maschine-Interaktion: Angst vor Unvorhersehbarkeit des Roboter- oder Maschinenverhaltens,
- Technische Arbeitsplatzüberwachung: Überwachungsmöglichkeiten von Leistung und Verhalten.

Stress durch digitale Technologien scheint daher ein neuer Aspekt von Arbeitsbelastungen zu sein. Zeitlich parallel zur breiteren Nutzung von Informationstechnologie und Internet zeigt sich eine starke Zunahme psychischer Erkrankungen. So ist die Zahl der Arbeitsunfähigkeitstage durch psychische Erkrankungen zwischen den Jahren 2011 und 2021 um 53 % angestiegen (Statista 2024). Die Gründe hierfür mögen vielschichtig sein – die Zahlen verweisen allerdings darauf, dass gerade auch für digitalisierte Arbeitsumgebungen eine Gefährdungsbeurteilung der psychischen Belastungsfaktoren sinnvoll erscheint. Die **Gefährdungsbeurteilung** ist nach § 5 Arbeitsschutzgesetz für alle Arbeitsplätze durchzuführen. Diese Vorgabe gilt ebenso für Arbeitskontexte mit mobiler Arbeit und Home-Office.

Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) bietet eine leicht handhabbare Checkliste für ergonomisches Arbeiten im Home-Office an. Von der Ausstattung des Arbeitsplatzes bis hin zur Organisation mobiler Arbeit sind alle wichtigen Gestaltungsfragen angesprochen. Kostenfreier Download unter: https://www.dguv.de/de/mediencenter/pm/pressearchiv/2021/quartal_1/details_1_418510.jsp?query=webcode+dp1318624

2.2 Humane Gestaltung digitaler Arbeit

Die Vorgaben des Arbeitsschutzes bilden einen wichtigen Fokus für die Arbeitsgestaltung. Nach § 3 des Arbeitsschutzgesetzes soll die Gestaltung von Arbeitstätigkeiten nicht nur Gefährdungen und Risiken minimieren, sondern auch eine „Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten anstreben". Noch umfassender ist der Gedanke der menschengerechten Arbeitsgestaltung. Bereits im Jahr 1974 wurde unter Federführung der Bundesministerien für Arbeit und für Forschung das Programm „Humanisierung des Arbeitslebens" gestartet. Es war als umfassendes Gemeinschaftskonzept von Staat, Wissenschaft und Sozialpartnern für die Verbesserung der Arbeitsbedingungen konzipiert (Kleinöder 2016). Die Grundidee der Humanisierung ist heute noch aktuell. Eine menschengerechte Gestaltung der Arbeit soll Arbeitsbedingungen schaffen, die lernförderlich ausgelegt sind und die die physische und psychische Gesundheit, die Motivation sowie die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter:innen fördern. Dabei gelten die Aspekte der Schädigungslosigkeit, Ausführbarkeit, Beeinträchtigungsfreiheit und der Gesundheits- und Persönlichkeitsförderlichkeit als wichtige arbeitswissenschaftliche Grundkriterien (Weber et al. 2022).

An diese Kriterien knüpfen verschiedene Merkmale „guter" Arbeitsgestaltung an, etwa die Ganzheitlichkeit und Vielfältigkeit der Aufgaben, Handlungsspielräume für die Beschäftigten, die Möglichkeit zu sozialer Interaktion oder der Schutz vor Stress und Überforderung. Es hat sich herausgestellt, dass für die Konzipierung von Arbeitssystemen verschiedene Faktoren in einem möglichst integrierten Gestaltungskonzept zu berücksichtigen sind. So greift das in den 1990er Jahren in der Schweiz entwickelte MTO-Konzept die Dimensionen von **M**ensch, **T**echnik und Organisation auf (Strohm, Ulich 1997, siehe Abb. 1). Dreh- und Angelpunkt ist dabei die Arbeitsaufgabe: Sie verknüpft den Menschen über seine Arbeitstätigkeit mit den technischen Arbeitsmitteln und mit der betrieblichen Organisation.

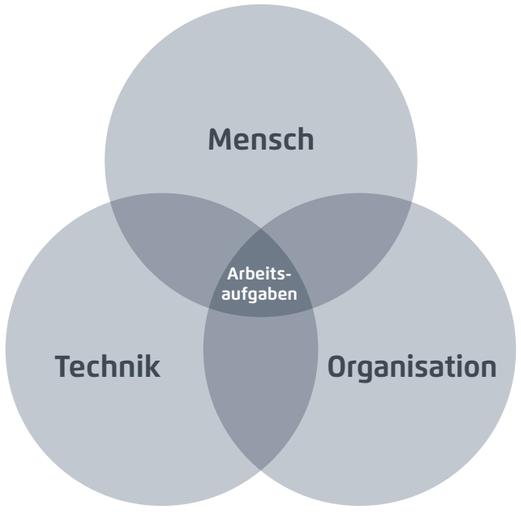


Abbildung 1: Grundmodell des MTO-Ansatzes, Quelle: iso-Institut, angelehnt an Ulich 1997

Die grafische Darstellung zeigt zwischen den Feldern die für die Arbeitsgestaltung wichtigen Schnittstellen:

- zwischen Mensch und Technik die Mensch-Maschine-Interaktion und die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik,
- zwischen Mensch und Organisation die Rollen der Mitarbeiter:innen sowie ihre funktionalen und hierarchischen Zuordnungen,
- zwischen Technik und Organisation die Vorgehensweisen und Strategien einer Organisation oder eines Unternehmens für die Technikbeschaffung und den Technikeinsatz.

Auf diesem konzeptionellen Grundverständnis setzt ein komplexes arbeitswissenschaftliches Analyseinstrument mit einer gestaffelten, schrittweisen Vorgehensweise auf, die sehr differenziert die verschiedenen Unternehmensprozesse beobachtet (Strohm, Ulich 1997; als Beispiel für ein Virtualisierungsprojekt vgl. Paulsen et al. 2020). Auch wenn die Umsetzung einer solchen Analyse für mittelständische Unternehmen aufwändig erscheint, so ist der integrierte Denkansatz wichtig, denn er zeigt die Notwendigkeit einer ganzheitlichen, die Bedarfe der Mitarbeiter:innen und der Organisation sowie die Potenziale der Technik einbeziehenden Vorgehensweise auf (siehe Vorgehensmodell in Kap. V).

Der Anspruch der menschengerechten Arbeitsgestaltung bezieht sich auf alle Arbeitstätigkeiten und die damit zusammenhängenden Arbeitsgegenstände (z. B. Objekte, Informationen oder Menschen), die Arbeitsaufträge (Ausführen, Organisieren, Kontrollieren) und die dabei eingesetzten Arbeitsmittel (z. B. technische Arbeitsplatzausstattung). Diese verschiedenen Aspekte sind auch bei der menschengerechten Gestaltung digitalisierter Arbeitsumgebungen zu berücksichtigen (Hacker 2018, 2022).

Quelle: freepik.de

2.3 Standardisierung menschzentrierter Gestaltung in Normenwerken

Im Laufe der Zeit wurden zur Gestaltung von Arbeitsplätzen, ergonomischen Bedingungen und von Arbeitsaufgaben umfassende Konzepte vorgelegt – etwa DIN EN ISO 6385 als Rahmenwerk für die ergonomischen Gesichtspunkte oder DIN EN 27500 zu den Grundsätzen der Gestaltung einer menschzentrierten Organisation. Die Normenwerke sehen eine grundsätzlich präventive Systemgestaltung vor, die die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit nicht nur nicht schädigen, sondern diese aktiv fördern und unterstützen soll. Dabei wird ein iteratives, also schrittweises Vorgehen mit der Möglichkeit von Anpassungen und Korrekturen sowie ein partizipatives Vorgehen empfohlen, das die Nutzerinnen und Nutzer mit ihren Bedarfen und Erfahrungen in die Gestaltung einbezieht (DIN EN ISO 6385). Für eine „gute" Gestaltung betrieblicher Digitalisierungsprojekte sind also die Beteiligung der Belegschaften und die Möglichkeit der Anpassung oder der Revision technischer Lösungen wichtige Merkmale.

Ein weiterer Standard wurde mit Blick auf die ergonomische Gestaltung digitaler Technologien und die Interaktion zwischen Menschen und digitalen Systemen entwickelt (DIN EN 9241, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion). Dieser definiert die Anforderungen an die Arbeitsumgebung (Hardware, Software) sowie die Prinzipien, die das System in der Interaktion mit den Nutzenden erfüllen soll. So sollen digitale Systeme leicht erlernbar und auf die Aufgaben hin angemessen konzipiert sein, sich durch Hilfen/Rückmeldungen selbst beschreiben können, fehlertolerant aufgebaut sein etc. Die menschengerechte Gestaltung bezieht sich jedoch nicht nur auf die Arbeitsmittel, also auf die Bereitstellung ergonomisch gestalteter Technik, sondern in besonderem Maße auch auf die Gestaltung des Arbeitsprozesses, also der Aufgaben und der bereitgestellten Ressourcen. Gerade diese Aspekte sind mit Blick auf stark durch Digitalisierung geprägte Arbeitsumgebungen bedeutsam, in denen die kognitiven und psychischen Anforderungen hoch sind. Die Befunde zu „digitalem Stress" (Gimbel et al. 2020; Dragano et al. 2020) verweisen darauf, dass die Digitalisierung keineswegs ein Selbstläufer hin zu einer besseren Arbeitsqualität ist. Für die betriebliche Umsetzung von Projekten zur Digitalisierung ist es daher wichtig, über Orientierungspunkte zu verfügen, die einen Maßstab für eine gute Gestaltung digitaler Arbeitssysteme abbilden.

Arbeitswissenschaftliche Kriterien für digitale Arbeitssysteme

Erst in jüngerer Zeit werden in der Arbeitswissenschaft systematische Kriteriensysteme für eine spezifische Gestaltung der digitalisierten Arbeitswelt vorgeschlagen und diskutiert. Diese Kriterien ähneln in ihren wesentlichen Dimensionen den allgemeinen Vorschlägen für eine humanzentrierte Arbeitsgestaltung. Sie beziehen sich auf verschiedene Aspekte digital geprägter Arbeitstätigkeiten und rücken dabei insbesondere die Aufgabenteilung zwischen Mensch und System, die Handlungsautonomie der Beschäftigten und die ergonomische Gestaltung der digitalen Technik in den Mittelpunkt (Hacker 2022; Weber et al. 2022). Folgenden Merkmalen einer menschengerechten Gestaltung kommt dabei eine besondere Relevanz zu:

Ganzheitliche Arbeitsaufgaben	Ganzheitlichkeit meint, dass Arbeitsaufträge so gestaltet sind, dass sie vollständig sind und sowohl planende, ausführende und kontrollierende Tätigkeiten umfassen. Der Einzelne sollte so einen sinnvollen Beitrag zum Gesamtergebnis leisten können. Ganzheitlichkeit der Arbeitsaufgabe ist ein wichtiges Prinzip für die Aufgabenteilung zwischen Mensch und Technik und sie sollte bereits frühzeitig bei der Entwicklung und der Einführung digitaler Technik berücksichtigt werden.
Zeitelastizität	Zeitelastizität ist ein wichtiges Merkmal der Arbeitsgestaltung, um die Beschäftigten vor unangemessener Arbeitsverdichtung und Überforderung zu schützen. Gerade digitale Technik bietet Möglichkeiten, Informationen, Daten und Entscheidungsgrundlagen sehr schnell zur Verfügung zu stellen. Dadurch können Aufgaben häufig schneller und effizienter erledigt werden, eine ausufernde Informationsflut kann aber auch zu Zeit- und Leistungsdruck führen. Daher ist ein ausgewogenes Verhältnis von Arbeitsmenge und verfügbarer Arbeitszeit bei der Gestaltung digitaler Arbeitsumgebungen wichtig.
Anforderungsvielfalt und Lernförderlichkeit	Die Anforderungsvielfalt ist eng mit der Ganzheitlichkeit einer Aufgabe verbunden. Wesentlich ist dabei, dass verschiedene Kenntnisse und Kompetenzen für die Erledigung einer Aufgabe eingesetzt werden können. Die Aufgabenstellung wie auch digitale Unterstützungssysteme sollten an vorhandene Kenntnisse, Fähigkeiten und Erfahrungen der Beschäftigten anknüpfen. Die Aufgabe sollte möglichst sowohl körperliche wie auch geistige Anforderungen stellen und weder zu einfach noch zu schwierig oder zu komplex sein. Nach Möglichkeit sollten bei bewegungsarmen Arbeitsplätzen (Sitzen) auch Bewegungsanforderungen integriert werden. Lernförderlichkeit zielt auf die Möglichkeit ab, im Rahmen der Arbeitstätigkeit und in der Auseinandersetzung mit den Arbeitsaufgaben zu lernen. Dazu sind ganzheitliche und vielfältige Aufgaben eine wichtige Voraussetzung. Digitale Hilfefunktionen, aber auch eine Lernbegleitung durch Vorgesetzte können Lernprozesse unterstützen. Arbeitsintegriertes Lernen gilt als besonders nachhaltig und erfolgt zeit- und arbeitsplatznah bei der Bewältigung der Aufgabe (Richter et al. 2021). Assistenzsysteme sollten so ausgelegt werden, dass sie Lernen ermöglichen und die Tätigkeiten nicht übermäßig im Detail steuern. Bei der Gestaltung digitaler Arbeitsumgebungen sollten zeitliche Freiräume für Lernprozesse ermöglicht werden.

Spielräume bei der Arbeits-ausführung	Handlungs- und Entscheidungsspielräume bei der Bearbeitung von Aufgaben umfassen die Möglichkeit der Auswahl von Verfahren und Vorgehensweisen, der Arbeitsmittel und der zeitlichen Organisation der Aufgabenerledigung. Ein mit digitaler Technik mögliches zeit- und ortsunabhängiges Arbeiten kann z. B. nur realisiert werden, wenn technische Systeme nicht gleichzeitig über getaktete, kleinteilige Arbeitsschritte mit engmaschigen Zeitvorgaben steuern. Ebenso sollten Termindruck und häufige Unterbrechungen vermieden werden. Bei flexibler Arbeit oder Home-Office sollten die Beschäftigten außerhalb vereinbarter Arbeitszeitkorridore ein Recht auf Nicht-Erreichbarkeit haben.
Förderung von Interaktion	Digitale Technik eröffnet Möglichkeiten zur ortsunabhängigen Kommunikation, etwa in Video-Calls statt in persönlichen Zusammenkünften. Dies vereinfacht viele Abstimmungsprozesse, allerdings wird der informelle kollegiale Austausch und der Vertrauens- und Beziehungsaufbau erschwert. Das Kommunikationsmedium sollte daher für den jeweiligen Zweck angemessen sein. Die Arbeit in digitalen Kontexten sollte sowohl Möglichkeiten digitaler Kommunikation als auch Gelegenheiten zum persönlichen kollegialen Austausch einschließen.
Ergonomie und Zuverlässigkeit der Technik	Leistungsfähige algorithmische Systeme wie Künstliche Intelligenz können mittlerweile unter Einbezug großer Datenmengen komplexe Dienstleistungen erbringen. Sie können Entscheidungen treffen, Texte verfassen oder telefonische Anfragen bearbeiten. In der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine sollte der Mensch die Entscheidungshoheit und die Kontrolle über technische Systeme und deren Arbeitsprodukte behalten. Etwaige Bereiche von Entscheidungsverantwortung auf Seiten der Technologie sollten eindeutig definiert sein. Es sollte für den Menschen unmittelbar erkennbar sein, wann eine Interaktion mit autonomen technischen Systemen stattfindet. Viele digitale Anwendungen erlauben die Erfassung von Bearbeitungs- und Leistungsdaten oder gar von Vitaldaten der Beschäftigten (vgl. Kap. III). Hierzu sind bei der Konzipierung und Einführung der Systeme Schutzmaßnahmen gegen eine unangemessene technische Leistungskontrolle zu treffen. So können z. B. die automatisierte Erfassung der Rechnernutzung oder von Bearbeitungsschritten deaktiviert werden. Ebenso kann die Bewertung durch Kundinnen und Kunden zu Belastungen und Unsicherheit bei den Beschäftigten führen. Etwaige Bewertungssysteme sind also auch im Hinblick auf ihre Wirkungen für die Beschäftigten zu gestalten. Gegebenenfalls sind zu den Themen Leistungskontrolle und Beschäftigtendatenschutz Betriebsvereinbarungen mit der Interessenvertretung zu treffen. Nicht zuletzt ist ein Augenmerk auf die Zuverlässigkeit technischer Systeme zu lenken. Sie sollten fehlerfrei, d. h. ohne Störungen funktionieren und so gestaltet sein, dass sie möglichst einfach und fehlerfreundlich bedienbar sind. Neue Hardware-Komponenten wie z. B. AR-Brillen sollten auf ihre ergonomischen Qualitäten (Tragekomfort, Bedienbarkeit etc.) hin erprobt werden. Vernetzte Systeme sollten zudem gegenüber Manipulation und Angriffen von außen hinreichend geschützt sein.

3. Wie können Unternehmen Gestaltungsprojekte umsetzen? Implementierungserfahrungen und Ergebnisse aus ViSAAR

Bei der Konzipierung virtueller Lösungen für die Anwendungsfälle im Vorhaben ViSAAR (vgl. Kap. VI) hatte sich schnell herauskristallisiert, dass es bei vielen der Unternehmen keiner hochspezialisierten und anspruchsvollen technischen Lösungen bedurfte, um sie – ausgehend von ihren Bedarfen und Entwicklungsperspektiven – zukunftsfähig aufzustellen. Für einen substanziellen Innovationsschub der Unternehmen waren häufig überschaubare, am Markt verfügbare und schnell einsetzbare Technikvarianten ausreichend. Die wesentliche Herausforderung bestand allerdings darin, einen geeigneten Prozess für die Umsetzung technischer Lösungen in die Alltagsroutinen und Arbeitspraxen der Beschäftigten anzubahnen.

Im Laufe des Projekts wurde ein besonderes Augenmerk auf die Handlungsbedingungen und die möglichen Vorgehensweisen gerade in kleinen und mittelständischen Unternehmen gelegt. Die Ergebnisse dieser Überlegungen sind zum einen in die Entwicklung eines Vorgehensmodells für Praktiker und Praktikerinnen im Betrieb (vgl. Kap. V) eingeflossen. Zum anderen wurden innerhalb des Projekts Gestaltungskriterien für den Umsetzungsprozess entwickelt, die an die vorangehend beschriebenen Aspekte einer humanzentrierten Arbeitsgestaltung anknüpfen. Dabei stand die Frage im Vordergrund, welche Aspekte für einen gelingenden innerbetrieblichen Innovationsprozess wichtig sein könnten. Es ging also weniger um die Maßnahmen der Arbeitsgestaltung als solche, sondern um die Art und Weise, wie diese Maßnahmen konzipiert, ausgewählt und im Unternehmen eingeführt werden. Zum Teil sind diese Kriterien vorhabenspezifisch geprägt und sie erheben auch keinen Anspruch auf eine vollständige Erfassung aller relevanten Aspekte der Prozessgestaltung (siehe Abb. 2). Die Gestaltungskriterien werden nachfolgend dargestellt und um Lernerfahrungen aus gelingenden und schwierigen Umsetzungsphasen der betrieblichen Praxispartner ergänzt.

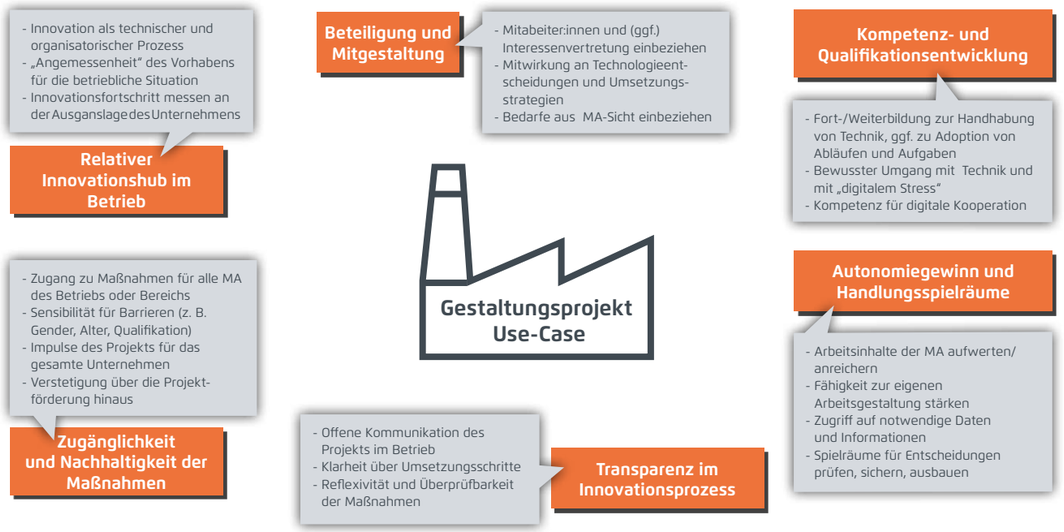


Abbildung 2: Gestaltungskriterien für betriebliche Projekte (Quelle: iso-Institut)

Beteiligung und Mitwirkung sind für die erfolgreiche Umsetzung betrieblicher Gestaltungsprojekte zentral. Zum einen ist eine Beteiligung des Betriebsrats bei der Einführung neuer Arbeits- und Verfahrensweisen über die im Betriebsverfassungsgesetz geregelten Mitbestimmungsrechte gesetzlich vorgeschrieben. Es zählt zu den Aufgaben des Betriebsrats, bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen, Arbeitsabläufen sowie der Arbeitsumgebung mitzuwirken und mitzubestimmen. Dazu gehören insbesondere auch die Einführung von technischen Einrichtungen, die dazu bestimmt sind, das Verhalten oder die Leistung der Arbeitnehmer:innen zu überwachen (§ 87 Abs. 6 BetrVG), und die Ausgestaltung von mobiler Arbeit, die mittels Informations- und Kommunikationstechnik erbracht wird (§ 87 Abs. 14 BetrVG). Nach § 91 BetrVG kann der Betriebsrat gegen Änderungen der Arbeitsplätze, des Arbeitsablaufs oder der Arbeitsumgebung, die den gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen über die menschengerechte Gestaltung der Arbeit offensichtlich widersprechen, vorgehen. Insofern ist es geboten, den Betriebsrat frühzeitig in die Konzipierung und Umsetzung von (digitalen) Gestaltungsprojekten einzubeziehen.

Über den Betriebsrat hinaus sollten jedoch auch die Beschäftigten und die Führungskräfte, die von den Veränderungen betroffen sind, einbezogen werden. Ein beteiligungsorientierter Ansatz hat mehrere Vorteile:

- Es werden verschiedene Perspektiven berücksichtigt. Dadurch können Bedarfe oder Probleme komplexer und differenzierter beschrieben und Lösungen passgenauer erarbeitet werden. Häufig können besser informierte und ausgewogenere Entscheidungen herbeigeführt werden.
- Die Akzeptanz neuer technischer Lösungen wird verbessert und die Nachhaltigkeit von Umsetzungsschritten gestärkt.
- Die Mitarbeiter:innen fühlen sich wertgeschätzt und mit ihren Arbeitserfahrungen ernst genommen. Dies steigert die Motivation und verbessert das Betriebsklima, was zu höherer Arbeitsleistung und Produktivität führen kann.
- Nicht zuletzt können die Fachkräftebindung, das Unternehmensimage und die Arbeitgeber-Attraktivität gestärkt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Realisierung digitaler Gestaltungsprojekte bezieht sich darauf, die **Kompetenz- und Qualifikationsentwicklung** in der Belegschaft frühzeitig mitzudenken. Häufig sind ohnehin Unterweisungen und Schulungen zur Handhabung der Technik oder zur Anpassung von Abläufen und Aufgaben nötig. Hierbei sollte systematisch in den Blick genommen werden, welche Beschäftigten welches Wissen und welche Kompetenzen für den Umgang mit der Technik benötigen. Eventuell sind inhaltlich oder für bestimmte Gruppen gestaffelte Schulungen sinnvoll, die je nach individuellem Bedarf in unterschiedlichem Umfang angeboten werden können. Schließlich sollte ein Augenmerk auf den bewussten Umgang mit „digitalem Stress" und auf die notwendigen Kompetenzen für eine digital gestützte Kooperation gelegt werden.

Bereits weiter oben wurde ausgeführt, dass die Arbeitsaufgabe ein zentraler Punkt für die menschzentrierte Arbeitsgestaltung darstellt. Bei der Umsetzung von Gestaltungsprojekten zur Digitalisierung und Virtualisierung von Arbeitsprozessen sollte daher die Frage nach den **Handlungsspielräumen und Autonomiegewinnen** für die Beschäftigten ebenfalls ins Zentrum gerückt werden. Dieser Aspekt hängt eng mit der angesprochenen Kompetenzentwicklung zusammen. Wenn es gelingt, Arbeitsinhalte der Beschäftigten zu erweitern und aufzuwerten, kann über ein arbeitsintegriertes Lernen ein substanzieller Kompetenzaufbau erreicht werden. Das heißt, dass digital gestützte Tätigkeiten und Prozesse die Fachlichkeit der Arbeitsinhalte stützen und nicht beschneiden sollten und dass die ergonomische Auslegung des Systems die Beschäftigten in ihrer Fähigkeit zur eigenen Arbeitsgestaltung unterstützt. Dies schließt auch die Zugriffsmöglichkeiten auf notwendige Daten und Informationen sowie die Erweiterung entsprechender Entscheidungsspielräume ein.

Quelle: freepik.de

Transparenz im Innovationsprozess ist gewissermaßen die „kleine Schwester" der Beteiligung. In der betrieblichen Praxis hat sich herausgestellt, dass die offene Kommunikation des Projekts und der Projektziele ein wichtiger erster Schritt ist, um eine Bereitschaft zur Mitwirkung und die Akzeptanz der umzusetzenden Maßnahmen zu erreichen. Dazu gehört auch eine Klarheit über die einzelnen Umsetzungsschritte, beispielsweise welche Maßnahmen in welchen Abteilungen oder Arbeitsteams zuerst erprobt und welche Bereiche später einbezogen werden. Nicht selten können etwaige Vorbehalte in der Belegschaft reduziert und die Akzeptanz von Gestaltungsmaßnamen erhöht werden, wenn im Vorhinein klar ist, dass die Umsetzung (und die Effekte) des Projekts überprüft, mit der Belegschaft diskutiert und im Fall der Fälle auch revidiert werden kann.

Von besonderer Sensibilität ist die Frage, welche Beschäftigtengruppen eines Unternehmens eigentlich Zugang zu den Innovationen haben sollen. Insofern sollte der Klärung der Zugänglichkeit und der Nachhaltigkeit von vornherein ein wichtiger Stellenwert beigemessen werden:

- Für welche Teams, Abteilungen oder Beschäftigtengruppen soll die Innovation eingeführt werden?
- Wie werden Ausschlüsse von der Nutzung begründet? Besteht eine Sensibilität für Barrieren oder informelle, aber wirksame Ausschlussgründe (z. B. Geschlecht, Alter, Qualifikation)?
- Wie wird ein betrieblicher Roll-out von einem ggf. vorhandenen „Pilotbereich" ins gesamte Unternehmen geplant?
- Welche Impulse kann das Projekt über die eigentliche Maßnahmenumsetzung hinaus für das Unternehmen bringen?
- Bei geförderten Projekten: Wie gelingt eine Verstetigung über die Projektförderung hinaus? Welche Strukturen und Prozesse sind von vornherein langfristig anzulegen?

Quelle: www.istockphoto.com

Schließlich ist beim Start von Innovationsprojekten immer nach dem **relativen Innovationshub** für das Unternehmen zu fragen. Bei manchen Technikentwicklern ist gelegentlich eine Faszination für die technischen Artefakte und eine technische Machbarkeitseuphorie spürbar. Gerade die Potenziale digitaler Technikanwendungen sind immens. Dennoch sollte gerade bei kleinen und mittelständischen Unternehmen immer die Frage gestellt werden, mit welchem Minimum an Maßnahmen ein Maximum an Fortschritt für den Betrieb erzielt werden kann. Ansonsten drohen schnell teure Investitionsruinen. Es geht also darum, eine „Angemessenheit" des Vorhabens für die betriebliche Situation zu finden. Dies ist nicht allein eine Frage der technischen Ausstattung, sondern auch eine an die Vorerfahrungen und Kompetenzen in der Belegschaft sowie an deren Technikaffinität und Technikbereitschaft. Ein Innovationsfortschritt sollte sich immer an der Ausgangslage des Unternehmens, an der erfahrbaren Verbesserung von Abläufen, Routinen, Leistungen und Ergebnissen messen.

Die betrieblichen Anwendungsfälle im ViSAAR-Projekt haben nicht nur eine breite Palette an technischen Lösungen und möglichen Effekten für das Unternehmen aufgezeigt (vgl. Kap. VI). Die Erfahrungen bei der Umsetzung offenbaren auch erhebliche Varianzen in der Art und Weise, wie der Veränderungsprozess als solcher gestaltet wurde. Differenzen zeigen sich z. B. hinsichtlich der oben beschriebenen Kriterien, die in den Unternehmen in einem unterschiedlichen Ausmaß eine Rolle gespielt haben. Darüber hinaus haben sich für den Erfolg des jeweiligen „Use-Case" die Aspekte der Kontinuität und der operativen sowie strategischen Klarheit als wichtige Faktoren herauskristallisiert.

Strategische Klarheit zielt darauf ab, dass mit der Initiierung betrieblicher Veränderungsprozesse und zum Startpunkt der Einführung technischer Innovationen die damit verbundenen Unternehmensziele formuliert sind sowie aktiv kommuniziert und transparent gemacht werden. Damit wird zugleich auch deutlich gemacht, wie der Anwendungsfall im Unternehmen ausgerichtet werden soll. Die Herstellung strategischer Klarheit ist eine Anforderung, die die Unternehmensleitung vornehmen oder unter Beteiligung der Belegschaft herbeiführen muss.

Operative Klarheit bezieht sich auf die Verankerung des Projekts in den Strukturen und Prozessen des Unternehmens. Das betrifft die Klärung der Verantwortlichkeiten, die Einbindung der verschiedenen Akteure im Betrieb, die Planungsqualität sowie Verfügbarkeit von Ressourcen und Entscheidungsspielräumen für diejenigen, die sich um die Umsetzung des Projekts kümmern sollen. Wie die folgende Übersicht (siehe Abb. 3 , Seite 77) zeigt, lassen sich verschiedene Merkmale der betrieblichen Umsetzung hinsichtlich ihrer Bedeutung für die strategische und operative Klarheit verorten.

Die Erfolgsfaktoren für das Gelingen oder auch das Scheitern betrieblicher Innovationsprojekte sind selbstverständlich vielfältig und sie können in diesem Zusammenhang nur exemplarisch angedeutet werden. Jedoch haben sich entlang der beiden Achsen zwei Handlungsfelder als zentral für die Umsetzung herausgestellt: die Vorgehensweise und das „Commitment" der Unternehmensleitung für das Projekt einerseits und dessen strukturelle Verankerung andererseits. Ohne eine klare Orientierung und einen Rückhalt auf der strategischen Ebene drohen betriebliche Innovationsprojekte schnell zu einer „Spielwiese" für einige gutwillige, aber letztendlich wirkungslose Akteure zu verkümmern. Die Strategiebildung der Unternehmensleitung sollte zugleich einen Konsens mit der Belegschaft anstreben und die Unternehmensziele nicht gegen Belegschaftsinteressen stellen (so wird eine auf Personalabbau gerichtete Strategie kaum für einen Konsens zu gewinnen sein). Auf der anderen Seite bleiben ohne tragfähige Strukturen für die Umsetzung (z. B. eine interne Steuerungsgruppe) mit geklärten Verantwortlichkeiten, Ressourcen und Kommunikationsstrukturen strategische Ziele Visionen, denen jedoch kein entsprechender Umsetzungsprozess folgt.

Schließlich haben sich in der Praxiserprobung Fluktuationen bei den Projektverantwortlichen, Diskontinuitäten bei der Unterstützung des Projekts durch die Geschäftsleitung oder nicht abgestimmte Parallelitäten von Organisationsentwicklungs- oder Technologieprojekten als weitere mögliche erfolgskritische Faktoren für die Umsetzung eines Vorhabens erwiesen. Für diese nicht immer vorhersehbare und planbare Unbestimmtheit im Umfeld von Innovationsprojekten gilt es, eine Sensibilität und für mögliche Risiken alternative Handlungsoptionen zu entwickeln.

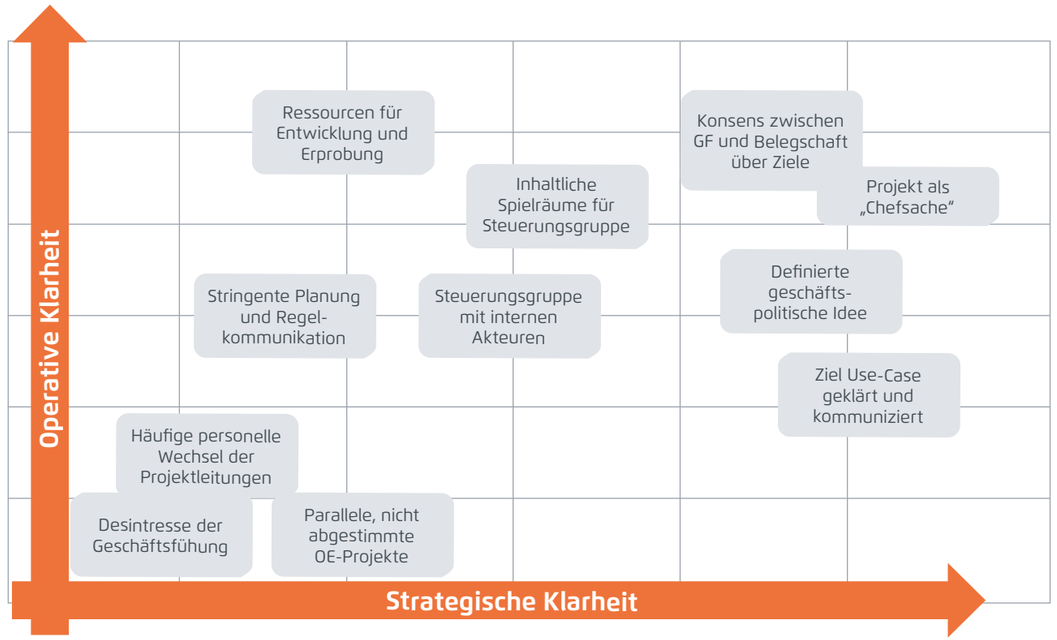


Abbildung 3: Merkmale strategischer und operativer Klarheit, Quelle: iso-Institut

4. Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2017): Weißbuch Arbeiten 4.0. Berlin. https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/Broschueren/a883-weissbuch.html (Zugriff am 19. April 2024).

Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology, MIS Quarterly, 13, 319–339.

Dragano, N., Riedel-Heller, S. G., Lunau, T. (2020): Haben digitale Technologien bei der Arbeit Einfluss auf die psychische Gesundheit? In: Nervenarzt 202, 92: S. 1111–1120. https://doi.org/10.1007/s00115-021-01192-z (Zugriff am 19. April 2024).

Giesecke, S. (2003): Von der Technik- zur Nutzerorientierung – neue Ansätze in der Innovationsforschung. In: Dies. (Hg.): Technikakzeptanz durch Nutzerintegration? Beiträge zur Innovations- und Technikanalyse. VDI/VDE Technologiezentrum Informationstechnik GmbH. Teltow, S. 9–18.

Gimpel, H. et al. (2020): Belastungsfaktoren der digitalen Arbeit. Eine beispielhafte Darstellung der Faktoren, die digitalen Stress hervorrufen. Augsburg, Dortmund, Bayreuth.

Golde, R. A. (1978): durchwursteln. unkonventionell führen und organisieren. Heidelberg.

Hacker, W. (2018): Menschengerechtes Arbeiten in der digitalisierten Welt. Eine wissenschaftliche Handreichung. Zürich.

Hacker, W. (2022): Arbeitsgestaltung bei Digitalisierung. Merkmale menschzentrierter Gestaltung informationsverarbeitender Erwerbsarbeit. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 76, S. 90–98.

Karrer, K., Glaser, C., Clemens, C., Bruder, C. (2015): Technikaffinität erfassen – der Fragebogen TA-EG. https://www.researchgate.net/publication/266876811_Technikaffinitat_erfassen_-_der_Fragebogen_TA-EG (Zugriff am 19. April 2024).

Kleinöder, N. (2016): Humanisierung der Arbeit – Literaturbericht zum „Forschungsprogramm zur Humanisierung des Arbeitslebens", Working Paper Forschungsförderung, Nr. 008, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf.

Kothgassner, O. D. et al. (2012): TUI – Technlogy Usage Inventory. Wien. https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/thematische%20programme/programmdokumente/tui_manual.pdf (Zugriff am 19. April 2024).

Neyer, F., Felber, J., Gebhardt, C. (2012): Entwicklung und Validierung einer Kurzskala zur Erfassung von Technikbereitschaft. In: Diagnostika 58, Heft 2, S. 87–99.

Nonaka, I., Takeuchi, H. (1997): Die Organisation des Wissens. Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Frankfurt/New York.

Pannicke, D., Hahne, M., Neubauer, N., Ochab, B., Lieb, R., Meister, M. Obermayer, K., Rammert, W., Zarnekow, R. (2010): Akzeptanzfähigkeit von Tagging-Systemen in benutzergenerierten virtuellen Welten. In: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010 – E-Commerce und E-Business. http://webdoc.sub.gwdg.de/univerlag/2010/mkwi/03_anwendungen/e-commerce_und_e-business/02_akzeptanzfaehigkeit_von_tagging-systemen.pdf (Zugriff am 4. März 2024).

Paulsen, H., Zorn, V., Inkermann, D., Reining, N. Baschin, J., Vietor, T., Kauffeld, S. (2020): Soziotechnische Analyse und Gestaltung von Virtualisierungsprozessen – Ein Fallbeispiel zur virtuellen Inbetriebnahme. In: Gruppe. Interaktion. Organisation 51, S. 81–93. https://doi.org/10.1007/s11612-020-00507-z (Zugriff am 19. April 2024).

Polany, M. (1985): Implizites Wissen. Frankfurt/Main.

Porschen, S. (2004): Gesellschaftliche Entwicklungen und Wissensmanagement. Zur Explikation des impliziten Wissens als Trend im Wissensmanagement. https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/23541/ssoar-2004-porschen-gesellschaftliche_entwicklungen_und_wissensmanagement.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-2004-porschen-gesellschaftliche_entwicklungen_und_wissensmanagement.pdf (Zugriff am 4. März 2024).

Tisch, A., Richter, G., Ribbat M. (2021): Die digitale Transformation der Arbeit: Lernanforderungen und Lernchancen. In: Dehnbostel, P.; Richter, G.; Schröder, T.; Tisch, A. (Hg.): Kompetenzentwicklung in der digitalen Arbeitswelt. Zukünftige Anforderungen und berufliche Lernchancen. Stuttgart.

Schneider, G. (2002): Zwölf Thesen zur Soziotechnik. In: Banse, G., Meier, B., Wolffgramm, H. (Hg.): Technikbilder und Technikkonzepte im Wandel – eine technikphilosophische und allgemeintechnische Analyse. Karlsruhe.

Statista (2024): Statistiken zu psychischen Erkrankungen. https://de.statista.com/themen/1318/psychische-erkrankungen/#topicOverview (Zugriff am 5. März 2024).

Strohm, O., Ulich, E. (1997): Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten. Ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik, Organisation. Zürich.

Weber, C., Tegtmeier, P., Sommer, S., Tisch, A., Wischniewski, S. (2022): Kriterien einer menschengerechten Gestaltung von Arbeit in der digitalisierten Arbeitswelt. In: Tisch, A., & Wischniewski, S. (Hg.): Sicherheit und Gesundheit in der digitalisierten Arbeitswelt. Kriterien für eine menschengerechte Gestaltung. Baden-Baden, S. 11–45.

Weyer, J. (2008): Techniksoziologie. Genese, Gestaltung und Steuerung sozio-technischer Systeme. Weinheim und München.

Ulich, E. (1997): Mensch-Technik-Organisation. Ein europäisches Produktionskonzept. In: Strohm, O., & Ulich, E. (Hg.): Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten. Ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik, Organisation. Zürich, S. 5–19.

V. Vorgehensbeschreibung zur Ausgestaltung eines Virtualisierungsprojekts

Alexander Schmitt, Pascal Thome

Die Vorgehensbeschreibung in diesem Handbuch stellt eine Brücke zwischen theoretischen Konzepten und praktischer Umsetzung dar (siehe Abb. 1, Seite 82). Sie bietet einen strukturierten Leitfaden für Unternehmen, die virtuelle Arbeitsgestaltung einführen möchten.

Virtuelle Arbeitsgestaltung (VAG) in Unternehmen hängt stark von individuellen Gegebenheiten und Kontexten ab. Jedes Unternehmen hat unterschiedliche Ressourcen, Kompetenzen und kulturelle Aspekte, die berücksichtigt werden müssen. Dementsprechend sollte das Vorgehensmodell als eine strukturierte Anleitung betrachtet werden, die Unternehmen dabei unterstützt, ihre spezifischen Potenziale zur Virtualisierung zu verstehen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Das Modell bietet einen Rahmen, der Flexibilität und Anpassung ermöglicht, während gleichzeitig bewährte Praktiken und Erkenntnisse aus verschiedenen Quellen integriert werden. Diese strukturierte Herangehensweise ermöglicht es Unternehmen, das Vorgehensmodell gemäß ihren spezifischen Anfoderungen und Zielen zu nutzen und entsprechend anzupassen. Entwickelt wurde dieses Modell mit Hilfe der Analyse bestehender Forschungsergebnisse und bewährter Praktiken in Verbindung mit umfassenden Erhebungen in verschiedenen Unternehmensumgebungen. Das nachfolgende Vorgehensmodell gliedert sich in drei Phasen und basiert auf der Notwendigkeit, den komplexen Prozess der virtuellen Arbeitsgestaltung in überschaubare Schritte zu gliedern, die einen klaren Fortschritt und eine gezielte Umsetzung ermöglichen.

Konzeptionell gründet das Vorgehensmodell auf etablierten Prinzipien des Change-Managements und der Prozessgestaltung, um eine systematische und erfolgreiche Integration virtueller Arbeitsmethoden zu gewährleisten.

Zunächst erfolgt die Aufstellung eines **digitalen Organisationskonzepts**. Hier wird die Ausgangslage erfasst und Potenziale der virtuellen Arbeitsgestaltung abgeleitet. Die Vorbereitung und Einführung eines anwenderorientierten Change-Prozesses werden ebenfalls bereits in dieser Phase berücksichtigt, um die Anwenderakzeptanz frühzeitig zu fördern und die Implementierung neuer Arbeitsprozesse vorzubereiten.

Hierauf aufbauend folgt die konkrete **Auswahl der Technologie** sowie die Entwicklung der Testanwendung. So können die neuen Lösungen im Unternehmen erprobt werden. Gezielte Feedback- und Evaluationsstufen tragen dazu bei, die Anwendungstests sukzessive an die Arbeitsschritte anzupassen.

In der dritten Phase des Vorgehensmodells steht die **Digitalisierung von Prozessen, Produkten und Dienstleistungen** im Mittelpunkt. An dieser Stelle soll für das Unternehmen abgeleitet werden, ob sich neue Ansätze für Angebote (Produkte, Dienstleistungen) oder Anpassungen im Geschäftsmodell durch virtuelle Arbeitsweisen ergeben können.

Zur soliden Prozessausgestaltung können Unternehmen sowohl auf die kostenfreien Beratungsstellen zur Digitalisierung als auch Angebote der Beratungsförderung seitens des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) unterstützend zurückgreifen (vgl. Kap. VII).

Abbildung 1: Übersicht zur Ausgestaltung eines Virtualisierungsprojekts

1. Organisationskonzept zur virtuellen Arbeitsgestaltung

Abbildung 2: Phase 1 zur Entwicklung eines digitalen Organisationskonzepts

In der ersten Phase des Vorgehensmodells steht die Entwicklung eines digitalen Organisationskonzepts im Vordergrund (siehe Abb. 2). Dieses Konzept gilt als Voraussetzung, um eine effektive und erfolgreiche Implementierung virtueller Arbeitsgestaltung zu ermöglichen. An dieser Stelle sollte sich das Unternehmen zunächst mit der Frage auseinandersetzen, welcher Planungskreis, das heißt, welche Personen im Unternehmen die vorgesehenen Planungsprozesse durchführen und Entscheidungen treffen sollen. Da es sich bei der Entwicklung neuer Arbeitsprozesse auch um grundlegende strategische Entscheidungen im Wertschöpfungsprozess handelt, wird insbesondere für KMU der Einbezug der Geschäftsleitung sowie der technischen Leitungsebene als notwendig erachtet. In größeren Unternehmen mit umfangreicherer Differenzierung in der Arbeitsteilung kann eine Ersteinschätzung der Potenziale auch auf operativer Leitungsebene stattfinden. Diese Entscheidung ist individuell vom jeweiligen Unternehmen auf Grundlage seiner Organisationsstruktur zu beurteilen.

Bei der Entwicklung des Organisationskonzepts zur virtuellen Arbeitsgestaltung erfolgt eine Bestands- und Potenzialanalyse zur virtuellen Arbeitsgestaltung, die frühzeitige Berücksichtigung eines Change-Prozesses sowie die erste Strukturierung eines Anwendungsfalls, der im weiteren Verlauf testweise umgesetzt werden soll.

1.1 Bestands- und Potenzialanalyse

Die Bestands- und Potenzialanalyse dient der Identifikation von Problemstellungen, die sich mit Hilfe virtueller Arbeitsgestaltung lösen lassen. Das Unternehmen widmet sich in der Bestandsanalyse im ersten Schritt der Frage, wo Verbesserungsbedarfe in Bezug auf die Arbeitsprozesse bestehen und welche Abläufe und Unternehmensbereiche hiervon explizit berührt werden. Zur ersten Strukturierung kann eine grundlegende Problemlistung ausgewählter Arbeitsprozesse mit anschließender Priorisierung dienen.

1.2 Anwendungsbereiche der virtuellen Arbeitsgestaltung

Die virtuelle Arbeitsgestaltung bietet eine Vielzahl von Anwendungsbereichen, die darauf abzielen, Arbeitsprozesse effizienter zu gestalten und den Einsatz von Technologie zur Unterstützung von Mitarbeitenden zu maximieren. Die fünf ausgewählten Anwendungsbereiche verdeutlichen die Bandbreite virtueller Arbeitsgestaltungsmöglichkeiten für Unternehmen (siehe Abb. 3). Sie umfassen mediengestützten Kund:innensupport, remotegestützte Anweisung und Support für Außendienstmitarbeitende, virtuelles Management von Projekt- und Objektständen, automatisierte Unterstützungssysteme sowie den Einsatz von digitalen Zwillingen zur Steuerung und Schulung. Diese Auswahl soll KMU einen Überblick über verschiedene Implementierungsmöglichkeiten geben, wobei jedoch beachtet werden muss, dass sie nicht alle potenziellen Anwendungsbereiche abdeckt. Es gibt weitere Einsatzmöglichkeiten virtueller Arbeitsgestaltung, die je nach Branche, Unternehmensgröße und spezifischen Anforderungen variieren können. Die Auswahl soll daher als Orientierungshilfe dienen und Unternehmen ermöglichen, die für sie relevantesten und machbarsten Lösungen zu identifizieren und umzusetzen.

Abbildung 3: Anwendungsbereiche der virtuellen Arbeitsgestaltung

Der **mediengestützte, selbstbestimmte Kund:innensupport** ermöglicht es Kund:innen, ihre Probleme unabhängig von Zeit oder Verfügbarkeit von Kundendienstmitarbeitenden zu lösen. Durch Self-Service-Portale können Kund:innen verschiedene Medien wie Videos, Bildanleitungen oder Texte nutzen, um ihre Probleme eigenständig zu bearbeiten. Diese Portale bieten FAQs, Anleitungen, Chatbots und KI-gestützte Assistenten, um Kund:innen bei einfachen bis komplexen Anliegen zu unterstützen, ohne direkten Kontakt zum Kund:innenservice haben zu müssen. Mediengestützter Kund:innensupport bietet kostengünstige Lösungen durch reduzierte Personalkosten und Schulungsaufwände. Rund-um-die-Uhr-Verfügbarkeit für Kund:innen verbessert die Kund:innenerfahrung. Die Skalierbarkeit ermöglicht es Unternehmen, flexibel auf Nachfrageänderungen zu reagieren. Die Implementierung erfordert keine hochkomplexen Technologien und ist daher technisch relativ einfach umsetzbar. Ein Beispiel für dieses Anwendungsfeld ist der am ViSAAR-Projekt teilnehmende Druckereidienstleister NetComSolutions (vgl. Kap. VI).

Remotegestützte Anweisung und Support von Mitarbeitenden im Außendienst ermöglicht es Mitarbeitenden im technischen Dienst, einem Techniker über eine Fernverbindung auf ein Gerät eines Kund:innen oder Mitarbeitenden zuzugreifen und Anweisungen zu geben oder Unterstützung zu leisten. Dabei können Expert:innen synchron und bidirektional live mit einem Benutzenden interagieren, um Supportanfragen zu lösen, indem er das Gerät des Benutzenden sieht und/oder steuert, während dieser seine Fragen oder Probleme erläutert. Diese Methode ermöglicht Problemdiagnose, Analyse und Behebung, Durchführung von Wartungsarbeiten wie Software-Updates oder Hardware-Upgrades sowie Schulung von Kund:innen oder Mitarbeiter:innen in der Verwendung von Geräten sowie der Aus- und Weiterbildung. Die Greencells Group, ein international agierender Anbieter für Photovoltaikanlagen, testete im Rahmen des ViSAAR-Projekts die virtualisierte Unterstützung von Arbeitsprozessen auf PV-Baustellen mit zwei Technologien. Mobile XR-Systeme ermöglichten es den Mitarbeitenden vor Ort, Anleitungen und Videos abzurufen, um ihre Arbeitsschritte zu unterstützen und Experten per Video für das Trouble Shooting in Echtzeit hinzuzuziehen (vgl. Kap. VI).

Beim **virtuellen Management von Projekt- und Objektständen** werden alle relevanten Informationen zu einem Projekt in einer zentralen Datenplattform erfasst und gespeichert, sodass sie von allen Beteiligten, wie Projektmanagern, Ingenieuren, Lieferanten und Kund:innen, orts- und zeitunabhängig über stationäre oder mobile Endgeräte abgerufen und bearbeitet werden können. Diese Daten werden mit Hilfe eines Field Management System (FMS) verwaltet, dokumentiert und geschützt und finden Anwendung beispielsweise in Bauunternehmen zur Standortüberwachung ihrer Baumaschinen, in Energieunternehmen zur Verwaltung der Wartungsaufzeichnungen von Stromnetzen oder in Krankenhäusern über zentrale Patientendatensysteme (ZPS). In Kapitel III werden detaillierte Informationen zu verschiedenen Systemen und Tools bereitgestellt, darunter Field Management System (FMS) für den Außendienst, cloudbasierte Lösungen für Dokumentation und Verwaltung, Enterprise-Resource-Planning-Systeme (ERP) für die Geschäftsprozesssteuerung sowie virtuelle Kollaborationssysteme für die Zusammenarbeit an Projekten. Der Aufwand an Ressourcen zu Einführung eines virtuellen Projektmanagements mit einer zentralen Datenhaltung ist aus dem Stand für ein Unternehmen, im Vergleich zu den vorangegangen beschriebenen Anwendungsbereichen, eher hoch einzuordnen. Daher sollten auch hier vorher bestimmte Fragestellungen beantwortet sein, die bei der Abschätzung des Aufwands helfen. Die Virtualisierung von Informationsströmen wurde innerhalb des ViSAAR-Projekts modellhaft bei Maschinenbau entwickelt und erprobt (vgl. Kap. VI).

Automatisierte Unterstützungssysteme sind Softwarelösungen, die Mitarbeiter:innen am Arbeitsplatz unterstützen, sei es bei der Fehlerbehebung an Geräten, der Schulung von Mitarbeiter:innen oder der Prozessoptimierung. Sie ermöglichen die Unterstützung durch einen Experten, etwa bei Schulungen oder der Fehlerbehebung an komplexen Maschinen, und können auch selbstständig agieren, z. B. durch KI-gestützte oder lernende Prozesse, um den Beschäftigten Unterstützung zu bieten. Anwendungsbeispiele für solche Systeme finden sich in der Produktion, wo sie Mitarbeiter:innen helfen können, Maschinen zu bedienen und die Produktqualität zu kontrollieren, sowie in Fehlerbehebungssystemen, wo sie der Belegschaft helfen, Probleme mit Maschinen zu identifizieren und zu lösen. Die ISL Group, ein Full-Service-Logistikdienstleister, erprobte innerhalb des ViSAAR-Projekts technologische Unterstützungssysteme, um Mitarbeitende bei der Abwicklung ihrer Arbeitsvorgänge an Packarbeitsplätzen zu entlasten (vgl. Kap. VI).

Ein **digitaler Zwilling** ist eine virtuelle Replik eines physischen Objekts oder Prozesses, der genutzt werden kann, um das reale Objekt oder den Prozess zu simulieren, zu analysieren und zu optimieren. Diese Technologie findet Anwendung nicht nur bei der Steuerung, sondern auch bei Schulungen. Dabei werden Simulationen, Datenanalyse und

Künstliche Intelligenz eingesetzt. Schulungen am digitalen Zwilling können durch die Bereitstellung virtueller Umgebungen erfolgen, in denen Beschäftigte lernen können, wie sie physische Objekte oder Prozesse bedienen. Beispiele für Anwendungen sind die Nutzung zur Simulation und Optimierung von Prozessen in der Automobilindustrie bei der Fertigung, in der Energiewirtschaft bei der Leistung von Kraftwerken sowie in der Industrie bei Produktionsprozessen. Die Umsetzung dieses Anwendungsfalls erfordert im Vergleich zu anderen genannten Anwendungsfällen die höchsten Anforderungen und Ressourcen für KMU. Dies liegt vor allem an den hohen Kosten, der technischen Komplexität und dem Bedarf an Fachwissen im IT-Bereich. Die Entwicklung von Schulungsumgebungen erfordert ebenfalls beträchtliche Investitionen.

Die in Abbildung 4 vorgeschlagenen Leitfragen bieten KMU eine Hilfestellung zur Auswahl des geeigneten Anwendungsbereichs für die Einführung virtueller Arbeitsgestaltung. Sie ermöglichen Unternehmen, sich mit Fragen zur Akzeptanz der Mitarbeiter:innen, den technischen Anforderungen und den potenziellen Herausforderungen auseinanderzusetzen, um ein umfassendes Verständnis für die Machbarkeit und die Auswirkungen einer Implementierung zu gewinnen. Zudem helfen die Leitfragen Unternehmen auch dabei, klare Ziele zu definieren und den Erfolg der Maßnahmen zu messen.

Leitfragenbeispiele für die Einführung virtueller Arbeitsgestaltung

- Wie kann sichergestellt werden, dass die Einführung virtueller Arbeitsgestaltung die bestehenden Arbeitsprozesse unterstützt und optimiert?
- Welche Möglichkeiten bieten sich für Arbeitsprozesse durch den Einsatz virtueller Arbeitsgestaltungsmethoden?
- Gibt es bereits Anwendungsbereiche für virtuelle Arbeitsgestaltung im Unternehmen, und wo sehen Sie Potenzial für weitere Implementierungen?
- Wie kann die Akzeptanz der Mitarbeiter:innen gegenüber der neuen Technologie gesteigert werden und sicherstellen, dass sie diese aktiv nutzen?
- Welche technischen Ressourcen und Infrastruktur sind für die Einführung und den Betrieb virtueller Arbeitsgestaltungsmethoden erforderlich, und gibt es die entsprechenden Mittel und Fähigkeiten?
- Wie kann sichergestellt werden, dass die Implementierung virtueller Arbeitsmethoden nicht zu Medienbrüchen oder Unterbrechungen in Arbeitsabläufen führt?
- Welche konkreten Ziele könnten durch die Einführung virtueller Arbeitsgestaltung erreicht werden, und wie kann der Erfolg oder die Effektivität dieser Methoden gemessen werden?
- Welche Herausforderungen könnten bei der Implementierung von virtueller Arbeitsgestaltung auftreten, und wie können diese proaktiv angegangen werden?
- Welche potenziellen Risiken oder Herausforderungen könnten mit der Einführung virtueller Arbeitsgestaltung verbunden sein, und wie können diese proaktiv angegangen oder minimiert werden?
- Welche Vorteile ergeben sich aus der Digitalisierung von Arbeitsprozessen und dem Einsatz virtueller Arbeitsmethoden?
- In welchem Umfang ist eine Digitalisierung der Datenhaltung im Unternehmen vorstellbar, und welche Möglichkeiten ergeben sich dadurch für Arbeitsprozesse?

Abbildung 4: Leitfragen als Hilfestellung bei der Auswahl des Anwendungsbereichs virtueller Arbeitsgestaltung

1.3 Tools für eine Potenzialanalyse

Aufbauend auf der betrieblichen Situation erfasst das Unternehmen in der Potenzialanalyse, welche Anwendungsfelder und Einsatzmöglichkeiten der virtuellen Arbeitsgestaltung zur Verbesserung der Arbeitsprozesse in Frage kommen.

Für Unternehmen, die ihr Potenzial für virtuelle Arbeitsgestaltung in den diskutierten Anwendungsbereichen einschätzen möchten, stehen verschiedene Tools zur Verfügung (Wildemann 2024; Crea_Feedback 2024). Selbstbewertungsfragebögen ermöglichen es Unternehmen, ihre aktuellen Fähigkeiten, Ressourcen und Prozesse zu bewerten. Externe Beratungsunternehmen oder Fachexperten bieten maßgeschneiderte Analysen und Empfehlungen basierend auf den spezifischen Anforderungen und Zielen des Unternehmens. Benchmarking-Studien liefern Einblicke in Best Practices, Herausforderungen und Erfolgsfaktoren anderer Unternehmen. Technologiebewertungstools (Kröll 2007) bieten Informationen über Funktionen, Kosten, Integration und Benutzerfreundlichkeit von Software und Hardware. Eine SWOT-Analyse (Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken) (BWLL_SWOT 2024) hilft KMU dabei, ihre internen Stärken und Schwächen sowie externe Chancen und Risiken in Bezug auf virtuelle Arbeitsgestaltung zu identifizieren. Auf dieser Grundlage können fundierte Entscheidungen über die Implementierung virtueller Arbeitsgestaltung getroffen werden. Praxisbeispiele aus verschiedenen Anwendungsbereichen für die Implementierung und Anwendung von virtueller Arbeitsgestaltung werden am Ende dieses Beitrags vorgestellt.

Der Abgleich zwischen den in der Bestandsanalyse fokussierten Arbeitsprozessen einerseits und den in der Potenzialanalyse betrachteten virtuellen Lösungsansätzen andererseits, gibt dem Unternehmen einen ersten Hinweis darauf, in welchem Bereich sich ein Testprojekt zur virtuellen Arbeitsgestaltung anbietet. Bevor eine vertiefende Planung zur Durchführung eines Testprojektes erfolgt, sollte das Unternehmen in seinem Auswahlprozess neben sozialen und organisatorischen Erfolgsvoraussetzungen für Digitalisierungsprojekte (vgl. Kap. IV) weitere Fragen berücksichtigen:

- Welche Vorteile ergeben sich durch die Virtualisierung für den Arbeitsprozess und seine Anwender:innen?
- Welche technischen Grundlagen und Ressourcen werden für die Umsetzung der Virtualisierung benötigt?
- An welchen Stellen muss technologisches Know-how im Unternehmen aufgebaut werden, um einen Testlauf zu realisieren?
- Passt der forcierte Prozess zur Technologieaffinität des Unternehmens?

Zur Auswahl eines geeigneten Anwendungsfalls für das jeweilige Unternehmen können die Bestandsaufnahmen und Potenzialanalysen auch in vertiefender Form erfolgen.

Alternativ zu dem vereinfachten Vorgehen der Potenzialanalyse können umfangreichere Prozessanalysen und Workshops mit den relevanten Nutzer:innen durchgeführt werden. Dabei werden bestehende Arbeitsabläufe detailliert analysiert und auf ihre Eignung für die virtuelle Erledigung überprüft, d. h. das Ziel dieser Analyse besteht darin, festzustellen, ob diese Arbeitsabläufe geeignet sind, um virtuell durchgeführt zu werden. Dabei wird überprüft, ob sie sich für die Umstellung auf eine virtuelle Arbeitsumgebung eignen, in der die Arbeit digital erledigt wird, ohne dass physische Präsenz erforderlich ist. Anhand von Prozessmodellierungstools können Optimierungspotenziale identifiziert und neue virtuelle Arbeitsprozesse entwickelt werden. Mit diesen Tools können Prozesse in Form von Diagrammen und Flusscharts dargestellt werden, um Optimierungspotenziale zu identifizieren und neue virtuelle Arbeitsprozesse zu entwickeln. Durch die Visualisierung von Arbeitsabläufen können Unternehmen Schwachstellen und Engpässe leichter erkennen und Maßnahmen zur Optimierung und Effizienzsteigerung ergreifen.

[1] *Ein Beispiel ist das Projekt „Weiterbildungsberatung für kleine und mittlere Unternehmen" im Saarland, weitere Informationen unter: https://weiterbildungsberatung-saar.de/*

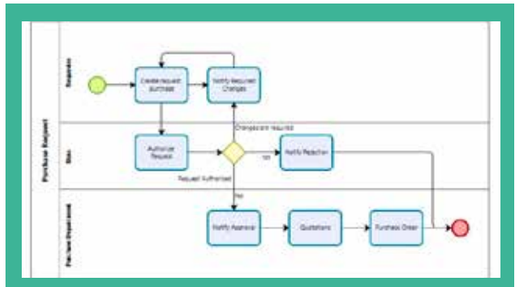


Abbildung 5:
Screenshot Bizagi Modeler, kostenloses Prozessmodellierungstool

Bizagi Modeler ist eine kostenlose und benutzerfreundliche Software zur Prozessmodellierung und -darstellung. Unternehmen können Geschäftsprozesse erstellen, dokumentieren und gemeinsam bearbeiten. Die Software ermöglicht die Veröffentlichung von Prozessdokumentationen in verschiedenen Formaten und die Simulation von Prozessen zur Identifizierung von Engpässen und Verbesserungsmöglichkeiten (Bizagi 2024).

Beispiele für Prozessmodellierungstools sind „Microsoft VISIO" (Visio 2024), „Lucidchart" (Lucidchart 2024), „Bizagi Modeler" (siehe Abb. 5) und „ARIS Express" (Aris 2024).

Eine Methode zur Analyse der technischen Infrastruktur ist die Durchführung von IT-Checks. Dabei werden vorhandene Hardware und Software im Unternehmen untersucht, um festzustellen, ob sie den Anforderungen der virtuellen Arbeitsgestaltung entsprechen. Diese Analyse kann durch den Einsatz von Checklisten und Fragebögen (ifaa 2024; Lichtblau 2015) unterstützt werden, um relevante Informationen zu sammeln und zu strukturieren. Für die Bewertung der digitalen Kompetenzen der Mitarbeiter:innen können verschiedene Instrumente genutzt werden, wie beispielsweise Kompetenzprofile oder Selbsteinschätzungsfragebögen (Wildemann 2024). Diese ermöglichen eine Einschätzung der vorhandenen Fähigkeiten und Kenntnisse im Umgang mit digitalen Technologien sowie eine Identifizierung von Schulungsbedarfen.

Für eine Ersteinschätzung zur Anwendungsfähigkeit virtueller Arbeitsgestaltung ist diese Detailtiefe jedoch nicht zwingend notwendig. Vertiefende Analysen der ausgewählten Arbeitsprozesse können nach diesem Vorgehensmodell auch zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

1.4 Der Change-Prozess

Nachdem die Bestands- und Potenzialanalyse abgeschlossen ist und ein klares Verständnis für die aktuellen Gegebenheiten sowie die Möglichkeiten und Herausforderungen der virtuellen Arbeitsgestaltung geschaffen wurde, erfolgt im nächsten Schritt die Planung eines Change-Prozesses (managementbuch.de 2024).

Das Unternehmen thematisiert diesen im virtuellen Organisationskonzept bereits frühzeitig, um mögliche Konflikte bei der Umsetzung zu antizipieren und eine mitarbeiter:innenzentrierte Erprobung der Maßnahmen zu gewährleisten. Folgende Leitfragen sollten für das Unternehmen an dieser Stelle im Fokus stehen:

- Welche Beschäftigtengruppen sind von der forcierten Entwicklung betroffen?
- Wie wird die Akzeptanz eingeschätzt?
- Wie können die Beschäftigten beteiligt werden und welche Kompetenzen werden hierzu benötigt?
- Drohen Konflikte, denen es vorzubeugen gilt und die zu moderieren sind?

In diesem Prozess spielen verschiedene Faktoren eine wichtige Rolle. Vor allem die Kommunikation mit den Mitarbeiter:innen über die Ziele und Vorteile der virtuellen Arbeitsgestaltung ist entscheidend. Eine frühzeitige und umfassende Information der Belegschaft über die geplanten Veränderungen und deren potenzielle Auswirkungen schafft Transparenz und

Quelle: www.istockphoto.com

Ein klar strukturierter Prozess

fördert die Partizipation und die Akzeptanz in der Belegschaft.

Vertrauen. Dies ermöglicht es den Beschäftigten, sich mit den neuen Arbeitskonzepten vertraut zu machen und eine Akzeptanz zu entwickeln.

Des Weiteren ist die Partizipation der Belegschaft von großer Bedeutung (vgl. Kap. VI). Indem sie aktiv in die Planung und Umsetzung von VAG einbezogen werden, können ihre Bedürfnisse und Anliegen berücksichtigt werden. Dies steigert nicht nur die Identifikation der Betreffenden mit dem Veränderungsprozess, sondern fördert auch ihre Motivation und das persönliche Engagement. Um die Partizipation der Mitarbeiter:innen zu fördern, stehen verschiedene Tools zur Verfügung:

- **Erprobung von Anwendungen:** Mitarbeiter:innenbezogene Anwendungstests können dazu beitragen, die Akzeptanz bei den Endnutzern zu erhöhen. Hierbei kommen beispielsweise Formate wie das Testlabor, in dem Mitarbeiter:innen neue Technologien oder Anwendungen unter realen Bedingungen innerhalb ihrer Betriebsabläufe testen, zum Einsatz.
- **Interviews:** Einzelgespräche und Gruppendiskussionen ermöglichen die vertiefende Auseinandersetzung mit individuellen Perspektiven und kollektiven Ideen.
- **Workshops:** Brainstorming-Sessions, SWOT-Analysen und Prozessmodellierung unterstützen die Generierung von Lösungen, die Identifizierung von Chancen und Risiken sowie die Visualisierung bestehender Arbeitsabläufe (Mai 2021).
- **Umfragen:** Online-, Papier- und Telefonumfragen ermöglichen die anonyme und bequeme Datenerhebung von einer großen Anzahl von Mitarbeiter:innen und liefern detaillierte Informationen zu ihren Erfahrungen und Meinungen.
- **Online-Plattformen:** Intranet-Foren, Wikis und Social-Media-Gruppen bieten Möglichkeiten zur Diskussion, zum Austausch von Ideen und zur Vernetzung mit Kolleg:innen.
- **Veranstaltungen:** Informationsveranstaltungen, Schulungen und Erfahrungsaustausche tragen zur Wissensvermittlung, dem Erwerb von Fähigkeiten und zum Lernen von anderen Unternehmen bei.
- **Zusätzliche Tools:** Mitarbeiter:innenbefragungen,

Feedback-Kanäle und Ideenmanagement ermöglichen die kontinuierliche Messung der Zufriedenheit, die Sammlung von Feedback und die Bewertung von Verbesserungsideen.

Eine zentrale Rolle für den gesamten Prozess kommt den Führungskräften zu. Sie unterstützen den Change-Prozess aktiv, indem sie die Beschäftigten begleiten und fördern. Dies umfasst nicht nur die Bereitstellung von Unterstützung und Ressourcen, sondern auch die Vorbildfunktion der Führungskräfte. Indem sie die neuen Arbeitsweisen vorleben und das Personal ermutigen, Veränderungen aktiv anzunehmen, schaffen sie eine positive und unterstützende Arbeitsumgebung (Bernardy 2021; WPGS 2024; Kraus 2022).

Insgesamt ist der Change-Prozess ein kontinuierlicher und iterativer Prozess, der eine offene Kommunikation, aktive Beteiligung, gezielte Schulungen und eine unterstützende Führung erfordert.
Im Kontext des Vorgehensmodells erfolgt ein iterativer Change-Prozess in kleinen, aufeinanderfolgenden Schritten. Dabei werden Ziele definiert, Maßnahmen umgesetzt, Ergebnisse evaluiert und Anpassungen vorgenommen. Dies bietet Flexibilität, da der Prozess an sich ändernde Bedürfnisse und Rahmenbedingungen angepasst werden kann, und reduziert Risiken, indem mögliche Probleme frühzeitig erkannt und minimiert werden. Zudem erhöht es die Akzeptanz der Mitarbeiter:innen und ermöglicht nachhaltige Veränderungen.

Schließlich erfolgt die **Gestaltung des Organisationskonzepts.** Dabei werden klare Ziele für die virtuelle Arbeitsgestaltung im Unternehmen definiert. Die Verantwortlichkeiten für die Umsetzung werden festgelegt, ebenso wie die Rollen der Mitarbeiter:innen in der virtuellen Umgebung. Es werden die benötigten technischen Infrastrukturen identifiziert und die Arbeitsabläufe sowie Prozesse in der virtuellen Umgebung definiert und gesteuert. Die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Beschäftigten in der virtuellen Umgebung werden sichergestellt. Zudem werden Maßnahmen zur Förderung von Vertrauen und Akzeptanz für VAG im Unternehmen entwickelt und implementiert. Diese Phase ist entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung und Integration der virtuellen Arbeitsmethoden in den Unternehmensalltag.

Zu Beginn werden klare Ziele für die virtuelle Arbeitsgestaltung im Unternehmen definiert. Diese dienen als Leitlinien für alle weiteren Schritte und geben eine klare Richtung vor. Dabei ist es wichtig, dass die Ziele sowohl die langfristige strategische Ausrichtung des Unternehmens als auch die Bedürfnisse und Erwartungen der Belegschaft berücksichtigen.

Ein weiterer wichtiger Schritt ist die Festlegung der Verantwortlichkeiten. Es wird ein Team oder eine Arbeitsgruppe gebildet, die für die Planung, Implementierung und Überwachung der virtuellen Arbeitsmethoden verantwortlich ist. Dabei werden klare Rollen und Zuständigkeiten definiert.

Abbildung 6 auf Seite 91 verdeutlicht beispielhaft die Rolle verschiedener Akteure und ihre Verantwortlichkeiten bei der Einführung virtueller Arbeitsgestaltung (VAG) in einem Unternehmen. Auf vier Ebenen sind unterschiedliche Akteure positioniert: die strategische Führung, operative Führung, Umsetzung und interne Projektleitung. Die Geschäftsführung trägt die strategische Verantwortung und definiert Ziele und Rahmenbedingungen für die VAG, während die Führungskräfte die Umsetzung in ihren Bereichen sicherstellen. Die operative Führungskraft unterstützt das Team bei der Anwendung der neuen Arbeitsmethoden. In die Planung und Umsetzung werden der Betriebsrat und der technische Experte eingebunden, um die Interessen der Beschäftigten zu vertreten und die technische Infrastruktur zu gewährleisten. Die Anwender:innen/Fachkräfte sind diejenigen, die die neuen Arbeitsmethoden im täglichen Betrieb anwenden und deren Arbeitserfahrungen für die Gestaltung wichtig sind. Die interne Projektleitung ist für die Koordination und Überwachung der VAG-Einführung verantwortlich. Die Festlegung dieser Verantwortlichkeiten ist entscheidend und kann je nach Unternehmensgröße und -struktur variieren. Die Einbeziehung der Belegschaft in die Planung und Umsetzung ist ebenfalls von großer Bedeutung.

Abbildung 6: Organisationsdiagramm der Akteure bei der Einführung virtueller Arbeitsgestaltung, Quelle: iso-Institut

Darüber hinaus werden die Arbeitsabläufe und Prozesse in der virtuellen Umgebung festgelegt und gesteuert. Es werden klare Richtlinien und Standards für die Durchführung von virtuellen Arbeitsaufgaben festgelegt, um Effizienz, Qualität und Sicherheit zu gewährleisten. Dabei wird auch die Integration von virtuellen Arbeitsmethoden in bestehende Prozesse und Workflows berücksichtigt, um eine reibungslose Zusammenarbeit zu ermöglichen.

Ein besonderes Augenmerk wird auch auf die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Beschäftigten in der virtuellen Umgebung gelegt. Es werden geeignete Kommunikations- und Kollaborationstools implementiert, um eine effektive und effiziente Zusammenarbeit über räumliche Distanzen hinweg zu ermöglichen.

Eine stabile Regelkommunikation spielt dabei eine wichtige Rolle für den Erfolg der Implementierung von Kommunikations- und Kollaborationstools. Sie gewährleistet, dass Beschäftigte über die Nutzung dieser Tools informiert und angeleitet werden, was ihre Akzeptanz und Nutzung fördert. Zudem ermöglicht sie eine einheitliche Nutzung der Tools und verhindert Missverständnisse oder Ineffizienzen bei der Zusammenarbeit.

Beispiele für solche Tools sind Microsoft Teams (Teams 2024), eine umfassende Plattform für Chat, Videokonferenzen, Dateifreigabe und Teamarbeit, sowie Slack (Slack 2024), eine Messaging-Plattform für Teamkommunikation und Zusammenarbeit. Auch die Videokonferenzsoftware Zoom (Zoom 2024) oder Trello (Trello 2024), ein Tool für die Aufgabenverwaltung und Zusammenarbeit, sind hilfreiche Instrumente. Des Weiteren gibt es Asana (Asana 2024), eine Projektmanagementsoftware, die Teams dabei unterstützt, Projekte zu planen, Aufgaben zuzuweisen und den Fortschritt zu verfolgen. Durch eine stabile Regelkommunikation wird sichergestellt, dass diese Tools effektiv genutzt werden, um eine reibungslose Zusammenarbeit über räumliche Distanzen hinweg zu ermöglichen und die Ziele der Organisation zu erreichen. Dabei wird auch auf die Förderung von Vertrauen und Akzeptanz für die virtuelle Arbeitsgestaltung im Unternehmen geachtet. Durch gezielte Maßnahmen wie Schulungen, Informationsveranstaltungen und regelmäßige Feedbackrunden wird das Verständnis und die Akzeptanz für die neuen Arbeitsmethoden gestärkt.

1.5 Strukturierter Anwendungsfall

Basierend auf den gesammelten Informationen und der Entwicklung eines Organisationskonzepts für die Einführung der virtuellen Arbeitsgestaltung kann ein **strukturierter Anwendungsfall** erstellt werden. Dieser Anwendungsfall beschreibt konkret, wie die VAG in einem bestimmten Szenario angewendet wird, welche Schritte dafür erforderlich sind und welche Ergebnisse erzielt werden sollen. Er dient als Leitfaden für die praktische Umsetzung und ermöglicht es den Unternehmen, die virtuelle Arbeitsgestaltung gezielt und effektiv einzuführen. Durch die strukturierte Darstellung des Anwendungsfalls werden die Ziele, Prozesse und Ergebnisse der VAG transparent und nachvollziehbar, was eine erfolgreiche Umsetzung erleichtert. Jedes Unternehmen hat spezifische Anforderungen und Ziele, daher muss der Anwendungsfall flexibel genug sein, um diesen gerecht zu werden. Er dient als Leitfaden für die praktische Umsetzung und stellt sicher, dass alle relevanten Aspekte berücksichtigt werden, um die VAG erfolgreich zu implementieren.

2. Implementierung der Technologie

Die Implementierung der Technologie bildet den zentralen Schritt der zweiten Phase. Die Technologieauswahl und Anwendungsentwicklung stehen dabei im Fokus (siehe Abb. 7 , Seite 93). Es gilt, die passenden technologischen Lösungen auszuwählen, die den spezifischen Anforderungen und Zielen des zuvor entwickelten Organisationskonzepts entsprechen. Dies erfordert eine sorgfältige Evaluierung verschiedener Software- und Hardwareoptionen unter Berücksichtigung von Aspekten wie der Benutzerfreundlichkeit, Funktionalität, Sicherheit und Skalierbarkeit.

2.1 Technologieauswahl

Die Ergebnisse der Phase 1 sind entscheidend für die Auswahl der Technologie in Phase 2. Sie helfen bei der Identifizierung geeigneter Anwendungsbereiche, klären technische Anforderungen und bewerten die Akzeptanz der Belegschaft. Zudem zeigen sie den Schulungsbedarf auf und beschreiben spezifische Anforderungen sowie die Integration der Technologie. Unternehmen können diese Informationen nutzen, um die passende Technologie für ihre Bedürfnisse auszuwählen. Darüber hinaus dienen die Ergebnisse zur Kostenkalkulation und Budgetierung. Es ist wichtig, verschiedene Technologien zu evaluieren, Expertenmeinungen einzuholen und die Vor- und Nachteile abzuwägen.

Eine bewährte Methode zur **Technologieauswahl** ist die Durchführung eines strukturierten Bewertungsprozesses. Hierbei werden zunächst die Anforderungen und Kriterien definiert, die die ausgewählte Technologie erfüllen muss. Anschließend werden potenzielle Lösungen identifiziert und anhand dieser Kriterien bewertet. Dabei können verschiedene Tools wie Entscheidungsmatrizen, Bewertungstabellen oder Scorecards (BWLL_Eisenhower 2024; BWLL_SWOT 2024; BWLL_Scorecard 2024; Devshali 2024) verwendet werden, um die Vor- und Nachteile der einzelnen Optionen transparent zu machen und eine fundierte Entscheidung zu treffen.

Bewertungsmatrizen, Scorecards und Bewertungstabellen sind Instrumente, die zur systematischen Bewertung von Sachverhalten, Personen oder Pro-

Abbildung 7: Phase 2 – Auswahl und Implementierung der für den Anwendungsfall geeigneten Technologie

zessen verwendet werden. Sie bieten Struktur und Objektivität bei der Beurteilung und können in verschiedenen Bereichen wie Personalwesen, Projektmanagement, Qualitätsmanagement oder Marketing eingesetzt werden.

Diese Tools haben gemeinsame Merkmale: Sie ermöglichen eine strukturierte Bewertung anhand festgelegter Kriterien, visualisieren die Ergebnisse oft in übersichtlichen Tabellen oder Grafiken und ermöglichen den Vergleich der Bewertungsergebnisse, um Unterschiede und Trends zu erkennen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Einbeziehung der relevanten Stakeholder in den Auswahlprozess. Durch die Beteiligung der Beschäftigten aus verschiedenen Abteilungen und Hierarchieebenen können unterschiedliche Perspektiven und Bedürfnisse berücksichtigt werden. Dies erhöht nicht nur die Akzeptanz der ausgewählten Technologie, sondern führt auch zu einer breiteren Unterstützung für die Implementierung. Nach der Auswahl der geeigneten Technologie folgt die Anwendungsentwicklung. Dabei werden spezifische Anwendungen und Tools entwickelt oder angepasst, um die virtuelle Arbeitsgestaltung im Unternehmen zu unterstützen. Hierbei ist es wichtig, die Bedürfnisse und Anforderungen der Beschäftigten sowie die organisatorischen Ziele im Blick zu behalten, um maßgeschneiderte Lösungen zu schaffen.

Merkmal	Bewertungsmatrix	Routineaufgaben und wiederkehrende Tätigkeiten	Bewertungstabelle
Zielsetzung	Vergleich und Bewertung von Objekten nach mehreren Kriterien	Überwachung und Steuerung von Leistungen anhand von Kennzahlen	Erfassung und Dokumentation von Bewertungsdaten
Aufbau	Matrix mit Zeilen (Kriterien) und Spalten (Objekte)	Tabelle mit Kennzahlen, Zielwerten und Ist-Werten	Tabelle mit Bewertungsmerkmalen und Bewertungen
Anwendung	Auswahl des besten Objekts aus mehreren Alternativen	Identifizierung von Abweichungen von Zielwerten und Einleitung von Gegenmaßnahmen	Dokumentation von Bewertungsresultaten für spätere Auswertungen

Abbildung 8: Übersichtstabelle zur Anwendung von Bewertungsmatrix, Scorecard oder Bewertungstabelle

Ein effektives Vorgehen bei der **Anwendungsentwicklung** ist die iterative und agile Arbeitsweise (DPM_AgilesPM 2024; Mint_AgilesArbeiten 2024). Die iterative und agile Arbeitsweise bei der Produkt- und Technologieentwicklung zeichnet sich durch kurze Entwicklungszyklen, kontinuierliches Feedback und die ständige Anpassung an neue Anforderungen aus. Im Gegensatz zu traditionellen, linearen Entwicklungsprozessen werden in der iterativen und agilen Entwicklung die Anforderungen schrittweise verfeinert und die Produkte in mehreren Iterationen entwickelt.

Kurze Entwicklungszyklen ermöglichen die Erstellung funktionsfähiger Teilergebnisse des Produkts in kurzen Zyklen, während kontinuierliches Feedback von Nutzer:innen und Stakeholder:innen in den Entwicklungsprozess einfließt. Anpassungsfähigkeit erlaubt es, Anforderungen und Produktdesign während des gesamten Prozesses anzupassen, und Teamwork sowie offene Kommunikation sind entscheidend für die Zusammenarbeit im Team.

Die Vorteile dieser Arbeitsweise sind eine schnellere Markteinführung, höhere Qualität, geringere Risiken und eine höhere Kund:innenzufriedenheit. Beispiele für agile Frameworks sind Scrum (Schwaber 2020) und Kanban (Radigan 2024), die unterschiedliche Schwerpunkte und Herangehensweisen bieten.

Im nächsten Schritt erfolgen das Feedback und die Evaluation. Während der Implementierung der Technologie ist es von entscheidender Bedeutung, kontinuierlich Feedback von den Beschäftigten einzuholen und die Wirksamkeit der neuen Arbeitsprozesse zu evaluieren. Dies ermöglicht es, potenzielle Probleme frühzeitig zu erkennen und Anpassungen vorzunehmen, um eine reibungslose Integration der virtuellen Arbeitsgestaltung (VAG) sicherzustellen.

2.2 Feedback und Evaluation

Das **Feedback** wird durch verschiedene Mechanismen eingeholt, um eine vielfältige und umfassende Perspektive zu gewährleisten. Hierzu können Umfragen, Interviews, Arbeitsgruppen oder andere Feedback-Mechanismen genutzt werden. Es ist wichtig, dass die Mitarbeiter:innen offen und ehrlich über ihre Erfahrungen und Anliegen bezüglich der neuen Arbeitsprozesse berichten können. Dies schafft Vertrauen und ermöglicht es, gezielt auf Verbesserungsmöglichkeiten einzugehen (Crea_Feedback 2024).

Die **Evaluation** konzentriert sich darauf, die erreichten Ergebnisse mit den ursprünglich definierten Zielen und Erwartungen zu vergleichen. Dabei werden verschiedene Kriterien herangezogen, um eine umfassende Bewertung vorzunehmen. Zu den evaluierenden Kriterien gehören u. a. die Effizienz der neuen Arbeitsprozesse, die Produktivität der Beschäftigten, ihre Zufriedenheit sowie die entstandenen Kosten.

Durch eine systematische Evaluation können Stärken und Schwächen der implementierten Technologien und Arbeitsprozesse identifiziert werden. Dies ermöglicht es, Erfolgsfaktoren zu erkennen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen, um die Effektivität und Effizienz der VAG weiter zu verbessern. Ein kontinuierlicher Evaluationsprozess gewährleistet somit eine dynamische und iterative Optimierung der virtuellen Arbeitsgestaltung im Unternehmen (Matt 2018).

Insgesamt tragen das Feedback und die Evaluation dazu bei, die Implementierung der Technologie und die Erprobung neuer Arbeitsprozesse zu einem erfolgreichen Zwischenergebnis dieser Phase zu führen. Durch das kontinuierliche Lernen und die Anpassung an die Bedürfnisse und Anforderungen der Betroffenen wird eine nachhaltige Integration der VAG im Unternehmen ermöglicht.

Die Erprobung neuer Arbeitsprozesse stellt das Zwischenergebnis dieser Phase dar. Durch die Implementierung der ausgewählten Technologien und die Anpassung der Arbeitsabläufe werden die neuen virtuellen Arbeitsprozesse erprobt und in der Praxis getestet. Dabei liegt der Fokus nicht nur auf den technischen Aspekten, sondern es werden auch organisatorische und soziale Faktoren berücksichtigt, um eine ganzheitliche Bewertung zu ermöglichen.

Das **Zwischenergebnis** dieser Phase dient als Grundlage für weitere Anpassungen und Optimierungen im Rahmen des Change-Prozesses. Die gesammelten Erkenntnisse und Rückmeldungen fließen in die kontinuierliche Verbesserung der virtuellen Arbeitsgestaltung ein. Dies ermöglicht es, auf etwaige Herausforderungen und Bedenken der Beschäftigten einzugehen und die neuen Arbeitsprozesse entsprechend anzupassen.

3. Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle

Basierend auf den Entwicklungen aus Phase 1 und Phase 2 wird Phase 3 mit dem Fokus auf die Digitalisierung von Prozessen, Produkten und Dienstleistungen gestaltet. Diese Phase umfasst zwei zentrale Themen: die Implementierung und Skalierung sowie die Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle (siehe Abb. 9).

Abbildung 9: Phase 3 – Implementierung und Skalierung der neuen Prozesse und Entwicklung neuer Produkte, Services und Dienstleistungen

3.1 Implementierung und Skalierung

Die **Implementierung und Skalierung** digitaler Prozesse, Produkte und Dienstleistungen bildet den ersten Schritt in Phase 3. Nach der erfolgreichen Erprobung und Integration der virtuellen Arbeitsgestaltung (VAG) werden nun die digitalen Prozesse, Produkte und Dienstleistungen in größerem Umfang im Unternehmen implementiert und skaliert. Dies erfordert eine gezielte Planung und Umsetzung, um sicherzustellen, dass die digitalen Lösungen effektiv in den Arbeitsalltag integriert werden und für das Unternehmen einen Mehrwert haben.

Die Implementierung erfolgt in enger Abstimmung mit den relevanten Stakeholdern und unter Berücksichtigung der individuellen Anforderungen und Gegebenheiten des Unternehmens. Dabei werden mögliche Hürden und Risiken frühzeitig identifiziert und entsprechende Maßnahmen ergriffen, um einen reibungslosen Implementierungsprozess sicherzustellen (BWLL_SWOT 2024; Kuhnle 2022). Gleichzeitig werden Mechanismen zur Skalierung entwickelt, um die digitalen Lösungen schrittweise auszuweiten und an die wachsenden Anforderungen des Unternehmens anzupassen. Hierbei spielen insbesondere auch Aspekte der betriebswirtschaftlichen Bewertung (Kosten/Nutzen) eine wichtige Rolle bei der Einschätzung der Skalierungsfähigkeit.

3.2 Neue Produkte, Prozesse und Dienstleistungen

Im zweiten Teil von Phase 3 erfolgt die Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle auf Basis der digitalen Möglichkeiten. Die erfolgreiche Implementierung der VAG und anderer digitaler Lösungen eröffnet neue Chancen für innovative Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle. Unternehmen können ihre bestehenden Angebote erweitern oder völlig neue Produkte und Dienstleistungen entwickeln, die auf den Möglichkeiten der Digitalisierung basieren.

Um neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle auf Basis digitaler Möglichkeiten zu entwickeln, kann ein Unternehmen verschiedene Schritte im Rahmen einer Strategiebildung durchführen.

Ein konkretes Instrument, das Unternehmen bei der Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle auf Basis digitaler Möglichkeiten unterstützen kann, ist das Business Model Canvas (siehe Abb. 10) (Färber 2024).

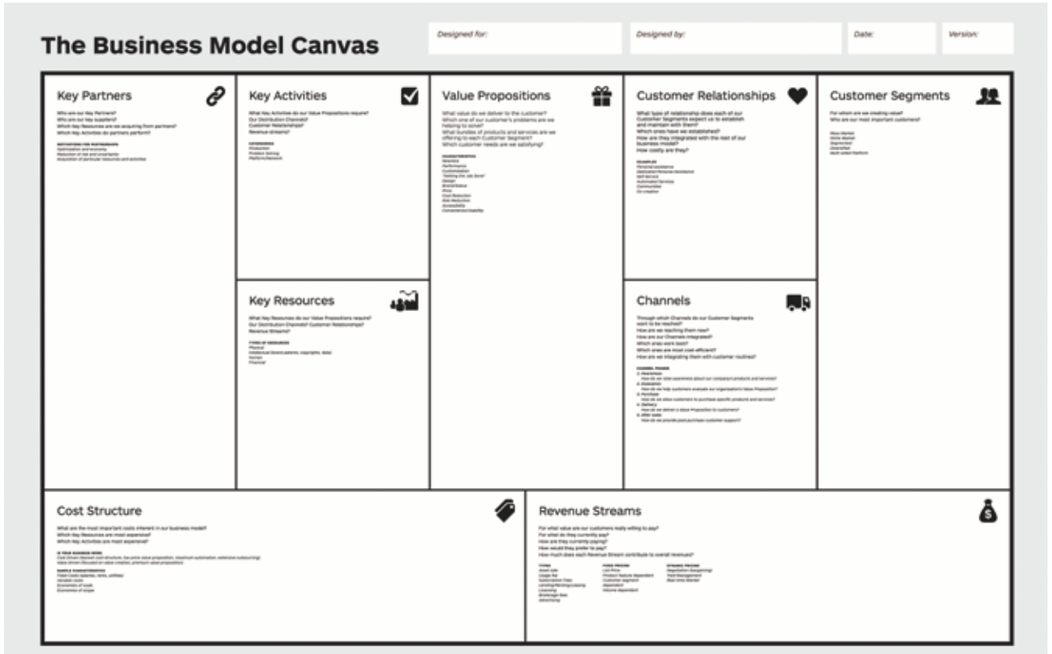


Abbildung 10: Beispiel Business Model Canvas, Quelle: http://www.businessmodelalchemist.com/tools

Es ermöglicht eine strukturierte Analyse und Visualisierung verschiedener Aspekte des Geschäftsmodells, einschließlich Kund:innensegmenten, Wertangeboten, Vertriebskanälen und Einnahmequellen. Durch die Nutzung des Business Model Canvas können Unternehmen Trends und Bedürfnisse im Zusammenhang mit digitalen Lösungen identifizieren, interne Ressourcen bewerten, Innovationsmöglichkeiten erkunden und eine Roadmap für die Umsetzung ihrer Ideen erstellen. Vor diesem Hintergrund kann das Business Model Canvas demnach dazu verwendet werden, neue Geschäftsmodellvariationen, die auf den Anwendungsmöglichkeiten der virtuellen Arbeitsgestaltung basieren, strukturiert zu entwickeln.

Hierzu erfolgt zunächst eine Analyse des Marktes und der Zielgruppe, um Trends und Bedürfnisse im Zusammenhang mit digitalen Lösungen zu identifizieren (GTrends 2024; SimilarWeb 2024; Statista 2024). Anschließend wird eine Bewertung der eigenen Ressourcen und Fähigkeiten vorgenommen, um interne Potenziale, Risiken oder Qualifikationslücken zu erkennen (BWLL_SWOT 2024; Kuhnle 2022). Basierend auf diesen Erkenntnissen werden Innovationsmöglichkeiten gesucht, sei es durch die Integration digitaler Lösungen in bestehende Angebote oder die Entwicklung völlig neuer Produkte und Dienstleistungen (Miro_Brain 2024; Schwaber 2020). Darauf aufbauend wird eine Roadmap erstellt, die die Schritte zur Umsetzung der Ideen und die zeitliche Abfolge der Entwicklung festlegt (Radigan 2024; Jira 2024). Nach der Prototypenentwicklung und Testphase erfolgt die Implementierung und Vermarktung der neuen Produkte und Dienstleistungen, begleitet von einer kontinuierlichen Verbesserung auf Basis von Kund:innenfeedback (Umfragetools 2022) und Anpassungen an veränderte Marktanforderungen.

Die Wahl der geeigneten Tools hängt von den spezifischen Anforderungen des Unternehmens und den jeweiligen Phasen des Entwicklungsprozesses ab. Es ist empfehlenswert, verschiedene Tools auszuprobieren und miteinander zu vergleichen, um die beste Lösung für die individuellen Bedürfnisse zu finden. Wichtig zu erwähnen ist, dass der Einsatz von Tools einen Teil der zur erfolgreichen Umsetzung darstellt. Die Entwicklung neuer digitaler Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle erfordert außerdem eine klare Vision, strategisches Denken, unternehmerisches Geschick und ein agiles Mindset. Ein anschauliches Beispiel für die Erweiterung des Geschäftsmodells ist der ViSAAR-Anwendungsfall des Unternehmens NetComSolutions GmbH (vgl. Kap. VI).

Insgesamt bietet Phase 3 des Vorgehensmodells die Möglichkeit, die Chancen der Digitalisierung voll auszuschöpfen und das Unternehmen für die Zukunft zu stärken. Durch die gezielte Implementierung und Skalierung digitaler Lösungen sowie die Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle können Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern und langfristigen Erfolg sichern.

4. Zusammenfassung

Das entwickelte Vorgehensmodell zur Einführung virtueller Arbeitsgestaltung in KMU in strukturschwachen Regionen bietet einen Rahmen, um den digitalen Wandel erfolgreich zu gestalten. Durch die Integration virtueller Arbeitsmodelle können Unternehmen nicht nur ihre Effizienz steigern und Kosten senken, sondern auch ihre Wettbewerbsfähigkeit in einem zunehmend digitalisierten Markt stärken. Dieser Ansatz berücksichtigt die Herausforderungen, denen KMU in weniger entwickelten Regionen gegenüberstehen, und bietet praktische Lösungen, um diesen Unternehmen den Zugang zu den Vorteilen der digitalen Transformation zu ermöglichen.

Für Unternehmen bieten sich durch die Einführung virtueller Arbeitsgestaltung zahlreiche Vorteile. Neben den potenziellen Kosteneinsparungen durch den Wegfall physischer Infrastruktur können sie auch von einer flexibleren Arbeitsumgebung profitieren, die es den Beschäftigten ermöglicht, ihre Aufgaben von verschiedenen Standorten aus zu erledigen. Dies kann nicht nur die Work-Life-Balance der Belegschaft verbessern, sondern auch die Produktivität steigern und die Zufriedenheit erhöhen.

Die Vorgehensbeschreibung fungiert als praktischer Leitfaden für Unternehmen, die virtuelle Arbeitsgestaltung einführen möchten. Sie bietet eine klare Struktur und orientiert sich an den Bedürfnissen der Unternehmen sowie den aktuellen Trends und Entwicklungen im Bereich der digitalen Transformation. Unternehmen können dieses Modell nutzen, um Schritt für Schritt die Vorteile virtueller Arbeitsgestaltung zu realisieren und sich so langfristig Wettbewerbsvorteile zu sichern. Zusätzliche Informationen zur Umsetzung und Anpassung des Vorgehensmodells finden sich in den ViSAAR-Unternehmensbeispielen in Kapitel VI.

Weitere Informationen über das Projekt ViSAAR, die Beteiligten, die Umsetzungsprojekte sowie nützliche Tools befinden sich unter: www.visaar.de

5. Literaturverzeichnis

Aris (2024): ARIS Express – Freie Software für Unternehmensprozessmanagement. Software AG. https://ariscommunity.com/aris-express (Zugriff am 15. April 2024).

Asana (2024): Asana – Arbeitsvorgänge und Workflows mit Unternehmenszielen. Asana, Inc. https://asana.com/de (Zugriff am 15. April 2024).

Bernardy, V., Müller, R., Röltgen, A. T., Antoni, C. H. (2021): Führung hybrider Formen virtueller Teams – Herausforderungen und Implikationen auf Team- und Individualebene. In: Mütze-Niewöhner, S., et al. Projekt- und Teamarbeit in der digitalisierten Arbeitswelt. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-62231-5_6. (Zugriff am 15. April 2024).

Bizagi (2024): Kollaborative Software zur Abbildung von Geschäftsprozessen. Bizagi. https://www.bizagi.com/de/plattform/modeler (Zugriff am 15. April 2024).

BWLL_Eisenhower (2024): Eisenhower-Prinzip. bwl.lexikon.de. https://www.bwl-lexikon.de/wiki/eisenhower-prinzip/ (Zugriff am 15. April 2024).

BWLL_Scorecard (2024): Balanced Scorecard. bwl-lexikon.de. https://www.bwl-lexikon.de/wiki/balanced-scorecard/ (Zugriff am 15. April 2024).

BWLL_SWOT (2024): SWOT-Analyse. bwl-lexikon.de. https://www.bwl-lexikon.de/wiki/swot-analyse/ (Zugriff am 15. April 2024).

Centigrade (2024): Die Welt ist nicht zweidimensional – Warum sollten es User Interfaces sein? Centigrade GmbH. https://www.centigrade.de/de/leistungen/ar-vr (Zugriff am 15. April 2024).

Crea_Feedback (2024): Feedbackmethoden – 15 Methoden für hilfreiches Feedback. Creaholic SA | Pulse Feedback. https://www.start-pulse.com/de/ressourcen/wissen/feedback/methoden (Zugriff am 15. April 2024).

Debusmann (2024): Einsatz von Field Management Systemen und Smart Devices für die remote Inbetriebnahme von Geräten. Debusmann GmbH. https://visaar.de/usecases/usecasedebusmann/ (Zugriff am 15. April 2024).

Devshali, H. (2024): Die 7 besten Bewertungsmatrix-Vorlagen mit Beispielen. SlideTeam, 2024. https://www.slideteam.net/blog/die-7-besten-bewertungsmatrix-vorlagen-mit-beispielen-und-beispielen (Zugriff am 15. April 2024).

Prologistik (2024): Digitale Systemlösungen für die Supply Chain. proLogistik Group, 2024. https://www.prologistik.com/ (Zugriff am 15. April 2024).

DPM_AgilesPM (2024): Die besten Bücher: AGILES PROJEKTMANAGEMENT. dieprojektmanager.com, 2024. https://dieprojektmanager.com/buch-die-besten-buecher-agiles-projektmanagement/ (Zugriff am 15. April 2024).

Färber, et. al. (2024): Business Model Canvas: Für das ideale Geschäftskonzept. Gründer.de, 2024. https://www.gruender.de/gruendung/business-model-canvas/ (Zugriff am 15. April 2024).

Greencells (2024): Virtualisierte Unterstützung von Arbeitsprozessen und topologische Geländeerfassung mittels Photogrammetrie beim Bau von Solarparks. Greencells Group, 2024. https://visaar.de/usecases/usecasegreencells/ (Zugriff am 15. April 2024).

GTrends(2024):GoogleTrends–Trendanalyse.Google, Inc., 2024. https://trends.google.com/trends/ (Zugriff am 15. April 2024).

ifaa (2024): Checkliste – Digitalisierung & Industrie 4.0 in der Praxis. ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V., 2024. https://www.arbeitswissenschaft.net/angebote-produkte/checklistenhandlungshilfen/ue-che-checkliste-digitalisierung-i40-praxis (Zugriff am 15. April 2024).

ISL (2024): Optimierte Sequenzierung und Zuweisung von Packaufträgen im digitalisierten Shopfloor Leitstand. ISL Group, 2024. https://visaar.de/usecases/usecaseisl/ (Zugriff am 15. April 2024).

Jira (2024): Jira - Software für die Vorgangs- und Projektverfolgung. Atlassian, 2024. https://www.atlassian.com/software/jira (Zugriff am 15. April 2024).

Körber (2024): Integrierte Supply-Chain-Technologie – Referenzen. Körber AG, 2024. https://koerber-supplychain.com/de/referenzen (Zugriff am 15. April 2024).

Kraus, G. (2022): Mitarbeiterführung: Virtuelle Teams als „Ruhekissen"? Haufe.de, 06. 22 2022. https://www.haufe.de/personal/neues-lernen/mitarbeiterfuehrung-virtuelle-teams-als-ruhekissen_589614_567164.html (Zugriff am 15. April 2024).

Kröll, M. (2007): Methode zur Technologiebewertung für eine ergebnisorientierte Produktentwicklung. 2007. https://d-nb.info/99497096x/34 (Zugriff am 15. April 2024).

Kuhnle, H. (2022): Skill-Gap-Analyse. In: Nachhaltiges Wachstum im Mittelstand. Wiesbaden: Springer Gabler, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-658-38362-6_17 (Zugriff am 15. April 2024).

Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A. Schmitt, K., Schmitz, E. Schröter, M. (2015): Studie – INDUSTRIE 4.0-READINESS. 2015. https://example.com (Zugriff am 15. April 2024).

LM-BW (2024): Landesmuseum Württemberg – Interaktiver Museumsguide & Navigation. Fluxguide Ausstellungssysteme GmbH, 2024. https://www.fluxguide.com/projekte/landesmuseum-wuerttemberg/ (Zugriff am 15. April 2024).

Lucidchart (2024): Lucidchart - Diagrammvorlagen. Lucid Software Inc., 2024. https://www.lucidchart.com/pages/templates (Zugriff am 15. April 2024).

Mai, J. (2021): Workshop-Methoden: 10 Beispiele und Tipps zum Ablauf. Karrierebibel GmbH, 2021. https://karrierebibel.de/workshop-methoden/ (Zugriff am 15. April 2024).

managementbuch.de (2024): Die besten Bücher zu Change Management https://www.managementbuch.de/shop/magazine/136174/change_management.html (Zugriff am 15. April 2024).

Matt, D. T. (2018): KMU 4.0 - Digitale Transformation in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Berlin: GITO mbH Verlag, 2018. ISBN 978-3-95545-267-4, https://doi.org/10.30844/wgab_2018_01 (Zugriff am 15. April 2024).

Mint_AgilesArbeiten (2024): 10 Bücher zum Thema agiles Arbeiten. MINT Solutions GmbH, 2024. https://www.mint-solutions.de/mint-blog/agilitaet/10-buecher-zum-thema-agiles-arbeiten-3/ (Zugriff am 15. April 2024).

Miro_Brain (2024): Miro - Brainstorming Vorlagen. Miro, 2024. https://miro.com/templates/brainstorming/. (Zugriff am 15. April 2024).

NCS (2024): Mediengestützte Fehlerbehebung für mehr Serviceeffizienz. NetComSolutions GmbH, 2024. https://visaar.de/usecases/usecasencs/. (Zugriff am 15. April 2024).

Radigan, D (2024): Kanban - So lässt sich die Scrum-Methode in der Softwareentwicklung anwenden. Atlassian Pty Ltd, 2024. https://www.atlassian.com/de/agile/kanban. (Zugriff am 15. April 2024).

Schawel, C., Billing, F. (2004): Die Top 100 Management Tools. In: Top 100 Management Tools. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2004. https://doi.org/10.1007/978-3-663-11649-3_3. (Zugriff am 15. April 2024).

Schwaber, K., Sutherland, J. (2020): Der Scrum Guide - Der gültige Leitfaden für Scrum: Die Spielregeln. scrumguides.org, 2020. https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-German.pdf. (Zugriff am 15. April 2024).

SimilarWeb (2024): https://www.similarweb.com/de/. Analysieren Sie mühelos Ihre Wettbewerbslandschaft. Similarweb LTD, 2024. (Zugriff am 15. April 2024).

Slack (2024): Slack - Produktivitätsplattform. Slack Technologies, LLC, 2024. https://slack.com/intl/de-de. (Zugriff am 15. April 2024).

Statista (2024): Insights und Fakten aus 170 Branchen und 150+ Ländern. Statista GmbH, 2024. https://de.statista.com/. (Zugriff am 15. April 2024).

Teams (2024): Microsoft Teams - Videokonferenzen, Besprechungen, Anrufe. Microsoft Corp., 2024. https://www.microsoft.com/de-de/microsoft-teams. (Zugriff am 15. April 2024).

Trello (2024): Trello - Auf Kanban basierender Aufgaben-Verwaltungs-Onlinedienst. Atlassian Inc., 2024. https://trello.com/de. (Zugriff am 15. April 2024).

Umfragetools (2022): Umfrage-Tools: Welche Anbieter überzeugen? https://www.marktforschung.de/diy-research/leitfaden-umfrage-erstellen-alle-wichtigen-schritte/umfrage-erstellen-8-online-umfrage-tools-im-vergleich/ (Zugriff am 15. April 2024).

Visio (2024): Visio – Flussdiagramm-Designer und Diagrammdesign-Software. Microsoft Corp., 2024. https://www.microsoft.com/de-de/microsoft-365/visio/flowchart-software (Zugriff am 15. April 2024).

Walor (2024): Virtualisierungslösung zur Synchronisation von Arbeits- und Projektständen und digitaler Zeiterfassung. Walor Stahlbau- und Montage GmbH, 2024. https://visaar.de/usecases/usecase-walor/ (Zugriff am 15. April 2024).

Wildemann, H. (2024): Self-Assessment-Tools – Checklisten zur Selbstbewertung von Unternehmen. München: TCW, 2024. ISBN 978-3-929918-68-7.

Woll (2024): Digitalisierung von Informationsströmen und Freigabeprozessen. Woll Maschinenbau GmbH, 2024. https://visaar.de/usecases/usecasewoll/ (Zugriff am 15. April 2024).

Wirtschaftspsychologische Gesellschaft (WPGS) (2024): Führen auf Distanz: Erfolgreiche virtuelle Führung. 2024. https://wpgs.de/fachtexte/fuehren-auf-distanz/ (Zugriff am 15. April 2024).

Zoom (2024): Zoom – Modernes kollaboratives Arbeiten mit Chat und Kanälen, Telefon, Whiteboard und Videomeetings. Zoom Video Communications, Inc., 2024. https://zoom.us/ (Zugriff am 15. April 2024).

VI. Gute-Praxis-Beispiele aus dem ViSAAR-Projekt

Im Rahmen des ViSAAR-Vorhabens haben sechs mittelständische Unternehmenspartner aus Industrie, Handwerk und industrienahen Dienstleistungen betriebliche Anwendungsfälle („Use-Cases“) für die virtualisierte Arbeitsgestaltung entwickelt. Diese Use-Cases setzen auf den sehr unterschiedlichen Bedarfen der einzelnen Unternehmen auf. Im Ergebnis steht jedes Unternehmen für ein Praxisbeispiel, das die Potenziale virtueller Arbeitsgestaltung aufzeigt. Alle Beispiele zusammen illustrieren die Breite des Spektrums, das in KMU möglich ist – wobei sie keineswegs für eine Vollständigkeit aller Anwendungsmöglichkeiten stehen. Nebenstehende Abbildung zeigt die Unternehmen und ihre realisierten Lösungen im Überblick:

DEBUSMANN KÄLTE · KLIMA · LUFTTECHNIK

Prozessvereinfachung im Handwerk durch Remote-Assistenz und digitale Dokumentation

GREENCELLS GROUP

Nachhaltiges und kosteneffizientes Baustellenmonitoring durch virtuelle Assistenzsysteme

ISL GROUP MANAGEMENT

Mehr Effizienz und Arbeitsentlastung durch intelligente Produktionssteuerung

WOLL SONDERLÖSUNGEN Maschinenbau

Papierlose Fertigung durch virtualisierte Informationsströme

WALOR Stahlbau und Montage GmbH

Effizientere Administration in der Montage durch virtuell gestütztes Personalmanagement

NetComSolutions

Professional Printing ■ Managed Print Services ■ Umweltrelevante Print Solutions

Erweitertes Geschäftsfeld und besserer Service durch digitale Kundeneinbindung

Quelle: iso-Institut

In den folgenden Falldarstellungen werden die Gute-Praxis-Beispiele des ViSAAR-Projektes vorgestellt.

Gute-Praxis-Beispiel **Debusmann GmbH**

Prozessvereinfachung im Handwerk durch Remote-Assistenz und digitale Dokumentation

Melanie Schmitt, Moritz Paulus, Kai Conrad

Produkt- und Dienstleistungsqualität verbessern, Mitarbeiter:innenkompetenzen entwickeln und Reiseaufwand reduzieren – für diese Ziele hat der Klima- und Kältespezialist Debusmann GmbH verschiedene Tools zur Remote-Assistenz und digitalen Dokumentation getestet und eingeführt. Ziel ist es, verschiedene Arbeitsprozesse sowohl im handwerklichen als auch im administrativen Bereich der Firma zu vereinfachen und effizienter zu gestalten sowie eine schnelle und sichere Informationsbeschaffung zu gewährleisten. Durch die Digitalisierung von Informationen und durch den Einsatz einer AR-Brille sollen eine reibungsfreiere Kommunikation zwischen Mitarbeitenden an verschiedenen Standorten, ein verbesserter Informationsaustausch im Unternehmen und eine kompetente fachliche Unterstützung unter den Kolleg:innen gelingen. Damit wird dem Fachkräftemangel und drohenden Personalengpässen entgegengewirkt.

1. Wo ist das Unternehmen gestartet?

Die Firma Debusmann GmbH (Debusmann) ist mit rund 40 Mitarbeitenden ein kleines Unternehmen aus dem Bereich Klimatechnik, das 1997 als Familienbetrieb in Saarbrücken gegründet wurde. In den letzten Jahren wurde ein Generationswechsel vollzogen. Der Firmengründer hat die Führung des Handwerksbetriebs an seinen Sohn übergeben. Seitdem befinden sich auch in Hamburg und Frankfurt zwei weitere Standorte. Debusmann ist auf den Bereich Raumklimatisierung und Kälteanlagen spezialisiert und führt Installationen sowie Wartungen von Anlagen der Kälte-, Klima- und Lufttechnik für Privat- und Gewerbekunden durch. Die Firma bietet Einzelanlagen von Herstellern, aber auch hochkomplexe Eigenentwicklungen an. Kommt es zu Störungen, müssen die Monteure[1] schnell beim Kunden vor Ort sein. Der Familienbetrieb beschäftigt sowohl Mitarbeitende im Büro, die für die Verwaltung der handwerklichen Dienstleistungen verantwortlich sind, als auch Mitarbeitende im Außendienst, die für die handwerklichen Tätigkeiten in den Bereichen Montage, Wartung und Service (Einsatz bei Störfällen) zuständig sind.

Die handwerklichen Dienstleistungen der Firma Debusmann wurden über lange Zeit mit zahlreichen analogen Hilfsmitteln administrativ abgewickelt. So wurde beispielsweise die Arbeitszeit mittels Stundenzettel erfasst oder die durchgeführten Arbeiten und benötigten Materialien bei den Kund:innen handschriftlich dokumentiert. Bereits einige Zeit vor dem Einstieg der Firma in das Modellprojekt ViSAAR hatten alle Beschäftigten eine E-Mail-Adresse zugewiesen bekommen. Daran sollte im Projekt angeknüpft werden und verschiedene digitale Dokumentations- und Kommunikationstools wie z. B. Office 365 und mobile Endgeräte eingerichtet werden.

Auch vor dem technischen Fortschritt bleibt die Tradition der Handwerkskunst nicht unberührt. Moderne Klimaanlagen erfordern eine digitale Herangehensweise von Handwerkern, da es für die Installation und Wartung unerlässlich ist, sie mit einem Laptop zu verbinden. So sind alle Daten zur Anlage über den PC schnell verfügbar und die Fehlersuche bzw. deren Beseitigung wird vereinfacht. Bei Klimaanlagen und auch Kühlanlagen müssen üblicherweise verschiedene Messungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftstrom, Druck und Lärmpegel) durchgeführt werden, um eine korrekte Installation und effiziente Funktionsweise sicherzustellen. Als Alleinstellungsmerkmal im Unternehmen gilt eine Großanlage mit ortsunabhängigem Zugriff. Auf diese Weise treffen Fehlermeldungen bei Debusmann ein, noch bevor der Kunde sie bemerkt. Die notwendigen Arbeiten werden dann von den Mitarbeitenden vor Ort getätigt.

Komplexe Handwerkerdienstleistungen wie Wartung, Reparatur, Instandhaltung und Anlagenkonstruktion erfordern häufig Fachkompetenz vor Ort. Daraus resultieren Reisezeiten, die die Leistungserbringung verzögern und den effizienten Wirkungsradius des Unternehmens einschränken. Aufgrund knapper personeller Ressourcen wird die Betreuung der Kunden durch qualifizierte Fachkräfte immer mehr zur Herausforderung. Darüber hinaus bildet der Betrieb zum/zur Mechatroniker:in für Kältetechnik aus, sodass auch die Auszubildenden durch kompetente Fachkräfte betreut werden müssen. Mit Konzepten wie Remote-Assistenzsystemen für Arbeiten im Außendienst und zur Überwachung des Zustands von Anlagen möchte Debusmann einen technologischen, arbeitsprozessoptimierten und organisatorischen Fortschritt sowie eine Reduktion von Reisezeiten und Kosten erzielen.

Zu Beginn des Projekts ViSAAR wurde eine Bestandsaufnahme bei Debusmann durchgeführt, bei der verschiedene Mitarbeiter:innen zur digitalen Ausstattung im Unternehmen und ihren bisherigen Erfahrungen damit sowie zu ihrer Einstellung zu digitalen Technologien befragt wurden. Es hat sich gezeigt, dass verschiedenen digitalen Technologien bereits eine gewisse Rolle zugeschrieben wurde. Auch wurde ihre Bedeutung bei der Arbeit deutlich: Als positive Veränderungen wurden hierbei Zeitersparnis und Hilfeleistung genannt sowie die Möglichkeit, Wissen nachzuschlagen, und eine vereinfachte Datenmessung bzw. Datenansicht. Negative Veränderungen wurden insbesondere durch Konnektivitätsprobleme, die Verwendung unterschiedlicher Programme oder Systeme und die daraus resultierenden Schnittstellenprobleme sowie große dazugewonnene Datenmengen ersichtlich. Es sei außerdem mehr Aufwand bzw. Wissen notwendig, um die Programme zu bedienen, und Englischkenntnisse wären notwendig, da die Programme teilweise nicht in deutscher Sprache verfügbar seien. Die Auswirkungen der Digitalisierung machten sich laut den befragten Mitarbeitenden insgesamt in einer gesteigerten Schnelligkeit, Fehlerreduktion, Verbesserung der Arbeitsabläufe und vereinfachter Informationsbeschaffung sowie der Möglichkeit, remote zu arbeiten, bemerkbar, wobei sie ebenfalls zu Wissensverlust und gesteigerter Störanfälligkeit aufgrund der erhöhten Komplexität führten.

Quelle: freepik.de

[1] *Im folgenden Text wird die männliche Bezeichnung von „Monteur" verwendet und auf das Gendern verzichtet, da im relevanten Betrieb nur männliche Monteure arbeiten.*

2. Wie wurde das Projekt im Unternehmen gestartet und umgesetzt?

Im Rahmen des ViSAAR-Projekts wurde die Firma Debusmann vom August-Wilhelm Scheer Institut (AWSi) technisch beraten und unterstützt. In Zusammenarbeit mit dem AWSi und zwei betriebsinternen ViSAAR-Projektverantwortlichen mit Führungsverantwortlichkeiten wurde zu Beginn des Projekts der Prozess der Auftragsabwicklung im Service (Einsatz bei Störfällen im Außendienst) als exemplarischer Anwendungsfall eruiert und besprochen. So konnte ein gemeinsames Verständnis und ein Überblick über den Ablauf geschaffen werden. Die Prozessschritte „Falldokumentation" und „Servicedurchführung" wurden für eine genauere Betrachtung sowie Technologieunterstützung innerhalb des ViSAAR-Projekts ausgewählt. Ausgehend davon wurden seitens des AWSi Optionen für die digitale Unterstützung dieser Prozesse aufgezeigt.

Um remote zu arbeiten und Prozesse zu digitalisieren, wurden im Betrieb mobile Endgeräte, wie Tablet-PCs für die Mitarbeitenden im Bereich Wartung sowie Smartphones für die restliche Belegschaft, eingeführt. Zusätzlich wurde das betriebliche Computersystem auf Office 365 umgestellt und damit MS Dynamics, eine ERP-Software für Unternehmensbuchhaltung und Vertrieb, eingerichtet. MS Dynamics wurde in mehreren Schritten so aufbereitet, dass diese Software möglichst sinnvoll, schnell und verständlich für die Belegschaft nutzbar ist. Damit können Mitarbeitende in der Wartung, im Service

Abbildung 1: Demonstrator für die Veranschaulichung des Einsatzpotenzials einer AR-Brille im handwerklichen Außendienst, Quelle: AWSi

und in der Montage das Programm auf ihren mobilen Endgeräten zur Abwicklung der Arbeitsaufträge beim Kunden nutzen. Gleichzeitig haben die Kolleg:innen im Büro über das Programm ebenfalls Zugriff auf die Auftrags- und Kundendaten. Ziel war die Vereinheitlichung von Informationskanälen und die konsistente Nutzung des Programms durch alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, sodass ehemalige Softwaretools und die Verwendung von Papier ersetzt werden konnten. MS Dynamics wird nicht nur für die Abwicklung von Aufträgen genutzt, sondern auch zur Rechnungsstellung, zur Fahrzeug- und Personalakten-Verwaltung oder zur Zeit-, Krankheits- und Urlaubserfassung.

Zudem hat Debusmann begonnen, betriebliche Unterlagen zu digitalisieren, damit diese fortan ortsunabhängig mittels der mobilen Endgeräte abrufbar sind. Das bedeutet, dass die Monteure auf der Baustelle digital auf notwendige Dokumente zugreifen und die Aufträge für die Monteure durch die Kolleg:innen im Büro hochgeladen werden können. Die Verwendung mobiler Endgeräte ermöglicht zudem die Erstellung von Fotos beim Kunden und deren digitale Speicherung in der Kund:innendatei. Über MS Teams können Mitarbeitende kommunizieren und digitale Besprechungen abhalten. Zum digitalen Büro zählt ebenfalls die Verwendung von Online-Ausschreibungen und -Bewerbungen für vakante Stellen oder die digitale Zustellung der Materialien (Pläne) für Kundenaufträge. Debusmann hat es sich zum Ziel gesetzt, den Betrieb besser zu vernetzen, dadurch zeiteffizienter zu arbeiten und Informationen sowie Prozesse nachvollziehbarer zu gestalten. Um die Kundenbeziehungen zu fördern, wurde ein CRM-Programm (Kundenbeziehungsmanagement) eingeführt.

Um effektiver im Betrieb und ortsunabhängig zu arbeiten, hat sich Debusmann mit Remote-Assistenz auseinandergesetzt. Dadurch erhofft sich das Unternehmen eine reibungsfreiere Kommunikation zwischen den Beschäftigten, eine verbesserte Betreuung von Auszubildenden und eine schnellere Informationsbeschaffung. Als Hilfsmittel wurde eine AR-Brille (RealWear Navigator 500/520) erprobt. Sie ermöglicht es dem/der Benutzer:in, digitale Informationen und virtuelle Objekte in die reale Welt zu projizieren. Der/Die Benutzer:in kann dadurch Daten, die er/sie üblicherweise auf mobilen Endgeräten oder am Computer einsehen kann, direkt in das eigene Sichtfeld einblenden, was die Effizienz bei der Ausführung komplexer Aufgaben erhöht und die Notwendigkeit verringert, zwischen verschiedenen Werkzeugen oder Geräten zu wechseln.

Das AWSi hat sich der Aufgabe angenommen, einen Demonstrator für die Veranschaulichung des Einsatzpotenzials von AR-Brillen im handwerklichen Außendienst zu entwickeln. Hierfür wurde ein Klimagerät so modifiziert, dass insbesondere zwei Szenarien veranschaulicht werden können: Zum einen kann mit Hilfeder institutseigenen Software für die AR-Brille ein sogenannter „Experten-Call" mit einem Kollegen oder einer Kollegin und zum anderen kann eine durch das System assistierte Fehlerbehebung durchgeführt werden. Hierbei wird ein auf dem Display des Klimagerätes angezeigter Fehlercode mittels Objekterkennung durch das System erfasst. Anschließend wird der Nutzer / die Nutzerin durch mehrere Lösungsschritte navigiert, um den Fehler zu beheben.

Der Experten-Call mit der AR-Brille wurde von zwei Auszubildenden und dem Betriebsleiter von Debusmann im Arbeitsalltag getestet. Der Ablauf dieser Testung gestaltete sich folgendermaßen: Der Auszubildende (Benutzer der AR-Brille) erkennt ein technisches Problem oder Unterstützungsbedarf auf der Baustelle, setzt sich die AR-Brille auf und startet den Experten-Call per Sprachbefehl. Er ruft damit den Betriebsleiter (Experten) an, der am Computer im Büro sitzt, um von ihm Hilfestellungen oder Anweisungen zur vorliegenden Problematik zu erhalten. Über die integrierte Kamera hat der Experte die Möglichkeit, sich einen Überblick aus der Perspektive des Brillen-Nutzers / der Brillen-Nutzerin zu verschaffen. Im Vergleich zu Videocalls mit Tablet-PC oder Smartphone hat der Auszubildende

auf der Baustelle mit Hilfe der AR-Brille freie Hände, um die vom Betriebsleiter gegebenen Anweisungen direkt umsetzen zu können. Der Betriebsleiter (Experte) wiederum hat durch die AR-Brille besseren visuellen Zugang, kann also schneller die jeweilige Problematik begreifen und präzise Hilfestellungen geben. Bei der Bildübertragung stehen beiden Anwender:innen (Auszubildendede:r und Betriebsleiter:in) unterschiedliche Funktionen wie das Heranzoomen, das Einzeichnen von Markierungen ins Videobild der AR-Brille oder das Nutzen einer Taschenlampe zur Verfügung. Zudem kann der Experte am Computer im Büro durch das visuelle Bild schneller und verlässlicher an Informationen kommen, um beispielsweise Arbeiten beim Kunden zu dokumentieren, Ersatzteile zu bestellen, Kundenaufträge zu erstellen, oder um den letzten Stand der Montage festzuhalten. Die Informationen kann er sich notieren oder mit der Aufnahme eines Fotos auf seinem PC speichern. Dieses AR-Assistenzsystem ermöglicht somit ein schnelleres und zielsicheres Agieren im Betrieb und auf den Baustellen. Mit Hilfe der Praxistests der AR-Brille und des Experten-Calls konnte die Software in praxisrelevanten Szenarien im handwerklichen Außendienst erprobt und dokumentiert werden. Hierfür hat das AWSi einen Evaluationsbogen erstellt und den Anwendern von Debusmann für die Testung im Arbeitsalltag bereitgestellt.

Debusmann hat im Zuge des Projekts ebenfalls begonnen, Betriebsanleitungen einzuscannen, als PDF-Dokumente digital auf dem MS SharePoint abzulegen und mittels selbst generierter QR-Codes, die an den dazugehörigen Klimaanlagen befestigt werden können, auf der AR-Brille oder einem anderen mobilen Endgerät abzurufen. Dieser neue Prozess ermöglicht es Mitarbeitenden im Außendienst, auf gerätespezifische Unterlagen einer Klimaanlage zuzugreifen, direkt auf Fehlermeldungen reagieren zu können und eine mögliche Anleitung aufgezeigt zu bekommen.

Quelle: www.istockphoto.com

3. Erfahrungen, Herausforderungen und Effekte

Akzeptanz: Die Akzeptanz und die damit verbundene zuverlässige Verwendung digitaler Technologien wie Office 365, Smartphones und Tablet-PCs durch Mitarbeitende waren in der Belegschaft gemischt. Viele waren damit bereits vertraut oder es wurde einfach angenommen und genutzt. Manche Mitarbeitende waren zu Beginn der Einführung aus mehreren Gründen etwas zurückhaltend. Ein Grund waren Unsicherheiten bzw. geringes Wissen über die Bedienung der Geräte oder deren Verwendungsmöglichkeiten. Die Funktionsweise der mobilen Endgeräte war manchen Mitarbeitenden unklar oder sogar suspekt. Zudem wurde die Nutzung der Smartphones zu Beginn der Einführung beim Kunden missverstanden: Die Monteure berichteten, dass nach ihrem Eindruck die Kunden dachten, der Mitarbeitende von Debusmann würde am „Handy spielen“ und nicht arbeiten. Die Akzeptanz in der Belegschaft sowie die damit verbundene zuverlässige Verwendung durch Mitarbeitende mussten gewonnen werden, denn technischer Wandel bedarf einer Veränderungsbereitschaft.

Um die zunächst vorherrschende schwache Akzeptanz für digitale Hilfsmittel und Prozesse bei Teilen der Belegschaft zu fördern, entstand der Wunsch von den ViSAAR-Projektverantwortlichen von Debusmann ein Bewusstsein für das strategische Ziel der Digitalisierung im Unternehmen zu schaffen. Sie planten eine stufenweise Digitalisierung mit pädagogischen, technologischen und prozessbezogenen Maßnahmen, damit Remote-Arbeitsprozesse im Tagesgeschäft am Projektende vollständig etabliert sein konnten. Für mehr Akzeptanz verfolgte Debusmann, folgende spezielle Lösungsstrategien:

- Tablet-PCs wurden angeschafft, da sie explizit von Mitarbeitenden gewünscht waren, weil diese nach den Erfahrungen der Monteure bei den Kund:innen seriöser als Smartphones bewertet wurden.

- Die ViSAAR-Projektverantwortlichen bei Debusmann haben Einzelgespräche mit den betroffenen Mitarbeitenden geführt und ihnen die Funktionsweise erklärt sowie die verschiedenen Vorteile wie Arbeitserleichterung und Prozessoptimierung, die digitale Arbeitsprozesse (somit auch die Verwendung von digitalen Geräten) mit sich bringen, verdeutlicht. Die Mitarbeitenden wurden einzeln beraten und angeleitet.
- Um den Umgang mit den mobilen Endgeräten zu fördern, ermunterten die ViSAAR-Projektverantwortlichen die Mitarbeitenden, die Tablet-PCs auch im Privaten, z. B. für Netflix oder zum Surfen im Internet, zu nutzen. So sollte der Umgang mit den technischen Geräten gewohnter und routinierter werden. Zudem erhoffte man sich dadurch, dass die Tablet-PCs und Smartphones nicht ausschließlich als Arbeitsmedium angesehen werden.
- Es wurde versucht, die digitalen Hilfsmittel so zu erstellen und einzurichten, dass sie zu keinem Mehraufwand bei der Nutzung führen. Die Technik und Office 365 sollten so einfach und komfortabel zu bedienen sein, dass sie als eine Erleichterung wahrgenommen werden und Mitarbeitende sie ohne Druck annehmen. Eine Idee bestand darin, aus einer Excel-Datei zur Bestellung von Arbeitskleidung eine App zu erstellen, die spielerischen Charakter aufweist.
- Vereinzelt wurden Testprojekte durchgeführt. Bestimmte Mitarbeitende wurden gebeten, neue Hilfsmittel oder Softwares auszuprobieren und dann Feedback zu ihrer Nutzung zu geben.

Debusmann verzeichnet als Konsequenz dieser Maßnahmen eine steigende positive Einstellung zu digitalen Systemen.

Die Erfahrungen in Bezug auf die Akzeptanz-Schaffung und die Nutzung von digitalen Hilfsmitteln waren für die Projektverantwortlichen von Debusmann sehr lehrreich. Es wurde deutlich, dass mehr Verständnis für die Befürchtungen und die

Quelle: freepik.de

Verweigerung der Mitarbeitenden notwendig war, um dem Akzeptanzproblem angemessen begegnen zu können. Sie mussten zudem herausfinden, dass es einen Unterschied zwischen einem formalen Einverständnis aus „Ja, okay" und der wirklichen Annahme bei den Mitarbeitenden gab. Zusätzlich wurde ihnen klar, dass sie die Technik und damit verbundenen Arbeitsprozesse so einfach wie möglich gestalten oder für die Kolleg:innen einrichten mussten, sodass von allen eine wirkliche Erleichterung wahrgenommen werden konnte.

Digitalisierung von Informationsflüssen und Unternehmenssteuerung: Die Vereinfachung der Zusammenarbeit zwischen Verwaltung und Außendienst, die Auflösung von Medienbrüchen und die Bündelung von Informationen waren weitere Herausforderungen im Umsetzungsprozess. Es mussten Zuständigkeiten geklärt werden und Tätigkeitsbeschreibungen, vor allem für die Beschäftigen im Büro, definiert werden, damit verschiedene Bereiche voneinander abgegrenzt sind. Es bedurfte örtlicher und digitaler Veränderungen, damit die Arbeitsprozesse autarker ablaufen, jede:r seine/ihre Arbeitsplatzbeschreibung kennt und die Mitarbeitenden nicht zu viel Zeit mit Suchen von Informationen verbringen. Beispielsweise sollte jede:r Mitarbeitende mit seinem/ihrem mobilen Endgerät idealerweise auf der Baustelle ein Formular ausfüllen können, mit dem dokumentiert wird, welches Material für einen bestimmten Arbeitsvorgang verbraucht wurde. Diese Daten sollten dann automatisch auf die Rechnung, die von den Büromitarbeitenden erstellt wird, übertragen werden.

Die Entwicklung spezieller Softwarefeatures, z. B. von MS Dynamics, und die Datenmigration bei der ERP-Umstellung auf MS Dynamics gestaltete sich als aufwendig und komplex. MS Dynamics ist eine Software für Unternehmensbuchhaltung und Vertrieb, die speziell auf die unternehmensspezifischen Bedarfe angepasst werden kann. Dafür werden sowohl vertiefende IT-Kenntnisse als auch ein Verständnis der Bedarfe eines Handwerksbetriebs benötigt. Für Debusmann als kleineres Unternehmen bietet diese Software (zum jetzigen Zeitpunkt) ein so großes Potenzial, das nicht voll ausgeschöpft werden kann, da das Programm sehr komplex ist. Jedoch erhoffte sich Debusmann dadurch langfristig eine Vereinheitlichung der Systeme und eine Informationsbündelung, sodass MS Dynamics alle Unternehmensbereiche abdecken kann.

Die digitale Umstellung auf neue Softwareprodukte setzt bestimmte Kenntnisse in der Handhabung der digitalen Hilfsmittel und der Umsetzung der Arbeitsprozesse voraus. Sie erfordert daher die gezielte Schulung des Personals. Bei Debusmann haben erfahrenere Mitarbeitende weniger erfahrene Kolleg:innen geschult. Im Rahmen der Umstellung auf MS Dynamics gab es zu Beginn einmal pro Woche für eine Stunde eine Runde, in der das Programm an einem Bildschirm gezeigt wurde. Schließlich kam ein MS-Dynamics-Experte in den Betrieb, der nicht nur die Beschäftigten in der Bedienung des Programms unterstützt, sondern auch in der Einstellung des Programms auf die exakten Bedarfe von Debusmann angepasst hat.

Remote-Assistenz – Arbeitserfahrungen mit der AR-Brille: Um fachliche Unterstützung zu erhalten, kann die AR-Brille als digitales Hilfsmittel zum Einsatz kommen. Dies ist insbesondere wichtig, wenn Personalengpässe bei hohem Aufkommen von Kundenanfragen auftreten. Eine gewisse technische Einschränkung liegt darin, dass der Experten-Call nur bei bestehender Internetverbindung durchgeführt werden kann (siehe hierzu Kapitel III – Konnektivitätsproblem), die je nach Arbeitsort (z. B. Kellerräume) nicht immer gegeben ist. Zudem kann der Experten-Call nur genutzt werden, wenn der Experte weiß, dass ein Anruf bzw. eine Frage vom Mitarbeitenden von der Baustelle kommen kann. Das dazugehörige Programm muss nämlich am Rechner geöffnet sein, damit Anrufe eingehen können. Diese Remote-Assistenz wurde von den bisher einbezogenen Testpersonen insgesamt als eine Erleichterung bei der Durchführung von Arbeiten empfunden. Zwar gestaltete sich die erste Einstellung und das anfängliche Austesten der AR-Brille etwas umständlich, jedoch punktet diese mit einer leichten Tragbarkeit, einer guten Sicht und mit der Möglichkeit, die Hände frei zu haben, um direkt die gegebenen Anweisungen umzusetzen. Auszubildende und wenig erfahrene Mitarbeitende gewinnen Sicherheit im Auftreten beim Kunden und bei der Durchführung ihrer Arbeiten. Ihre Selbstwirksamkeit sowie ihr Selbstvertrauen werden dadurch gefördert. Die Arbeit wird als schneller ausführbar empfunden, da gezielte Verbesserungsvorschläge an den Monteur auf der Baustelle gegeben werden können und sie keine eigenen Versuchsanläufe benötigen. Die Remote-Assistenz ermöglicht ein zielgerichtetes Arbeiten mit mehr Sorgfalt und Präzision. Gleichzeitig hat der Experte im Büro mehr Präsenz bzw. Kontrolle auf den verschiedenen Baustellen. Er kann schneller an relevante Informationen kommen (siehe Unterkapitel 2) und Arbeitsprozesse beschleunigen. Die Beschäftigten berichten überdies, dass die (Zusammen-)Arbeit mit mehr Freude erledigt wird.

4. Resümee und Ausblick

Aus einem ehemals kleinen inhabergeführten Meisterbetrieb, dessen Führung zum größten Teil auf Erfahrung fußt, hat sich ein modernes Unternehmen mit digitaler Managementstruktur (Kostenrechnung und Controlling) entwickelt. Mit Hilfe der Digitalisierung von Informationen und einheitlicher digitaler Dokumentationsführung wird eine Informationsbündelung, Standardisierung von Daten und eine bessere Zusammenarbeit in der Belegschaft verfolgt. Um geringer qualifizierte oder wenig erfahrene Mitarbeitende sowie Auszubildende bei ihrer Arbeit auf den Baustellen fachlich zu unterstützen und Personalengpässen entgegenzuwirken, wurde der Einsatz von Remote-Assistenz mit Hilfe einer AR-Brille erfolgreich erprobt. Die Beschäftigten auf der Baustelle fühlen sich somit sicherer, Arbeiten können schneller und gezielter ausgeführt werden. Die Nutzung der Brille unterstützt gleichzeitig auch Lernprozesse und die Arbeit wird als angenehmer wahrgenommen. Der Experte im Büro hat zeitgleich direkten und schnelleren Zugang zu relevanten Informationen sowie zu den Arbeitsständen auf den Baustellen. Konkreten Nutzen sieht Debusmann daher in der Verbesserung der auszuführenden Arbeiten, der Schnelligkeit der Informationsbeschaffung und Auftragsabwicklung sowie in der Kompetenzentwicklung von Mitarbeitenden. Dieses innovative Arbeiten fördert des Weiteren die Arbeitgeber-Attraktivität des Unternehmens. Gerade im Hinblick auf den Fachkräftemangel werde Debusmann auch Arbeitnehmer:innen aus verwandten Berufen einstellen können, die mit Hilfe des Remote-Assistenzsystems unterstützt werden, um Servicearbeiten beim Kunden erfolgreich ausführen zu können.

Gute-Praxis-Beispiel **Greencells Group**

Nachhaltiges und kosteneffizientes Baustellenmonitoring durch virtuelle Assistenzsysteme

Kathrin Bierwirth, Moritz Paulus, Gordon Hemming

Das Fallbeispiel der Greencells Group zeigt auf, wie in einem international agierenden Unternehmen mit vergleichsweise hohem Digitalisierungsgrad das Thema virtuelles Arbeiten weiter vorangetrieben werden kann. Andreas Hoffmann gründete sein Start-up Greencells GmbH im Jahr 2009, dessen Tätigkeitsbereich sich damals noch auf Konstruktionsaufträge konzentrierte. Im Laufe der Jahre wurde das Geschäftsfeld sukzessive weiterentwickelt. Heute kann die Greencells Gruppe mit mehr als 300 Beschäftigten die gesamte Abwicklung von Großsolarprojekten, von der Planung über die Umsetzung bis hin zur Wartung, bedienen. Mit mehr als 110 Millionen Euro Umsatz im Jahr gehört die saarländische Unternehmung zu den größten Solarkonzernen Europas. Auch wenn sich der Firmensitz in der Landeshauptstadt des Saarlandes befindet, sind die für die Großprojekte unabdingbaren hochqualifizierten Fachkräfte auf der ganzen Welt verortet. Dementsprechend ist das virtuelle Arbeiten für dieses Unternehmen bereits seit vielen Jahren Arbeitsalltag. Konkret bedeutet dies, dass die firmeninterne Kommunikation und auch ein Großteil der Kontakte mit Kunden und Lieferanten zu einem großen Teil virtuell erfolgen. Physische Treffen zur direkten Zusammenarbeit finden aufgrund der meist großen räumlichen Distanz, außer im Headquarter in Saarbrücken, nur selten statt.

1. Wo ist das Unternehmen gestartet?

Die Möglichkeit zur physischen Zusammenarbeit der Beschäftigten ist im Unternehmen ausschließlich am Firmensitz in Saarbrücken möglich. Die Schreibtischarbeitsplätze sind so ausgestattet, dass fast alle Tätigkeiten an jedem Arbeitsplatz ausgeübt werden können. Da die Anzahl der Vor-Ort-Arbeitsplätze begrenzt ist, wurde über Microsoft Teams ein Buchungssystem installiert, auf dem sich die Beschäftigten bei Bedarf auf einen Arbeitsplatz im Büro buchen können. Nichtsdestotrotz findet der Großteil der Arbeitszeit im Home-Office statt und den Beschäftigten wurden Heimarbeitsplätze eingerichtet. Ein Großteil der Arbeitsprozesse wurden digitalisiert und es wurde unternehmensweit Microsoft Office 365 eingeführt. Greencells arbeitet somit komplett papierlos. Aufgrund des internationalen Charakters ist die Unternehmenssprache Englisch.

Greencells stellt den Kunden Simulationen und digitale Computer-Aided-Design(CAD)-Entwürfe der Solarparks zur Verfügung, um höchstmögliche Transparenz im Planungs- und Umsetzungsprozess zu gewährleisten. Zur Effizienzsteigerung und Harmonisierung der Prozesse befindet sich ein unternehmensweites Enterprise-Resource-Planning (ERP)-System im Aufbau.

Im Kontext der immer deutlicher spürbaren Konsequenzen der zunehmenden Klimakrise und der damit einhergehenden Forderung nach der Erschließung alternativer nachhaltiger Energiequellen ist die Nachfrage nach der emissionsfreien Solarenergie drastisch gestiegen. Um den Ausbau erneuerbarer Energien zu beschleunigen, wurde das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2023 von der Bundesregierung grundlegend überarbeitet und angepasst. §48 regelt explizit die Solare Strahlungsenergie und weist die Förderbedingungen aus. Die Bebauung von Photovoltaik (PV) Großanlagen auf Freiflächen ist an zahlreiche, zum Teil genehmigungspflichtige Voraussetzungen gebunden und bedarf eines umfassenden Projektmanagements. Eine Freiflächenanlage kann bis zu 500.000 Kilowattstunden Strom pro Hektar/Jahr produzieren. Die gesetzlichen Bestimmungen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen variieren von Land zu Land und international agierende PV-Anbieter wie Greencells müssen die inner- und außereuropäischen Gesetzesvorgaben projektindividuell beachten. Die Hanglage und Exposition des zu bebauenden Gebietes sowie die Bodenbeschaffenheit sind zudem wichtige Parameter, die bei der Bebauungsplanung berücksichtigt werden müssen. Sonnenkollektoren sollten zur Ertragsoptimierung bestmöglich zur Sonne ausgerichtet sein, was in Steillagen oder hügeligem Gelände eine sehr komplexe Konstruktionsplanung erfordert. Die topografischen Faktoren sind gerade in unwegsamem und schwer zugänglichem Gelände nur unter erheblichem Aufwand zu erfassen. Nicht selten ist die persönliche Inspektion eines unwägbaren Geländes mit einem erheblichen Unfallrisiko verbunden und es ist den hierfür zuständigen Fachkräften auch nicht immer möglich, zu einem geforderten Zeitpunkt persönlich vor Ort zu sein.

Abbildung 1: Drohnenaufnahme der Baustelle Hartungshof, Quelle: Greencells Group

Bereits seit einem längeren Zeitraum wurden Luftaufnahmen einer mit einer nicht-programmierbaren Kamera ausgestatteten Drohne genutzt, um den Bauleitern einen realen Überblick über das Gelände zu ermöglichen. Der gesamte Überflug musste zu diesem Zeitpunkt manuell gesteuert werden. Die Aufnahmen ermöglichten eine zweidimensionale Draufsicht auf das Gelände. Topografische Besonderheiten wie Höhenunterschiede lassen sich auf solchen Aufnahmen nur ungefähr erahnen und sind nicht spezifizierbar. Abbildung 1 zeigt ein Drohnenfoto der Baustelle Hartungshof.

Der Fachkräftemangel, der in der Photovoltaik (PV)-Branche durch den Nachfrageboom besonders stark ausgeprägt ist, macht dem Unternehmen bei der Planung und Umsetzung neuer Großprojekte zunehmend zu schaffen. Die internationale Ausrichtung der PV-Industrie verstärkt dies zusätzlich, schließlich werden die Fachkräfte auf Baustellen weltweit benötigt. Dies kann nicht aus dem Personalstamm von Greencells abgedeckt werden und es muss auf Untervertragsnehmer zurückgegriffen werden. Die Arbeitskräfte müssen dementsprechend bedarfsorientiert angelernt werden können. Die unterschiedlichen Phasen eines PV-Projekts erfordern einen unterschiedlichen Personaleinsatz mit variierenden Qualifikationsniveaus. In der Bau- und Konstruktionsphase wird zahlenmäßig das meiste Personal zum Aufbau und Anschluss der Photovoltaikmodule benötigt. Dieser erhöhte Personalbedarf kann aufgrund der steigenden Nachfrage und der teilweise parallel verlaufenden Baustellen an verschiedenen Orten nicht immer von erfahrenen Fachkräften gedeckt werden. Aus diesem Grund müssen die Arbeiter auf den internationalen Baustellen häufig zunächst angelernt werden, bevor sie auf der Anlage Arbeiten durchführen können. Alle Installationsarbeiten und Verbindungen müssen schließlich mit höchster Präzision ausgeführt werden, um die sichere Funktion der Anlage zu gewährleisten. Zu diesem Zweck plant das Unternehmen den Aufbau

eines standardisierten Online-Schulungssystems zur zielgerichteten Kompetenzvermittlung sowie der formellen (z. B. Unterweisungen zur Arbeitssicherheit) und informellen (z. B. Arbeitsanweisungen) Wissensbündelung und -vermittlung auf einer Online-Lernplattform.

Ortsunabhängige, internetbasierte Kommunikationsmöglichkeiten sind für Greencells unerlässlich. Sie ermöglichen einen Austausch zwischen den Projektverantwortlichen an den unterschiedlichen Standorten. Die Expertise einzelner Personen wird nicht selten an mehreren Orten gleichzeitig zum Baustellenmonitoring, für die Abnahmevorbereitung oder die Fehlerbehebung benötigt, was aufgrund der oft großen Entfernungen teilweise unmöglich zu realisieren ist. Smartphones haben sich für die Beschäftigten in solchen Fällen insbesondere dank der Möglichkeit des Videoanrufs und der schnellen Datenweiterleitung als funktionales Kommunikationsmittel zum ortsunabhängigen Arbeiten erwiesen. Da Foto- und Videoaufnahmen sowie das Versenden von Daten und Informationen per Messenger oder E-Mail unkompliziert und schnell erfolgen können, hat sich das Handy als Kommunikationsmedium etabliert. Allerdings ist eine stabile Datenverbindung unerlässlich für jegliche mobile Kommunikation, was insbesondere im ländlichen Raum mit schwacher Netzabdeckung zu erheblichen Kommunikationsstörungen führen kann.

Trotz des vergleichsweise hohen Digitalisierungsgrades hat auch Greencells noch Möglichkeiten, durch weitergehende technische Innovationen bestehende Arbeitsprozesse zu optimieren. Im Rahmen des ViSAAR-Projekts hatte sich das Unternehmen das Ziel gesetzt, neben Effizienzsteigerungen und Arbeitserleichterungen die Entwicklung standardisierter Schulungsmaßnahmen, eine signifikante Mobilitätsreduzierung sowie eine verbesserte Kundensicht auf die Projekte in den Mittelpunkt zu stellen. Vor diesem Hintergrund wurden gleich mehrere Digitalisierungsmaßnahmen in Angriff genommen, die im Folgenden skizziert werden.

2. Wie wurde das Projekt im Unternehmen gestartet und umgesetzt?

Luftbildvermessung per Drohne

Im Rahmen des Projekts ViSAAR wurde eine programmierbare Drohne mit vier Antriebsmotoren angeschafft, die ohne manuelle Steuerung des Überflugs per Photogrammetrie eine vollständige Aufnahme der Fläche aus der Luft erlaubt und gleichzeitig die Vermessungsgenauigkeit erheblich erhöht (siehe Abb. 2).

Abbildung 2: Programmierbare, selbststeuernde Drohne, Quelle: Greencells Group

Mit der manuell steuerbaren Drohne waren zuvor nur reale Fotoaufnahmen des Geländes möglich, weshalb keine Bemaßungen ausführbar waren. Die Flugroute der professionellen Drohne kann präzise vorprogrammiert und es können Wegpunkte gesetzt werden, an denen Aktionen wie beispielsweise eine 360-Grad-Aufnahme vorgegeben werden können. Sie fliegt das zu vermessende Gebiet rasterförmig ab (siehe Abb. 3) und der Pilot kann den Flug an der transportablen Steuereinheit live mitverfolgen und bei Bedarf Anpassungen vornehmen. Die Drohne fertigt aus der Luft Bilder an, die mittels Luftbild-Photogrammetrie in detaillierte und maßstabsgetreue 3D-Aufnahmen von großen Flächen bis zu mehreren Quadratkilometern umgewandelt werden.

Abbildung 3: Steuereinheit der Drohne mit Rasteransicht, Quelle: Greencells Group

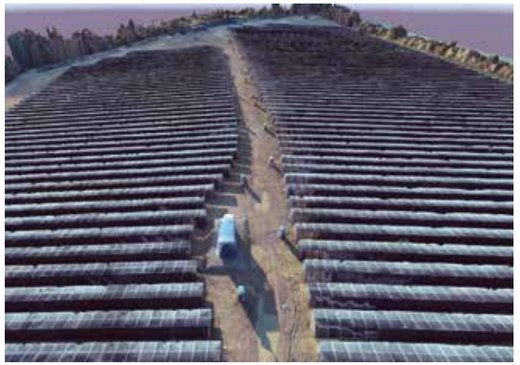


Abbildung 4: Digitaler Zwilling der Baustelle, Quelle: Greencells Group

Im Anschluss erstellt die Software bei Bedarf aus mehreren 2D-Aufnahmen durch Triangulation mehrerer überlappender Bilder mit Hilfe festgelegter Matching Points, also identischer Punkte, eine 3D-Punktwolke mit einem sehr dichten Netz an Vermessungspunkten. Dies ermöglicht eine lückenlose, dreidimensionale Abbildung von selbst unwegsamen und schwer zugänglichen Gebieten. Dank eines installierten Kamerastabilisators werden die Kamerabewegungen flüssiger und ruckelärmer, indem Kipp-, Dreh- und Schwenkbewegungen korrigiert werden. Dies ermöglicht die Aufnahme harmonischer und hochstabiler Videosequenzen. Zur Erprobung der bildhaften Fernvermessung mittels Drohne wurde die PV-Baustelle Hartungshof im Saarland ausgewählt. Eine Voraussetzung für die Bedienung der professionellen Drohne ist ein Drohnenführerschein.

Die Drohne benötigte für den Missionsflug bei der Ersterprobung ungefähr anderthalb Stunden. In dieser Zeit musste der Akku dreimal gewechselt werden. Die Übertragung der auf dem Speichermedium der Drohne gespeicherten Daten auf den Rechner benötigte je nach Datenverbindung bis zu 6 Stunden. Die softwaregestützte Bildnachbearbeitung (Rendering) der Daten zur Weiterbearbeitung benötigte bis zu 8 Stunden und ist von der Rechnerkapazität abhängig. Für das Projekt wurde daher ein Rechner mit leistungsstarker Grafikkarte und Prozessor angeschafft, um die Zeit der Datenverarbeitung zu reduzieren. Zur Effizienzsteigerung der Drohnennutzung wurden zahlreiche Anpassungsmaßnahmen vorgenommen. So wurde von einem Greencells-Ingenieur eine transportable Lademöglichkeit der Drohnenakkus per Autobatterie entwickelt. Nach Erprobungsflügen in 3D wurde die Software von den eigenen IT-Fachkräften so weiterentwickelt, dass nun die Erstellung eines „digitalen Zwillings" der Baustelle, und somit eine virtuelle Baustellenbegehung, möglich ist (siehe Abb. 4).

Der digitale Zwilling ermöglicht mit Hilfe der hohen Auflösung und der genauen Darstellung der Geländeverhältnisse eine exakte Baustellenplanung. Dank der programmierfähigen, selbststeuernden Drohne kann das Unternehmen nun sämtliche Erdmassenbewegungen seiner Bauvorhaben überwachen und kontrollieren. Darüber hinaus kann nun auch die Einhaltung der vereinbarten Liefermengen durch externe Lieferanten überprüft werden, da die dreidimensionale Abbildung eine Mengenmessung ermöglicht und Abweichungen aufdeckt.

Baustellenmonitoring per Augmented-Reality(AR)-Brille

In wichtigen Phasen des Baufortschritts wird häufig die Expertise bestimmter Fachkräfte beispielsweise aus dem Qualitätsmanagement benötigt, weshalb deren Berufsausübung mit einer hohen Reisetätigkeit verknüpft ist. Das Smartphone (oder auch Tablet) hat sich für einen Teil der Einsatzzwecke als praktikabel erwiesen, um dem Experten über eine Distanz die Vor-Ort-Situation in Echtzeit und hoher Auflösung zeigen zu können. Insbesondere im Falle der Fehlerbehebung gibt der Experte dem Arbeiter vor Ort Anweisungen für Arbeitsschritte, zu deren Ausführung jedoch meistens beide Hände benötigt werden. Die Unterweisung mit einem Smartphone oder Tablet per Videoanruf stellt sich meist entsprechend schwierig dar. Daher wurden zwei AR-Brillen zu Erprobungszwecken angeschafft, um der angeleiteten Person beide Hände für die Arbeitsverrichtung freizuhalten (hands-free). Während sich die AR-Brille für den ursprünglichen Einsatzbereich des Anlernens neuer Arbeiter aufgrund technischer, meist hardwarebezogener Restriktionen als wenig dienlich erwies, konnte sie für die Durchführung sogenannter Experten-Calls überzeugen. Hierbei wurde auf eine hauseigene Anwendung des AWSi zurückgegriffen. Im Falle einer Fehlerbehebung können hier Experten über die AR-Brille auf die Baustelle remote zugeschaltet werden. Diese können dann sehen, was die Arbeitskraft vor Ort sieht. Zusätzlich kann der Experte dem Arbeiter Anleitungen und andere Dokumente auf die Brille laden und ihn über eine Audioverbindung anleiten. Bei der Live-Erprobung auf der Baustelle Hartungshof wurde eine Wartungssituation simuliert. Dabei konnte der Arbeiter mühelos die Anweisungen des Experten aus der Ferne befolgen und Letzterer konnte die einzelnen Arbeitsschritte überwachen und die Ergebnisse kontrollieren (siehe Abb. 5).

Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, ermöglicht die AR-Brille maßgeblich ein kompetentes und sicheres Arbeiten an der Anlage, da in der assistierten Situation mit beiden Händen frei gearbeitet werden kann.

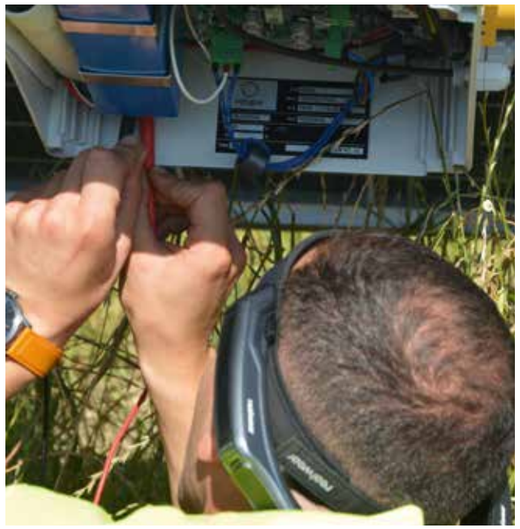


Abbildung 5: Erprobungssituation eines Experten-Calls, Quelle: Greencells Group

Auch wenn die AR-Brille funktionale Schwächen wie eine zu geringe Displaygröße aufweist, konnte sie doch in der Erprobung, sowohl was Bildgebung als auch Tonqualität angeht, überzeugen. Dank der durch das Team sichergestellten Datenverbindung waren Tonqualität und Kommunikation durchgängig gewährleistet. Der auf allen Baustellen vorgeschriebene Bauhelm kann außerdem ohne Probleme über die hier erprobte Brille gezogen werden, wodurch auch hier keine Beeinträchtigung der Arbeitssicherheit entsteht.

Virtuelle Greencells-Academy auf der Lernplattform Moodle

Im Rahmen eines Photovoltaik-Großprojektes fallen zahlreiche Tätigkeiten an, für die eine standardisierte Anleitung sinnvoll ist. Neben dem Aufbau und der Ausrichtung der Module, Arbeitssicherheitsanweisungen und Datenblätter, sind insbesondere die Verkabelung und der Anschluss der Stromverbindungen wiederkehrende Arbeitsschritte, für die vor allem weniger geübtes Personal einer Anleitung bedarf. Um den von den Solarmodulen erzeugten Gleichstrom in das Stromnetz, das mit Wechselstrom läuft, einspeisen zu können, sind Wechselrichter notwendig, um den Strom umzuwandeln. Der Anschluss der einzelnen Kabelverbindungen muss mit äußerster Sorgfalt durchgeführt werden, schließlich können schlechte Verbindungen aufgrund ihres hohen Widerstandes heiß werden und zu Bränden führen. Zudem besteht die Gefahr von Kurzschlüssen. Exemplarisch wurde daher das Kabel-Crimpen als anzulernende Tätigkeit ausgewählt. Beim Kabel-Crimpen wird durch Zusammenpressen mit einer speziellen Crimp-Zange eine elektrische Verbindung zwischen Drähten und Kontakten hergestellt. Als weiterer Anwendungsfall in ViSAAR wurde der Aufbau einer Anleitungseinheit mit dezidierten Video- oder Bildanweisungen entwickelt und erprobt.

Dazu wurde die kostenfreie Lernplattform Moodle genutzt, die im Unternehmen bereits für andere Zwecke eingesetzt wurde.

Für die Erprobung dieser Anleitungen wurde ein iterativer Prozess mit kontinuierlichen Anpassungen und Verbesserungen angestoßen. Dabei stellte sich heraus, dass insbesondere bei der Erstellung des Video- und Bildmaterials neben der generell hochauflösenden Qualität auf weitere Faktoren zu achten war. Neben der bestmöglichen Ausleuchtung des Objekts (z. B. Vermeidung von Schattenbildung) zeigte sich bei der Wahl des Hintergrundes, dass dieser farbig möglichst kontrastiert zum Fotoobjekt und nicht reflektierend sein sollte. Bei der didaktischen Aufbereitung des Lernmoduls wurde auf Sprachanweisungen weitestgehend verzichtet und mit Bildern und grafischen Elementen gearbeitet, da aufgrund des internationalen Kontextes der Branche nicht ausschließlich mit Englisch gearbeitet werden kann und die Lerneinheit nicht in die möglichen Zielsprachen übersetzt werden sollte. Abbildung 6 zeigt beispielhaft einen angeleiteten Arbeitsschritt mit Video und Bild.

Die Lernplattform erwies sich in mehreren Erprobungen eines Moodle-angeleiteten Crimp-Vorgangs als ideales Tool zur gezielten Erstellung von Lernmaterial und zur Nutzung auf verschiedenen Endgeräten. Die Lernplattform hat löschen beste Kompatibilität mit Smartphones und ist somit hervorragend für die remotive Nutzung geeignet. Auch mittels AR-Brille konnte der Crimp-Vorgang über eine

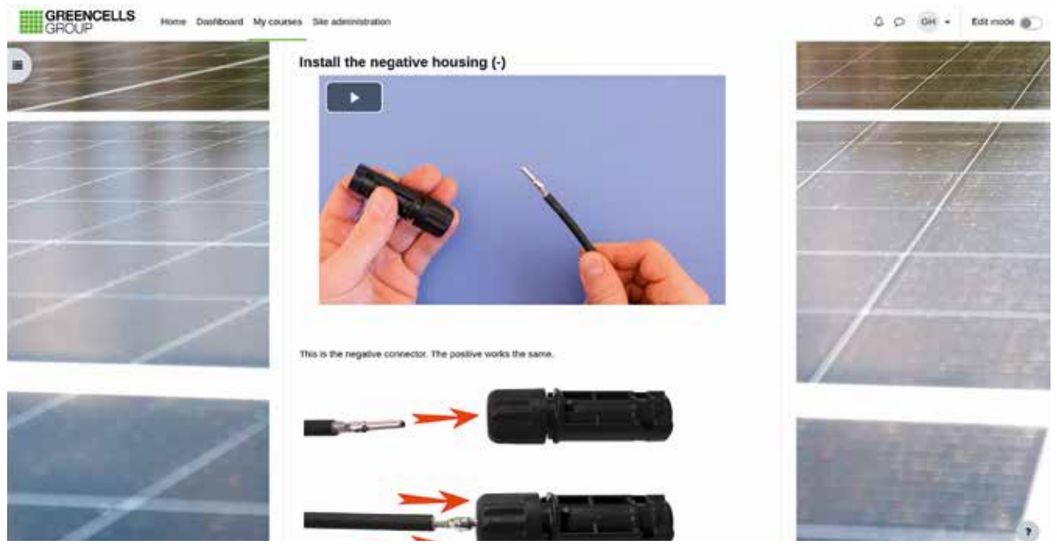


Abbildung 6: Ausschnitt aus moodle-Lerneinheit „Kabel crimpen", Quelle: Greencells Group

Abbildung 7: Animation des Crimp-Vorgangs,
Quelle: Greencells Group

extra für das Brillendisplay optimierte Anleitung erfolgreich angeleitet und von den Proband:innen nachgestellt werden. In einem nächsten Schritt wurde im Rahmen von ViSAAR die Erstellung des Lernmaterials mittels einer frei verfügbaren Animationssoftware (Blender) versucht. Ziel war, die aufwendigen Foto- und Videoaufnahmen durch vollständig animierte Sequenzen zu ersetzen. Es zeigte sich, dass für den Mitarbeiter nach der Einarbeitung in die Handhabung der Software ein zeit- und ressourceneffizientes Erstellen der Lerninhalte möglich war. Abbildung 7 zeigt exemplarisch, wie detailgetreu die Animation mit der Software möglich ist.

3. Erfahrungen, Herausforderungen und Effekte

Mangelnde Netzabdeckung insbesondere in ländlichen Gebieten

Für das geplante Baustellenmonitoring mittels AR-Brille ist eine stabile Internetverbindung notwendig. Es wird also grundsätzlich eine leistungsfähige und vollständige Netzabdeckung oder eine lokale WLAN-Abdeckung benötigt. Die zur Erprobung ausgewählte Baustelle Hartungshof befindet sich im Saarland in der Nähe zur französischen Grenze. Es stellte sich heraus, dass nicht die gesamte Baustellenfläche über eine Datenverbindung durch das öffentliche Mobilfunknetz verfügt. Dies liegt u. a. daran, dass das deutsche und das französische Mobilfunknetz aufgrund der räumlichen Nähe miteinander konfligieren und somit keine stabile Netzverbindung zustande kommen kann. Abbildung 8 (Seite 119) zeigt den Ausschnitt der Flurkarte mit der Netzabdeckung des Gesamtgebiets, auf dem sich die Baustelle befindet. Die grünen Punkte stellen die Sendemasten der Netzanbieter dar. Wie man sehen kann, liegt die rot umrandete Fläche der Baustelle Hartungshof außerhalb der Netzabdeckung. Die Fläche der Baustelle selbst ist rot eingezeichnet, sie liegt außerhalb des Empfangsgebiets.

Um diesem Problem zu entgehen, wurde eine 4G-Richtantenne bei den Baustellencontainern auf dem Hartungshof installiert. Die Reichweite der Antenne stellte sich allerdings als zu klein dar, um die Gesamtfläche mit Internetzugang versorgen zu können. Abbildung 9 zeigt die genauen Abstandsmaße der Freifläche anhand einer Drohnenaufnahme.

Wie Abbildung 9 (Seite 119) zeigt, wird das Signal mit zunehmender Distanz zur Antenne sukzessive schwächer, weshalb die Hälfte der Baustelle über

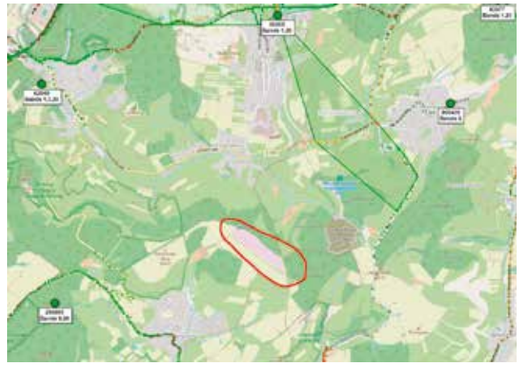


Abbildung 8: Flurkarte mit Netzabdeckung,
Quelle: Greencells Group

Abbildung 9: Netzabdeckung der PV-Freifläche Hartungshof,
Quelle: Greencells Group

kein Internetsignal verfügte. Zudem schirmen die Modultische das Datensignal zusätzlich ab, weshalb unter den Tischen kein Internetempfang verfügbar war. Somit war das geplante remotive Baustellenmonitoring mangels Datennetzes nur in Teilbereichen der Anlage möglich. Eine Lösung durch die lokalen Netzanbieter konnte nicht gefunden werden, weshalb zunächst auf die satellitenbasierte Lösung Starlink zurückgegriffen wurde, was allerdings einen nicht unerheblichen Kostenfaktor darstellte bei marginaler Verbesserung der Konnektivität.

Zur Kostenreduktion entwickelte ein Ingenieur eine portable Antenne, mit der die Netzabdeckung kostengünstig sichergestellt werden konnte, indem sie das Signal der Richtantenne verstärkt (siehe Abb. 10). Die Richtantenne wird in Höhe der Baustellencontainer angebracht. Zur Signalweiterleitung werden zwei mobile abstrahl- und empfangsfähige Antennen benötigt, diese sind jeweils an einem Ständer befestigt und in einem Koffer untergebracht. Eine der Kofferantennen wird stets in Sichtweite der Hauptrichtantenne positioniert und kann so das Signal auch zwischen den Tischen weiterleiten. Die zweite Kofferantenne wird dort positioniert, bis wohin das Signal benötigt wird. Die Signalabdeckung kann auf diese Art über große Flächen sichergestellt werden, allerdings sollte das Gebiet möglichst eben sein. Bei stark hügeligem Gelände stößt dieses System ebenfalls an seine Grenzen.

Abbildung 10: Richtantenne,
Quelle: Greencells Group

Die Erprobung der mobilen Antenne in Kombination zeigte, dass eine AR-Brille für Einsätze zur Fehlerbehebung eine hervorragende Möglichkeit ist, Expertise auch in entlegene Gebiete durch Fernübertragung zu bringen. Grundvoraussetzung hierfür ist eine stabile Netzverbindung. Eine selbstgebaute Antenne mit WLAN-Router kann dieses Problem umgehen. Auch wenn die Antenne auf einem Ständer und nicht auf Rollen steht, kann sie doch problemlos auf- und abgebaut werden und an den Ort gebracht werden, an dem Netz notwendig wird. Für künftige Baustellen will das Unternehmen nach diesen Erfahrungen bereits bei der Baustellenplanung eine Sicherstellung der WLAN-Abdeckung berücksichtigen, um Konnektivitätsprobleme zu vermeiden. Hier bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, die von den individuellen Gegebenheiten abhängen. Wenn eine Netzabdeckung per LAN-Kabel nicht möglich ist, kann mit Hilfe der Richtantenne gearbeitet werden.

Kompetenzaufbau bei der Lehr- und Lernmaterialerstellung in Moodle und der Nutzung der Animationssoftware Blender

Die Lerneinheit des Kabel-Crimpens in Moodle wurde von dem Projektleiter mit selbst angefertigtem Foto- und Videomaterial aufgebaut. In einem iterativen Prozess wurde das Lehrmaterial sukzessive verbessert und an Gegebenheiten der Lernplattform angepasst. Um einen Arbeitsprozess detailgetreu anleiten zu können, muss er in möglichst kleine Prozesssequenzen aufgeteilt werden. Nicht alle Sequenzen eignen sich gleichermaßen gut für ein Foto oder ein Video und es muss für jede Sequenz entschieden werden, welche Darbietungsform sich am besten eignet. Diese Erkenntnis war ein zeit- und arbeitsintensiver Lernprozess für den Projektleiter. Die technischen Anforderungen an die Aufnahmen sind hoch und Kameraeinstellung, Licht, Umgebung, Kamerawinkel und der richtige Ablauf sind hier wichtig. Die Aufnahmen sollten mit einer hochwertigen Kamera erstellt werden und es sollte darauf geachtet werden, dass die erstellten Fotos und Videos durchgängig scharf sind (z. B. durch Focus Bracketing).

Nicht alle Faktoren können im Vorfeld bedacht werden und nicht selten müssen die Aufnahmen komplett neu gemacht werden, auch wenn nur Kleinigkeiten nicht beachtet wurden. Nachträgliche Änderungen an einem bereits gedrehten Video sind nur bedingt möglich, da beispielsweise ein Hineinzoomen in das Video zu Unschärfen führen kann. Bei Videoaufnahmen ist der Arbeitsaufwand eines erneuten Drehs manchmal geringer als ein nachträgliches Schneiden. Fotos und Videos mit Originalequipment erlauben eine authentische Visualisierung der Arbeitsabläufe. Im Zuge dessen entwickelte der Projektleiter seine Kenntnisse zu Kameraeinstellung, Fokus und Licht kontinuierlich weiter und verbesserte seine Fähigkeiten bei der Foto- und Videoerstellung signifikant. Gleiches gilt für den Aufbau der Lerneinheit in Moodle, schließlich können bei der Erstellung des Materials nicht alle Eventualitäten bedacht werden. Durch Ausprobieren und Verbessern konnte eine leicht nachzuvollziehende Lehreinheit zur Anleitung des Kabel-Crimpens erstellt werden. Die hierbei gewonnenen Kompetenzen führten zu einer experimenthaften Weiterentwicklung der Lehranleitung. Bei der Bilderzeugung setzte der Projektleiter Image Staggering bzw. Focus Bracketing ein, wodurch durchgängig scharfe Bilder in sehr hoher Auflösung (6K) generiert werden. Die so erzeugten Bilder lassen sich einfach freistellen und als PNG-Datei speichern. Aus solch qualitativ hervorragendem Bildmaterial können auch virtuelle Objekte aus den eigenen Bildern in einer Animationssoftware erstellt werden. Im Zuge der Virtualisierung des Bildmaterials zeigte sich, dass insbesondere die Einarbeitungszeit in die Nutzung der Animationssoftware mühsam und zeitaufwändig sein kann. Nichtsdestotrotz war es möglich, die Animationssoftware bereits nach wenigen Wochen Einarbeitungszeit problemlos zu nutzen. Der größte Vorteil der virtuellen Animation von Prozessen ist die aufwandsarme Nachbearbeitung des erstellten Materials. So kann man nachträglich beispielsweise die Kameraeinstellungen verändern, Kamerafahrten einbauen, Licht nachträglich vollkommen freisetzen, Körper transparent darstellen oder Objekte hinzufügen. Hinzu kommt, dass bei der animierten Darstellung manueller Prozesse keine Hand im Weg ist. Die größten Nachteile sind die (einmalige) Einarbeitungszeit in die Software und das zeitaufwändige Rendern des erstellten Materials. Letzteres hängt von der Größe der Grafikkarte und des Prozessors des Computers ab und kann mit einem leistungsstarken Rechner signifikant verkürzt werden. Der Kompetenzgewinn durch die Nutzung einer solchen Software ist allerdings enorm und lässt sich auf viele digitale Anwendungen übertragen. Es gibt verschiedene kostenfreie Animationssoftwares (z. B. Blender) und auch die Lernplattform Moodle ist als Open Source verfügbar. Insbesondere die animierte Variante der Anleitung eignet sich für alle Branchen, die räumlich etwas erstellen, wie z. B. Tischler, Künstler, Architekten, Metallbauer usw. sowie alle Gewerke auf Baustellen.

4. Resümee und Ausblick

Wie sich gezeigt hat, können auch in einem Unternehmen mit höherem Digitalisierungsstand weitergehende bedarfsorientierte Digitalisierungsmaßnahmen zu einer Verbesserung der Arbeitsprozesse führen. So hat sich gezeigt, dass mit einer programmierfähigen Drohne das Baustellenmonitoring ortsunabhängig gestaltet werden kann. Zudem können die erzeugten Aufnahmen zu einer virtualisierten Baustellenbegehung genutzt werden. Die kostenfreie Lernplattform Moodle eignet sich ebenfalls für berufliche Anwendungsfelder. Lehr- und Lerninhalte können in gut strukturierbaren Moduleinheiten dargeboten werden und ein ortsunabhängiges Lehren und Lernen wird ermöglicht. Die Plattform ist für Smartphones und Tablet-PCs ideal, was die Nutzbarkeit erheblich vereinfacht. Bei der Erstellung der Inhalte können wertvolle Kompetenzen entwickelt oder ausgebaut werden. Im Anwendungsfall Greencells hat sich die Netzkonnektivität als entscheidender Faktor herausgestellt. Insbesondere in ländlichen Gebieten ist der Netzausbau nicht ausreichend, weshalb Remote-Anwendungen nicht möglich sind. Die Ingenieure der Firma konnten diese Problematik mit kreativen Mitteln lösen und haben mit der mobilen Antenne eine Möglichkeit der flächenmäßigen Internetnutzung entwickelt. Zudem wird das Unternehmen bei künftigen Baustellen bereits in der Planungsphase die Konnektivität auf der Baustelle berücksichtigen und einplanen, um spätere Schwierigkeiten von vorneherein zu vermeiden. Das grundlegende Technologieverständnis, das die Beschäftigten aufgrund des höheren Digitalisierungsgrades des Unternehmens mitbrachten, wirkte sich begünstigend auf die Projektrealisierung aus. Sie konnten sich leichter in neue Themenbereiche einarbeiten, lösungsorientiert auf Hindernisse reagieren und Alternativen entwickeln.

Quelle: www.istockphoto.com

Gute-Praxis-Beispiel **ISL GROUP MANAGEMENT GmbH**

Mehr Effizienz und Arbeitsentlastung durch intelligente Produktionssteuerung

Melanie Schmitt, Jannis Pfister, Andreas Kissel, Francesco Gagliardi

Im Logistikunternehmen ISL GROUP MANAGEMENT GmbH (ISL) wurde in einem seiner Logistikzentren, am Standort Saarwellingen, wo die Verpackung/Kommissionierung von Kleinteilen von Automobilzulieferern zum Weitertransport abgewickelt wird, eine Software zur automatischen Zuordnung der Packaufträge auf die Packarbeitsplätze entwickelt und eingesetzt, um die händische Verteilung der Packaufträge in Papierform durch die Schichtleiter abzulösen. Die einzelnen Aufträge sollen mit dieser Automatisierungssoftware möglichst schnell und reibungslos bearbeitet werden. Ziel ist eine gleichmäßigere Auslastung der Packarbeitsplätze und damit eine Arbeitsentlastung bei gleichzeitiger Effizienzsteigerung. Mit einem algorithmisch gesteuerten digitalen System können überdies die Schnittstellen von Informationskanälen verbessert, Medienbrüche durch die bisher unterschiedlich eingesetzten Systeme reduziert und Aufträge papierlos abgewickelt werden. Die Software bietet außerdem eine Planungsunterstützung für die Beschäftigten, insbesondere für die Schichtleiter, die die Packarbeitsplätze organisieren. Damit wird ein einfacher Überblick über die Aufträge, Auslastung der Packarbeitsplätze und Einhaltung der Terminvorgaben gewährleistet.

1. Wo ist das Unternehmen gestartet?

Die ISL ist ein europaweit tätiges mittelständisches Unternehmen, das sich als Dienstleister im Bereich Produktion und Logistik versteht. ISL ist für Kunden aus den verschiedensten Bereichen und Branchen tätig, u. a. für Automobilhersteller, Automobilzulieferer, Health-Care, Food und Industrie. Rund 400 Beschäftigte arbeiten europaweit an elf Standorten auf einer Hallenfläche von insgesamt 105.000 m². ISL entwickelt auf den Kunden abgestimmte Logistik- und Assemblylösungen. Fokus dieses Gute-Praxis-Beispiels ist das Verpacken/Kommissionieren von Kleinteilen der Automobilzulieferer für den Fahrzeugbau zum Weitertransport an die Fahrzeughersteller.

In den Werkshallen von ISL findet die Abwicklung der Packaufträge für unterschiedliche Branchen in dafür jeweils abgetrennten Bereichen statt. Das im Unternehmen realisierte Modellprojekt umfasst die Zuteilung von Packaufträgen auf Packarbeitsplätze für das Verpacken/Kommissionieren von Kleinteilen der Automobilzulieferer, die an die Fahrzeughersteller (Endkunden) weitertransportiert werden. Für die Verpackung/Kommissionierung dieser Kleinteile ist die einwandfreie Zuordnung von Packaufträgen und die fehlerfreie Verpackung auf Paletten für den Erfolg und die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens wesentlich. Die Verpackungsvorgaben der Hersteller spiegeln eine breite Varianz wider. Jeder ISL-Kunde bringt gewisse Besonderheiten mit sich, da dieser unterschiedliche Fahrzeughersteller bedient und jeder einzelne Hersteller seine eigenen Kartonage- und Verpackungsvorgaben hat, die verpflichtend für den Versand einzuhalten sind. Das Nichterfüllen der genauen Kartonage- und Verpackungsvorgaben des Kunden bedeutet für ISL zusätzliche Kosten und Vertragsstrafen.

Auch wenn bereits eine Zuteilung der Packaufträge für den Tag erfolgt ist, können sich durch den Kunden oder den Lagerbestand Aufträge spontan ändern oder vom Kunden priorisierte Aufträge dazwischengeschoben werden. Die Herausforderung bei ISL liegt darin, schnell und spontan auf Änderungen im für einen Arbeitstag geplanten Prozess zu reagieren und die bestehende Zuordnung von Packaufträgen auf die Packarbeitsplätze flexibel anzupassen.

Die Umbrüche in der Automobilindustrie zwangen den auf die Automobilbranche spezialisierten Logistikanbieter ISL zu einer horizontalen und vertikalen Diversifikation des Leistungsprogramms, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Auf diese Weise wurde auch das bediente Branchenspektrum zunehmend breiter und die Kundenaufträge immer spezifischer sowie individueller, sodass beispielsweise technische Geräte nach Auslaufen des Auftrags wie Vorrichtungen, Montage-Equipment, Flurförderzeuge oder kundenspezifische Sondergestelle/Verpackungen nicht mehr eingesetzt werden können oder schlimmstenfalls überflüssig werden. Die durchschnittliche Vertragslaufzeit mit einem Kundenunternehmen beläuft sich auf ca. drei Jahre. Mit jedem neuen Auftrag ändern sich die Kommunikations- und Prozessstandards, sodass kaum dauerhafte Prozesse und Arbeitsroutinen entwickelt werden können. Mit den wechselnden Prozessstandards und der Verwendung unterschiedlicher, teils nicht kompatibler Systeme der verschiedenen Kunden und ISL ergeben sich Medienbrüche und Inkonsistenzen in der Datenhaltung bei ISL. Dies kann zu Verzögerungen, Missverständnissen oder Fehlern in den betrieblichen Arbeitsprozessen führen, wenn z. B. Informationen von einem System in ein anderes manuell übertragen werden müssen oder wenn ein Prozess zwischen verschiedenen Systemen manuell koordiniert werden muss. Kommen Änderungen auf, muss ISL sicherstellen, dass in beiden Systemen (dem von ISL und dem des Kunden) alles korrekt übernommen wurde. ISL arbeitet (zum Beginn des ViSAAR-Projekts) mit einem Warenwirtschaftssystem und Excel-Tabellen. Es gibt kein übergelagertes ERP-System im Unternehmen (welches das Unternehmen komplett abbildet) oder digitale Monitoringinstrumente bzw. -verfahren. Aufgrund der Inkompatibilität der Systeme muss ISL daher kurz- bis mittelfristige auftragsbezogene Lösungen (Insellösungen) finden, um den Kundenvorgaben gerecht zu werden.

Manche Kunden bestehen auf analoge Datenträger. So kommuniziert beispielsweise ein wichtiger Kunde jeden Packauftrag mit Hilfe eines Papierausdrucks, mit dem ISL arbeiten muss, bis dieses Papier am Ende des Verpackungsprozesses zur verpackten Ware zum Weitertransport gelegt wird. Die Verpackungsvorgaben vom ISL-Kunden werden daher auf einem Papier ausgedruckt und so ISL zur Verfügung gestellt. Auf diesem Papier finden die Mitarbeitenden von ISL alle Informationen, die sie für die Verpackung der Kleinteile der Automobilzulieferer zum Weitertransport benötigen und genaustens berücksichtigen müssen. Die Schichtleiter, die für die Organisation der Arbeit an den Packarbeitsplätzen verantwortlich sind, sortieren bzw. verteilen täglich die Packaufträge des Kunden in Papierform händisch auf die vorhandenen Packarbeitsplätze. Es wird folglich ein papierenes Dokument an den jeweiligen Packarbeitsplatz weitergereicht, der die entsprechende Kommissionieraufgabe umsetzen soll. Die Entscheidungen für die Zuordnung der Packaufträge auf die Packarbeitsplätze beruhten bisher auf dem Erfahrungswissen der Schichtleiter, was die Auslastung der Packplätze und die Verfügbarkeit des Materials betrifft. Die Auftragszuweisungen erfolgten jedoch nach nicht objektiven und datengestützten Kriterien. Spontane Änderungen, wie z. B. neu aufkommende und dringende Aufträge von Kunden oder unvorhergesehene Engpässe in den Lagerbeständen oder Abweichungen in der geplanten Reihenfolge der Packaufträge, müssen händisch vom Schichtleiter und den Mitarbeitenden gelöst werden. Dies führt nicht selten zu einer erhöhten Fehleran-

[1] *Im folgenden Text wird die männliche Bezeichnung von „Schichtleiter" verwendet und auf das Gendern verzichtet, da im relevanten Betrieb nur männliche Schichtleiter arbeiten.*

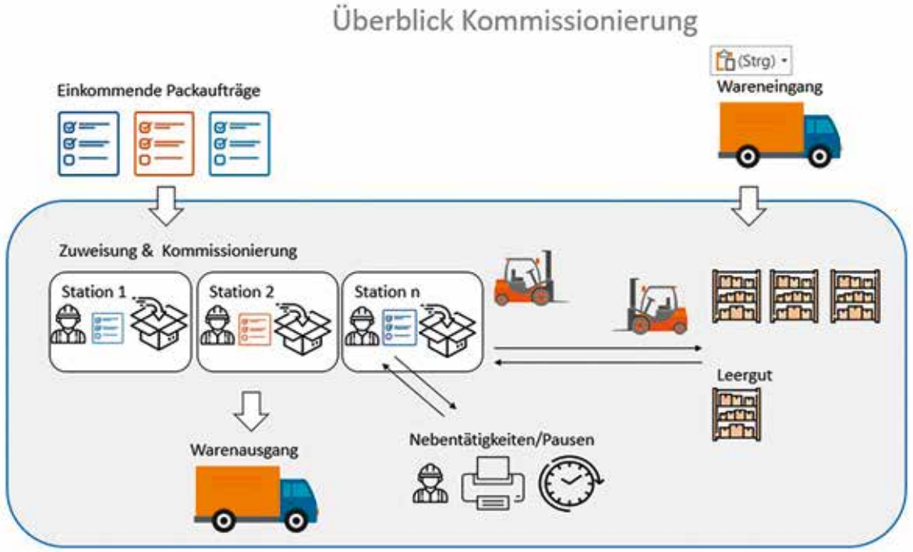


Abbildung 1: Ablauf der Kommissionierung; Quelle: ZeMA

fälligkeit und zu einem Mehraufwand, ggf. auch zu negativen Reaktionen der Kunden.

Vor diesem Hintergrund kann ein digitales System eine sinnvolle Unterstützung bieten, das die Packaufträge automatisch auf die Packarbeitsplätze verteilt, die Verpackungsinformationen in Echtzeit an die Packarbeitsplätze übermittelt und die Lagerbestände im Blick hat. Der Umfang der Zuweisungsaufgaben für die Schichtleiter würde dadurch reduziert und die Auftragsabwicklung könnte effizienter gestaltet werden. Mit dieser Arbeitserleichterung verbindet sich eine potenzielle Fehlerreduzierung, da das System eine Vielzahl von Informationen umfassend in die Zuweisung der Packaufträge einbeziehen kann. Das Ziel, papierlos zu arbeiten, könnte damit ebenfalls adressiert werden, was auch der Umwelt zugutekäme. Mit der Teilnahme als Praxispartner im ViSAAR-Projekt möchte ISL die digitale Transformation des Unternehmens vorantreiben. So kann die Arbeitsorganisation im Betrieb verbessert, die Arbeit effizienter gestaltet und die Arbeitsbelastung der Mitarbeitenden reduziert werden.

Im ISL-Logistikzentrum, am Standort Saarwellingen, wo die Verpackung/Kommissionierung von Kleinteilen von Automobilzulieferern zum Weitertransport abgewickelt wird, findet beispielsweise die Schraubenkommissionierung im Unternehmen statt. Dieser Vorgang wird von der Organisation und Koordination des Schichtleiters bestimmt. Der Prozess beginnt mit dem Import von Kommissionieraufträgen (siehe Abb. 1) in Form von digitalen XML-Lieferscheinen, die eine schnelle Weiterverarbeitung ermöglichen. Diese Aufträge werden im System erfasst und nach Kriterien wie Auftragsgröße und Verpackungsvorschriften vorbereitet. Der Schichtleiter, der sich auf sein umfangreiches Erfahrungswissen stützt, spielt eine entscheidende Rolle in diesem Prozess. Er überprüft, organisiert und verteilt die Aufgaben an die Verpackungsstationen, wobei er sorgfältig auf die Priorisierung und besonderen Bedürfnisse jedes Auftrags achtet. Parallel zum Import der Aufträge erfolgt der Wareneingang. Kundenspezifische Waren und Leergut werden unabhängig von den Aufträgen eingelagert, wobei die Position der Einlagerung für die späteren Transportzeiten zur Kommissionierung entscheidend ist. Das Warehouse-Management-System (WMS) spielt hier eine Schlüsselrolle, indem es die Informationen der gescannten Packaufträge mit dem aktuellen Lagerbestand abgleicht, eine effiziente Einlagerung ermöglicht und so eine nahtlose

Integration von physischem Warenfluss und digitaler Datenverarbeitung sicherstellt. Im Auftragspool werden die eingegangenen Aufträge gesammelt. Der Schichtleiter erstellt einen Zuweisungsplan und ordnet die offenen Aufträge den Packarbeitsplätzen zu, wodurch die Aufträge den Status „offen" erhalten. Anschließend beginnt der eigentliche Kommissionierungsprozess. Die Gabelstaplerfahrer transportieren das Material zu den Arbeitsplätzen. Sobald die Ware an den Arbeitsplätzen ankommt, wechselt der Status der Aufträge zu „in Bearbeitung". Um die Effizienz zu steigern, werden Technologien zur Überprüfung und Optimierung der Kommissionierzeiten eingesetzt, die die Mitarbeitenden bei der korrekten Handhabung der Ware unterstützen und die Einhaltung der Qualitätsstandards sicherstellen. Im weiteren Verlauf der Ware-zu-Mann-Kommissionierung, einem Prozess, bei dem die zu bearbeitende Ware automatisch zum bestimmten Arbeitsplatz transportiert wird, werden Kleinladungsträger (KLT) kommissioniert und mit Etiketten versehen. Die Zielpaletten werden vorbereitet, und die Vorgänge erhalten beim Scannen der Ware Zeitstempel, welche die Kommissionierzeit definieren. Der Prozess mündet schließlich im Warenausgang, wo die Ware für den Versand vorbereitet und der Auftragsstatus auf „bereit für Versand" geändert wird. Am Ende des firmeninternen Prozesses wartet die Ware am Warenausgang auf die Abholung durch den LKW. Besondere Beachtung finden Sonderabwicklungen, wie das Anbringen von Klebepunkten an bestimmten Produkten, und die Verwaltung der Lagerplatz-ID, die für eine präzise Lokalisierung und Zuweisung der Waren unerlässlich sind. Diese zusätzlichen Prozesse können jedoch die Kommissionierungszeit beeinflussen. Zusammenfassend basiert der Kommissionierungs- und Verpackungsprozess des Unternehmens auf einer Kombination aus menschlicher Expertise, repräsentiert durch die Schichtleitung und die Gabelstaplerfahrer sowie die technologische Unterstützung durch das WMS, welches eine effiziente Integration und Koordination ermöglicht. Die Effizienz des Systems hängt jedoch stark von der Kompetenz des Schichtleiters, der Genauigkeit der manuellen Verarbeitung und der Verfolgung der Wareneingänge und -ausgänge ab.

2. Wie wurde das Projekt im Unternehmen gestartet und umgesetzt?

Das wesentliche Ziel des Modellprojekts von ISL stellt die Automatisierung von Prozessen in den Mittelpunkt, die vorher manuell durchgeführt wurden und daher fehleranfällig waren. Ein digitales Unterstützungssystem wurde insbesondere von den Schichtleitern vorgeschlagen, da sie durch viele Sonderwünsche des Kunden von ihrem eigentlichen Tagesgeschäft abgehalten werden. Das Tagesgeschäft beinhaltet die Abwicklung von beispielsweise 450 bis 550 Packaufträgen, die zum Weitertransport von ISL bereitgestellt werden. Normalerweise übermittelt der Kunde zweimal täglich (vor- und nachmittags) zu festgelegten Zeiten die neu eingetroffenen Aufträge (üblicherweise in Vorlaufzeit), die dann von ISL geplant bzw. sortiert werden. Sonderfälle treten dann auf, wenn z. B. der Lagerbestand nicht wirklichkeitsgetreu erfasst ist bzw. wenn der Lagerbestand sich nach der Ausführung der Packaufträge so verändert, dass die genauen Verpackungsvorgaben des Kunden nicht mehr erfüllt werden können. Des Weiteren kann es sein, dass sich die Bedarfe oder die Lagerkapazitäten des Fahrzeugherstellers (Endkunden) in der Zwischenzeit ändern und daher Aufträge (Sonderfahrten zum Endkunden) im Nachhinein angepasst werden müssen.

An der Maßnahme waren seitens ISL der technische Leiter, der Standortleiter, zwei Schichtleiter der Packarbeitsplätze und der extern beauftragte Systeminformatiker von ISL beteiligt, der bereits zusammen mit der betriebsinternen IT-Abteilung

das hauseigene Warenwirtschaftssystem aufgebaut hat. Die Entwicklung und Erprobung der Software wurde durch das Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik (ZeMA) unterstützt. In Zusammenarbeit mit ZeMA wurden die aktuellen Arbeitsprozesse erfasst (Ist-Zustand), darauf aufbauend ein Soll-Zustand definiert und eine technische Lösung konzipiert. Im Rahmen der Bestandsaufnahme hat ISL verschiedene Daten dokumentiert: Zum einen wurden die benötigten Verpackungszeiten der Beschäftigten gemessen. Zum anderen erfasste man weitere Merkmale der Packarbeitsplätze, z. B., ob das benötigte Verpackungsmaterial direkt am Arbeitsplatz liegt oder ob der Mitarbeitende Aufträge mit den immer gleichen Verpackungsvorgaben abarbeitet und daher eine Routine und Erfahrung mitbringt. Außerdem sollten die verschiedenen Aspekte eines Packauftrages, z. B. um welche Art von Auftrag es sich handelt oder zu welchem Zeitpunkt der Auftrag bei ISL eingeht, mitberücksichtigt werden. Mit diesen Daten, die beschreiben, in welcher Zeitspanne und unter welchen Bedingungen bestimmte Aufträge abgewickelt werden können, wurden Parameter identifiziert, die für eine effiziente Zuordnung der Packaufträge und damit für eine schnelle und reibungslose Abwicklung des Packauftrags relevant sind. Mit der Analyse der Daten werden Kriterien bzw. Abhängigkeiten für eine optimale Zuweisung von Packaufträgen gefunden, Zusammenhänge verstanden und Entscheidungskriterien für die Zuordnung der Aufträge auf die Packarbeitsplätze gewonnen. Die Parameter zur Bestimmung der Auslastung eines Arbeitsplatzes wurden in mehreren Workshops identifiziert und weiterentwickelt. Aufgrund dieser Vorarbeiten und auf Basis des bereits bestehenden Warenwirtschaftssystems haben ZeMA und der extern beauftragte Systeminformatiker eine Software entwickelt, um die Packaufträge automatisiert auf die Packarbeitsplätze zuordnen zu können. Diese Software (siehe Abb. 2) dient als Entscheidungshilfe, die durch die Automatisierung von Vorschlägen für die Zuweisung von Kommissionieraufträgen den Mitarbeitenden unterstützt.

Der Prozess beginnt im vorgelagerten Bereich, wo zunächst auf Basis historischer Daten, die sorgfältig gefiltert und vorbereitet werden, ein maschinelles

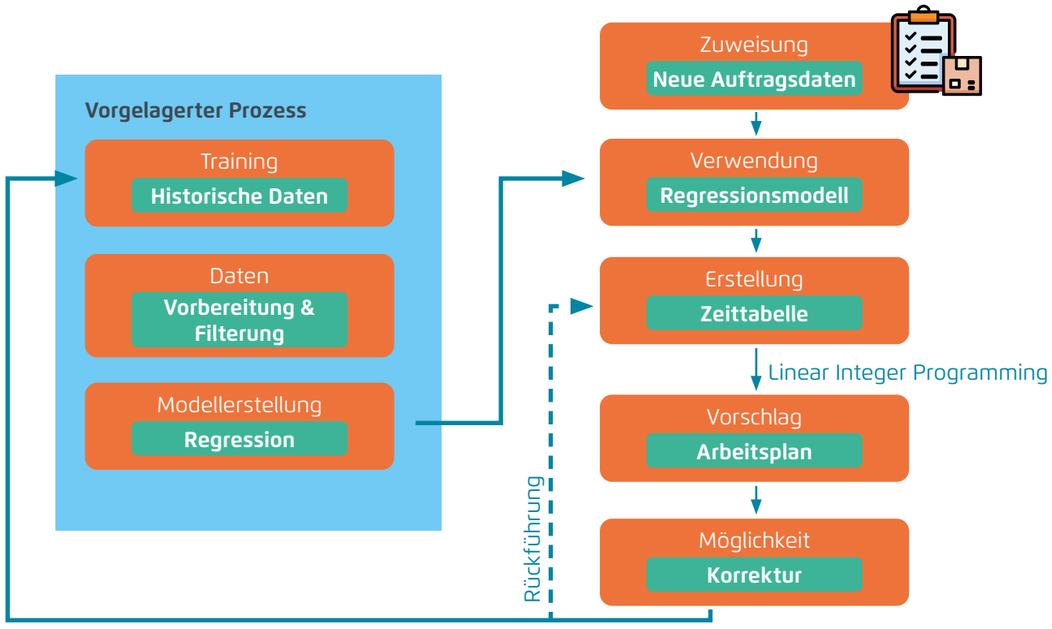


Abbildung 2: Konzept der Automatisierungssoftware, Quelle: ZeMA

Lernmodell trainiert wird. Im Speziellen wird ein Regressionsmodell entwickelt, um Vorhersagen zu treffen. Diese Vorhersagen betreffen die Arbeitszeiten, die für die Bearbeitung der einzelnen Aufträge an verschiedenen Arbeitsplätzen benötigt werden. Sobald neue Auftragsdaten dem System zugewiesen werden, kommt das trainierte Regressionsmodell zum Einsatz. Mit seiner Hilfe wird eine Zeittabelle erstellt, die als Zeitplan fungiert und angibt, wann und wo die einzelnen Aufträge abgearbeitet werden sollen. Um die Effizienz und Praktikabilität dieses Zeitplans zu gewährleisten, wird Linear Integer Programming (ganzzahlige lineare Programmierung) eingesetzt. Diese Methode sucht nach der optimalen oder einer nahezu optimalen Lösung für die Zuweisung der Aufträge unter Berücksichtigung verschiedener Einschränkungen und Ressourcen. Auf der Grundlage dieser Berechnungen bietet das System einen Arbeitsplan an. Dieser Vorschlag kann manuell überprüft und bei Bedarf korrigiert werden, bevor er endgültig angenommen und umgesetzt wird. Auf diese Weise stellt das System eine wertvolle Unterstützung dar, um die Arbeitsabläufe zu optimieren und die menschliche Arbeit im Bereich der Kommissionierung effektiv zu unterstützen.

Die Software wurde zunächst in einer Testumgebung geprüft und dann an einem Packarbeitsplatz in einem konkreten Arbeitskontext erprobt und weiterentwickelt. Für diese Erprobung wurden die Führungskräfte und Mitarbeitenden in der Nutzung der Software geschult. Nach jeder Testung wurde Feedback durch die Nutzenden eingeholt, das vom Systeminformatiker berücksichtigt und in die überarbeitete Version der Software eingeflossen ist. Nachdem die Automatisierung an einem Packarbeitsplatz erfolgreich eingesetzt werden konnte, wurde die digitale Lösung sukzessiv auf weitere Packarbeitsplätze ausgeweitet. Durch diese iterative und aufeinander aufbauende Vorgehensweise konnte das System der Automatisierung bzw. der dahinterliegende Algorithmus lernen, die Packaufträge optimal zu verteilen. Die Zuverlässigkeit dieser Zuordnung wurde vom ZeMA überprüft.

In einer vom ZeMA durchgeführten Simulation zur Optimierung der Auftragszuweisung an Packarbeitsplätze mittels Linear Integer Programming wurden die historischen Datensätze von zehn Arbeitstagen bei ISL mit durchschnittlich 500 Aufträgen pro Tag analysiert. Ziel war es, ein realitätsnahes Szenario nachzubilden, das auch Raum für unvorhergesehene Variationen im Arbeitsalltag lässt, wozu ein Element der Zufälligkeit in die Simulation integriert wurde. Die Simulationsergebnisse offenbarten eine initiale Übereinstimmungsrate von etwa 10 %, basierend darauf, ob ein Auftrag so zugewiesen wurde, wie es die historischen Daten vorgaben. Trotz dieser anfänglichen Rate führte das optimierte System zu einer deutlichen Reduktion der Gesamtarbeitszeit um circa 17 % pro Tag. Dieses Ergebnis unterstreicht das Potenzial des Systems, die Effizienz gegenüber herkömmlichen Zuweisungsmethoden signifikant zu verbessern. Die Qualität des historischen Datensatzes ließ zudem erkennen, dass die Zuweisungsgenauigkeit durch die Sammlung präziserer Daten und weiteres Training des Modells substanziell gesteigert werden kann. Mit der Implementierung des Systems in einem realen Betriebsumfeld und der fortlaufenden Sammlung neuer Daten hat sich die Zuweisungsgenauigkeit bereits auf 20 % verbessert. Dieser Fortschritt ist nicht nur ein Indikator für die gesteigerte Effektivität des Systems, sondern auch ein Beleg dafür, dass sich die Zuweisungsgenauigkeit mit fortschreitender Datensammlung und Modellanpassung iterativ verbessern wird. Es ist zu erwarten, dass zukünftige Modellgenerationen eine noch höhere Genauigkeitsrate erzielen werden, was die Effizienz der Packarbeitsprozesse weiter steigern wird. Die ersten Vor-Ort-Tests zeigten auch die Notwendigkeit der Implementierung von softwareseitigen Verriegelungsmechanismen auf, um Fehlbuchungen zu vermeiden. Die softwareseitigen Verriegelungsmechanismen sind spezielle Funktionen oder Sicherheitsvorkehrungen in der Software, die dazu dienen, Fehler bei der Datenerfassung zu vermeiden und die Integrität der Daten zu gewährleisten. Diese Mechanismen sind so konzipiert, dass sie automatisch potenzielle Fehlerquellen erkennen und korrigieren oder die Eingabe fehlerhafter

Daten blockieren. Durch solche Sicherheitsfunktionen wird sichergestellt, dass die erfassten Daten korrekt sind, was wiederum eine solide Datenbasis für weitere Verarbeitungsprozesse bildet und die Genauigkeit des gesamten Systems verbessert. Die Vor-Ort-Tests wurden in der Erprobungsphase umgesetzt, was die Präzision des Vorhersagemodells deutlich erhöhte. Überdies zeigte die sorgfältige Analyse der im realen Betrieb gesammelten Daten eine signifikante Verbesserung in der Genauigkeit des Systems. Das System kann durch iterative Neugenerierungen des Modells auf Basis von aktuelleren und präziseren Daten eine kontinuierliche Steigerung der Zuweisungsgenauigkeit erfahren. Somit sind die aktuellen Erfolge, wie die Reduktion der Gesamtarbeitszeit um ca. 11 % und die erhöhte Übereinstimmungsrate, lediglich ein Vorgeschmack auf die zukünftigen Leistungssteigerungen des Systems.

Solange sich das System der Automatisierung in der Testphase befindet, arbeiten die Mitarbeitenden weiterhin an allen Packarbeitsplätzen zusätzlich mit analogen, das heißt mit papierenen Informationsträgern zu den Verpackungsvorgaben.

3. Erfahrungen, Herausforderungen und Effekte

Medienvorgaben: Das Ziel, papierlos zu werden, ist schwierig zu erreichen, solange der kundenseitige Verpackungsauftrag in Papierform geliefert wird. Diese papiergebundenen Packaufträge können nur in Absprache und Zusammenarbeit mit dem Kunden digital abgelöst werden. Während des Projektverlaufs erwies sich die Änderungsbereitschaft des ISL-Kunden zu diesem Punkt als schwierig umsetzbar aufgrund der folgenden Bedingungen. Der Kunde als Tier 1 und Tier 2 Supplier (hierarchische Lieferantenkette von Tier 1, Tier 2 usw. bis zum Endkunden/Fahrzeughersteller) hat eigene kundenspezifische Vorgaben seitens der Fahrzeughersteller, an die er sich halten muss. Aufgrund der Verwendung von unterschiedlichen Systemen und Prozessen der verschiedenen Akteure einer Zulieferkette ergeben sich bei ISL, die nur ein Baustein der kompletten Lieferantenkette sind, durchweg Inkompatibilitäten. Aus diesem Grund ist eine Synchronisierung der Systeme zwischen ISL und dem Kunden nur schwer möglich. Das grundlegende Schnittstellenproblem zwischen ISL und einem Teil seiner Kundenunternehmen sowie die daraus resultierenden Medienbrüche erschweren nicht nur eine optimale Aufgabenverteilung, sondern können auch zu Verzögerungen, Missverständnissen und Fehlern führen.

Arbeitsroutinen und Erfahrungswissen: Die Bestimmung der Parameter für die Automatisierungssoftware im Projektverlauf gestaltete sich als herausfordernd, weil die manuelle Verteilung der Packaufträge auf dem Erfahrungswissen der Schichtleiter beruhte und weniger auf ersichtlichen Kriterien. Zudem werden von den Schichtleitern und Mitarbeitenden des Öfteren (spontan) mündliche Absprachen (z. B. zur Bereitstellung von Paletten-Typen und Deckeln) getroffen und die Packaufträge werden teilweise untereinander getauscht, beispielsweise wenn der benötigte Paletten-Typ bereits an einer anderen Kommissionierungs- und Verpackungsstation vorhanden ist. Daher fehlte es zunächst an Informationen und es musste analysiert werden, welche Daten (und wie diese) erhoben werden können, um den Prozess digital abzubilden und die Packarbeitsplätze optimal auszulasten. Der Ansatz von ISL war hier das Erfassen der benötigten Verpackungszeiten der Beschäftigten, der verschiedenen Merkmale der Packarbeitsplätze und der unterschiedlichen Aspekte der Packaufträge.

Betrachtung des Gesamtprozesses: Rückblickend hätte die Betrachtung des gesamten (Wertschöpfungs-)Prozesses über das Verpacken der Kleinteile hinaus (Teilaspekt im Gesamtprozess) einen besseren Überblick über die Zusammenhänge ergeben und hilfreiche Informationen vor der Entwicklung der Software bereitgestellt. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass sich zwar der Verpackungsprozess optimieren lässt, dann aber beispielsweise die Prozesse im Warenausgang sich verlangsamen können. Daher hätten vorgelagerte und nachgelagerte Prozesse, an denen ISL aufgrund bestehender Kundenvorgaben zunächst nicht beteiligt ist, vor Projektkonzeption näher berücksichtigt werden sollen. In diesem Zusammenhang hätte beispielsweise geklärt werden können, wie die Verpackungsinformationen und die Kleinteile zu ISL kommen und was mit den Verpackungsangaben in Papierform und den Kleinteilen nach dem Verpacken passiert.

Stetige Bereitstellung von Informationen: Gute Kommunikation sowie kurze Wege zu allen relevanten Akteuren im Projekt und insbesondere zu den Mitarbeitenden, aber auch die enge Abstimmung zwischen ISL und dem externen Systeminformatiker wurden als wesentliche Treiber in der Projektumsetzung wahrgenommen. Dabei war zum einen die Softwareschulung der Beschäftigten und zum anderen das regelmäßige Testen am Arbeitsplatz sowie das Einholen von Feedback zum System durch die Mitarbeitenden (Austausch mit dem Shopfloor) essenziell für die Projektumsetzung. Ein strukturiertes Projektmanagement mit einer stabilen Kommunikation in Form von regelmäßigen Treffen, das Mindset „Optimierung von Arbeitsprozessen“ sowie die positive Resonanz der Mitarbeitenden auf die Automatisierungssoftware und damit einhergehend die Steigerung der Motivation für das Projekt haben sich in diesem Fall bewährt.

4. Resümee und Ausblick

Das ISL-Beispiel zeigt, wie eine Automatisierung in komplexen Kontexten wie der Logistikbranche funktionieren kann. Die Software zur Automatisierung der Zuordnung von Packaufträgen auf die Packarbeitsplätze bietet eine Planungsunterstützung für die optimierte Zuweisung der Packaufträge. Die Schichtleiter erhalten einen einfachen Überblick über die Aufträge, Auslastung der Packarbeitsplätze und Einhaltung der Terminvorgaben. Zudem konnte eine Arbeitsentlastung der Beschäftigten, bei gleichzeitiger Effizienz, durch eine gleichmäßige Auslastung der Packarbeitsplätze und weniger Umverteilung der Aufträge erreicht werden. Durch die Einbindung der Beschäftigten in die Prozessoptimierung konnte auf die Bedarfe der Mitarbeitenden eingegangen und auf die Arbeitsanforderungen abgestimmte Lösungen entwickelt werden. Zudem fühlen sich die Mitarbeitenden zugehörig und wertgeschätzt. Da eine Arbeitsentlastung erzielt wurde, konnte die Zufriedenheit der Mitarbeiter:innen gesteigert werden. Durch den Einsatz moderner und digitaler Technologien wurde ein Zugewinn an Attraktivität insbesondere für qualifizierte Mitarbeitende geschaffen.

Quelle: freepik.de

Gute-Praxis-Beispiel **NetComSolutions GmbH**

Erweitertes Geschäftsfeld und besserer Service durch digitale Kundeneinbindung

Volker Hielscher, Moritz Paulus, Rüdiger Pohl

Am Beispiel der Firma NetComSolutions GmbH mit Sitz in Sulzbach kann gezeigt werden, wie einfache, aber effektive Lösungen für einen innovativen mediengestützten Kundensupport kreiert werden können. In diesem Anwendungsbeispiel werden durch virtuell übermittelte Informationen und Instruktionen Kundenbetriebe in die Lage versetzt, vor Ort im Self-Service Tätigkeiten zu übernehmen, für die in früheren Zeiten ein Servicetechniker ausrücken musste. So werden Ausfallzeiten bei Störfällen reduziert, zeitliche und finanzielle Reisekosten gespart und das regionale Einzugsgebiet des Unternehmens erheblich erweitert. Das Beispiel zeigt, wie es auch Kleinunternehmen gelingen kann, mit Hilfe des Internets und mobiler Visualisierungstechnologie eigenes Know-how für Kundenbetriebe zur Verfügung zu stellen und so eine Win-win-Situation für beide Partner zu generieren.

1. Wo ist das Unternehmen gestartet?

Die im Jahr 2001 gegründete Firma NetComSolutions ist ein inhabergeführtes Kleinunternehmen mit 16 Mitarbeiter:innen. Das Kerngeschäft des Unternehmens liegt im Vertrieb und in der Betreuung von professionellen Drucksystemen für Großunternehmen, Druckereien, Kopierläden, Behörden und Betriebe.

Druck- und Kopiersysteme unterliegen einem hohen technischen Innovationsdruck. Die Einführung neuer Geräte wird durch technische Schulungen und Webinare der Hersteller für die Service-Dienstleister begleitet. Die Nutzung digitaler Technologien prägt bereits seit Jahren den Arbeitsalltag der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von NetComSolutions. So werden z. B. alle Kundendokumente digital in einer Archivierungssoftware erfasst. Bereits seit den 2000er Jahren wurden papiergebundene Servicehandbücher durch Laptops ersetzt, die die Servicetechniker mit zu den Kundeneinsätzen nehmen. Der Anteil an digitalen Einstellungsarbeiten hat gegenüber mechanischen Wartungs-, Einstellungs- und Reparaturarbeiten erheblich an Bedeutung gewonnen. Durch den bisher schon erfolgten Einsatz digitaler Technologien konnten Prozesse vereinfacht und der Zugriff auf Informationen präzisiert und beschleunigt werden, etwa beim Auslesen von Fehlercodes oder bei Suchprozessen in Anleitungen zur Störungsbehebung.

Für NetComSolutions und ihre Kunden ist es von grundlegender Bedeutung, Stör- bzw. Ausfälle von Druck- und Kopiergeräten auf ein Minimum zu reduzieren. Insbesondere müssen Ausfallzeiten möglichst klein gehalten werden. Das Tagesgeschäft des Unternehmens ist durch regelmäßige Wartungsarbeiten, vor allem aber durch die Behebung von ungeplanten Störungen beim Kunden geprägt. Da gerade Großdrucksysteme eine hohe Komplexität aufweisen, sind erfahrene und geschulte Mitarbeiter:innen im Außendienst unabdingbar.

Viele Kundenbetriebe haben sogenannte „All-in"-Verträge abgeschlossen, mit denen ein umfassendes Servicepaket verbunden ist. Im Zentrum steht dabei das Leistungsversprechen, auch bei kurzfristig eingehenden Störungsmeldungen binnen vier Stunden einen Servicetechniker vor Ort verfügbar zu haben. Ging also bisher ein Anruf des Kunden mit Meldung eines Störfalls bei NetComSolutions ein, dann hat die Zentrale zunächst die Kundendaten sowie sonstige notwendige Informationen erfasst. Der Sachverhalt wurde an den entsprechenden Servicetechniker weitergeleitet, welcher im Anschluss zu prüfen hatte, ob Material und Ersatzteile zur Behebung der Störung bereits vorhanden sind. War dies der Fall, konnte der Servicetechniker unverzüglich den Weg zum Kunden antreten, um die Störung des Gerätes zu beheben. Fehlten allerdings bestimmte Komponenten, musste eine zusätzliche Schleife über die Zentrale gedreht werden, um die fehlenden Teile ins Auto zu laden, oder es mussten Ersatzteile bestellt werden.

Generell ist der zeitliche Druck auf die Servicetechniker insbesondere zum Ende des Jahres hoch, wenn viele Druckereien Weihnachtskalender und -karten herstellen. Dann müssen Störungsmeldungen unter Umständen priorisiert werden und zum Teil herausfordernde Kundengespräche geführt werden, um diese Priorisierung zu erläutern.

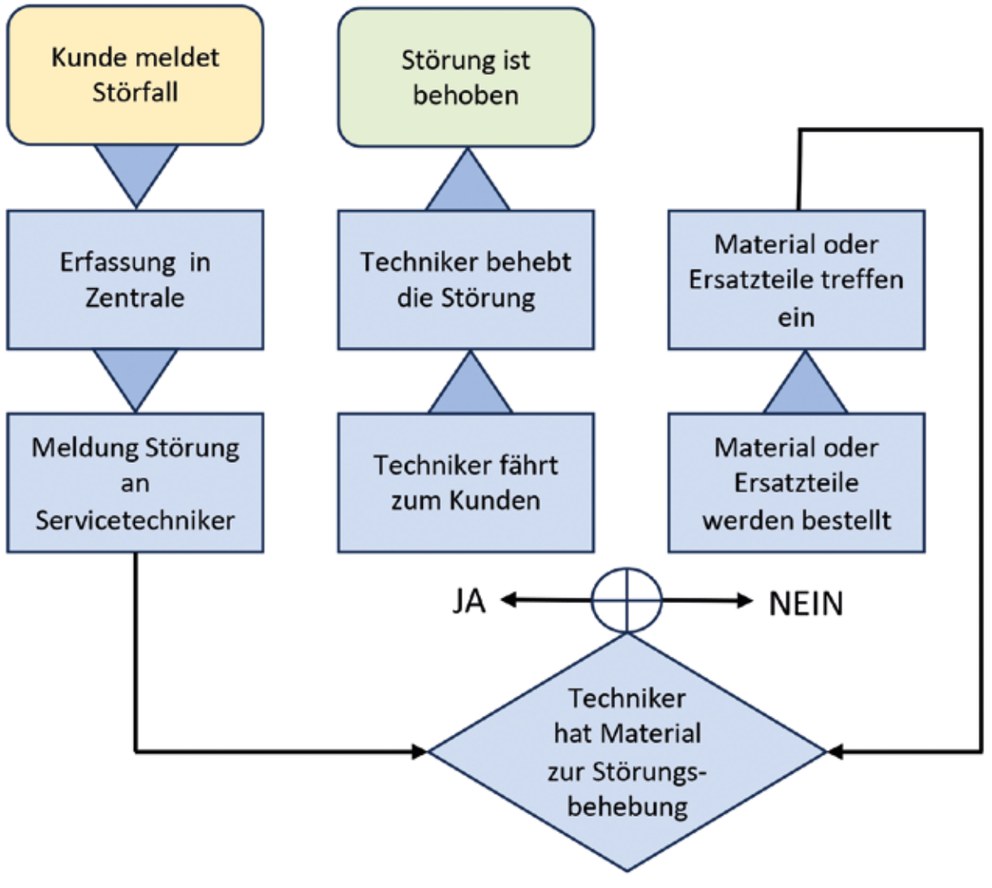


Abbildung 1: Bisheriger Prozess zur Störungsbehebung, Quelle: AWSi/iso

Die Erfahrungen im Unternehmen haben gezeigt, dass ein großer Teil der Störungen einfach zu lösende Probleme darstellen. Es ist also häufig vorgekommen, dass ein Servicetechniker[1] mehrere Stunden unterwegs war, um innerhalb von 30 Minuten eine vergleichsweise einfache Störung beim Kundenbetrieb zu beheben. Des Weiteren resultiert neben dem Kosten- und Zeitaufwand aus jeder Fahrt zum Kunden auch ein zusätzlicher CO_2-Ausstoß.

Ein wichtiges Ziel für das Unternehmen lag daher darin, den zeitlichen und finanziellen Reiseaufwand zu reduzieren und zugleich die Kundenbetriebe in die Lage zu versetzen, durch eine eigene Mitwirkung an der Störungsbehebung die Ausfallzeiten zu minimieren. Zugleich sollte ein positiver Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit geleistet werden.

2. Wie wurde das Projekt im Unternehmen gestartet und umgesetzt?

Die Ziele des Vorhabens ViSAAR wurden bereits zur Startphase aktiv an die Belegschaft kommuniziert. So hat der Geschäftsführer mündlich die Beschäftigten zu den Chancen und Zielen des Projekts informiert und ein großes Projektplakat im Eingangsbereich des Betriebs aufgehängt. Dadurch konnte bereits von Anfang an ein breiter Rückhalt in der Belegschaft für das Vorhaben gewonnen werden.

Die betrieblichen Ziele im Projekt sollten vor allem dadurch realisiert werden, dass die Kundenbetriebe in einen Teil der Wartungsarbeiten und der Störungsbeseitigung einbezogen werden. Damit sie diese Aufgaben wahrnehmen können, ist allerdings ein erheblicher Know-how-Transfer nötig. Hierfür wurden durch NetComSolutions einfache Erklär- bzw. Instruktionsvideos erstellt, die online abgerufen werden können. Durch die Videos sollen Kundenbetriebe bzw. die dort verantwortlichen Gerätebetreuer in die Lage versetzt werden, einfache Störungen am hauseigenen Drucksystem eigenständig feststellen und beheben zu können. Die Videos können entweder über QR-Codes abgerufen werden, die auf den Geräten angebracht sind, oder die Links zu den Videos werden bedarfsweise durch die Firma zugeleitet. Aufgrund dieser Maßnahmen wurde der Prozess der Störungsbehebung neu gestaltet (siehe Abb. 2, Seite 133).

Ein Teil der Wartungsarbeiten und Störungsbehebungen kann von erfahrenen Anwendern selbst erledigt werden, ohne die Firma NetComSolutions zu kontaktieren. Wenn dennoch der Anruf eines Kunden zur Störungsmeldung bei der Zentrale eingeht, erfasst diese wie zuvor die Kundendaten und zusätzliche Informationen. Anschließend wird geprüft, ob die entsprechende Videosequenz zur Behebung des gemeldeten Störfalls bereits zur Verfügung steht. Ist dies nicht der Fall, wird die Meldung an den Servicetechniker weitergeleitet und der Prozess läuft wie zuvor ab. Liegt allerdings ein entsprechendes Erklärvideo vor, kann der Kunde mit dessen Hilfe den Versuch unternehmen, die Störung selbst zu beheben oder eine notwendige Wartungsarbeit durchzuführen. Im besten Fall ist der Kunde somit in der Lage, das Problem des Geräts selbstständig zu beheben. Sollte dies trotz des Instruktionsvideos nicht möglich sein, erfolgt eine Rückmeldung aus dem Kundenbetrieb an die Zentrale, die diese Rückmeldung an einen Servicetechniker weitergibt und diesen veranlasst, den Kunden persönlich aufzusuchen.

Die Erklärvideos wurden durch einen Mitarbeiter der Firma in Eigenregie gedreht. Es handelt sich bei den Videos um kurze, ein- bis zweiminütige Filmsequenzen, die die verschiedenen Arbeitsschritte für bestimmte Wartungsaufgaben oder für eine

[1] *Da zum Zeitpunkt der Modelldurchführung ausschließlich männliche Servicetechniker für die Firma tätig waren, wird hier die männliche Schreibweise beibehalten.*

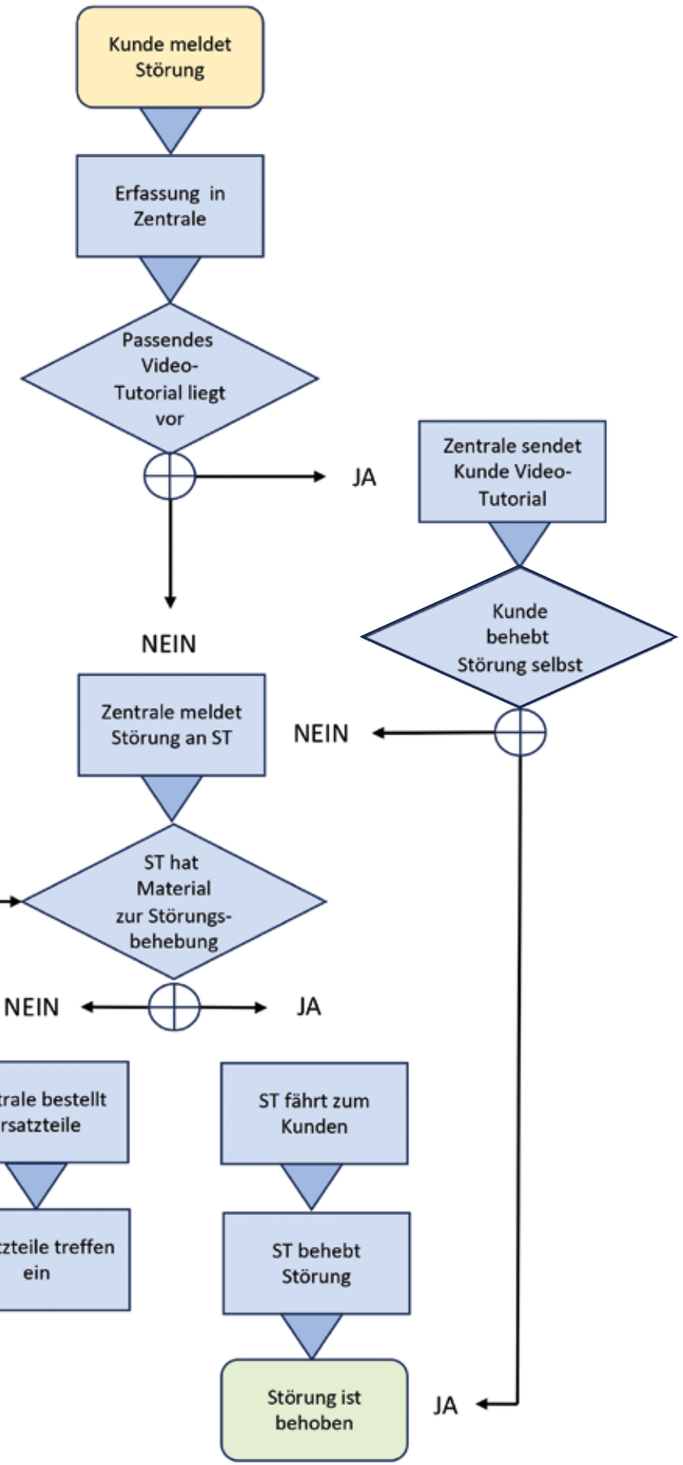


Abbildung 2: Neu gestalteter Prozess der Störungsbehebung, Quelle: AWSi/iso

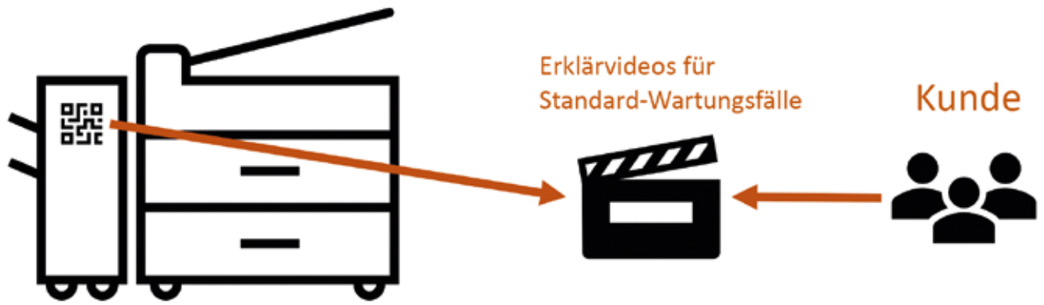


Abbildung 3: Einsatz von Erklärvideos für einen Self-Service im Kundenunternehmen, Quelle: AWSi

Störungsbeseitigung zeigen. Nachdem sich erste Filmversuche mit einem Tablet als verwackelt und unscharf erwiesen haben, wurde für die erneuten Aufnahmen der Videosequenzen eine Kamera mit einem Stativ eingesetzt. Der Zeitaufwand für den notwendigen Wissensaufbau und die Produktion der Filmsequenzen wurde durch das Vorhaben ViSAAR teilweise refinanziert. Die Videos sind bewusst einfach gehalten und nicht durch eine Tonspur unterlegt, um zum Nutzer bzw. der Nutzerin Vertrauen und eine Niederschwelligkeit aufzubauen und ihn/sie zu ermuntern, die Fehlerbehebung selbst anzugehen. Zum Bearbeiten und Schneiden der Videodateien wird die kostenfreie Videoschnittsoftware „Windows Movie Maker" genutzt. Zunächst wurden einfache und zugleich regelmäßig anfallende Aufgaben abgebildet, etwa das Auslesen der Zählerstände, das Auswechseln einer Toner-Kartusche oder der Tausch einer Trommel. Bis zum Abschluss des Projekts sind ca. 30 Videos produziert worden. Ein Auszubildender wurde gezielt als noch wenig erfahrener Mitarbeiter dafür eingebunden, die Videos und mögliche neue Anwendungsszenarien zu erproben.

Die Aufnahmen werden ausschließlich für Arbeiten an zuverlässigen, bereits langjährig genutzten Geräten erstellt, für die angenommen werden kann, dass die Kundenbetriebe die entsprechenden Wartungsaufgaben mit einer hohen Erfolgschance selbst durchführen können. Bei Kunden, die die Geräte für eine „einfache" Kopieranwendung nutzen, etwa Büros oder Schulen, steht die Anleitung von einfachen Standard-Wartungsaufgaben im Vordergrund, da hier selten geschulte oder erfahrene Anwender vor Ort sind. In professionellen Druckereien hingegen ist häufig qualifiziertes Personal vorhanden, das tagtäglich mit den Maschinen arbeitet. Für diese Kundenbetriebe werden auch Anleitungen für spezifische Störungsfälle oder für komplexere Verrichtungen angeboten.

Die Videos werden über eine Online-Plattform zugänglich gemacht. Auf das jeweilige Video kann über einen QR-Code und einen verfügbaren Internetzugang (WLAN bzw. eine internetfähige Mobilfunkverbindung) zugegriffen werden. Die QR-Codes für die wichtigsten Störungsbeseitigungen sind deutlich sichtbar an den Druck- bzw. Kopiermaschinen platziert und können über die Kamerafunktion eines handelsüblichen Smartphones oder Tablets abgelesen bzw. abgescannt werden, ohne dass eine spezifische Software oder App heruntergeladen werden muss.

Durch diese remote- und mediengestützte Fehlerbehebung wird erreicht, dass einerseits die Serviceeffizienz durch eine Entlastung der Fachkräfte gesteigert und andererseits zur Nachhaltigkeit beigetragen wird.

3. Erfahrungen, Herausforderungen und Effekte

Kundenreaktionen: In einem ersten Schritt ist die Self-Service-Option neu gewonnenen Kunden angeboten worden. Der bisherige Servicevertrag wird dabei um die Option erweitert, dass Serviceleistungen auch remote erbracht werden können. Dies ist insbesondere deshalb von Bedeutung, weil die Gewinnung neuer Kunden, die außerhalb des bisherigen regionalen Einzugsgebiets angesiedelt sind, diese Mitwirkung an Wartung und Störungsbeseitigung zur Voraussetzung hat. Die zeitlich eng definierte Vor-Ort-Verfügbarkeit eines Servicetechnikers beim Kunden ist bei einer vergrößerten Entfernung nicht mehr haltbar. Darüber hinaus hat das Unternehmen in einem zweiten Schritt zunächst ausgewählte Kunden für die neue Self-Service-Option angesprochen, zu denen bereits langjährige Kooperationen bestehen und bei denen eine gewisse Aufgeschlossenheit für die neue Lösung vermutet wurde. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass es vergleichsweise leicht fällt, Neukunden von dieser Option zu überzeugen. Insbesondere die erwartbare Reduzierung von Stillstandszeiten und die Erweiterung der Kontrolle des Kundenbetriebs über die vor Ort aufgestellten Maschinen waren hierbei wichtige Faktoren. Die Ansprache von Bestandskunden für den neu gestalteten Serviceprozess gestaltete sich dagegen schwieriger. Diese Zielgruppe thematisierte deutlich häufiger den eigenen Mehraufwand und neigte eher dazu, auf die Leistungsversprechen des All-in-Service zu bestehen. Eine gewisse Herausforderung scheint auch darin zu liegen, dass zur Umsetzung der Self-Service-Option Bestandteile der bestehenden Verträge abgeändert werden müssen, insbesondere in der Frage, wie die 4-Stunden-Frist der All-in-Verträge gehandhabt wird und inwiefern eine finanzielle Vergütung der Bereitstellung der Instruktionsvideos durch den Kundenbetrieb erfolgt.

Gleichwohl werden die Resonanzen auf das Angebot als überwiegend positiv resümiert. Die Kunden profitierten nach eigenen Angaben von einer schnelleren Störungsbehebung und von einer kompetenteren Handhabung der Geräte. Nur ein kleiner Teil des Kundenstamms wollte an den bestehenden „All-in"-Verträgen mit dem alten Serviceprozess festhalten.

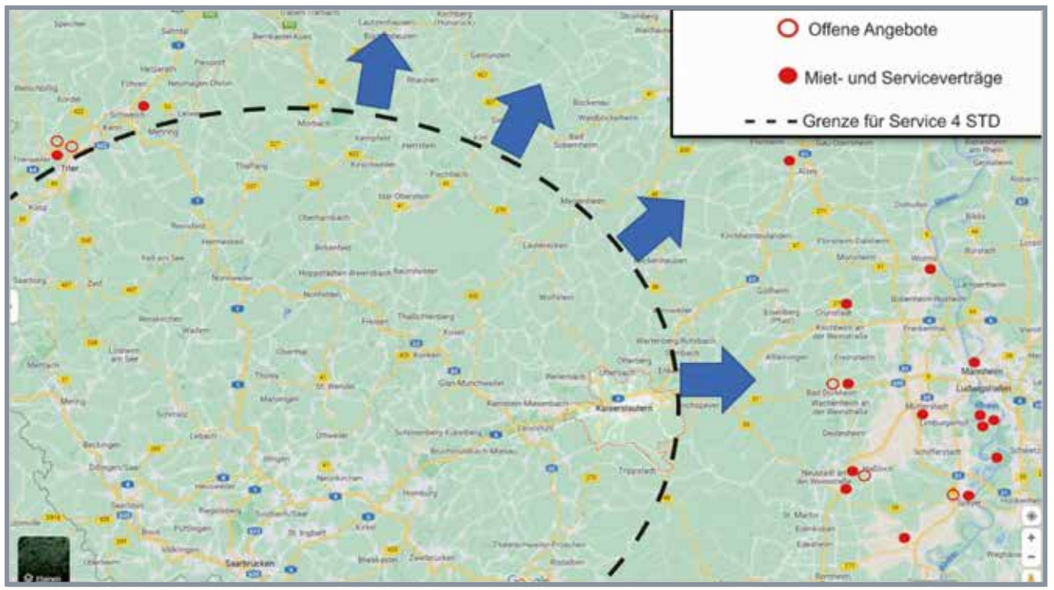


Abbildung 4: Ausweitung des Einzugsgebiets bei NetComSolutions, Quelle: NetComSolutions

Ausweitung des regionalen Einzugsgebiets: Durch die Einführung der Self-Service-Option konnte NetComSolutions sein Einzugsgebiet sukzessive erweitern. Die Einbindung der Kunden in Wartung und Störungsbeseitigung ermöglicht es, die Kapazitäten der Servicetechniker auf technisch anspruchsvolle Aufgaben bei den Kundenunternehmen zu konzentrieren. Die engen Vorgaben der „All-in"-Verträge werden so im Arbeitsalltag relativiert, weil sie nur noch für einen Teil der Störungsmeldungen tatsächlich greifen. Infolgedessen können Kundenunternehmen bedient werden, die vormals außerhalb des regionalen Einzugsgebiets lagen. Hierfür werden Drucksysteme ausgesucht, die zu dem Bedarf des Kunden passen und relativ einfach von den Anwender:innen zu bedienen und zu warten sind.

Ergänzung des Geschäftsmodells: Mit der Ausweitung des Einzugsgebiets ist zudem eine Ergänzung des bisherigen Geschäftsmodells verbunden. Die Kundenfirmen außerhalb des 4-Stunden-Service-Radius können nur noch bedingt zeitnah durch die eigenen Servicetechniker bedient werden. Das Angebot der Support-Videos kann daher als (digitale) Self-Services und als Erweiterung des Geschäftsmodells verstanden werden, mit dem auf diesen Umstand reagiert wird. Darüber hinaus hat das Unternehmen begonnen, systematisch Kooperationen mit Service-Dienstleistern im Druckmaschinenbereich aus anderen Regionen aufzubauen. Diese Kooperationspartner übernehmen in dem Fall den technischen Service, wenn der Kunde die Störungsbeseitigung nicht selbst lösen kann und ein Servicetechniker von NetComSolutions nicht zeitnah verfügbar ist. Das heißt also, dass vor allem für die technische Betreuung weiter entfernt lokalisierter Kundenunternehmen externe Ressourcen hinzugekauft werden müssen – insbesondere dort, wo eine Konzentration von Kundenunternehmen auftritt, etwa im Rhein-Neckar-Raum. Für die Zukunft dieses Geschäftsmodells dürfte entscheidend sein, inwiefern beim Hinzukauf von Fremdleistungen eine dauerhaft befriedigende Erlössituation geschaffen werden kann und ob die räumlich weiter entfernten Kunden langfristig an NetComSolutions gebunden werden können.

Kompetenzaufbau in der Belegschaft: Die Erstellung der Instruktionsvideos ist eine neue Aufgabe im Unternehmen, die durch einen Servicetechniker der Firma übernommen wurde. Im Rahmen der Förderung durch das Vorhaben ViSAAR wurde eine Videokamera beschafft und der Mitarbeiter wurde zeitlich freigestellt, die Handhabung der Kamera, die Nutzung einer entsprechenden Software sowie die Produktion kurzer Videos zu erlernen. Dieser Prozess war nach Angaben des Mitarbeiters vor allem ein selbst gesteuertes „learning by doing" mit Hilfe von Internet-Recherchen und YouTube-Videos. Die erfolgreiche Erstellung dieser für Dritte nachvollziehbar gestalteten Anleitungsvideos wurde als eine Erweiterung der technischen Fähigkeiten in einem neuen Anwendungsfeld erfahren. Darüber hinaus habe der Perspektivwechsel auf die Erfahrungswelt des Anwenders dazu beigetragen, auch die sozialen und kommunikativen Kompetenzen des Mitarbeiters weiterzuentwickeln. Insbesondere der Blick auf die Frage „Was kann beim Kunden alles schiefgehen?" schärfe die Sensibilität für die Kundenbedürfnisse und Unterstützungsbedarfe von Laien, die in Wartungsaufgaben eingebunden werden. In der Folge haben sich, so die Selbsteinschätzung des Mitarbeiters, auch die Fähigkeiten verbessert, technische Zusammenhänge und Vorgehensweisen gegenüber Kunden, Kolleginnen und Kollegen oder Auszubildenden im Hause zu erläutern. Ebenso wurde der am Projekt beteiligte Auszubildende dafür sensibilisiert, Wartungsaufgaben und Störungen aus der „Brille" des Anwenders zu betrachten und diese Perspektive in den Kundenkontakt einzubringen.

Insgesamt wurde die Erarbeitung der Videos als eine wertvolle Erweiterung des Aufgabengebiets und als ein beruflicher Gewinn betrachtet. Insofern konnte offenbar mit der Erstellung der Videos auch ein Kompetenzaufbau verbunden werden, der über den Zugewinn rein technischer Fähigkeiten deutlich hinausgeht.

Quelle: www.istockphoto.com

Schon ein begrenzter Technologieaufwand

kann große Innovationsschritte erzielen.

4. Resümee und Ausblick

Am Beispiel NetComSolutions lässt sich zeigen, wie es Kleinunternehmen gelingen kann, mit vergleichsweise einfachen technologischen Mitteln einen deutlichen Sprung an betrieblicher Innovation zu leisten. Durch mediengestützte Anwendungen zur Fehlerbehebung und Wartung (Stichwort: Remote Maintenance) konnte mit Hilfe des Internets und mobiler Visualisierungstechnologie eigenes Know-How für Kundenbetriebe zur Verfügung gestellt und so eine Win-win-Situation für beide Partner generiert werden.

Durch die neuen Serviceabläufe werden Kunden in die Lage versetzt, einfache Störfälle und Wartungsaufgaben am entsprechenden Drucksystem eigenständig durchführen zu können. Durch diese remote- und mediengestützte Fehlerbehebung wird eine Entlastung der Fachkräfte erreicht und die Serviceeffizienz gesteigert. Das Kundenunternehmen profitiert von einer beschleunigten Leistungserbringung und reduzierten Stillstandszeiten an den Maschinen. Im Ergebnis konnte der regionale Einzugsbereich von NetComSolutions durch den neuen Prozess der Störungsbeseitigung erweitert und neue Kundenbetriebe gewonnen werden.

Zugleich hat das Projekt auch Wirkungen in das Unternehmen hinein gehabt: Die Kompetenzen der mit der Videoproduktion befassten Mitarbeiter konnten sowohl in technischer Hinsicht wie auch hinsichtlich kommunikativer Fähigkeiten verbessert werden. Im Unternehmen wurde der Zusammenhalt und die „Corporate Identity" durch das gemeinsame Bewusstsein gestärkt, als Kleinunternehmen an einem innovativen Projekt mit Strahlkraft für die Region mitwirken zu können.

Gute-Praxis-Beispiel **WALOR Stahlbau und Montage GmbH**

Effizientere Administration in der Montage durch virtuell gestütztes Personalmanagement

Volker Hielscher, Kathleen Schwarz, Christine Simon,
Sarah-Déborah Schaller-Rebschläger, Moritz Paulus

Wie können handwerklich geprägte Unternehmen erfolgreich erste Schritte hin zu einem virtuell gestützten Projektmanagement gehen? Dies zeigt das Beispiel der Firma WALOR Stahlbau und Montage GmbH. Das mittelständische Unternehmen realisiert Montagen, Umbauten und Reparaturen von Stahlkonstruktionen vor allem für die Industrie und auch im privaten Bereich. Für das Unternehmen sind ein reibungsloses Projektmanagement und Monitoring sowie kürzere Kommunikationswege zwischen Mitarbeitenden, Projektleitern und der Unternehmensführung wichtig. Als erster Baustein wurde dazu eine digitale Zeiterfassung für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eingeführt.

1. Wo ist das Unternehmen gestartet?

Das mittelständische Stahlbauunternehmen WALOR beschäftigt ca. 40 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das Unternehmen wurde im Jahr 1966 gegründet und wird mittlerweile in der dritten Generation geführt. WALOR ist ein traditioneller Stahlbauer, der vor allem für Kundinnen und Kunden in der Region des Unternehmenssitzes sowie im angrenzenden Frankreich und Luxemburg aktiv ist. Das Leistungsspektrum umfasst

- die Wartung und Instandhaltung von industriellen Produktionsanlagen,
- die Sanierung maroder Stahlbauten und Brücken,
- die Herstellung, Montage, Demontage und Reparatur von Stahlkonstruktionen, Kran- und Transportanlagen, Bühnen, Geländern etc.,
- die Ausführung von Dienstleistungen, wie Umbau-, Reparatur-, Schlosser- und Schweißarbeiten, auch Spezialarbeiten wie Betonstahlschweißen,
- die Vermietung von Autokränen.

Das Unternehmen gliedert sich in die Bereiche Verwaltung/Planung, Fertigung und Montage. In der Verwaltung werden Kundenaufträge und Kund:innenanforderungen akquiriert und administriert, Konstruktionen entwickelt sowie die Fertigung und Montage einschließlich des Material- und Personaleinsatzes geplant. Die Fertigung findet in einem Werkstattbereich am Unternehmenssitz statt: Sie produziert Montageteile und Stahlkonstruktionen, die beim Kunden unternehmen vor Ort durch Montageteams aufgebaut werden. Die Montageteams werden je nach Anforderungen auf den Kundenbaustellen variabel zusammengesetzt. Die Dauer ihrer Einsätze variiert von wenigen Tagen bis zu mehreren Monaten. In einigen Fällen besteht eine mehrjährige Kooperation mit dem Auftraggeber.

Die Arbeitsanforderungen bei WALOR sind durch eine spezialisierte Einzelfertigung sowie durch Reparaturaufträge geprägt. Für diese Auftragstypen sind im Arbeitsalltag vor allem handwerkliches Geschick, Improvisationsfähigkeit sowie Erfahrung

Quelle: WALOR GmbH

gefordert, um auf die wechselnden Kundenanforderungen und die technischen Gegebenheiten auf den Baustellen flexibel reagieren zu können. Häufig müssen die in der Montage Beschäftigten zwischen verschiedenen Baustellen hin- und herspringen. Die Arbeit als solche wird einerseits als anspruchsvoll, andererseits aber auch als „low-tech"-geprägt beschrieben, da traditionelle Bearbeitungs- und Montagetechnologien dominieren und die digitale Steuerung von Werkzeugen und Maschinen bislang kaum eine Rolle spielt. Die Tätigkeit auf den Baustellen ist häufig durch erhebliche körperliche Belastungen und durch herausfordernde Umgebungsbedingungen wie Staub, Schmutz, Hitze und Kälte gekennzeichnet.

In den ersten Jahrzehnten seines Bestehens war das Unternehmensgeschäft durch große Kundenaufträge aus der Montanindustrie (Bergbau und Stahl) geprägt. Mit der Beendigung des Bergbaus erfolgte eine Neuorientierung am Markt, durch die u. a. Auftraggeber aus der Stahlerzeugung und Baubranche größere Bedeutung erhalten haben. Durch den Preiskampf in diesen Branchen sieht sich das Unternehmen einem verschärften Wettbewerbsdruck ausgesetzt. Viele Angebote müssen nachverhandelt werden, mit der Folge, dass die Anforderungen an die Erfassung und das Controlling der geleisteten Arbeitsstunden enorm gestiegen sind.

Mit IT-Systemen wurde bisher nur im technischen Büro und in der Buchhaltung regelmäßig gearbeitet. Die Arbeitszeiten der Montageteams sowie der Werkstattmitarbeitenden auf dem Betriebsgelände wurden auf unterschiedlichen Wegen erfasst und bestimmten Kunden oder Projekten zugeordnet. Hierzu dienten z. B. Notizbücher in Papierform oder Excel-Listen, in die die Beschäftigten die Verteilung ihrer Arbeitszeit auf verschiedene Kostenstellen eingetragen hatten. Diese Dokumente wurden anschließend in der Verwaltung geprüft, die Arbeitsstunden auf Kundenprojekte verteilt, die Daten händisch in die Buchhaltung übertragen und an die Lohnabrechnung weitergegeben. Diese zeitintensive Prüfung und die Übertragung der Daten wurden durch einen Verwaltungsmitarbeiter vorgenommen.

Quelle: WALOR GmbH

2. Wie wurde das Projekt im Unternehmen umgesetzt?

Abbildung 1: Startseite einer mobilen Zeiterfassung (Symbolbild), Quelle: iso-Institut

Bereits seit mehreren Jahren nutzt die Verwaltung eine auf kleinere Handwerks- und Fertigungsbetriebe spezialisierte Software, um die wichtigsten Bürovorgänge zu unterstützen. Diese Software kann modular für unterschiedliche Aufgaben und Bereiche im Betrieb erweitert werden. Im Zuge des ViSAAR-Projekts wurde die Einführung einer digitalen Zeiterfassung priorisiert und dazu eine Modulerweiterung erworben. Dieses webbasierte Modul kann über einen PC, ein Tablet oder Smartphone genutzt werden und sowohl die Arbeitszeit der einzelnen Beschäftigten wie auch die Zuordnung der Arbeitsstunden auf verschiedene Kostenstellen erfassen. Die Zeiterfassung ist von überall aus möglich, die Voraussetzung dafür ist die Erreichbarkeit eines Mobilfunknetzes oder WLAN. Diese kann individuell durch jeden Beschäftigten, aber auch als Gruppenlösung, z. B. durch die Baustellenleitung, vorgenommen werden. Eine nachträgliche Bearbeitung der Daten kann bis zum Folgetag erfolgen, ansonsten muss eine Verwaltungsmitarbeiterin als Administratorin die Änderungen vornehmen. Die Zeiterfassung wird in die bereits vorhandene Bürosoftware integriert, sodass es möglich sein soll, die Daten zu den individuellen Arbeitszeiten wie auch zum Arbeitsaufwand für verschiedene Kundenprojekte ohne Medienbrüche weiterverarbeiten zu können.

Vor Einführung der digitalen Zeiterfassung war zunächst zu klären, welche Zeitabschnitte als Arbeitszeit erfasst werden sollen. So führt die Nutzung der Erfassung als „Stechuhr" zu anderen Ergebnissen, als wenn nur die „produktiven", einem Kunden gegenüber abrechenbaren Stunden erfasst werden. Dieser Aspekt gewinnt dadurch an Gewicht, dass im Unternehmen nach Stundenlohn bezahlt wird, also variierende Arbeitszeiten sich unmittelbar auf das Einkommen der Beschäftigten auswirken. Die Beibehaltung oder Änderung der Praxis bei der Zeiterfassung ist also ein wichtiger Faktor für die Akzeptanz des Systems bei den Beschäftigten. Daher entschied sich die Geschäftsführung dafür, zunächst wie bisher lediglich die produktiven Zeiten zu erfassen und zusätzlich die Erprobung in solchen Unternehmensbereichen zu starten, in denen wenig Arbeitszeitschwankungen auftreten.

Die Einführung des Moduls erfolgte schrittweise: Zunächst wurde die Anwendung von einer Gruppe mit drei freiwilligen Testpersonen erprobt, die bereits ein Interesse an der Technologie gezeigt hatten. Die Erprobung beschränkte sich dabei auf die Funktionalitäten des Systems, ohne dass die erfassten Daten im Betrieb tatsächlich weiterverarbeitet wurden. Aufgrund der Rückmeldungen dieser „Pionieranwender" konnten bereits erste Verbesserungen in der Handhabbarkeit realisiert werden, z. B. dass die App mit einem Knopfdruck geöffnet werden kann und nicht mehr bei jedem Start Zugangsdaten eingegeben werden müssen. Mit dem Feedback dieser Testpersonen war zudem deutlich geworden, dass trotz des relativ einfachen Aufbaus der Software eine Schulung und teilweise auch eine persönliche Unterstützung der künftigen Nutzerinnen und Nutzer nötig sein würde. In diesem Zusammenhang wurde auch darauf verwiesen, dass bei einem Teil der Belegschaft nur wenig Praxiserfahrungen mit der Nutzung von Smartphones und Computern vorliegen würden.

Diese Einschätzungen wurden beim nächsten Umsetzungsschritt mitberücksichtig, mit dem die digitale Zeiterfassung in den Bereichen der Verwaltung und der Werkstatt eingeführt wurde. Zur Funktionsweise und Handhabung der Erfassung wurden die Mitarbeitenden durch eine bei WALOR im Projekt ViSAAR-tätige Mitarbeiterin im Rahmen einer 15-minütigen Schulung eingewiesen und in den ersten Tagen der Anwendung individuell begleitet und unterstützt. Ein Teil der Beschäftigten nutzt die Zeiterfassung mobil mit einem dienstlichen Smartphone, andere Beschäftigte insbesondere aus der Werkstatt machen die Eingaben an einem in der Werkstatt zugänglichen Computer. Die Nutzung privater Smartphones für die Zeiterfassung hat sich als unpopulär erwiesen, da dabei private Kosten für das verbrauchte Datenvolumen befürchtet wurden. Neben der Einführung der digitalen Zeiterfassung wurde im Unternehmen die Idee einer unternehmensweiten „WALOR"-App entwickelt, die verschiedene Funktionen umfasst und die von allen Beschäftigten genutzt werden soll. Auch die Zeiterfassung soll in diese App integriert werden.

Im Unternehmen wurde zunächst ein Anforderungsprofil für die App erarbeitet, welches insgesamt 15 Funktionalitäten umfasst:

- Chatfunktion (DSGVO-konform und mit einer Übersetzungsfunktion für die aus dem Ausland stammenden Beschäftigten)
- Zuweisung von Aufgaben
- Meldung defekter bzw. reparaturbedürftiger Werkzeuge (mit Foto der Fehlfunktion)
- Übermittlung von Urlaubsanträgen, Krank- und Unfallmeldungen
- Umfragefunktion zum Einsatz an Wochenenden
- digitaler Newsletter der Geschäftsführung
- Dateiablage
- Kalender- und Dienstplanfunktion
- Arbeitszeiterfassung
- WALOR-Wiki mit Informationen für neue Mitarbeiter:innen
- Kanban-Board zur Unterstützung des Projektmanagements
- Direkte Meldungen der Geschäftsführung an einzelne Mitarbeiter:innen
- Notizfunktion als Alternative zur Papiernutzung auf der Baustelle

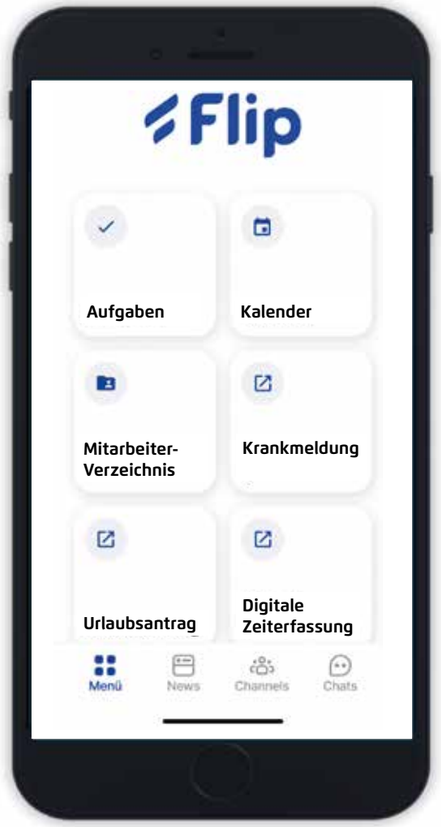


Abbildung 2: Startseite der WALOR-App, Quelle WALOR GmbH

Auf der Basis dieses Anforderungsprofils wurden verschiedene Angebote von Unternehmens-Apps miteinander verglichen und Preisangebote eingeholt. Eine der angebotenen Apps entsprach in wesentlichen Punkten dem Anforderungsprofil. Sie wurde mit zunächst sechs Funktionalitäten ausgestattet (siehe Abb. 2, Seite 141).

Die digitale Zeiterfassung wurde dabei integriert. Ein weiterer schrittweiser Ausbau der Funktionen ist in Rücksprache mit der Belegschaft geplant. Über die News-Funktion können wichtige Mitteilungen für die gesamte Belegschaft oder für bestimmte Gruppen, wie z. B. Baustellenteams, adressiert werden. Zudem ist eine Chatfunktion eingerichtet.

3. Erfahrungen, Herausforderungen und Effekte

Quelle: freepik.de

Mit der digitalen Zeiterfassung wurden in einem Unternehmen mit überwiegend schwerer handwerklicher Baustellenarbeit erstmals digitalisierte Arbeitselemente eingeführt, die perspektivisch von allen Beschäftigten genutzt werden sollen. Die Teileinführung des Systems für neun Personen aus der Verwaltung und neun Personen aus der Werkstatt ermöglichte eine erweiterte Erprobung im alltäglichen Arbeitseinsatz. Dabei konnten einige Optimierungsbedarfe für die Anwendung, aber auch für den weiteren internen Transfer auf die Beschäftigten der Montage aufgezeigt werden:

- Die digitale Zeiterfassung erwies sich für Personen, die täglich an unterschiedlichen Kundenaufträgen arbeiten, teilweise als zeitintensiv, da für jedes Projekt der Vorgang der Zeiterfassung erneut gestartet werden muss und die Eingabe der Kommissionsnummer über eine Suchfunktion und anschließendes Anklicken erfolgen muss. Aus vorangehenden Eingaben bleibt lediglich der angegebene Zeitumfang automatisch gespeichert. Dies bringt nur dann eine Zeitersparnis, wenn weitere Projekte für den gleichen Tag mit genau diesem Zeitbudget eingetragen werden müssen. Eine von Mitarbeiter:innenseite vorgeschlagene Verbesserung könnte darin bestehen, dass die Kommissionsnummern mit Unterstützung einer Autovervollständigung händisch eingetragen werden könnten und dass der jeweiligen Mitarbeiterin oder dem Mitarbeiter nur die eigenen Projekte bzw. Kommissionsnummern angezeigt werden. So könnte die Auswahl erleichtert und die Eingabe beschleunigt werden.

Weitere Rückmeldungen der Testpersonen zeigen überdies, dass die Nutzung der digitalen Zeiterfassung auf den Baustellen voraussetzungsvoll ist: Zum Teil extreme Umgebungseinflüsse mit Nässe, Staub und Dreck erfordern eine sehr robuste Hardware-Technologie. Viele Montagebeschäftigte nehmen z. B. keine privaten Mobiltelefone mit auf die Baustelle, um diese nicht zu beschädigen. Enge Vorgaben für die Eingabe der Arbeitszeiten könnten die Akzeptanz der digitalen Zeiterfassung bei den Montageteams in Frage stellen. Insofern dürfte für den Roll-out die begleitende Kommunikation durch die Geschäftsführung und die Qualität der Hardware eine wichtige Rolle spielen.

Die Hinweise aus der Erprobung zu den Funktionalitäten der Zeiterfassung wurden im Unternehmen zusammengetragen und für diejenigen Aspekte, die nicht vor Ort durch entsprechende Änderungen der Einstellungen gelöst werden konnten, an den Systemanbieter rückgemeldet.

Im Bereich der Weiterverarbeitung der Daten scheint die digitale Zeiterfassung ein großes Potenzial zu bergen. So ist eine Übernahme der erfassten Daten in die Excel-Tabellen aus der Buchhaltung nun bruchlos möglich. Punktuell waren Anpassungen dieser Tabellenwerke nötig, damit die Datenübernahme funktioniert. Die aufwändige und fehleranfällige händische Übertragung der Daten kann entfallen. Insgesamt konnte die Schnittstelle für die Datenübermittlung von Mitarbeitenden an die Verwaltung vereinheitlicht und deutlich vereinfacht werden. Erst bei einem vollständigen Roll-Out der Zeiterfassung in alle Unternehmensbereiche wird sich aufzeigen lassen können, ob sich mit der Digitalisierung des Übertragungsweges auch die Datenqualität verbessert und somit Ertragseffekte bei der Nachkalkulation von Aufträgen erzielt werden können.

4. Resümee und Ausblick

Die zunächst erst einmal simpel erscheinende Umstellung von einer analogen auf eine digitale Erfassung und Übermittlung der Arbeitszeiten war für den traditionellen mittelständischen Stahlbauer ein großer Schritt, für den die Belegschaft „mitgenommen“ werden musste. Jedoch konnten in diesem Prozess nicht nur Elemente digitaler Arbeitsweisen eingeführt und die Schnittstelle zwischen den räumlich verteilt tätigen Beschäftigten und der Verwaltung verbessert werden. Die Einführung der digitalen Zeiterfassung hat sich zudem auch als „Transmissionsriemen“ für die Digitalisierung in diesem sehr handwerklich geprägten Unternehmen erwiesen. Denn erstmals wurden Arbeitsschritte eingeführt, die die regelmäßige Nutzung digitaler Endgeräte erforderte. Nach einer gewissen „Gewöhnungsphase“ an die Handhabung der Software wurde in einem Teil der Belegschaft schnell die Frage aufgeworfen, ob nicht weitere Prozesse und Informationen digitalisiert werden könnten. Es konnte über die Zeiterfassung eine größere Aufgeschlossenheit für die Nutzung dieser Technologien hergestellt werden. Dies schafft gute Voraussetzungen für die Einführung einer Unternehmens-App mit weitergehenden Funktionalitäten. Perspektivisch noch weiter reichend sind Überlegungen im Unternehmen, die Digitalisierung von Montageplänen und weiteren Auftragsunterlagen vorzubereiten, auf die die Montagearbeiter zukünftig von den Baustellen aus über mobile Endgeräte zugreifen sollen. Damit würde die digitale Zeiterfassung zu einem ersten Brückenpfeiler für eine umfassendere remotive Arbeitssteuerung im Unternehmen.

Gute-Praxis-Beispiel **Woll Maschinenbau GmbH**

Papierlose Fertigung durch virtualisierte Informationsströme

Kathrin Bierwirth, Dominik Kuhn, Pascal Kasel

Das Fallbeispiel der Firma Woll Maschinenbau zeigt auf, wie die Virtualisierung der Informationsströme bestimmter Arbeitsprozesse erfolgreich durchgeführt werden kann. Das traditionsreiche Familienunternehmen wurde 1960 in einer Garage als Schlosserei gegründet und wandelte sich über die Zeit von einem stahlverarbeitenden Schlosserbetrieb hin zu einem auf Sonderlösungen hochspezialisierten Maschinenbauunternehmen. Dieser Veränderungsprozess war begleitet von räumlichen sowie personellen Expansionen und heute beschäftigt der Betrieb mehr als 300 Arbeitskräfte. Das Beispiel des Sondermaschinenbauers zeigt, wie der komplexe datengesteuerte Fertigungsprozess ausgehend von einer analogen Prozesssteuerung sukzessive digitalisiert werden kann. Durch die Digitalisierung einzelner Fertigungsschritte wird nicht nur die Einführung eines produktionsintegrierten Enterprise-Resource-Planning(ERP)-Systems systematisch vorbereitet, sondern auch der Betrieb und seine Beschäftigten befähigt, betriebliche Prozesse und Datenströme so aufzuarbeiten, dass sie für virtuelle Systeme transformierbar werden.

1. Wo ist das Unternehmen gestartet?

Die gesteigerte Nachfrage nach maßgeschneiderten Individuallösungen aus unterschiedlichen Branchen (Pharma-, Automobil- und Gesundheitsindustrie) und die zunehmend variierenden Kundenspezifikationen führten zu einem starken Wachstum des Sondermaschinenbauers, insbesondere in den letzten Jahren. Nicht alle betrieblichen Strukturen und organisatorischen Prozesse konnten zeitgleich an das schnelle betriebliche Wachstum und die technologischen Veränderungen angepasst werden. In der Folge entstanden zum Teil nicht ineinandergreifende Informationswege mit Medienbrüchen an den Schnittstellen. Der Sondermaschinenbauer geht kapazitätsbedingt eher bedarfsorientiert bei der Digitalisierung vor. Eine Digitalisierungsstrategie im engeren Sinne gibt es nicht. Ein betriebsübergreifendes ERP zur Verwaltung aller betrieblichen Kernprozesse befindet sich im Aufbau und wird in einigen Abteilungen wie der Logistik bereits genutzt. Die maschinelle Ausrüstung der einzelnen Arbeitsplätze, wie beispielsweise der Fräse, der Säge und der Kantbank, wird schrittweise modernisiert und mit programmierfähigen Maschinen ausgestattet. Ein Manufacturing Execution System (MES) zur datenbasierten Steuerung der Fertigungsabteilung befindet sich ebenfalls noch in der Planung. Die Produktionssteuerung wird aufgrund der durch inkompatible Arbeitssysteme verursachten Medienbrüche noch analog mit Hilfe eines physischen Ordners realisiert. Dieser papierene Ordner beinhaltet alle für das Bauteil bzw. die Baugruppe notwendigen Informationen und Produktionsdaten und wird entlang der Fertigungsprozesskette an die einzelnen Stationen der Vorfertigung und Fertigung weitergereicht. Änderungen am Produktionsplan oder den Spezifikationen können nur auf den ausgedruckten Dokumenten in dem Ordner eingetragen werden. Dadurch wird jedoch die Übersichtlichkeit beeinträchtigt und die Nachvollziehbarkeit der einzelnen Aufträge erschwert. Treten terminliche Änderungen auf, müssen Aufträge dazwischengeschoben werden, wodurch die gesamte Produktionsplanung verschoben wird. Abbildung 1 (Seite 145) stellt die Ausgangssituation des Fertigungsprozesses schematisch dar.

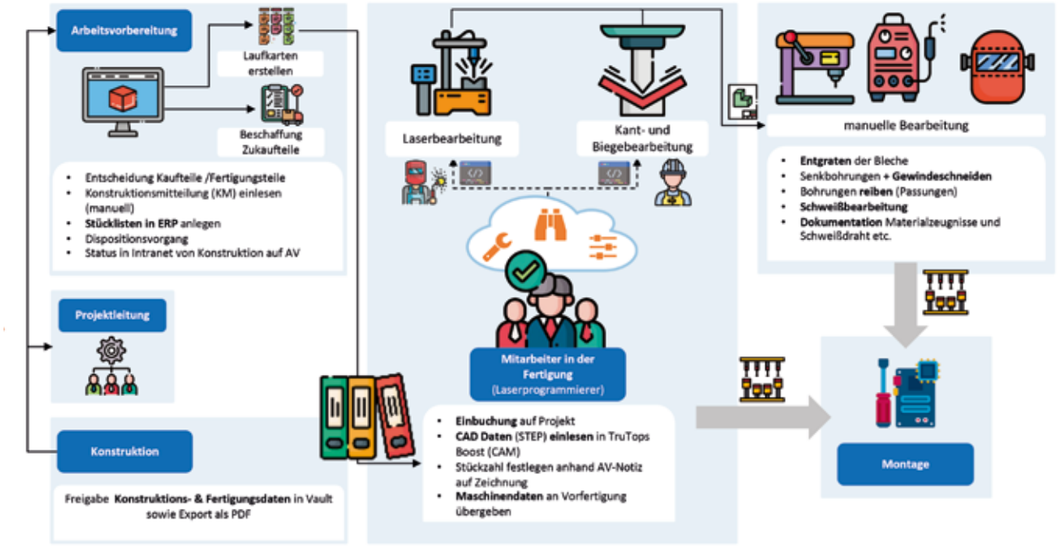


Abbildung 1: Bisheriger Prozess eines Fertigungsauftrags, Quelle: ZeMA/iso

Der Produktionsordner wandert von Station zu Station bis zur Fertigung und wird sukzessive mit Zeichnungen, Anmerkungen und weiteren Auftragsinformationen gefüllt. Das Druckaufkommen ist demnach immens und es muss viel Zeit am Drucker aufgebracht werden, meist von Facharbeitern und Führungskräften. Zugriff und Buchung auf einen Auftrag im Zeiterfassungssystem erfolgen zudem nur über stationäre, nicht an die Maschinen gebundene Terminals, wodurch die Beschäftigten zusätzliche Laufwege zur Auftragsbearbeitung zurücklegen müssen. An stationären Terminals buchen sich die Beschäftigten auf ein Projekt, wodurch der Zugang zum System freigeschaltet wird. Die Fachkräfte an den einzelnen Arbeitsplätzen haben keine Auftragsübersicht und können den aktuellen Status nicht einsehen. So entsteht zwischen dem analogen Produktionsordner und dem digitalen System ein Medienbruch.

Ein übergeordnetes betriebliches Ziel besteht darin, die firmeninterne Organisation so zu verbessern, dass die immense Expansion der letzten Jahre aufgefangen und durch angepasste Strukturen und Prozesse kompensiert werden kann. Durch die Digitalisierung einzelner Fertigungsschritte können Abläufe synchronisiert und planbar gemacht werden. Der digitalisierte Informationsfluss in der Fertigung führt zu einem effizienteren und störungsreduzierten Produktionsablauf. Darüber hinaus wird der gesamte Produktionsprozess durch die signifikante Reduktion von Druckaufträgen ressourcenschonend und nachhaltig. Die Schnittstellen der digitalisierten Fertigungsschritte sollen so aufbereitet werden, dass sie später in das geplante ERP-System überführt werden können. Dazu ist die Digitalisierung der gesamten Informationsströme des Betriebes erforderlich, um alle betriebsinternen Arbeitsprozesse in einem einheitlichen System miteinander zu synchronisieren So können auch die Abläufe und die Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen harmonisiert werden, wodurch das Unternehmen effizient und dynamisch auf Veränderung reagieren kann.

Dieser betriebliche Anwendungsfall im Projekt ViSAAR soll einen wichtigen Beitrag zur unternehmensweiten Digitalisierung leisten. Prototypisch

sollen der manuelle Sägearbeitsplatz, seine vor- und nachgelagerten Prozesse sowie Datenströme dabei unter kontinuierlichem Einbezug der Beschäftigten virtualisiert werden, um die Expertise der Fachkräfte in das Digitalisierungsprojekt einfließen zu lassen.

2. Wie wurde das Projekt im Unternehmen gestartet und umgesetzt?

Auf organisatorischer Ebene war für den Projektstart eine Antizipation der benötigten Ressourcen notwendig. Es musste geklärt werden, welche Investitionen für die geplanten technologischen Veränderungen notwendig sind und welche personellen Ressourcen benötigt werden.

Die betriebsbezogenen Ziele sowie der Projektfortschritt des Vorhabens ViSAAR wurden kontinuierlich per Newsletter und auf internen Veranstaltungen an die Belegschaft kommuniziert, was den Innovationsprozess für die Belegschaft transparent und nachvollziehbar gestaltete. Eine Woll-interne Projektgruppe aus verschiedenen Arbeitsbereichen ermöglichte die Beteiligung unterschiedlicher betrieblicher Interessengruppen und deren Bedarfe, wodurch das Vorhaben auch über die Projektgruppe hinaus in den Betrieb getragen werden konnte.

Digitalisierungsprojekte sind datengetrieben und können von Betrieben aufgrund ihrer Komplexität meist nicht eigenständig realisiert werden. Aus diesem Grund wird häufig die professionelle Unterstützung eines erfahrenen externen Technikpartners hinzugezogen, um den Umsetzungserfolg zu gewährleisten. Im Rahmen des ViSAAR-Projekts wurde dementsprechend bereits für die Formulierung der technikbezogenen Ziele und vor allem für die Konzeption und Implementierung des Systems das Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik (ZeMA) als Technikpartner einbezogen, um die technikbezogenen Aspekte mit den betrieblichen Bedarfen abzustimmen.

In der Konzeptions- und Planungsphase erfolgte aus diesem Grund eine enge Zusammenarbeit mit dem Technikpartner, um den Projektradius sukzessive zu definieren und Fehlerquellen frühzeitig zu identifizieren. In einem ersten Schritt wurden die einzelnen Arbeitsprozesse in einer umfassenden Prozessbeschreibung nachvollzogen, um einen Gesamtüberblick über alle Abläufe – vom Auftragseingang bis zum fertigen Produkt – zu erlangen. Hierdurch wurden Medienbrüche, Zusammenhänge und „blinde Flecken" im Arbeitsprozess aufgedeckt. Zudem wurde ein wichtiger Hersteller von Produktionstechnik mit einbezogen, um herauszufinden, wie die technischen Rahmenbedingungen und Möglichkeiten aussehen und welche Ideen aufgrund der technischen Gegebenheiten nicht realisierbar sind. Die geplante Integration des „digitalen Ordners" in das ERP-System und das MES erforderte eine umfassende und vorausschauende Vorgehensweise, um sicherzustellen, dass die im Projekt entwickelte Lösung später auch weiterskaliert werden kann. Der angestrebte Soll-Zustand nach Einbindung aller Abläufe der einzelnen Abteilungen in das spätere ERP-System ist in Abbildung 2 schematisch dargestellt. Den Ablauf der hierfür notwendigen Digitalisierung der betrieblichen Informationsströme zeigt Abbildung 3.

Um eine reibungslose Weiterskalierung über das ViSAAR-Projekt hinausgehend in das übergeordnete ERP-System zu gewährleisten, wurde die Implementierbarkeit des digitalisierten Informationsstroms in die anderen firmeninternen Systeme stets berücksichtigt. Dementsprechend wurde zu Beginn entschieden, welche Anpassungen oder Neuanschaffungen zur Realisierung des Vorhabens notwendig werden, bei welchen vorhandenen Maschinen ein technologisches Aufrüsten möglich ist und welche Maschinen nach der Veränderung nicht mehr integriert werden können und daher ausgetauscht werden müssen. Auf der betriebswirtschaftlichen Ebene wurden zudem auch die über

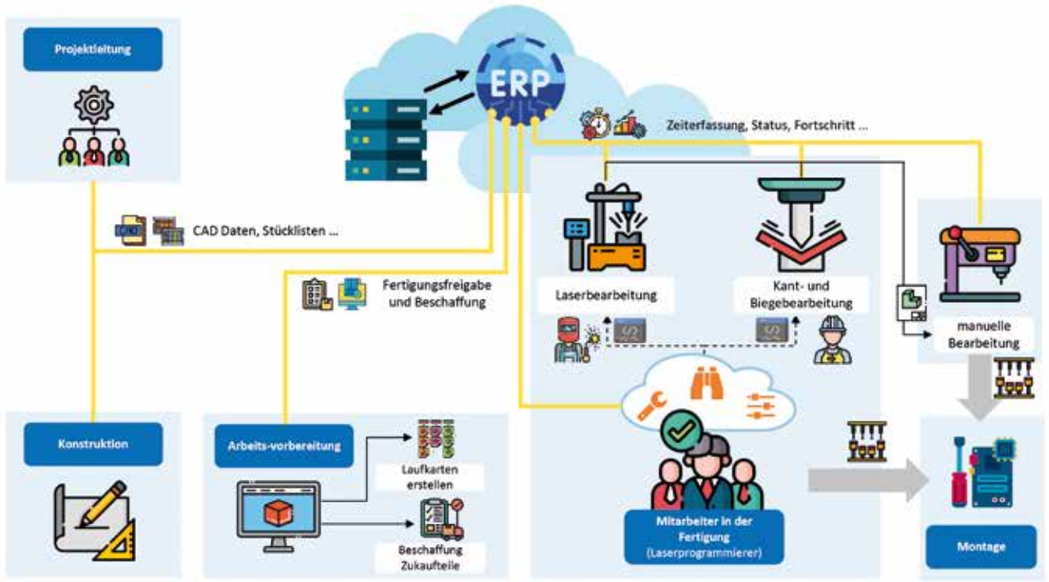


Abbildung 2: Überblick Soll-Zustand eines Fertigungsauftrags, Quelle: ZeMA/iso

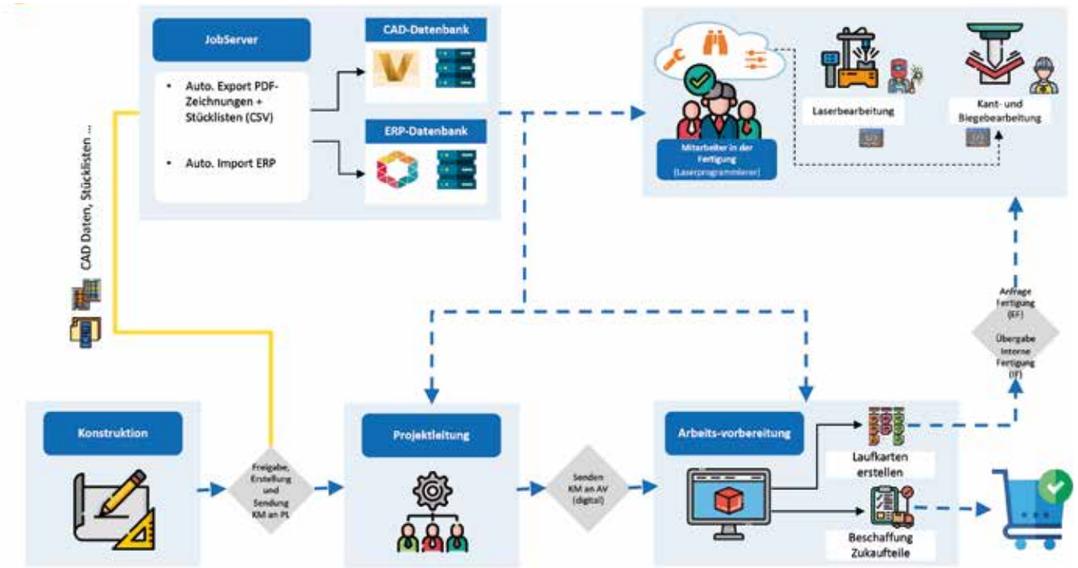


Abbildung 3: Digitalisierung der Informationsströme, Quelle: ZeMA/iso

das Projekt hinausgehenden Kosten antizipiert und mit der Geschäftsführung abgestimmt.

Im Rahmen einer Befragung wurden die betrieblichen Bedarfe aus der Beschäftigtenperspektive aufgezeigt und der Überblick zu den betrieblichen Anforderungen und Voraussetzungen vervollständigt. In einem Workshop sind dazu den Befragten und der Projektgruppe die Ergebnisse der Befragung und Handlungsbedarfe aus den einzelnen Themenfeldern abgeleitet worden (technologische Ausstattung, Digitalisierungsstand des Unternehmens, Medienkompetenzen, Arbeitszufriedenheit/ Betriebsklima). Anschließend wurden die von der Projektgruppe entwickelten technologischen Anwendungsfälle vorgestellt und in einer Gruppendiskussion die Möglichkeiten der Realisierbarkeit der einzelnen Vorhaben gegenübergestellt. Im Anschluss an diese gemeinsame Eingrenzung wurde die Entscheidung für den finalen Use-Case durch die Workshop-Teilnehmenden in einer demokratischen Abstimmung getroffen. Durch die direkte Beteiligung der Beschäftigten aus den betroffenen Geschäftsbereichen sollte zum einen die Unterstützung für den beschlossenen Use-Case gewährleistet werden. Da die verschiedenen Stakeholder unterschiedliche Prioritäten bei den einzelnen Use-Cases hatten, war der Schritt der demokratischen Abstimmung von besonderer Bedeutung, um den Rückhalt der Belegschaft zu erhalten. Zum anderen sollten die Ergebnisse der anonymen Befragung die Qualität der Beteiligung an wichtigen Firmenprozessen erhöhen. Die Rückspiegelung der Ergebnisse der qualitativen Befragung wurde positiv aufgenommen und es konnten ebenfalls weitere Handlungsbedarfe außerhalb des ViSAAR-Projekts identifiziert werden. Diese wurden auch an die Geschäftsleitung zurückgespielt. Im Workshop wurden zudem die nächsten Schritte der Projektarbeit vereinbart und abgestimmt. Als prototypischen Anwendungsfall hatten die Projektbeteiligten die Digitalisierung des manuellen Sägearbeitsplatzes ausgewählt, da dessen Arbeitsprozess losgelöst von den vor- und nachgelagerten Arbeitsschritten betrachtet werden kann und mit eigenen Datensätzen ausgestattet ist. Insgesamt konnte durch diese beteiligungsorientierte Vorgehensweise ein starker Rückhalt des Projekts in der Belegschaft verankert werden.

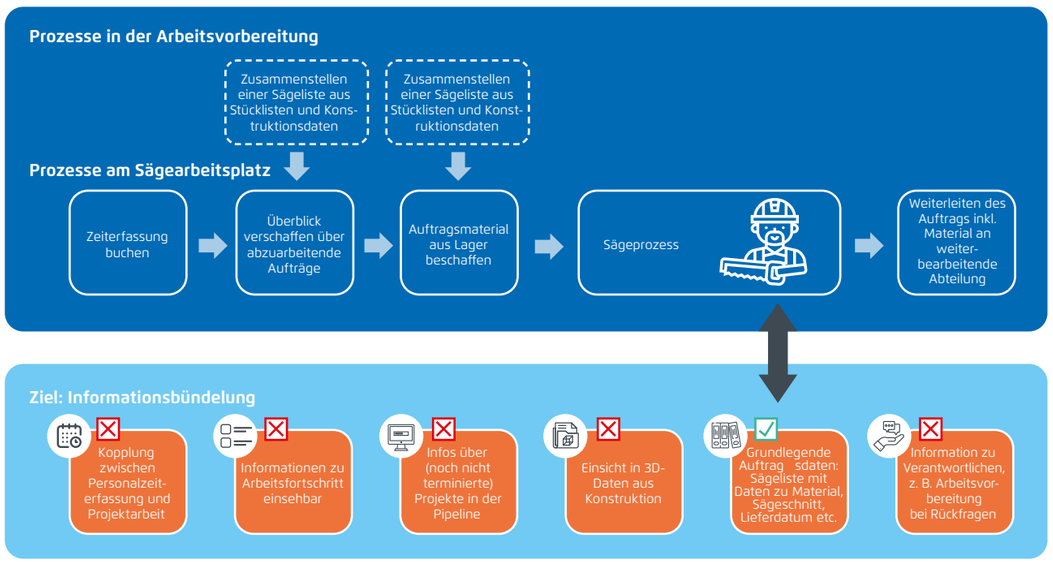


Abbildung 4: Überblick Soll-Zustand eines Fertigungsauftrags, Quelle: ZeMA/iso

Neben der allgemeinen Prozessbeschreibung musste nun in einem nächsten Schritt geklärt werden, welche Daten in welcher Form für den digitalen Sägearbeitsplatz benötigt werden. Auch wurde der Frage nachgegangen, welche zusätzlichen Daten in das System eingespeist werden müssen, um bei Bedarf zur Verfügung zu stehen, und welche Informationen bei der routinemäßigen Nutzung des Systems hinderlich sein könnten. Hierzu wurden die jeweiligen Fachkräfte in weiteren Workshops hinzugezogen, wodurch auch Schnittstellen zu anderen Bereichen einbezogen werden konnten. Eine Anknüpfbarkeit an das spätere ERP-System wurde stets berücksichtigt. Der exemplarische Ablauf eines Fertigungsauftrags ist in Abbildung 4 auf Seite 148 dargestellt.

Für die Auftragsbearbeitung am Sägearbeitsplatz wird vornehmlich die Sägeliste benötigt, die durch die Arbeitsvorbereitung erstellt wird. Diese wird in einem auftragsbezogenen Papierordner zusammen mit den Stücklisten und Zeichnungen abgeheftet. Die Sägeliste beinhaltet neben den Informationen zu Schnitten und Material auch die vor- und nachgelagerten Bearbeitungsschritte sowie den Prozessfortschritt, etwaige Änderungsvermerke mit den zugehörigen Dokumentationen und Signaturen. Die Bündelung aller produktionsbezogenen Daten eines Fertigungsauftrags in einer Plattform war somit das prioritäre Ziel des Projekts, um Informationslücken zu schließen und Rückkopplungsschleifen zu minimieren. Die Fertigungsdaten der Konstruktionsabteilung sollen später demnach ohne Medienbrüche an die Folgeabteilungen weitergeleitet werden können. Um dies zu gewährleisten, wurden die konstruktionsnahen Fertigungsbereiche näher beleuchtet. Ziel war die Entwicklung eines automatisierten Importmechanismus für die auftragsbezogenen Stammdaten. Für einen reibungslosen Ablauf müssen zudem Regeln für den Import redigierter Stücklisten oder für den Prozessablauf im Falle von Baugruppenvarianten definiert werden. Dieses Produktdatenmanagementsystem (PDM) ermöglicht den automatisierten Import von Baugruppen und Konstruktionsplänen nach deren Freigabe, die wiederum in das ERP-System überführt werden können. Dies ermöglicht den ortsunabhängigen Import von Konstruktionsdaten über eine Schmalband-Internetverbindung. Auf diese Weise konnte einerseits eine Plattform für den Zugriff auf Konstruktionsdaten aus dem ERP-System heraus entwickelt werden, andererseits wurde ein ERP-System für die gesamte Fertigung aufgebaut. Mit dem entwickelten Importwerkzeug können nicht nur firmeninterne Prozesse ortsunabhängig gestaltet werden, sondern die Importschnittstelle ermöglicht beispielsweise Ingenieurbüros den Import ihrer CAD-Daten ohne Medienbruch. Dies fördert das ortsunabhängige, remote Arbeiten.

Wie bereits erwähnt, liegen viele fertigungsbezogene Daten nur papiergebunden vor, wodurch sich Medienbrüche ergeben, die den Produktionsüberblick erheblich einschränken und häufig zur Auftragsbearbeitung nicht ausreichen. Vor- und nachgelagerte Arbeitsschritte des verarbeitenden Betriebes wie die Laserbearbeitung oder das Kanten benötigen digitalisierte CAD-Dateien zur Erzeugung von Fertigungsdaten. Diese sollen im Rahmen des Anwendungsfalls auch der manuellen Vorfertigung, also dem Sägearbeitsplatz, bereitgestellt werden. Daten wie Zeichnungen sollten, verlinkt mit den ursprünglichen Stammdaten, dementsprechend über den jeweiligen Fertigungsauftrag abgerufen werden können, was zu der Entwicklung eines webbasierten zentralen Informationssystems als integraler Bestandteil des ERP-Systems führte. Der entwickelte automatisierte Importmechanismus zieht die benötigten Daten hierzu in das ERP-System und reichert die Informationen mit arbeitsplatzbezogenen Spezifika an. Für den prototypischen digitalisierten Sägearbeitsplatz wurde das ERP-Modul an die Anforderungen der Beschäftigten angepasst. Im Zuge mehrerer Workshops konnte eine reduzierte grafische Oberfläche entworfen werden, die vereinfachte Eingaben und Ansichten ermöglicht. Abbildung 5 zeigt die entwickelte grafische Nutzeroberfläche des Sägearbeitsplatzes.

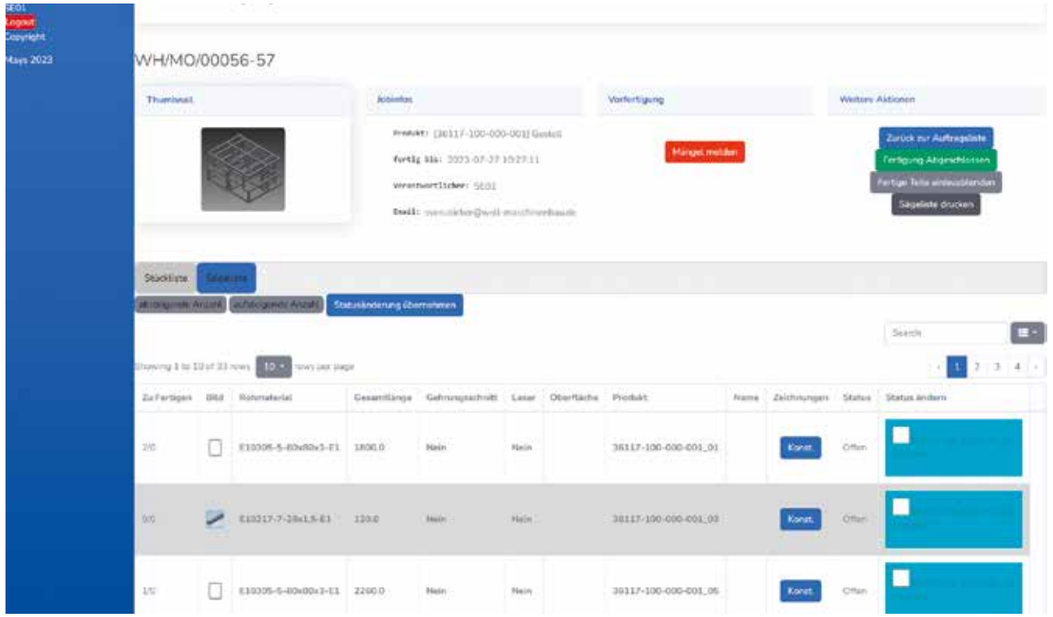


Abbildung 5: Sägearbeitsplatz – grafische Benutzeroberfläche, Quelle: ZeMA

Die Nutzeroberfläche bietet eine Übersicht über alle fertigungsbezogenen Informationen sowie den direkten Zugriff auf die einzelnen Bearbeitungsschritte im Fertigungsprozess. Zu jedem Bauteil kann die Stückliste mit Angabe des Lagerbestandes sowie den zugehörigen Zeichnungen abgerufen werden.

Die Systemprogrammierung und die Vorbereitung und Integration der Daten gingen miteinander einher. Die notwendigen Daten wie Stücklisten, Sägelisten und Zeichnungen zur Bemaßung wurden digitalisiert und in das System überführt und das neue System programmiert. Im Anschluss erfolgten der Datentransfer und die Datenintegration. Die technische Ausstattung wurde schrittweise vorbereitet und in das System integriert. In einem Workshop wurde der digitale Sägearbeitsplatz mit den Beschäftigten erprobt, um weitere Optimierungs- und Anpassungsbedarfe zu erkennen. Hierdurch konnten die Zugriffsmöglichkeiten der Nutzeroberfläche des Systems noch weitergehend an die konkreten Bedarfe am Sägearbeitsplatz angepasst werden. Nach der erfolgreichen Digitalisierung des Sägearbeitsplatzes konnte die Digitalisierung eines weiteren Arbeitsplatzes in der Fertigung angegangen werden. Das Projektteam entschied sich für die Digitalisierung des Schweißarbeitsplatzes, da dieser aufgrund der dort erforderlichen Dokumentationspflichten und Rückverfolgungsmöglichkeiten komplexere Voraussetzungen aufweist als der Sägearbeitsplatz.

Es hat sich gezeigt, dass die Erfahrungen mit dem ersten Digitalisierungsprojekt erfolgreich in ein Folgeprojekt übertragen werden können und viele Iterationsschritte hierdurch wegfallen. Dies ermöglicht einen breiteren Fokus beispielsweise auf hardwarebezogene Fragestellungen wie die Wahl des passenden Endgerätes zur Gestaltung des digitalen Arbeitsplatzes in einem arbeitsschutztechnisch herausfordernden Arbeitsumfeld wie dem Schweißarbeitsplatz.

3. Erfahrungen, Herausforderungen und Effekte

Kompetenzaufbau in der Belegschaft: Technologische Veränderungen gehen häufig mit der Veränderung im Kompetenzprofil einher, sodass ein Bedarf an Kompetenzentwicklung in der Belegschaft entsteht. Jedoch kristallisiert sich etwaiger Schulungsbedarf häufig erst im Projektverlauf bei der konkreten Anwendung neuer Systeme und Vorgehensweisen heraus. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Beschäftigten in Veränderungsprojekte mit einzubeziehen und solche Bedarfe zu erkennen. Die Projektarbeit in einem bereichsübergreifenden und interdisziplinären Team ermöglicht den Beteiligten einen besseren Gesamtüberblick über die betrieblichen Abläufe und lässt sie versiert in Veränderungsprojekten agieren. Hierdurch werden wichtige Softskills wie Teamfähigkeit, Kommunikation, Zeitmanagement und Problemlösungsfähigkeiten gestärkt. Zudem wird der versierte Umgang mit Kolleg:innen unterschiedlicher Hierarchiestufen ausgebildet und Kenntnisse im Projektmanagement erworben. Diese wichtigen Kompetenzen können sich nicht nur positiv auf den Arbeitsalltag auswirken, sondern auch in Folgeprojekten angewendet werden und so deren Erfolgschancen steigern. Auf diese Weise kann aus einem kleinen, sehr eingegrenzten Digitalisierungsprojekt auf größere und übergeordnete wie den Aufbau eines ERP- oder MES-Systems skaliert werden. Zudem werden durch Digitalisierungsprojekte die Medienkompetenzen der involvierten Personen maßgeblich ausgebaut. Auf der Ebene des Projektteams werden die IT-Kenntnisse durch die engmaschige Zusammenarbeit mit dem Technikpartner sukzessive erweitert und gleichzeitig verfestigt. Hierzu zählen ein verbessertes Verständnis der Datenvor- und Aufbereitung, des Datentransfers und der Integration sowie der Systementwicklung. Auf der Anwenderebene werden zudem Schulungsmaßnahmen zur korrekten Handhabung des neuen Systems notwendig, wodurch ein großer Kompetenzfortschritt zu erkennen ist.

4. Resümee und Ausblick

Die Virtualisierung von Arbeitsprozessen in einem verarbeitenden Betrieb geht häufig mit einer Umstrukturierung der betrieblichen Organisation einher, um innerbetriebliche Synergieeffekte bestmöglich ausnutzen zu können und Reibungspunkte an Schnittstellen zu reduzieren. Bei einer zielgerichteten Vorgehensweise müssen schließlich die einzelnen Schritte identifiziert und beschrieben werden, mit welchen die Organisation an den digitalen Wandel und die betrieblichen Veränderungen angepasst werden kann. Der ViSAAR-Anwendungsfall konnte aufzeigen, dass eine sukzessive Digitalisierung einzelner Arbeitsprozesse die Implementierung eines übergelagerten ERP-Systems nicht nur vorbereiten, sondern auch unterstützen kann und wertvolle Impulse bei dessen Ausgestaltung liefert. Zum einen wurde das prototypische System der beiden Arbeitsplätze so aufgebaut und programmiert, dass es nahtlos in das spätere ERP-System überführt werden kann. Zum anderen konnte dem Betrieb anhand eines eingegrenzten Beispiels aufgezeigt werden, wie Schritte bei der Planung und Umsetzung eines solchen Digitalisierungsprojektes vorzugehen ist. Dieses Wissen wird sich positiv auf die Entwicklung des späteren ERP-Systems auswirken. Hierzu zählt auch das durch das ViSAAR-Projekt erworbene Prozesswissen über abteilungsübergreifende Abläufe und Schnittstellen. Die geplante digitalisierte Produktion von Woll Maschinenbau wird sich nicht nur effizienzsteigernd und wertschöpfend auswirken, sondern durch die verbesserte Flexibilität in der Produktion auch die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens steigern.

VII. Transferschritte zur „virtuellen Arbeit“ im regionalen Mittelstand

Pascal Thome, Alexander Schmitt

Die Einführung virtueller Arbeitsformen im Mittelstand kann insbesondere in strukturschwachen Regionen eine signifikante Rolle bei der Förderung von Innovationen sowie bei der Stärkung der regionalen Wirtschaft spielen. In diesem Beitrag werden Handlungsschritte des Innovations- und Technologietransfers zur virtuellen Arbeitsgestaltung beleuchtet, um diese im regionalen Kontext nutzbar zu machen. Hierzu wird zunächst die Bedeutung von Transferkonzepten für die weitere Etablierung virtueller Arbeitsformen im regionalen Mittelstand erläutert. Im Anschluss werden spezifische Transferschritte vorgestellt, die darauf abzielen, virtuelle Arbeitskonzepte erfolgreich in die regionale Wirtschaft zu integrieren. Der Beitrag richtet sich insbesondere an Personen und Organisationen, die den Transfer von virtueller Arbeit in ihren Regionen und Wirtschaftsnetzwerken fördern möchten. Unternehmen und Organisationen oder Transfereinrichtungen erhalten in den folgenden Abschnitten zudem Informationen über verschiedene Beratungs- und Förderprogramme zum Thema Digitalisierung.

1. Bedeutung des Transfers virtueller Arbeitsgestaltung für die regionale Wirtschaft

Der gezielte Innovations- und Technologietransfer kann die Verbreitung virtueller Arbeitsformen in der regionalen Wirtschaft erhöhen und damit die Zukunftsfähigkeit der Region fördern. Begleitende Studien und Projektionen zur Zukunft der Arbeitswelt in strukturschwachen Regionen, die im Rahmen der Fördermaßnahme REGION.innovativ erarbeitet wurden, messen der virtuellen Erweiterung der Arbeitswelt perspektivisch ein großes Potenzial bei, um den regionalen Mittelstand an die Anforderungen der modernen Arbeitswelt anzupassen und zukunftsfähige Arbeitsformen zu generieren. Beispielsweise durchleuchtet das Szenario „Virtuelle Erweiterung" zur Zukunft der Arbeit in strukturschwachen Regionen in Deutschland 2030 von Grünwald und Bonin (2022) die Relevanz der virtuellen Arbeitsgestaltung. Vor dem Hintergrund des steigenden Innovationswettbewerbs und der fortschreitenden Digitalisierung wird die Einführung virtueller Arbeitsformen in diesem Kontext als wichtiger Aspekt für die Wettbewerbsfähigkeit der Region sowie ihrer mittelständischen Wirtschaft dargestellt. Investitionen in virtuelle Arbeitsprozesse ermöglichen es Unternehmen, neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zu entwickeln, den Fachkräftemangel zu überwinden und hochqualifizierte Arbeitskräfte zu werben. Innovative Dienstleistungsmodelle wie „Mentoring as a Service", bei denen spezifisches Fachwissen durch Remote-Unterstützungsdienstleistungen unternehmensübergreifend in Form von Mentoren nutzbar gemacht werden kann, werden durch die Virtualisierung noch stärker ermöglicht und tragen zur Weiterentwicklung der Daseinsvorsorge bei. Die Virtualisierung eröffnet Unternehmen zudem die Möglichkeit, ihren geografischen Suchradius für Fachkräfte zu erweitern, was zur Überwindung geografischer Beschränkungen bei der Fachkräftesicherung beiträgt und gleichzeitig Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigt (vgl. Grünwald, Bonin 2022). Am Beispiel des Saarlandes, das im Forschungsprojekt ViSAAR als Modellregion für virtuelles Arbeiten

Quelle: www.istockphoto.com

im Fokus stand, lässt sich die Relevanz dieses Szenarios auf den regionalen Kontext betrachten. Seit den 1960er Jahren hat das Saarland einen fortlaufenden Strukturwandel durchlaufen, der sowohl die Wirtschaftsstruktur als auch die Arbeitswelt stark beeinflusst hat. Über die letzten Jahrzehnte hinweg hat sich der regionale Wirtschaftsstandort im Saarland von der Montanindustrie zunehmend hin zu einer breiteren Basis aus Industrie und Dienstleistungen entwickelt. Dieser Transformationsprozess setzt sich kontinuierlich fort, wobei aktuell insbesondere die Bereiche Künstliche Intelligenz und Kreislaufwirtschaft den Wandel der Wirtschaft vorantreiben. Im Saarland erfolgt eine zunehmende Verschiebung des Produktionsgewerbes in Richtung digitaler Produktionstechnologien. Zudem ergeben sich vielversprechende Perspektiven für den Aufbau von Industrien im Bereich Wasserstoff, Halbleiter und Batterien. Darüber hinaus bringen Entwicklungen im Sektor „Life and Material Science" neue Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Verwertung, wie etwa im Bereich der Energie- und Materialwende sowie bei der Entwicklung neuer Wirkstoffe und Therapieverfahren, mit sich (vgl. Arbeitsgruppen Governance Innovationsstrategie Saarland 2023). Der fortschreitende Fachkräftemangel sowie die Notwendigkeit neuer, am Transformationsbedarf ausgerichteter Kompetenzprofile von Mitarbeitenden zählen dabei zu den zentralen Entwicklungsengpässen im wirtschaftlichen Strukturwandel. Es wird erwartet, dass bis 2030 die Erwerbsbevölkerung um etwa 123.000 Personen (-19 Prozent) abnehmen wird (vgl. Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung 2024). Insbesondere in der IT-Branche sowie in IT-Bereichen von Unternehmen, Dienstleistern und öffentlichen Verwaltungen ist der Fachkräftebedarf derzeit bereits so groß, dass jede verfügbare ausgebildete Fachkraft unmittelbar ein Arbeitsplatzangebot findet. Ein hoher Bedarf wird auch durch eine Studie des Bitkom vom Januar 2023 konstatiert, wonach allein im öffentlichen Sektor bis 2030 140.000 IT-Fachkräfte bundesweit fehlen (vgl. Arbeitsgruppen Governance Saarland 2023). Das Saarland präsentiert sich vor diesem Hintergrund als eine Wirtschaftsregion im umfassenden Strukturwandel. Der überwiegende Teil des Saarlandes wird in diesem Zusammenhang als Fördergebiet der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" ausgewiesen (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, GRW 2024).

Die Prognosen zur Zukunft der Arbeit in strukturschwachen Regionen wie dem Saarland deuten darauf hin, dass der Fachkräftemangel die Unternehmen verstärkt dazu drängen wird, innovative Ansätze in der Aus- und Weiterbildung sowie bei der Rekrutierung und Integration von Fachkräften zu verfolgen. Flexibles Arbeiten und virtuelle Schulungsangebote können dabei eine wichtige Rolle spielen. Mit der zunehmenden Überwindung regionaler Beschränkungen steigt auch die Diskrepanz zwischen Remote- und Vor-Ort-Arbeit in wissensbasierten Dienstleistungsbranchen. Unternehmen werden nach Möglichkeiten suchen müssen, ihre Arbeitsabläufe zunehmend zu digitalisieren, um Remote-Potenziale nutzen zu können und hierdurch sowohl lokal als auch überregional qualifizierte Fachkräfte zu werben, die wissensbasierte Dienstleistungen erbringen und in Remote-Arbeitsumgebungen tätig sein möchten (vgl. Grünwald, Bonin 2022). Neben der Möglichkeit zur Erweiterung des Talentpools ergeben sich weitere neue zentrale Muster der Wertschöpfung für Unternehmen, um ihre Produkte, Services und Geschäftsmodelle durch virtuelle Angebote zu erweitern und zu verbessern. Zu den wichtigsten Wertschöpfungstreibern zählen dabei u. a. die Kostenersparnis durch geringere Infrastrukturkosten von physischen Arbeitsplätzen sowie die Steigerung der Effizienz bei den Mitarbeitenden, die mit dem Einsatz digitaler Tools sowie der Möglichkeit zum zeit- und ortsunabhängigen Wissensaustausch einhergeht.

Vor dem Hintergrund des Strukturwandels der Arbeitswelt in strukturschwachen Regionen stellt sich die Aufgabe der Ausgestaltung eines wertschöpfenden Innovations- und Technologietransfers, um virtuelle Arbeit zur Anwendung, insbesondere in Strukturwandelregionen, zu bringen.

2. Aufbau regionaler Transferstrategien für virtuelle Arbeit

Pfannstiel und Dautovic (2023) verstehen unter dem Begriff „Transfer" den Austausch, die Übertragung, Vermittlung und Weitergabe von Wissen, Erkenntnissen und Ressourcen zwischen verschiedenen Parteien oder Bereichen. Dieser Prozess beinhaltet einen Transferanbieter, der Erkenntnisse bereitstellt, und einen Transferabnehmer, der diese nutzt. Die übertragenen Erkenntnisse können sich auf Produkte, Dienstleistungen, Prozesse, Technologien und Wissen beziehen. Es werden sowohl Probleme als auch Lösungen zwischen den beteiligten Bereichen transferiert. Zusätzlich umfasst der Transfer die Verwertung von Ergebnissen, wie beispielsweise die Erlangung von Patenten, die Vergabe von Lizenzen, die Bildung von Kooperationen in Forschung und Entwicklung sowie die Förderung von Unternehmensgründungen. Der Transfer erfordert verschiedene Aktivitäten wie Beratung, Informationsaustausch, Qualifizierung, Vernetzung, Öffentlichkeitsarbeit und Wissenskommunikation, um eine erfolgreiche Implementierung von Innovationen sicherstellen zu können (vgl. Pfannstiel, Dautovic 2023).

In Bezug auf das Thema virtuelle Arbeit und die damit einhergehenden Technologien sowie Anwendungsbereiche ist es wichtig festzuhalten, dass es sich in erster Linie um einen angewandten Technologietransfer handelt. Die vorgestellten technologischen Lösungen sind bereits auf dem Markt verfügbar und erste Einsatzmöglichkeiten für Unternehmen lassen sich konkretisieren. Der Zweck des angewandten Transfers besteht darin, die neuen Technologien innerhalb der Unternehmen wertschöpfend zu nutzen. Mit der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Technologien, insbesondere im Bereich der VR/AR/XR-Anwendungen (vgl. Kap. III) und der Entstehung neuer digitaler Wirtschaftsräume in den sogenannten „Metaversen", wird sich der Transferprozess verändern. In den kommenden Jahren wird dies eine engere Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft erfordern, um schnelle Verwertungspfade für Unternehmen zu ermöglichen.

Mittelständige Unternehmen, insbesondere KMU, stehen oftmals vor spezifischen Herausforderungen mit Blick auf den Technologietransfer. Im Gegensatz zu größeren Unternehmen verfügen KMU oft über begrenzte Ressourcen, sowohl finanziell als auch personell, um neue Technologien und Arbeitsabläufe zu adaptieren oder zu entwickeln. Darüber hinaus kann es für KMU schwierig sein, den Zugang zu Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken oder externen Experten zu erhalten, was den Technologietransfer erschwert. Die Komplexität und der Zeitrahmen für die Integration neuer Technologien können für KMU ebenfalls eine Hürde darstellen. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, benötigen KMU gezielte Unterstützung in Form von Förderprogrammen, Beratungsdiensten und Partnerschaften mit Forschungseinrichtungen oder größeren Unternehmen, um den Technologietransfer effektiv zu gestalten und die Innovationsfähigkeit zu stärken.

Für den praxisnahen Transfer virtueller Arbeitsformen an Unternehmen, insbesondere KMU, bietet sich zunächst ein stark vereinfachtes Transferkonzept an, das darauf abzielt, das Bewusstsein der Unternehmen für das Thema virtuelle Arbeit zu schärfen und diese grundlegend über die neuen Anwendungsmöglichkeiten zu informieren. Anschließend können spezifische Formate genutzt werden, um die individuellen Anwendungsmöglichkeiten für jedes Unternehmen zu konkretisieren und die Motivation der potenziellen Anwender zur Umsetzung zu stärken. Zur Förderung der Umsetzung sind oft zusätzliche Anreize und Begleitformate erforderlich, die insbesondere KMU dabei unterstützen, virtuelle Arbeitsformen zu erproben und in ihre Abläufe zu integrieren.

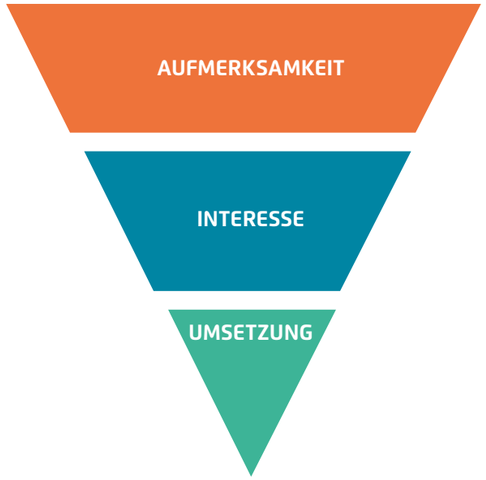


Abbildung 1: Transferschritte für virtuelle Arbeit in der Region

Nachfolgend werden einige Formate kurz vorgestellt. So soll verdeutlicht werden, welche Gestaltungsmöglichkeiten sich im Rahmen des Transfers für virtuelle Arbeit anbieten. Diese erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Die jeweiligen Organisationen und Transfereinrichtungen, die das Thema virtuelle Arbeit für ihre Region oder ihre Wirtschaftsnetzwerke vorantreiben möchten, können am besten verorten, wie das Thema in ihre Transferangebote einzuordnen ist.

Schritt 1: Aufmerksamkeit für virtuelle Arbeit in Unternehmen erzeugen

Digitalisierungsaktivitäten in mittelständischen Unternehmen führen bereits zu Veränderungen in den Arbeitsprozessen und zur Nutzung virtueller Arbeitsformen. Dennoch sind die meisten Unternehmen noch weit davon entfernt, eine strategische und gezielte Transformation ihrer Arbeitsprozesse hin zur „virtuellen Arbeit" umzusetzen. Die Einführung und Verwendung des Begriffs „virtuelle Arbeit" in den Diskurs der regionalen Transferaktivitäten kann ein erster Schritt zur Sensibilisierung sein. Das Aufzeigen von Anwendungsmöglichkeiten unter dem Begriff „virtuelle Arbeit" kann dazu beitragen, das Technologiemarketing der Transferstellen in Richtung der Unternehmen zu stärken. Hierdurch soll zunächst ein gezieltes Interesse für digitalisierte remotive Arbeitsprozesse bei den Unternehmen erzeugt werden.

Der Aufbau und die Verbreitung von Informationsmaterialien wie Broschüren und Leitfäden sowie die Einrichtung von Online-Präsenzen können Unternehmen für das Thema sensibilisieren. Das vorliegende Handbuch sowie weitere im Forschungsprojekt ViSAAR entstandene Broschüren können zur Verbreitung als erste initiale Informationsquellen dienen. Videos zur Demonstration von Anwendungsmöglichkeiten bieten sich an, um eine gezielte Aufmerksamkeit im Rahmen der Online-Präsenzen zu erzeugen. In ViSAAR wurden hierzu beispielsweise kurze Videostatements anhand von Praxisbeispielen dazu genutzt, die Zielgruppe für die Umsetzung zu sensibilisieren. Kommerzielle Video- und Trenddatenbanken beinhalten für Technologiemarketingzwecke ebenfalls bereits umfassende Inhalte zu Themen wie „Industrial Metaverse" oder „Augmented Reality Work". Darüber hinaus bieten sich als Videoinhalt auch kurze Interviews mit Expert:innen und Anwender:innen an. Die Darstellung von Umsetzungsbeispielen im Rahmen der Online-Präsenz kann wichtige Impulse für virtuelles Arbeiten in Richtung der Zielgruppe generieren.

Zu den weiteren zentralen Aspekten des Transfers gehören die Organisation von Informationsveranstaltungen wie Tagungen, Webinare oder Technologie-Besichtigungen bei Unternehmen, die als Vorreiter in diesem Bereich erscheinen. Expertenvorträge, die Präsentation von Fallstudien und unternehmerische Best Practices können dazu dienen, die verschiedenen Facetten des Themas aufzuzeigen, und sie helfen hierdurch, ein strategisches Verständnis innerhalb der Zielgruppe aufzubauen. Bei der Ausgestaltung von Veranstaltungsformaten spielt auch die gezielte Einbindung von Multiplikatoren aus Wirtschaftsförderung, Kammern und Verbänden eine wichtige Rolle, um das Thema an die Zielgruppe auf lokaler Ebene heranzutragen. In Kooperation mit Kammern und Verbänden lassen sich beispielsweise Branchenformate zum Thema wie etwa „Virtuelle Arbeit auf Baustellen und in der

Abbildung 2: Industrial VR / AR Lab @ StartUp Inkubator Berlin

Installation" oder „Virtuelle Arbeit im Produktions- und Konstruktionsumfeld" gemeinsam ausrichten.

Der Aufbau von Technologiedemonstratoren wird bereits seit Jahren in zahlreichen Forschungs- und Förderprojekten sowohl auf EU- als auch Bundesebene (beispielsweise Mittelstand Kompetenzzentren der Digitalisierung) forciert, um für die Digitalisierung zu sensibilisieren. In der jeweiligen Transferregion sollte betrachtet werden, ob im Technologieumfeld bereits eine Demonstratoren-Landschaft vorhanden ist und es hierunter Demonstratoren gibt, die Anwendungen der virtuellen Arbeit abbilden. Bundesweit entstehen Testlabore zur Sensibilisierung und Erprobung neuer Arbeitsformen, die Inspiration durch Demonstratoren bieten.

Schritt 2:
Umsetzungsinteresse bei Unternehmen fördern

Gezielter Transfer für virtuelle Arbeit soll neben der Sensibilisierung insbesondere die Erzeugung von Umsetzungsinteresse auf Anwenderseite fördern. Auf den zuvor erläuterten Kampagnen, Veranstaltungen und Kooperationen können Formate aufbauen, die Unternehmen an die Erprobung neuer Technologien und Arbeitsformen heranführen.

Mehr Transparenz im lokalen Innovationssystem kann helfen, das Interesse an der Umsetzung betrieblicher Gestaltungsprojekte anzureizen. So lässt sich beispielsweise in Form von Transferlandkarten darstellen, welche Unternehmen, Lösungsanbieter, Beratungsstellen oder auch Förderprogramme in der Region auf das Thema virtuelle Arbeit abzielen. So kann für bereits sensibilisierte Unternehmen eine schnelle Orientierung geschaffen werden, welche Ansprechpartner in der Region zur Verfügung stehen.

Vertiefend (zu den oben erwähnten Informationsveranstaltungen) bieten sich Umsetzungsworkshops an, um gemeinsam mit Unternehmen die

verschiedenen Aspekte der Anwendung virtueller Arbeit zu betrachten. Zum Einstieg können dabei beispielsweise das vorgestellte Vorgehensmodell (vgl. Kap. III) oder auch ein themen- bzw. branchenbezogener Fokus (z. B. Virtuelles Coaching im produzierenden Gewerbe) vorgestellt werden. Die Workshops sollten darauf abzielen, das Interesse der teilnehmenden Unternehmen darin zu steigern, in die Anwendung und das Austesten von virtuellen Technologien zu kommen.

Deutschlandweit gibt es öffentlich geförderte Informations- und Beratungszentren mit dem Schwerpunkt „Digitalisierung in KMU". Insbesondere die Zentren im bundesweiten Netzwerk Mittelstand-Digital des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz der Bundesrepublik Deutschland (BMWK) unterstützen anbieterneutral kleine und mittlere Unternehmen sowie das Handwerk in Deutschland. Zum Portfolio der Zentren zählen Expertenwissen, Workshops und Trainings, Demonstratoren-Zentren sowie Austausch und Netzwerkbildung. Hinsichtlich des forcierten Transfers für virtuelle Arbeit besteht hier die Möglichkeit, die individuellen Beratungsangebote dieser Zentren für KMU in Anspruch zu nehmen. In Form von Beratungsgesprächen lassen sich individuelle Test- und Ausgestaltungsmöglichkeiten zur virtuellen Arbeitsgestaltung gemeinsam mit regionalen Expert:innen planen und umsetzen. Ein weiterer Transferschritt kann in der Initiierung von Arbeitskreisen oder Unternehmenskooperationen liegen. Hier besteht der Vorteil darin, dass die Unternehmen von einem „Peer-Learning"-Ansatz profitieren, indem gegenseitig von den Umsetzungserfahrungen sowie den damit verbundenen Schritten aus der Praxis berichtet werden kann.

Schritt 3:
Unternehmen in der Umsetzung begleiten

Der dritte Transferschritt konzentriert sich auf die Förderung und Begleitung konkreter Test- und Umsetzungsprojekte in der Region. Ziel ist es, Unternehmen zu praxisbezogenen Tests virtueller Arbeitsprozesse zu bewegen. Die in Kapitel VI beschriebenen Gute-Praxis-Beispiele zeigen eine beispielhafte Ausgestaltung von Testprojekten auf.

Zur Durchführung von Testprojekten erfolgt auf Grundlage des ViSAAR-Vorgehensmodells zunächst eine sorgfältige Projektplanung und -vorbereitung, bei der geeignete Pilotprojekte identifiziert und ein detaillierter Projektplan für das jeweilige Unternehmen erstellt wird. Dieser Plan umfasst Ziele, Meilensteine, Ressourcenbedarf, Zeitrahmen und Verantwortlichkeiten. Parallel hierzu werden durch die teilnehmenden Unternehmen die notwendigen Ressourcen bereitgestellt und die Mitarbeitenden in den für den Use-Case wichtigen Aspekten virtueller Arbeit geschult. Während der Durchführung des Testprojekts erfolgt eine kontinuierliche Überwachung und Unterstützung, um sicherzustellen, dass der Projektplan eingehalten wird und etwaige Herausforderungen rechtzeitig identifiziert werden. Regelmäßige Feedback-Mechanismen ermöglichen es den Mitarbeitenden, ihre Erfahrungen und Rückmeldungen zu teilen, die dann zur Anpassung des Testprojekts genutzt werden (vgl. Kap. V).

Regionale Beratungs- und Transferstellen (z. B. Mittelstand-Digital Zentren, Wirtschaftsförderungseinrichtungen, IHK, HWK) können durch eine kontinuierliche Unterstützung und Beratung der Unternehmen zur erfolgreichen Gestaltung solcher Testprojekte beitragen. Die Dokumentation und regionale Bewerbung der Testprojekte als „Best Practice"-Ansätze soll dazu beitragen, die Umsetzung von virtueller Arbeitsgestaltung in der Region zu erhöhen.

Neben der Initiierung und Vermarktung von Guter Praxis richtet sich der Transfer zur virtuellen Arbeit auch auf die Schulung von Anwenderkompetenzen von Benutzer:innen im Rahmen von Aus- und Weiterbildung. Kammern und Verbände greifen bereits gezielt virtuelle Arbeitsprozesse in ihren Schulungs- und Ausbildungsprogrammen auf, um Aus- und Weiterbildung auf die neuen Arbeitsprozesse ausrichten zu können.

3. Beratungs- und Förderprogramme zur Unterstützung virtueller Arbeitsgestaltung

Förderprogramme auf Bundesebene

Förderprogramm KMU-innovativ (Bundesministerium für Bildung und Forschung)

Das Förderprogramm „KMU-innovativ" richtet sich an kleine und mittelständische Unternehmen sowie an Forschungs- und Transferverbünde. Eines seiner Hauptziele besteht darin, Forschung zur betrieblichen Anwendung zu führen. Forschungsaktivitäten bieten KMU die Möglichkeit, mit innovativen Produkten und Prozessen erfolgreich am Markt zu bestehen. Im Kontext der virtuellen Arbeitsgestaltung bietet das Förderprogramm „KMU-innovativ" die Möglichkeit, durch Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und regionalen KMU neue Arbeits- und Wertschöpfungsprozesse zu entwickeln und zu erproben. Durch den Einsatz virtueller Technologien können dabei innovative Prozesse, Produkte und Dienstleistungen entstehen, die die Wettbewerbssituation der KMU verbessern (vgl. BMBF, KMU-innovativ 2024).

Hier geht's zum Förderprogramm: https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/innovativer-mittelstand/kmu-innovativ/kmu-innovativ_node.html

Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz – BMWK)

Das zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) unterstützt Unternehmen bei der Realisierung innovativer Ansätze durch passgenaue Fördermöglichkeiten. Das ZIM fördert einzelbetriebliche FuE-Projekte von Unternehmen, FuE-Kooperationsprojekte mit wissenschaftlichen Einrichtungen, Innovationsnetzwerke sowie hierunter initiierte Projekte. Vor diesem Hintergrund bietet das ZIM sich für Unternehmen sowohl in der Prozess-, Produkt- und Serviceentwicklung virtueller Arbeit als auch zum Aufbau von thematischen Netzwerken in diesem Bereich an (vgl. BMWK, ZIM 2024).

Hier geht's zum Förderprogramm: https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Home/home.html

Entwicklung digitaler Technologien (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz – BMWK)

Im Rahmen des Förderprogramms „Entwicklung digitaler Technologien" (2022 bis 2026), werden aktuelle thematische Schwerpunkte und Herausforderungen der Digitalisierung durch gezielte Förderaufrufe adressiert. Diese Aufrufe werden seitens des BMWK an den jeweils aktuellen technologischen Trends und Marktanforderungen, digitalpolitischen Prioritäten sowie den verfügbaren Budgets und den zeitlichen Rahmenbedingungen für eine marktorientierte Umsetzung ausgerichtet. Die unter dem Programm geförderten Technologieentwicklungen können auch in Richtung digitaler Zwillinge und Dateninfrastrukturen mit hieraus resultierenden Services ausgestaltet werden. Dieser Aspekt bietet unmittelbare Anknüpfungspunkte zur virtuellen Arbeitsgestaltung (vgl. BMWK, Entwicklung digitaler Technologien 2024).

Hier geht's zum Förderprogramm: https://www.digitale-technologien.de/DT/Navigation/DE/Foerderaufrufe/Foerderprogramm/foerderprogramm.html

Förderprogramm „go-digital" (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz)

Das Förderprogramm „go-digital" unterstützt KMU bei ihrer Digitalisierung durch die Förderung von Beratungsleistung. Das Programm bietet eine anteilige Bezuschussung für Beratungsleistungen, die von zertifizierten go-digital-Berater:innen erbracht werden. Diese Berater:innen übernehmen den gesamten Verwaltungsaufwand im Förderprozess und reichen alle Anträge und Abrechnungen beim Ministerium ein. Die Beratungsleistungen können sich dabei auch auf die Virtualisierung von Arbeitsprozessen konzentrieren (vgl. BMWK, go-digital 2024).

Hier geht's zum Förderprogramm: https://www.innovation-beratung-foerderung.de/INNO/Navigation/DE/go-digital/go-digital.html

Förderung von Unternehmensberatung für KMU (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Das Ziel des Bundesprogramms „Förderung von Unternehmensberatung für KMU" besteht darin, die Erfolgschancen, Leistungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit sowie die Beschäftigungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen zu stärken. Unternehmen haben die Möglichkeit, sich von qualifizierten Beraterinnen und Beratern zu allen wirtschaftlichen, finanziellen, personellen und organisatorischen Fragen der Unternehmensführung beraten zu lassen. Die damit verbundenen Beratungskosten werden durch einen nicht rückzahlbaren Zuschuss im Rahmen des Förderprogramms reduziert (vgl. BAFA 2024).

Hier geht's zum Förderprogramm: https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Beratung_Finanzierung/Unternehmensberatung/unternehmensberatung_node.html

ERP-Digitalisierungs- und Investitionskredit (Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW)

Mit dem ERP-Digitalisierungs- und Investitionskredit fördert die KfW Bank den Finanzierungsbedarf im Zusammenhang mit Digitalisierungs- und Innovationsvorhaben. Als innovatives Vorhaben gilt die Entwicklung neuer oder verbesserter Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen. Hierzu können auch neue Formen der virtuellen Arbeitsgestaltung

Quelle: www.istockphoto.com

zählen. Gewährt werden Kreditbeträge zwischen 25.000 und 25 Mio. Euro für Investitionen und Betriebsmittel in den Bereichen Innovation und Digitalisierung (vgl. KfW 2024).

Hier geht's zur Förderbank:
https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Innovation/F%c3%b6rderprodukte/ERP-Digitalisierungs-und-Innovationskredit-(380-390-391)/

Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur (GRW)
Das zentrale nationale Instrument der regionalen Strukturpolitik ist die Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" (GRW). Bereits seit 1969 fördert die GRW eine ausgewogene regionale Entwicklung in Deutschland. Der Förderbereich der GRW umfasst Unternehmensfinanzierung, Regionalförderung, Infrastruktur, Smart Cities und Regionen. Das Förderinstrument ist sowohl für Unternehmen als auch insbesondere für regionale Wirtschaftsförderungseinrichtungen von Interesse, die das Thema virtuelle Arbeit in der Region verankern wollen (vgl. BMWK 2024).

Hier geht's zum Förderprogramm:
https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/gemeinschaftsaufgabe-verbesserung-der-regionalen-wirtschaftsstruktur.html

Förderprogramme auf Landesebene Saarland

Zentrales Technologieprogramm Saar (ZTS) (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie Saarland)
Forschung, Entwicklung und Innovationen garantieren die dauerhafte Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Im Rahmen des „Zentralen Technologieprogramms Saar" sollen innovative und erfolgversprechende Projekte unterstützt und damit ein signifikanter Beitrag zur Stärkung des Innovationspotenzials im Saarland geleistet werden. Gefördert werden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben saarländischer Unternehmen sowie Kooperationen dieser mit Forschungseinrichtungen mit Sitz im Saarland. Die Zuwendungen werden im Wege der Projektförderung als nicht rückzahlbarer Zuschuss gewährt. Zur Förderung stehen Mittel des Saarlandes sowie der Europäischen Union im Rahmen des Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) zur Verfügung (MWIDE, ZTS 2024).

Hier geht's zum Förderprogramm:
https://www.saarland.de/mwide/DE/portale/innovationsstrategie/innovationsfoerderung/innovationsfoerderung.html

DigitalStarter Saarland (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie Saarland)
Mit dem Förderprogramm „DigitalStarter Saarland" erhalten KMU im Saarland bis zu 12.500 Euro als Zuschuss zu ihrem Digitalisierungsprojekt. Gefördert werden Projekte mit Ausgaben in Höhe von mindestens 3.000 Euro. Der Fördersatz beträgt bei kleinen Unternehmen bis zu 50 % der zuwendungsfähigen Ausgaben, bei mittleren Unternehmen bis zu 30 %, jedoch jeweils höchstens 12.500 Euro (MWIDE, DigitalStarter 2024). Die DigitalStarter-Förderrichtlinie des Saarlandes trat am 31.12.2022 außer Kraft, womit eine Antragsstellung ab dem 01.01.2023 nicht mehr möglich ist. Die DigitalStarter-Förderung soll im Laufe des Jahres 2024 mit einer neuen Förderrichtlinie verfügbar gemacht werden.

Hier geht's zum Förderprogramm:
https://www.digitalstarter.saarland/

Ansprechpartnerin für saarländische Unternehmen zur Beantragung von Bundes- und Landesfördermitteln
Dr. Anita Lorenzen
saarland.innovation&standort e.V. (saaris)
Economy Transformation Hub
Tel.: 0681 210 66204
E-Mail: anita.lorenzen@saaris.saarland

Ausgewählte Beratungsstellen zur Digitalisierung im Saarland

European Digital Innovation Hub (EDIH)
Der European Digital Innovation Hub Saarland verfolgt das Ziel, die digitale Transformation im Saarland und in der Großregion aktiv und nachhaltig voranzutreiben. Das Beratungszentrum bietet einen kostenfreien Service zu den Themen Digitalisierung, Künstliche Intelligenz (KI) und IT-Sicherheit an, der sich an kleine und mittlere Unternehmen (KMU), Unternehmen mit mittlerer Marktkapitalisierung (Mid-caps), Start-ups und öffentliche Einrichtungen des Saarlandes sowie der Großregion Saar-Lor-Lux richtet. Am EDIH erhalten Unternehmen eine kostenfreie und anbieterneutrale Beratung zum Thema virtuelle Arbeit (vgl. EDIH 2024).

Hier geht's zu den Angeboten: European Digital Innovation Hub Saarland – European Digital Innovation Hub Saarland (edih-saarland.de)

Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken (MDZ)
Das Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken engagiert sich aktiv für die digitale Transformation kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU). Ziel ist es, Unternehmen durch die Anwendung innovativer digitaler Anwendungen und neuer Technologien gezielt zu unterstützen. Das Zentrum bietet ein kostenfreies und praxisorientiertes Angebot, das Informations-, Qualifikations-, Demonstrations- und Vernetzungsformate umfasst. Zusätzlich werden Unternehmen bei der Umsetzung von Praxisprojekten unterstützt. Die Dienstleistungen des Zentrums sind auf produzierende Unternehmen (einschließlich produktionsnaher Dienstleister:innen und Handwerksbetriebe), Informations- und Kommunikationstechnik sowie den Dienstleistungssektor ausgerichtet. Am MDZ erhalten Unternehmen eine kostenfreie und anbieterneutrale Beratung zum Thema virtuelle Arbeit (vgl. MDZ Saarbrücken 2024).

Hier geht´s zu den Angeboten:
https://digitalzentrum-saarbruecken.de/

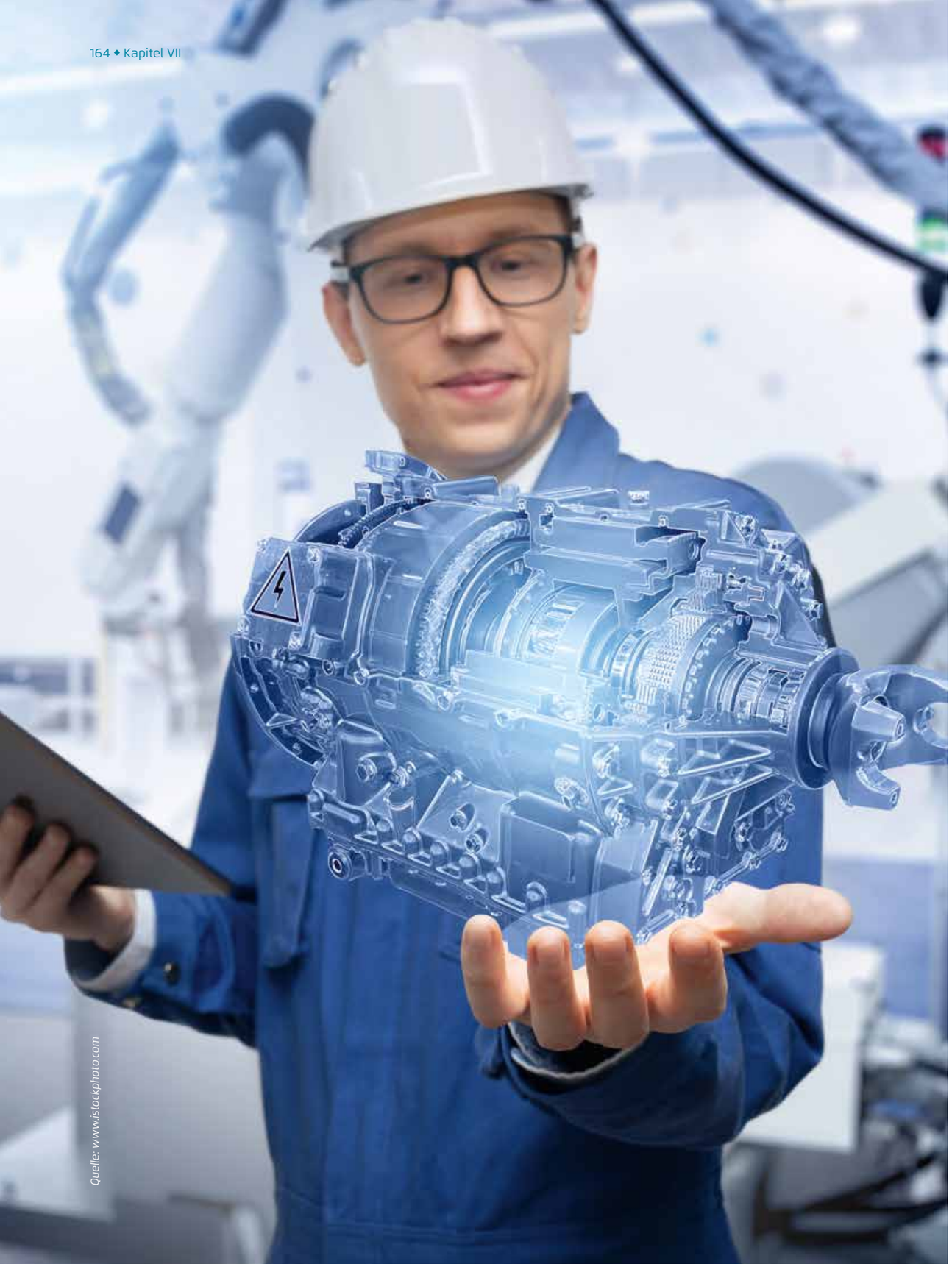
Ansprechpartnerin für saarländische Unternehmen zur kostenfreien Digitalisierungsberatung:
Sabine Betzholz-Schlüter
saarland.innovation&standort e.V. (saaris)
Economy Transformation Hub
Tel.: 0681 210 66 200
E-Mail: sabine.betzholz-schlueter@saaris.saarland

Ansprechpartner für das Projekt ViSAAR
Arbeitsforschung:
Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e. V. (iso)
Prof. Dr. Volker Hielscher
Trillerweg 68
66117 Saarbrücken
Tel.: 0681 95424-0
E-Mail: hielscher@iso-institut.de

Digitization:
August-Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse gGmbH (AWSi)
Moritz Paulus
Uni Campus D5 1
66123 Saarbrücken
E-Mail: moritz.paulus@aws-institut.de

Virtuelle Produktion:
Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik gemeinnützige GmbH (ZeMA)
Dominik Kuhn
Eschberger Weg 46
66121 Saarbrücken
E-Mail: d.kuhn@zema.de

Netzwerk, Kommunikation & Transfer:
saarland.innovation&standort e.V. (saaris)
Dr. Alexander Schmitt
Neumarkt 15
66117 Saarbrücken
Tel.: 0681 21066-270
E-Mail: alexander.schmitt@saaris.saarland



Quelle: www.istockphoto.com

4. Literaturverzeichnis

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BFA) (o. J.): Förderung von Unternehmensberatung für KMU. https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Beratung_Finanzierung/Unternehmensberatung/unternehmensberatung_node.html (Zugriff am 15. April 2024).

Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (BIB) (o. J.): Regionale Bevölkerungsentwicklung im Saarland. https://www.demografie-portal.de/DE/Fakten/bevoelkerungsentwicklung-regional-saarland.html (Zugriff am 15. April 2024).

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (o. J.): Förderprogramm KMU Innovativ. https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/innovativer-mittelstand/kmu-innovativ/kmu-innovativ_node.html (Zugriff am 15. April 2024).

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (o. J.): Entwicklung digitaler Technologien. https://www.digitaletechnologien.de/DT/Navigation/DE/Foerderaufrufe/Foerderprogramm/foerderprogramm.html (Zugriff am 15. April 2024).

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (o. J.): Förderprogramm „go-digital". https://www.innovation-beratung-foerderung.de/INNO/Navigation/DE/go-digital/go-digital.html (Zugriff am 15. April 2024).

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (o. J.): GRW Fördergebiete 2022-2027. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/grw-fordergebiete-2022-2027.html (Zugriff am 15. April 2024).

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (o. J.): Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur (GRW). https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/gemeinschaftsaufgabe-verbesserung-der-regionalen-wirtschaftsstruktur.html (Zugriff am 15. April 2024).

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (o. J.): Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM). https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Home/home.html (Zugriff am 15. April 2024).

European Digital Innovation Hub Saarland (o. J.): https://edih-saarland.de/ (Zugriff am 15. April 2024).

Grünwald, C., Bonin, D. (2022): Abschlussbericht: Szenarien zur Zukunft der Arbeit in strukturschwachen Regionen in Deutschland 2030. S. 21-22. Köln.

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KFW) (o. J.): ERP Digitalisierungs- und Investitionskredit. https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Innovation/F%c3%b6rderprodukte/ERP-Digitalisierungs-und-Innovationskredit-(380-390-391)/ (Zugriff am 15. April 2024).

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie Saarland (MWIDE) (o. J.): Zentrales Technologieprogramm Saar (ZTS). https://www.saarland.de/mwide/DE/portale/innovationsstrategie/innovationsfoerderung/innovationsfoerderung.html (Zugriff am 15. April 2024).

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie Saarland (MWIDE) (o. J.): DigitalStarter Saarland. https://www.digitalstarter.saarland/ (Zugriff am 15. April 2024).

Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken (o. J.): https://digitalzentrum-saarbruecken.de/ (Zugriff am 15. April 2024).

Pfannstiel, M., Dautovic. A. (2023): Transferinnovationen und Innovationstransfer. S. V. Wiesbaden.

Autorinnen und Autoren

Luisa Barton, B. Sc. Wirtschaftspädagogik, Masterstudentin Digitale Betriebswirtschaftslehre & Junior Researcher am August-Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse gGmbH (AWSi). Kontakt: luisa.barton@aws-institut.de

Kathrin Bierwirth, Magistra Artium (M. A.), B. Sc. Psychologie, Wissenschaftliche Mitarbeiterin des Instituts für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V. (iso) Saarbrücken. Kontakt: bierwirth@iso-institut.de

Kai Conrad, Mechatroniker für Kältetechnik und Betriebsleiter der Debusmann GmbH. Kontakt: k.conrad@klimatechnik-debusmann.de

Francesco Gagliardi, Internationaler Touristikassistent und Standortleiter ISL Innovative System Logistik GmbH, Standort Saarwellingen. Kontakt: francesco.gagliardi@isl-group.eu

Gordon Hemming, Media Content Manager, von 2022 bis 2024 Projektleiter bei der Greencells Group, Saarbrücken. Kontakt: g.hemming@meiser.de

Prof. Dr. Volker Hielscher, Diplom-Sozialwissenschaftler, Geschäftsführer und Wissenschaftlicher Leiter des Instituts für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V. (iso) Saarbrücken. Kontakt: hielscher@iso-institut.de

Matthias Jenner, Bachelor of Science Mechatronik und Sensortechnik, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik (ZeMA) gGmbH. Kontakt: m.jenner@zema.de

Pascal Kasel, Wirtschaftsingenieur, Head of Quality bei Woll Maschinenbau GmbH, Saarbrücken. Kontakt: pascal.kasel@woll-maschinenbau.de

Andreas Kissel, Dipl.-Ing. Maschinenbau und Technischer Leiter der ISL Group Management GmbH, Saarlouis. Kontakt: andreas.kissel@isl-group.eu

Dominik Kuhn, M. Sc. Mechatronik und Sensortechnik, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter ViSAAR am Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik gGmbH. Kontakt: d.kuhn@zema.de

Moritz Paulus, M. Sc. Betriebswirtschaftslehre, Digitalization Professional am August-Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse gGmbH (AWSi). Kontakt: moritz.paulus@aws-institut.de

Jannis Pfister, M. Sc. Elektrotechnik, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik (ZeMA) gGmbH. Kontakt: j.pfister@zema.de

Rüdiger Pohl, Büromaschinenmechaniker, Gründer und Geschäftsführer der NetComSolutions GmbH in Sulzbach/Saar. Kontakt: rpohl@netcomsolutions.de

Sarah-Déborah Schaller-Rebschläger, IT-Betriebswirtin, Mitarbeiterin bei WALOR Stahlbau und Montage GmbH, Saarbrücken-Burbach. Kontakt: s.schaller@walor.de

Dr. Alexander Schmitt, Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.), Diplom Chemiker, Projektleiter bei saarland.innovation&standort GmbH i.G. (saaris). Kontakt: alexander.schmitt@saaris.saarland

Melanie Schmitt, Psychologin (M. Sc.) und wissenschaftliche Mitarbeiterin des Instituts für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V. (iso) Saarbrücken. Kontakt: schmitt@iso-institut.de

Kathleen Schwarz, Soziologin (M. A.) und Wissenschaftliche Mitarbeiterin des Instituts für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V. (iso) Saarbrücken. Kontakt: schwarz@iso-institut.de

Christine Simon, Betriebswirtin VWA, Geschäftsführerin der WALOR Stahlbau und Montage GmbH. Saarbrücken-Burbach. Kontakt: c.simon@walor.de

Pascal Thome, Dipl.-Betriebswirt (FH), Projektleiter bei saarland.innovation&standort GmbH i.G. (saaris). Kontakt: pascal.thome@saaris.de

Annika Wilhelm, B. A. Integrative Sozialwissenschaften, Masterstudentin Soziologie und empirische Sozialforschung & Junior Researcher am August-Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse gGmbH (AWSi). Kontakt: annika.wilhelm@aws-institut.de

Quelle: www.istockphoto.com

Digitaler, virtueller, smarter: Die Arbeitswelt ist im Wandel und die Verheißungen neuer Technologien sind in aller Munde.

Doch wie werden aus technischen Möglichkeiten sinnvolle Anwendungen, gerade in bodenständigen kleinen und mittleren Unternehmen? Wie können Betriebe einer Region von Innovationsprojekten ihrer Nachbarunternehmen lernen? In einem gemeinsamen Projekt haben sechs saarländische Unternehmen und vier Forschungspartner neue Wege erprobt, virtuelle Arbeitsformen zu realisieren.

Die Beiträge dieses Bands dokumentieren die Erfahrungen und beleuchten das Thema aus gesellschaftlicher, technologischer, betrieblicher sowie regionaler Perspektive.