SSOAR

Open Access Repository
www.ssoar.info

# Wissenschaftliche Auswertung über Theorien und Instrumente für ein Inklusives Wachstum in Deutschland

Apt, Wenke; Bovenschulte, Marc; Priesack, Kai; Weiß, Christine; Hartmann, Ernst Andreas

Veröffentlichungsversion / Published Version
Forschungsbericht / research report

**Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:**
Bundesministerium für Arbeit und Soziales

**Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:**
Apt, W., Bovenschulte, M., Priesack, K., Weiß, C., & Hartmann, E. A. (2018). *Wissenschaftliche Auswertung über Theorien und Instrumente für ein Inklusives Wachstum in Deutschland.* (Forschungsbericht / Bundesministerium für Arbeit und Soziales, FB502). Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales; Institut für Innovation und Technik -iit-. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-56159-9

**Nutzungsbedingungen:**
*Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.*
*Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.*

**Terms of use:**
*This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.*
*By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.*

gesis Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Bundesministerium
für Arbeit und Soziales

# FORSCHUNGSBERICHT

## 502

# Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb

Januar 2018

ISSN 0174-4992

# FORSCHUNGSBERICHT 502

Expertise

## „Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb“

Im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales

**Institut für Innovation und Technik**

Wenke Apt, Marc Bovenschulte, Kai Priesack, Christine Weiß, Ernst Andreas Hartmann

Januar 2018

**iit – Institut für Innovation und Technik**

Steinplatz 1
10623 Berlin

INSTITUT FÜR INNOVATION UND TECHNIK

# Kurzbeschreibung

Vor dem Hintergrund von Digitalisierung und Industrie 4.0 ändert sich die Arbeitswelt umfassend. Dabei ist die Entwicklung nicht nur von Fragen der potenziellen Substituierbarkeit des Menschen durch technische Systeme geprägt, sondern auch von den Möglichkeiten einer immer engeren Kooperation zwischen Mensch und Maschine, mit dem Ziel, die herausragenden Fähigkeiten des Menschen mit den besonderen Eigenschaften von Maschinen als „Bestes aus zwei Welten“ zu vereinen. Dazu gehört auch, dass der Mensch von den technischen Systemen eine Unterstützung erfährt, die im Idealfall genau seinen Fähigkeiten und Bedürfnissen sowie den Anforderungen des Arbeitskontextes entspricht. Um diesen Anspruch zu erfüllen, werden seit einigen Jahren vermehrt digitale Assistenzsysteme in der betrieblichen Praxis eingesetzt. Der weitaus prominenteste Anwendungsfall sind Systeme zur Werkerführung (pick-by-light und verwandte), die etwa in der variantenreichen Fertigung eingesetzt werden. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass aufgrund der fortschreitenden technologischen Entwicklung insbesondere kognitiv unterstützende Funktionen zukünftig nicht mehr an spezielle Geräte gebunden sein werden, sondern sich die Assistenz in Form einer umfassenden Software-Integration und eines gemeinsamen Datenraumes auf nahezu jedem technischen Gerät realisieren wird – ganz gleich, ob es eine Werkzeugmaschine oder ein Smartphone ist.

Um den Entwicklungsstand von digitalen Assistenzsystemen zu beschreiben und ihren Beitrag im Hinblick auf Inklusion/Diversity, Gesunderhaltung und Arbeitsqualität abzuschätzen, wurde in der vorliegenden Studie ein Klassifikationsschema gemäß Art der Unterstützung (physisch, sensorisch, kognitiv), Anforderungsniveau (niedrig, mittel, hoch, variabel) und Zielsetzung der Unterstützung (kompensatorisch, erhaltend, erweiternd) entwickelt

Aufbauend darauf werden die Potenziale von digitalen Assistenzsystemen anhand von 16 Praxisbeispielen veranschaulicht und in einer Gesamtbetrachtung die Erfolgsfaktoren für eine betriebliche Umsetzung diskutiert. Abschließend werden Gestaltungsoptionen für die Politik aufgezeigt, um bei einer weiteren Verbreitung von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb die Potenziale für eine verbesserte Teilhabe, höhere Arbeitsqualität und gesünderes Arbeiten zu heben und zur Etablierung eines Leitmarktes für gute digital assistierte Arbeit in Deutschland beizutragen.

# Abstract

Against the background of digitalization and industry 4.0, the world of work changes comprehensively. The development is characterised not only by questions of the potential substitutability of humans by technical systems, but also by the possibilities of an ever closer cooperation between man and machine, with the aim of combining the outstanding abilities of man with the special characteristics of machines as "best from two worlds ". This also means that the human being is supported by technical systems, which, in an ideal situation, exactly match his abilities and needs, as well as the requirements of the working context. In order to meet this demand, digital assistance systems have been increasingly used in the last years. The most prominent applications are systems for worker guidance (pick-by-light and related), which are used, for example, in multi-variant assembly. Moreover, it is to be expected that, due to the ongoing technological development, especially cognitive support functions will no longer be bound to specific devices in the future, but that the assistance will be realised by means of comprehensive software integration and a common data space on almost every technical device, independent of whether it is a machine tool or a smartphone.
To describe the stage of development for digital assistance systems and assess their contribution to inclusion/diversity, health and work quality, a classification scheme was developed in the present study according to type of support (physical, sensory, cognitive), degree of support (low, medium, high, variable) and objective of support (compensatory, sustaining, expanding) and Building on this, the potentials of digital assistance systems are illustrated by 16 practical examples and success factors for the operational implementation are discussed. Finally, policy measure to unlock potentials for more participation, higher quality of work and healthier work in the course of a further diffusion of digital assistance systems in businesses and to support the establishment of a lead market in Germany for good digitally assisted work are presented.

# Inhalt

FORSCHUNGSBERICHT
1. Einführung 7
1.1 Kompetenzanforderungen in der digitalen Arbeitswelt 8
1.2 Charakteristika der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter 14
2. Arbeit und Assistenz 19
3. Die Unterstützungsdimensionen assistiver Systeme 29
3.1 Kompensatorische Unterstützung für Inklusion und Diversity 31
3.2 Präventive Unterstützung zum Erhalt von Leistungsfähigkeit und Gesundheit 38
3.3 Fähigkeitserweiternde Unterstützung für Gute Arbeit 41
4. Beispiele für digitale Assistenzsysteme 46
4.1 Systeme mit niedrigem Anforderungsniveau 48
4.2 Systeme mit mittlerem Anforderungsniveau 58
4.3 Systeme mit hohem Anforderungsniveau 68
4.4 Systeme mit variablem Anforderungsniveau 78
4.5 Gesamtbetrachtung der ausgewählten digitalen Assistenzsysteme 92
5. Der regulatorische Rahmen 99
6. Gestaltungsoptionen für die Politik 104
Literaturverzeichnis 112
Tabellenverzeichnis 119
Abbildungsverzeichnis 120
Abkürzungsverzeichnis 121
7. Zusammenfassung 123

# 1. Einführung

Ziel dieser Studie ist eine Strukturierung und Beschreibung der Potenziale digitaler Assistenzsysteme in der betrieblichen Praxis. Im Fokus stehen digitale Assistenzsysteme in Abgrenzung zu anderen, zum Teil substituierenden Technologien. Für eine grundlegende Definition wird ein Klassifikationsschema digitaler Assistenzsysteme entwickelt und auf Beispiele aus der betrieblichen Praxis und anwendungsnahen Forschung angewandt. Die im Rahmen von Projektsteckbriefen dargestellten digitalen Assistenzsysteme adressieren vor allem die Zieldimensionen Gesundheit, Teilhabe und Arbeitsplatzqualität als Mehrwert für die Beschäftigten, aber auch für die Betriebe. Dabei lassen sich wichtige Erfolgsfaktoren des Technologieeinsatzes auf Ebene der Technologie, der Arbeitsorganisation und des Menschen identifizieren und Handlungsempfehlungen an die Politik zur Etablierung eines Leitmarktes für digital assistierte Arbeit in Deutschland ableiten.

Die Relevanz digitaler Assistenzsysteme – und damit auch dieser Studie – ergibt sich aus dem demografischen Wandel, der Digitalisierung der Arbeitswelt, den Veränderungen in der betrieblichen Arbeitsorganisation, neuen Kompetenzanforderungen und veränderten Wertschöpfungsprozessen. Digitale Assistenzsysteme gewinnen in diesem Wandel zunehmend an Bedeutung. Durch die Entwicklung von Assistenzsystemen entstehen neue Potenziale für eine Humanisierung der Arbeitswelt, die den technischen Fortschritt dazu nutzt, um die Beschäftigten von schweren, monotonen, gesundheitsgefährdenden Tätigkeiten zu entlasten, die Qualität der Arbeit zu steigern, lern- und innovationsförderliche Arbeitsprozesse zu unterstützen und die Teilhabemöglichkeiten an Arbeit zu verbessern.

Die Nutzung aller vorhandenen demografischen Potenziale wird in der digitalen Arbeitswelt vor allem dann gelingen, „wenn Arbeitsformen auf die Anforderungen der Mitarbeiter reagieren und flexibel ausgestaltet werden“ (Holdampf-Wendel 2016). Derartige Mensch-Technik-Systeme gehen mit einer Individualisierung von Arbeitsprozessen einher, welche die persönlichen Fähigkeiten der Beschäftigten berücksichtigt und somit Ansätze für die Gestaltung eines inklusiven Arbeitsmarktes bietet, indem etwa sprachliche, kognitive oder körperliche Einschränkungen ausgeglichen bzw. besondere Fähigkeiten genutzt werden. Dabei helfen Assistenzsysteme bei der Ausführung von Tätigkeiten und können als „Fähigkeitsverstärker“ die betriebliche Integration älterer wie auch zugewanderter Personen im erwerbsfähigen Alter befördern.

Allerdings können aus der Digitalisierung von Arbeitsprozessen auch zusätzliche Belastungen für die Beschäftigten entstehen. Bei schlecht gestalteten Arbeits- und Unterstützungssystemen drohen physische Fehlbeanspruchungen durch Zwangshaltungen oder Bewegungsarmut. Bei einer übermäßigen (und nicht individualisierbaren) Unterstützung besteht unterdessen die Gefahr von kognitiver Unterbeanspruchung und Monotonie, was sich negativ auf die Motivation, Gesundheit und langfristige Arbeitsfähigkeit auswirken kann (VDI/VDE-GMA 2016). Auch führt die Verfügbarkeit digitaler Assistenzsysteme nicht deterministisch zu einer Humanisierung der Arbeitswelt.

Interessensdivergenzen zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern bestehen fort und führen zu einem grundlegenden Spannungsverhältnis zwischen Humanisierung und Rationalisierung (Arnold und Steffes 2017). Dennoch bietet die Nutzung digitaler Assistenzsysteme weitreichende Potenziale für die Gestaltung guter, inklusiver und befähigender Arbeit. Insbesondere eine lernförderliche Arbeitsorganisation und die tutorielle Ausrichtung von digitalen Assistenzsystemen können zu einer starken Verankerung des Menschen in der zukünftigen Arbeitswelt beitragen und wichtige Ansätze für die Gestaltung einer inklusiven, digitalen Arbeitswelt bieten.

Vor diesem Hintergrund richtet sich die Studie vor allem an politische und unternehmerische Entscheidungsträger in Gestaltungsfragen der digitalen Arbeitswelt, wie auch die Sozialpartner, Berufsgenossenschaften und Technischen Beratungsdienste der Integrationsämter. In den nächsten beiden Abschnitten von Kapitel 1 werden die Kompetenzanforderungen in der digitalen Arbeitswelt und die demografische Entwicklung als Rahmenbedingungen für den Einsatz digitaler Assistenzsysteme im Betrieb aufgezeigt. In Kapitel 2 wird ein Klassifizierungsschema digitaler Assistenzsysteme gemäß Art der Unterstützung (physisch, sensorisch, kognitiv) und unterschiedlicher Anforderungsniveaus von Arbeit (niedrig, mittel, hoch, variabel) und der Zielsetzung der Unterstützung (kompensatorisch, erhaltend, erweiternd) entwickelt. Die Unterstützungsdimensionen digitaler Assistenzsysteme werden in Kapitel 3 weiter ausgeführt. In Kapitel 4 werden insgesamt 16 Praxisbeispiele von digitalen Assistenzsystemen vorgestellt und übergreifende Aussagen in einer Gesamtbetrachtung getroffen. Kapitel 5 bietet einen Überblick über wichtige regulatorische Rahmenbedingungen für die Einführung digitaler Assistenzsysteme in den Betrieben. Abschließend werden in Kapitel 6 Gestaltungsoptionen für die Politik entwickelt, die zur Etablierung eines Leitmarktes für gute digital assistierte Arbeit in Deutschland beitragen können.

## 1.1 Kompetenzanforderungen in der digitalen Arbeitswelt

In der digitalen Arbeitswelt ändern sich die Kompetenzanforderungen an den Einzelnen (OECD 2016a). Die aktuellen Befunde deuten darauf hin, dass die technologisch unterstützte Arbeit in Zukunft zwar weniger körperlich anstrengend, dafür aber geistig anspruchsvoller, vielfältiger und auch komplexer sein wird. Treiber der veränderten Anforderungsprofile sind technologische Entwicklungen, der wirtschaftliche Strukturwandel hin zu mehr Dienstleistungen, die Entstehung neuer Geschäftsmodelle, das Verschwimmen traditioneller Branchengrenzen und Veränderungen in der Arbeitsorganisation (z. B. Vogler-Ludwig et al. 2016). Der Diskurs zu den Auswirkungen digitaler Technologien auf die Arbeit fokussiert dabei auf Automatisierungsszenarien, veränderte Tätigkeitsprofile und die Suche nach menschlichen Kompetenzen und Fertigkeiten, die trotz fortlaufenden technologischen Verbesserungen in Zukunft noch Bestand haben.

Dabei zeichnet sich ab: Der menschliche Vorsprung wird kleiner. In der Vergangenheit waren viel Wissen und praktische Erfahrung in den Köpfen von Experten, Fachbüchern oder Aktenschränken abgelegt. Zunehmend wird dieses

Wissen in digitaler Form gespeichert und dargeboten. Mittels digitaler Technik gelingt es nun, Wissen und Expertise zu äußerst niedrigen Kosten zu replizieren und auf Maschinen zu übertragen (Suesskind und Suesskind 2015). Damit wird stereotypisch angewandtes Spezialwissen weniger wichtig und non-formale Fähigkeiten zu selbstständigem Handeln, Selbstorganisation oder Abstraktion erlangen höhere Bedeutung (Wolter et al. 2015). Gleichzeitig werden Wissens- und Tätigkeitsbereiche durchlässiger, da etablierte Experten weniger als „Gatekeeper" wirken können, um gegebenenfalls die eigene Position durch den Rückhalt wichtiger Informationen zu sichern (Suesskind und Suesskind 2015).

Zwar begünstigen die technologischen Veränderungen und der bedingte „skill-biased technical change" Menschen mit einem hohen Bildungsstand, aber zuletzt waren es nicht immer „geringer qualifizierte Tätigkeiten", die automatisiert wurden, sondern vielmehr „Aufgaben, bei denen die Maschine dem Menschen überlegen ist" (Brynjolfsson et al. 2015, S. 169f.). Die Nachfrage nach Arbeitskräften für Routinetätigkeiten ist in den letzten Jahren dementsprechend am schnellsten zurückgegangen, egal ob die Aufgaben kognitiver oder manueller Art waren. Bereiche, in denen der Mensch auf längere Sicht einen relativen Vorteil gegenüber digitaler Arbeit haben wird, liegen in der Ideenbildung, Kreativität und Innovation, der Entwicklung von Konzepten, dem Erkennen von Mustern in einem weit gesteckten Rahmen und den komplexen Formen der Kommunikation (Brynjolfsson et al. 2015, S. 226). In diesem Sinne prognostizieren Brynjolfsson et al. (2015, S. 230), „dass Menschen, die viele gute, neue Ideen haben, auch künftig noch längere Zeit einen relativen Vorteil gegenüber digitaler Arbeit haben werden, und diese Menschen werden begehrt sein."

Weissenberger-Eibl (2017) geht davon aus, dass sich viele Tätigkeitsprofile an der Mensch-Maschine-Schnittstelle stärker ähneln werden: „Diese Annäherung ist ein wesentliches Merkmal der Digitalisierung und hat zur Folge, dass es quer über Branchen hinweg mehr fachübergreifende beziehungsweise fachunabhängige Anforderungen geben wird – fachbezogenes Wissen könnte damit zusehends in den Hintergrund rücken, allgemeine digitale Grundkompetenzen und universelle Fähigkeiten könnten stark aufgewertet werden." Dabei geht Kelly (2012) davon aus, dass sich die Bezahlung und der „Wert" von Beschäftigten zunehmend danach richten wird, ob sie in der Lage sind, mit intelligenten Maschinen zu interagieren und Arbeitsprozesse in der kollaborativen Zusammenarbeit mit Robotern zu innovieren.

Grundlage dafür sind – unabhängig von der spezifischen Branche – IKT-relevante Kompetenzen und Fähigkeiten. Drei Entwicklungen sind dafür ausschlaggebend: (1) Die Herstellung von IKT-Produkten und digital vermittelten Dienstleistungen – wie Software, Webseiten, E-Commerce oder Cloud Computing – erfordert spezialisierte IKT-Fähigkeiten, d. h. Anwendungen zu programmieren und Netzwerke zu verwalten. (2) Die Nutzung von IKT in der täglichen Arbeit erfordert in einer zunehmenden Anzahl von Berufen generische IKT-Fähigkeiten, d. h. Beschäftigte müssen in der Lage sein, IKT zweckdienlich und im Sinne ihrer Aufgaben und Tätigkeiten zu nutzen, Informationen zu beschaffen und Software anzuwenden. (3) IKT verändern die Art und Weise der Arbeit und erhöhen die Nachfrage nach IKT-komplementären Fähigkeiten, wie beispielsweise die

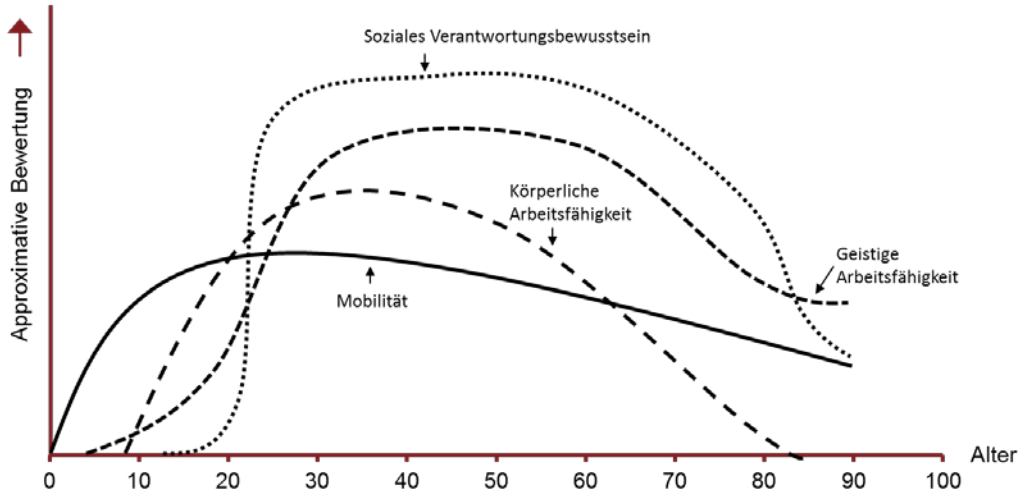
individuelle Fähigkeit zur Informationsverarbeitung, Problemlösung, Eigenverantwortlichkeit und Kommunikation (OECD 2016a, 2016b).

Mit Blick auf die Universalität der Kompetenzanforderungen zeichnet sich ab, dass sich Tätigkeitsprofile und Berufsbilder immer stärker von Branchengrenzen lösen. Damit könnte sich auch die berufliche Mobilität zwischen einzelnen Branchen verbessern (Weissenberger-Eibl 2017). Brynjolfsson et al. (2015, S. 245) gehen davon, dass „die Menschen […] in ihren beruflichen Erwartungen anpassungsfähiger und flexibler und bereit sein müssen, Bereiche, die automatisiert werden, zu verlassen und neue Möglichkeiten dort wahrzunehmen, wo Maschinen menschliche Fähigkeiten ergänzen und verstärken." Dementsprechend plädieren Daheim und Wintermann (2016, S. 17) für ein grundlegendes Umdenken, das die Entwicklung eines flexiblen und breit anwendbaren „Portfolios von Fähigkeiten und Kompetenzen" in den Mittelpunkt stellt, und auf „kritisches Denken, grundlegende Technologiekompetenz, Datenanalyse, Lernfähigkeit, selbstständiges Arbeiten und unternehmerische Kompetenzen" abzielt.

Anlass zu gleichermaßen Hoffnung und Sorge gibt die Einschätzung von Brynjolfsson et al. (2015, S. 20), wonach es „nie eine bessere Zeit für Arbeitskräfte mit speziellen Kompetenzen oder der richtigen Ausbildung [gab], denn solche Menschen können die Technik nutzen, um Wert zu generieren und abzuschöpfen. Für Arbeitnehmer mit ‚gewöhnlichen' Kompetenzen und Fähigkeiten gab es dagegen kaum eine schlechtere Zeit, denn Computer, Roboter und andere digitale Technik erwerben solche Kompetenzen und Fähigkeiten mit beispielloser Geschwindigkeit." Demnach ersetzt und verändert die Digitalisierung bestehende Berufe oder erschafft neue und stellt damit auch neue Anforderungen an die berufliche Aus- und Weiterbildung.

Im Kontext von Industrie 4.0 steigen durch die zunehmende Produktvielfalt und neuen Interaktionsmöglichkeiten mit flexiblen, zunehmend intelligenten Produktionssystemen auch die Spielräume und Eingriffsmöglichkeiten für die Beschäftigten. Grundlage für die Wahrnehmung des Handlungs- und Entscheidungsspielraums sowie die vertikale Tätigkeitsanreicherung („job enrichment") bilden die Kompetenzen (Rosen 2016). Grundsätzlich werden drei Arten von Fähigkeiten und Kompetenzen (d.h. körperliche Arbeitsfähigkeit, geistige Arbeitsfähigkeit und soziales Verantwortungsbewusstsein) sowie die sozioökonomische bzw. berufsbezogene Mobilität unterschieden, die bei jedem Menschen unterschiedlich ausgeprägt sind und sich im Lebensverlauf verändern (Abbildung 1). Damit unterscheiden sich auch die individuelle Arbeitsfähigkeit und das notwendige Unterstützungsmaß für die Erfüllung der spezifischen Tätigkeitsanforderungen. Mit dem Alter nehmen die Heterogenität und damit die unterschiedlichen Unterstützungsbedarfe der Beschäftigten noch zu. Assistenzsysteme mit adaptiven, individualisierbaren Unterstützungsleistungen sind demnach für alle Menschen über den gesamten Lebensverlauf relevant, besonders jedoch im höheren Erwerbsalter.

## Abbildung 1 Grundlagen der Kompetenzentwicklung im Lebenslauf




Quelle: Eigene Darstellung nach Tempel und Illmarinen (2013, S. 53)

Auf betrieblicher Ebene führt die zunehmende Individualisierung von Produkten und Dienstleistungen zu einer organisatorischen und technischen Flexibilisierung von Arbeit. Daraus resultiert ein „Prozess der Informatisierung von Arbeits- und Produktionsprozessen, die hierdurch anspruchsvoller, vernetzter und komplexer werden“ (Ittermann et al. 2015, S. 46). Insbesondere Beschäftigte in technischen und kaufmännischen Bereichen sind demnach mit deutlich höheren Komplexitäts-, Problemlösungs-, Lern- und Flexibilitätsanforderungen konfrontiert.

Unterdessen zeichnen sich bereits Fachkräfteengpässe in den Unternehmen in den Regionen und für die unterschiedlichen Anforderungsniveaus ab (Burstedde und Risius 2017): Insbesondere in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Thüringen bestehen starke und anhaltende Engpässe in regional relevanten Berufen. Aufgrund alternder Belegschaften und eines hohen Ersatzbedarfes spitzt sich die Fachkräftesituation auch in den ostdeutschen Bundesländern zu. In einer Klassifizierung nach Anforderungsniveau (siehe Tabelle 1) stellen Burstedde und Risius (2017) auf Ebene der Fachkräfte vor allem Engpässe in der Alten-, Gesundheits- und Krankenpflege sowie technischen Berufen in den Bereichen Mechatronik und Automatisierungstechnik fest. Auf Ebene der Spezialisten fehlen vor allem Fachkräfte im Medizin- und Pflegebereich, etwa in der Krankenpflege und im Rettungsdienst. Darüber hinaus zählen auch der Brandschutz, die Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik und die spanende Metallbearbeitung zu den wichtigsten und auch am längsten anhaltenden Engpassberufen für Spezialisten. Auf Ebene der Experten entfallen die stärksten Engpässe ebenfalls auf technische und gesundheitswirtschaftliche Bereiche, aber auch auf Tätigkeiten in der öffentlichen Verwaltung sowie in den Bereichen Hochbau und Tiefbau.

### Tabelle 1 Anforderungsniveau und qualifikatorische Voraussetzungen

| Anforderungs-niveau | Bezeichnung | Qualifikatorische Voraussetzungen: Beschäftigt werden typischerweise Personen... |
|---|---|---|
| 1 | Helfer | ... ohne abgeschlossene Berufsausbildung |
| 2 | Fachkräfte | ... mit mindestens zweijähriger Berufsausbildung |
| 3 | Spezialisten | ... mit Fortbildungsabschluss wie Meister-, Techniker- oder Fachschulabschluss;<br>... mit Bachelorabschluss ohne Berufserfahrung |
| 4 | Experten | ... mit Masterabschluss oder Diplom;<br>... mit Bachelorabschluss und Berufserfahrung |

Quelle: Burstedde und Risius 2017, S. 8

Die von Burstedde und Risius (2017) berechneten Fachkräfteengpässe in den Bereichen Informatik, Wirtschaftsinformatik und Elektrotechnik decken sich mit einem Positionspapier des Branchenverbands Bitkom, wonach sich Deutschland seit Jahren mit einer hohen Zahl an offenen Stellen für IT-Experten konfrontiert sieht. Mit der branchenübergreifenden digitalen Transformation werde die Nachfrage nach Fachkräften, insbesondere mit IKT-Kompetenzen, weiter steigen (Holdampf-Wendel 2016).

**In einem Experteninterview mit Vertretern eines Herstellers für Automatisierungstechnologie aus Süddeutschland wurde der Einsatz von assistiven und intelligenten Tutorensystemen wie folgt dargestellt (vgl. Apt et al. 2016):**

In Zukunft wird die Frage weniger sein, welche Qualifikationen für eine bestimmte Tätigkeit erforderlich sind, sondern vielmehr, welche Anforderungen eine Tätigkeit stellt und wie diese Anforderungen von Menschen mit bestimmten Kompetenzen und jeweils spezifisch ausgeprägten, individualisierten Assistenzsystemen bewältigt werden können. Generell wird eine Zunahme dieser Anforderungen über alle Qualifikations- und Funktionsstufen sowie eine Verschiebung hin zu planerischen Aufgaben erwartet.

Die Assistenzsysteme erstellen Nutzerprofile und passen sich in ihrer Unterstützungsleistung an die Bedürfnisse und konkreten Unterstützungswünsche der Nutzer an. In diese Unterstützung können Lernsequenzen unterschiedlichen Umfangs und unterschiedlicher Komplexität eingebettet werden. Die Grenzen zwischen Unterstützung und Lernen sind dabei fließend. Als Konsequenz daraus verschwimmen auch zunehmend die Grenzen zwischen Arbeiten und Lernen bzw. zwischen produktiver Arbeit und Weiterbildung. Dies hat weitere Auswirkungen auch in Bereichen der Organisation und Führung, weil immer weniger offensichtlich ist, dass Weiterbildung substanziell ist, wo sie beginnt und aufhört und wer darüber entscheidet, ob und wie Weiterbildung stattfinden soll. Dadurch stellen sich Fragen der Personaleinsatzplanung und der Personalentwicklung als Dimensionen der Führung – und entsprechende Fragen der Entscheidung und Verantwortung bzw. der Zuweisung dieser Entscheidungs- und Verantwortungsfunktionen auf Personen – völlig neu.

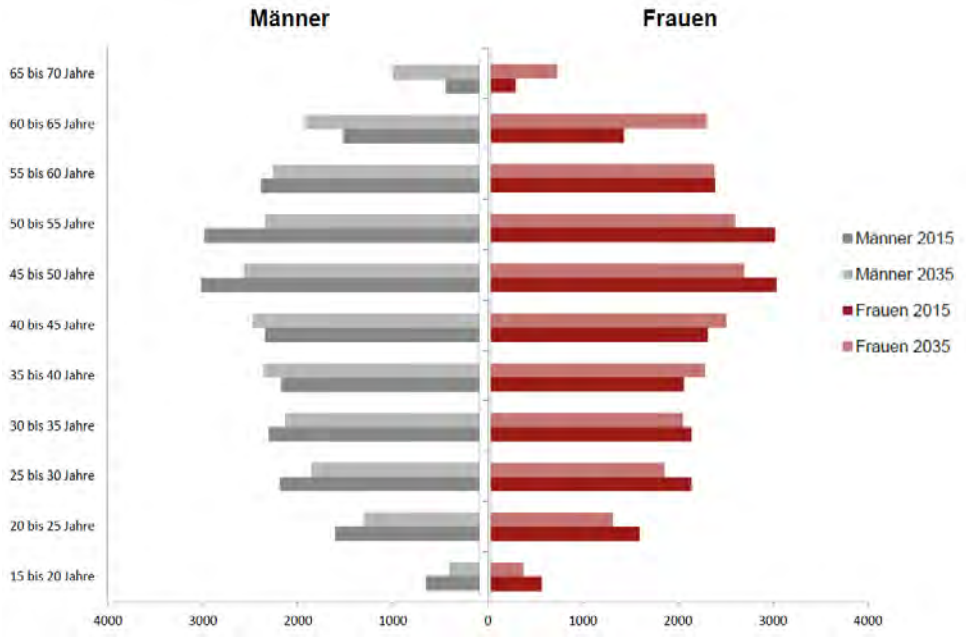
Weitere Konsequenzen für die Arbeitsorganisation ergeben sich aus einem durch die neuen Systeme möglichen neuen Aufgabenzuschnitt. Durch dezentrale Datenbereitstellung, Datenaufbereitung und Datenvisualisierung werden nun auch Aufgaben wie komplexe Problemanalysen direkt an der Produktionsmaschine möglich. Funktionen der Prozessoptimierung, der vorbeugenden Instandhaltung, aber auch des Wissensmanagements gehen damit einher. Es entsteht eine neue Allokation und In-Beziehung-Setzung dezentraler und zentraler Funktionen in diesen Funktionsbereichen.

## 1.2 Charakteristika der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter

Für die zukünftige Arbeitsgestaltung wird auch der demografische Wandel ausschlaggebend sein, insbesondere auch, weil Zweifel angebracht sind, ob Deutschland den negativen demografischen Effekt auf das Erwerbspersonenpotenzial durch ausreichende arbeitsmarktorientierte Zuwanderung ausgleichen kann (Fuchs et al. 2017).

Aktuelle Bevölkerungsprognosen gehen bei einer anhaltend hohen Nettomigration für Deutschland zunächst von einem Anstieg der Bevölkerung von 81,9 Millionen im Jahr 2015 auf 83,9 Millionen im Jahr 2021 aus. In den Folgejahren wird die Bevölkerungsgröße in etwa konstant bleiben. Trotz des Bevölkerungsanstiegs altert die Bevölkerung Deutschlands. Dies wird an der Entwicklung der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter deutlich: Durch Veränderungen in der Altersstruktur sinkt ihr Anteil an der Gesamtbevölkerung von 69,1 % (2015) auf 63,4 % (2035) ab (Deschermeier 2017). Selbst unter Berücksichtigung der Zuwanderung und der Anhebung des gesetzlichen Rentenalters auf 67 Jahre wird bis zum Jahr 2035 mit einem Rückgang der erwerbsfähigen Bevölkerung um 2,7 Millionen oder 5 % gerechnet. Da viele jüngere Erwerbsfähige noch eine Schul-, Berufs- oder universitäre Ausbildung absolvieren, sinkt die Anzahl der Erwerbspersonen – also Erwerbstätigen und Arbeitslosen – bis zum Jahr 2035 lediglich um rund eine Million Personen auf dann 41,2 Millionen (Schäfer 2017). Alleinige Ursache ist der prognostizierte Rückgang der männlichen Erwerbspersonen; die Anzahl der weiblichen Erwerbspersonen steigt voraussichtlich im gleichen Zeitraum um rund 100.000 (Abbildung 2). Es wird jedoch deutlich, dass die überwiegend jungen Zuwanderer das Ausscheiden der geburtenstarken Jahrgänge von 1955 bis 1969 („Babyboomer“) selbst zahlenmäßig nicht ausgleichen.

### Abbildung 2 Erwerbspersonen (in 1.000) in Deutschland nach Altersgruppe, 2015 und 2025




Quelle: Eigendarstellung; Daten aus iwd online (Stand: 10.07.2017)

Neben der Entwicklung der Erwerbsbevölkerung ist auch die Qualifikationsentwicklung ein entscheidender Faktor für positive Wachstumseffekte. Dabei konnte Deutschland in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte erzielen. Unter der Annahme, dass mindestens ein mittlerer Bildungsabschluss Voraussetzung für gute Teilhabeperspektiven ist, zeigt sich, dass der Anteil von Personen zwischen 25 und 64 Jahren ohne Abschluss der Sekundarstufe II von 18,3 % (2000) auf 13,2 % (2015) sank, während der Anteil von Personen mit tertiärem Bildungsabschluss von 23,4 % auf 27,6 % anstieg (Anger und Plünnecke 2017). Bis zum Jahr 2035 wird von einer weitergehenden Bildungsexpansion und Akademisierung ausgegangen, wobei „die Dynamik jedoch nur noch halb so groß ist wie im Zeitraum 2000 bis 2014“ (Anger und Plünnecke 2017, S. 87). Ursache ist u. a. das durchschnittlich eher geringe Qualifikationsniveau der fluchtbedingten Zuwanderer und die Annahme eines gleichbleibenden Anteils von Personen ohne abgeschlossene Berufsausbildung von 16 % an der erwerbsfähigen Bevölkerung.

Zu dem beschriebenen Arbeitskräfteangebot zählen Menschen ohne Behinderungen und Menschen mit Behinderung. Letztere bieten ein oft vernachlässigtes Fachkräftepotenzial. Bis zum Jahresende 2015 lebten rund 7,6 Mio. schwerbehinderte Menschen in Deutschland. Dabei waren die zahlenmäßig wichtigsten Arten bezeichneter Behinderung körperliche Beeinträchtigungen, vor allem der Funktion von inneren Organen, Querschnittslähmung, zerebrale Störungen, geistig-seelische Behinderungen, Suchtkrankheiten, Funktionseinschränkungen von Gliedmaßen sowie Funktionseinschränkung der Wirbelsäule und des Rumpfes, Deformierung des Brustkorbes, Blindheit und

Sehbehinderungen sowie Sprach- und Sprechstörungen, Taubheit, Schwerhörigkeit sowie Gleichgewichtsstörungen (Tabelle 2).

### Tabelle 2 Anzahl der Schwerbehinderten in Deutschland nach Art der Behinderung, 2015

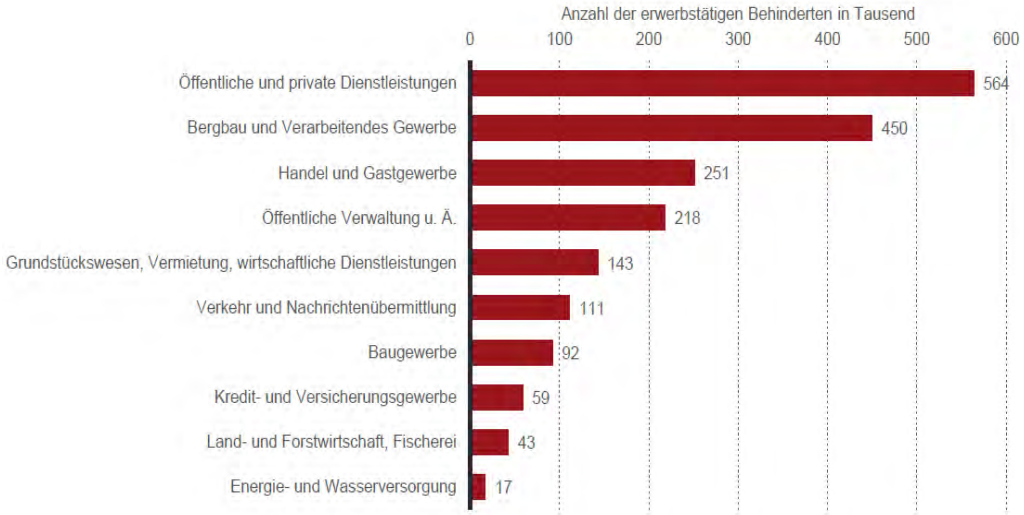
| | |
|---|---|
| Verlust oder Teilverlust von Gliedmaßen | 59.625 |
| Funktionseinschränkung von Gliedmaßen | 959.762 |
| Funktionseinschränkung der Wirbelsäule und des Rumpfes, Deformierung des Brustkorbes | 886.920 |
| Blindheit und Sehbehinderung | 354.569 |
| Sprach- und Sprechstörungen, Taubheit, Schwerhörigkeit, Gleichgewichtsstörungen | 319.351 |
| Verlust einer Brust oder beider Brüste, Entstellungen u. a. | 179.436 |
| Beeinträchtigung der Funktion von inneren Organen bzw. Organsystemen | 1.899.752 |
| Querschnittslähmung, zerebrale Störung, geistig-seelische Behinderungen, Suchtkrankheiten | 1.598.275 |
| Sonstige und ungenügend bezeichnete Behinderungen | 1.357.870 |
| **Zusammen** | **7.615.560** |

Quelle: Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt, Februar 2017 (Destatis – Statistik der schwerbehinderten Menschen 2015, S. 14)

Im Jahr 2015 waren somit 9,3 % der gesamten Bevölkerung in Deutschland schwerbehindert.[1] Zum überwiegenden Anteil (86 %) werden die Behinderungen durch Krankheiten im Lebensverlauf verursacht (Statistisches Bundesamt 24.10.2016). Dementsprechend treten Behinderungen vor allem bei älteren Menschen ab 55 Jahren auf. Im erwerbsfähigen Alter zwischen 18 und 65 Jahren waren es im Jahr 2015 etwa 3,2 Mio. Menschen, davon die Hälfte zwischen 55 und 65 Jahren (REHADAT online). Menschen mit Behinderung arbeiten vor allem im Dienstleistungsbereich und im Verarbeitenden Gewerbe. Danach folgen der Handel und die öffentliche Verwaltung als wichtige Beschäftigungsbereiche (Abbildung 3).

[1] Als schwerbehindert gelten Personen, denen von den Versorgungsämtern ein Grad der Behinderung von 50 und mehr zuerkannt sowie ein gültiger Ausweis ausgehändigt wurde.

## Abbildung 3 Anzahl der behinderten Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen, 2005




Quelle: Statista (2017a)

Dabei verfügen Menschen mit Behinderungen über eine solide Ausbildung und Qualifikation und bieten somit Potenzial zur Sicherung der Fachkräftebasis. In der jüngeren Altersgruppe der 25- bis unter 45-jährigen Menschen mit Behinderung verfügen etwa 716.000 über einen vollqualifizierenden Ausbildungsabschluss und etwa 85.000 über einen Fachhoch- bzw. Hochschulabschluss (Tabelle 3). Unter den 45- bis unter 65-jährigen Personen mit Behinderungen verfügen etwa 2,4 Mio. über einen vollqualifizierenden Ausbildungsabschluss und etwa 85.000 über einen Fachhoch- bzw. Hochschulabschluss (Tabelle 4). Im Vergleich zu Menschen ohne Behinderungen zählen Menschen mit Behinderung – bei gleicher Qualifikation – häufiger zum „nicht realisierten" Arbeitskräfteangebot, also den Erwerbslosen. Darüber hinaus zählen in beiden Altersgruppen signifikante Anteile der Personen mit Behinderungen und vollqualifizierendem Abschluss zur Gruppe der Nicht-Erwerbspersonen, also jenen Personen, die weder als Erwerbstätige noch Erwerbslose gelten, weil sie arbeits- bzw. berufsunfähig sind (Tabelle 3 und 4). Digitale Assistenzsysteme können das Beschäftigungspotenzial von Menschen mit Behinderung vergrößern, insbesondere bei körperlichen Beeinträchtigungen und bei Menschen, die ihre Behinderung im Erwerbsverlauf erworben haben und für die weitere Ausübung ihrer Tätigkeit auf eine technische Unterstützung angewiesen sind (Aktion Mensch 2016).

## Tabelle 3 Menschen mit und ohne Behinderungen zwischen 25 und unter 45 Jahren nach Erwerbsstatus und beruflichem Bildungsabschluss, 2011

| | Beruflicher Bildungsabschluss 25- bis unter 45-Jährige | Insgesamt in Tausend | Davon nach Erwerbsstatus in % (zeilenweise) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Voll- und Teilzeit Erwerbstätige | Geringfügig und sonstig Erwerbstätige | Erwerbslose | Nicht-Erwerbs-personen |
| Menschen mit Behinderungen | Insgesamt | 1.187 | 51,2 | 6,3 | 11,2 | 31,3 |
| | Ohne beruflichen Bildungsabschluss | 386 | 38,3 | / | 14,5 | 42,5 |
| | Ausbildungsabschluss[2] | 716 | 57,1 | / | 10,3 | 25,8 |
| | (Fachhoch-) Hochschulabschluss[3] | 85 | 61,2 | / | / | / |
| Menschen ohne Behinderungen | Insgesamt | 16.074 | 74,9 | 6,2 | 5,4 | 13,4 |
| | Ohne beruflichen Bildungsabschluss | 2.698 | 48,6 | 9 | 10,5 | 31,9 |
| | Ausbildungsabschluss[2] | 10.246 | 78,6 | 6,2 | 5,1 | 10 |
| | (Fachhoch-) Hochschulabschluss[3] | 3.091 | 85,6 | 3,8 | 2,1 | 8,5 |

Quelle: Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016

## Tabelle 4 Menschen mit und ohne Behinderungen zwischen 45 und unter 65 Jahren nach Erwerbsstatus und beruflichem Bildungsabschluss, 2011

| | Beruflicher Bildungsabschluss 45- bis unter 65-Jährige | Insgesamt in Tausend | Davon nach Erwerbsstatus in % (zeilenweise) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Voll- und Teilzeit Erwerbstätige | Geringfügig und sonstig Erwerbstätige | Erwerbslose | Nicht-Erwerbs-personen |
| Menschen mit Behinderungen | Insgesamt | 3.560 | 35,5 | 6,3 | 7,1 | 51,2 |
| | Ohne beruflichen Bildungsabschluss | 866 | 24,6 | 6,2 | 8,8 | 60,4 |
| | Ausbildungsabschluss[2] | 2.426 | 37,5 | 6,5 | 6,6 | 49,4 |
| | (Fachhoch-) Hochschulabschluss[3] | 266 | 53 | / | / | 97 |
| Menschen ohne Behinderungen | Insgesamt | 15.606 | 71,2 | 5,7 | 4,5 | 18,5 |
| | Ohne beruflichen Bildungsabschluss | 1.987 | 51,5 | 9,4 | 8,7 | 30,5 |
| | Ausbildungsabschluss[2] | 10.815 | 71,5 | 5,6 | 4,5 | 18,4 |
| | (Fachhoch-) Hochschulabschluss[3] | 2.767 | 83,9 | 3,8 | 1,9 | 10,5 |

Quelle: Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016

# 2. Arbeit und Assistenz

Mit dem Ziel einer strukturierten Darstellung digitaler Assistenzsysteme in der betrieblichen Praxis wird im nachstehenden Kapitel ein Klassifizierungsschema entwickelt, das als Grundlage für die weitere Beschreibung des Entwicklungs- und Umsetzungsstandes von digitalen Assistenzsystemen dienen soll. Insgesamt lassen sich digitale Assistenzsysteme hinsichtlich Art, Grad und Zielsetzung der Unterstützung sowie den nachgeordneten Charakteristika beschreiben (siehe Abbildung 4). Dabei ist der Grad der Unterstützung gleichbedeutend mit dem Anforderungsniveau der auszuführenden Tätigkeiten.

Abbildung 4 Die Charakterisierung von digitalen Assistenzsystemen

Quelle: Eigene Darstellung

Die Digitalisierung der Arbeitswelt und die Potenziale digitaler Assistenzsysteme betreffen alle Unternehmensbereiche und damit auch alle Arten der Arbeit. Das Spektrum möglicher Unterstützung reicht von mechanischer und motorischer Arbeit bis hin zu kombinativer und kreativer Arbeit (Abbildung 5).

## Abbildung 5 Übersicht über Arten der Arbeit und ihrer Zusammensetzung aus Grundtypen

| Typ der Arbeit | Physische Arbeit / Kognitive Arbeit | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Art der Arbeit | Mechanisch | Motorisch | Reaktiv | Kombinativ | Kreativ |
| Was erfordert die Erledigung der Aufgabe vom Menschen? | Kräfte abgeben | Bewegungen ausführen | Reagieren und Handeln | Informationen kombinieren | Informationen erzeugen |
| | "Mechanische Arbeit" im Sinne der Physik | Genaue Bewegung bei geringer Kraftabgabe | Informationen aufnehmen und darauf reagieren | Informationen mit Gedächtnisinhalten verknüpfen | Verknüpfen von Informationen zu "neuen" Informationen |
| Beispiel | Tragen | Montieren | Autofahren | Konstruieren | Erfinden |

Quelle: Eigene Darstellung nach Rohmert (1983)

Ziel des Einsatzes von Assistenzsystemen ist die Schaffung von Synergieeffekten durch die optimale Kombination technischer Fähigkeiten (z. B. Ermüdungsfreiheit, Präzision, Kraft, Geschwindigkeit) mit der Flexibilität und Adaptions- und Reaktionsfähigkeit von Beschäftigten. Wichtige Voraussetzung für den nutzbringenden Einsatz von derartigen Systemen ist die Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung der Arbeitsorganisation. Für die Gestaltung guter, inklusiver und befähigender Assistenz muss die Arbeits- und Betriebsorganisation so gestaltet sein, dass sie die individuelle Kompetenzentwicklung, den persönlichen Handlungs- und Entscheidungsspielraum und damit auch Innovation im Prozess der Arbeit fördert. Im Mittelpunkt dieser Studie stehen deshalb fortgeschrittene digitale Assistenzsysteme, die den Menschen bei der Ausführung einer Tätigkeit unterstützen. Von der Betrachtung ausgenommen sind Systeme, die den Menschen substituieren und ihn durch die Übernahme bzw. Automatisierung von Aufgaben vollständig entlasten (siehe dazu auch den Kasten „Digitale Assistenz *versus* Vollautomatisierung“ auf S. 24-25). Zentral sind vielmehr Assistenzsysteme, die im Sinne von Kompensation, Prävention und Befähigung sensorische, körperliche und geistige Funktionen unterstützen und ihrem vorzeitigen Verlust vorbeugen können. [2] Dabei sind drei grundlegende menschbezogene Unterstützungsansätze zu unterscheiden:

- *Physische* Assistenzsysteme leisten Hilfestellung bei anspruchsvollen körperlichen Tätigkeiten und dienen dem Ausgleich körperlich nachlassender Fähigkeiten bzw. der Vorbeugung ihres vorzeitigen

[2] Auch wenn Fahrerassistenzsysteme bis hin zu autonomen (unbemannten) Fahrzeugen (z. B. LKW, PKW, Baumaschinen) ebenfalls zum Unfall- und/oder Arbeitsschutz beitragen können, werden sie in der vorliegenden Studie als „angekoppelte Peripherie“ verstanden und nicht vertiefend berücksichtigt.

Verlustes. Der aktuelle Stand der Technik reicht von mechanisch-motorischer Kraftunterstützung und personalisierten Montagearbeitsplätzen für einfache, regelbasierte Arbeitssituationen bis hin zu adaptiven, kollaborativen Robotersystemen für komplexe, hochvariable und expertisebasierte Produktions-, Montage- und Wartungsprozesse. Dabei erfolgt vor allem eine Unterstützung des Muskel-Skelett-Systems und der Sinnesorgane.

- *Sensorische* Assistenzsysteme dienen dem Ausgleich funktionaler, oft altersbedingter, Veränderungen der Sinnesorgane. Fortgeschrittene Systeme adressieren vor allem hör- und sehbedingte Einschränkungen und leisten eine kombinierte kognitiv-sensorische Unterstützung (z. B. Augmented-Reality-Brille).
- *Kognitionsunterstützende* Assistenzsysteme dienen vor allem der anwendungsgerechten, echtzeitnahen Informationsbereitstellung zur Entscheidungsunterstützung der Beschäftigten. Die funktionale Unterstützung ist je nach Unterstützungsgrad vor allem auf die Reaktions-, Denk-, Merk- und Schlussfolgerungsfähigkeit ausgerichtet (vgl. Müller et al. 2014). Hauptelemente der Hardware in anwendungsnahen Forschungsprojekten sind vor allem mobile Endgeräte und interaktive Visualisierungssysteme.

Bei allen drei Typen von Assistenzsystemen können gleichermaßen Lernsequenzen integriert und somit die Lernförderlichkeit von Arbeitssystemen und Formen der Arbeitsorganisation verbessert werden. Die Verfügbarkeit und Anwendungsreife physischer Assistenzsysteme ist bereits vergleichsweise hoch (siehe bspw. Weidner et al. 2015 für eine Übersicht). Insbesondere scheinen sich in der Industrie Systeme zur Werkerführung für die variantenreiche Montage in der Praxis zunehmend durchzusetzen. Die zunehmende Wissensintensität von Tätigkeiten und die wachsende Bedeutung der Dienstleistungsbranche führen unterdessen zu einem großen Bedarf an kognitionsunterstützenden Assistenzsystemen. Dieses Anwendungspotenzial wird jedoch noch nicht vollständig durch den aktuellen Stand der Technik abgebildet. Mit fortschreitender Digitalisierung ist hier eine Entwicklung zugunsten kognitionsunterstützender Assistenzsystemen zu erwarten.

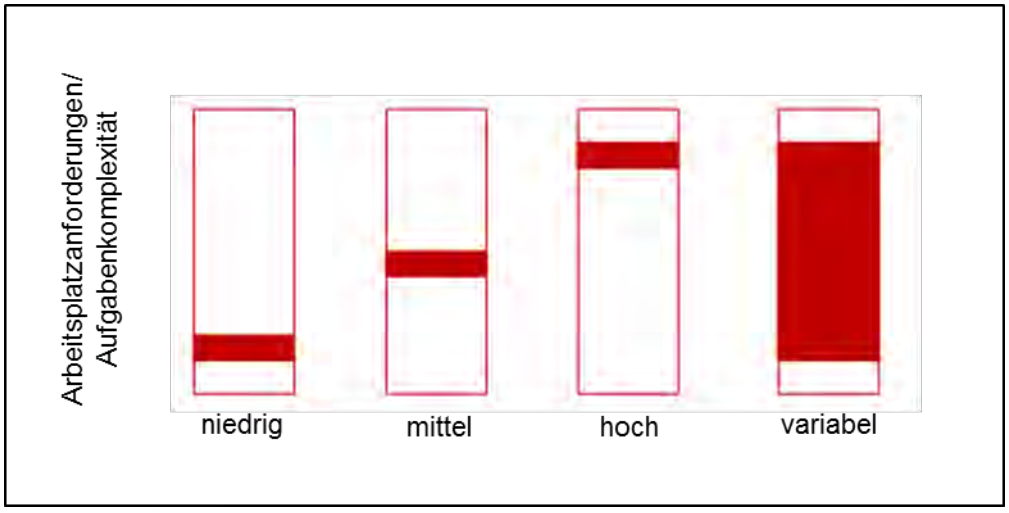
Um Stand und Perspektiven des Einsatzes digitaler Assistenzsysteme beurteilen zu können, ist eine angemessene Beschreibung und Klassifikation solcher Assistenzsysteme notwendig. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich für unterschiedliche Typen von Assistenzsystemen unterschiedliche Aussagen zu Stand und Perspektiven des Einsatzes und zur Bewertung dieses Einsatzes ergeben. Im Folgenden soll deshalb eine Taxonomie digital assistierter Arbeit vorgestellt werden. Das Konzept der digital assistierten Arbeit steht in einem arbeitswissenschaftlichen Kontext und betrachtet die Assistenzsysteme nicht isoliert, sondern im jeweilige Arbeitskontext, denn nur in und abhängig von diesem Kontext werden die Assistenzsysteme als Teilsysteme des übergeordneten, aus Organisation, Mensch und Technik bestehenden Arbeitssystems wirksam.

Die folgende Taxonomie beschreibt daher unterschiedliche Formen digital assistierter Arbeit aus einer human- und arbeitswissenschaftlichen Sicht anhand zweier grundlegender Merkmale:

- *Arbeitssystemkontext:* Im Hinblick auf welchen Arbeitssystemkontext wurden die Assistenzsysteme gestaltet? Insbesondere: Wie ist die Anforderungscharakteristik dieser Arbeitssysteme? Bestehen niedrige, mittlere, hohe oder variable Anforderungen?
- *Tutorieller Charakter der Assistenzsysteme:* Ist das Systemdesign darauf ausgerichtet, Lernprozesse des Nutzers zu unterstützen? Oder zielt das Systemdesign eher darauf ab, die Leistung des Menschen bei gleichbleibendem Kompetenzniveau zu erhöhen?

Beide Merkmale sind nicht allein aus der objektiven, kontextunabhängigen Gestaltung der Systeme zu erschließen. Der Arbeitssystemkontext besteht zunächst völlig unabhängig von eventuellen Assistenzsystemen. Der Zusammenhang zur Systemgestaltung ergibt sich rein interpretativ aus der Analyse des Anwendungsspektrums, für welches das System gestaltet wurde, und in dessen Kontext das System als sinnvoll nutzbar erscheint. Die erste Dimension der Taxonomie digital assistierter Arbeit bezieht sich auf die Anforderungscharakteristik des Arbeitssystems, im Hinblick auf die sensomotorischen und kognitiven Regulationsanforderungen, die mit der Aufgabenstruktur des Arbeitssystems an die Arbeitenden gestellt werden (Abbildung 6).

### Abbildung 6 Anforderungscharakteristik des Arbeitssystems

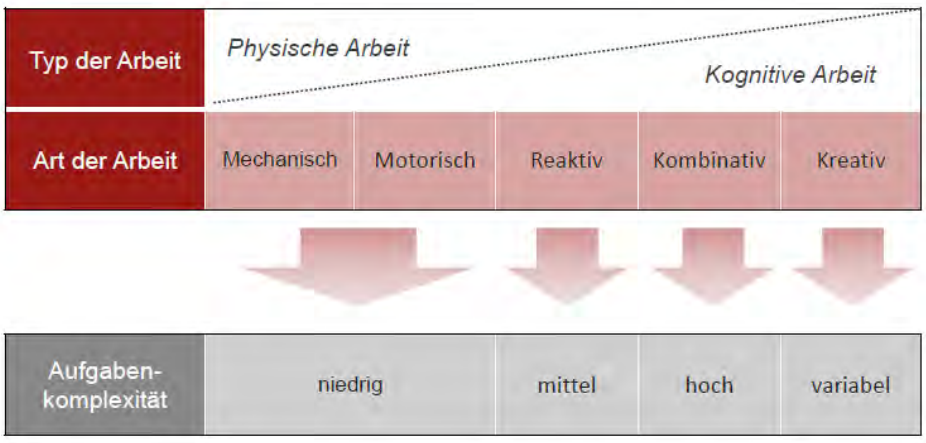



Quelle: Eigene Darstellung

Diese Anforderungen können eher gering bzw. niedrig sein, wie beispielweise bei einfachen Montagetätigkeiten. Beispiele für mittlere Regulationsanforderungen wären komplexere Montagetätigkeiten oder auch regelbasierte Planungsprozesse (z. B. in der Fertigungsplanung) mittlerer Komplexität. Hohe Regulationsanforderungen ergeben sich etwa aus Aufgaben, die Expertise

hinsichtlich komplexer regelbasierter Entscheidungen erfordern oder auch ergebnisoffene, kreative Problemlöseprozesse.
Schließlich können solche Anforderungsniveaus auch variabel sein; dies wäre aus Sicht der Arbeitssystemgestaltung ein besonders bedeutsames Merkmal. Ein Beispiel für eine solche variable Anforderungscharakteristik wäre etwa eine Gruppenarbeitssituation, bei der zum Aufgabenportfolio der Gruppe Aufgaben unterschiedlichster Komplexität gehören, von einfachsten ausführenden Tätigkeiten bis hin zur Optimierung des Gesamtsystems. Aus diesem Aufgabenportfolio können dann einzelnen Gruppenmitgliedern Aufgaben unterschiedlicher Komplexität zugewiesen werden. Diese Aufgabenzuweisung kann (und sollte) über die Zeit variabel sein. Ein digitales Assistenzsystem, das ein variables Spektrum der Anforderungen adressiert, verfügt in Kombination mit der Gruppenarbeit über ein großes Potenzial der Inklusion leistungsgeminderter Personen – und zwar sowohl im Sinne von Menschen mit Behinderung, Diversity als auch sämtlich notwendigen Anlern- und Einarbeitungs- bzw. Weiterqualifizierungsprozessen, die individuell unterstützt werden. In Abhängigkeit von der Arbeitsorganisation wird auf diese Weise eine digital assistierte Arbeit ermöglicht, die bei jedem Werker dynamisch über den zeitlichen Verlauf (sowohl Tagesverlauf als auch Erwerbsbiografie) und auf unterschiedlichen Leistungsniveaus zur Inklusion, Gesunderhaltung und Arbeitsqualität beiträgt. Die Klassifizierung der Arbeitsplatzanforderungen und niedriger, mittlerer, hoher und variabler Aufgabenkomplexität geht auf die Überlegungen von Rohmert 1983 und Jeske und Terstegen (2017) hinsichtlich der Arten von Arbeit zurück (Abbildung 7).

### Abbildung 7 Zuordnung der Arten der Arbeit (aus Abbildung 5) zur Aufgabenkomplexität, die stellvertretend für die Arbeitsanforderungen steht




Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Rohmert 1983; Jeske und Terstegen 2017

Entsprechend der Anforderungsniveaus von Arbeit ergeben sich unterschiedliche Unterstützungsmöglichkeiten für digitale Assistenzsysteme:

- *Anforderungsniveau niedrig:* Systeme geben entweder reine Handlungsanweisungen für einfache Arbeitssituationen oder unterstützen die Ausführung von Bewegungen (darunter die Unterstützung von Muskeln, Sehnen, Skelett, Atmung, Kreislauf und Sinnesorganen).
- *Anforderungsniveau mittel:* Systeme können bei regelbasierten Entscheidungen mittlerer Komplexität unterstützen und Empfehlungen an den Nutzer kommunizieren (darunter die Unterstützung von Sinnesorganen, Reaktions- und Merkfähigkeit sowie Muskeln).
- *Anforderungsniveau hoch:* Systeme können bei regelbasierten Entscheidungen hoher Komplexität bzw. expertisebasierten Entscheidungen unterstützen und Empfehlungen an den Nutzer kommunizieren (darunter die Unterstützung von Denk- und Merkfähigkeit sowie Muskeln).
- *Anforderungsniveau variabel:* Systeme können – beispielsweise durch einen modularen Aufbau – Handlungen und Entscheidungen unterschiedlicher Komplexität unterstützen bzw. im Sinne einer intelligenten Automatisierung auch regelbasierte kognitive Tätigkeitsbestandteile übernehmen (darunter die Unterstützung von Denk-, Merk- sowie Schlussfolgerungsfähigkeit).

Die Art der Unterstützung reicht dabei von der einfachen Anzeige von Arbeitsanweisungen (z. B. Montage- oder Wartungsanleitungen, Qualitätshinweise, Sicherheitshinweise) über IT-Systeme zur Dokumentation und Bereitstellung von Wissen (z. B. Prozesswissen, Qualifikationsmanagement) bis hin zur aktiven Kraft- und Bewegungsunterstützung (z. B. durch Positions- und Hebehilfen oder Exoskelette für unterschiedliche Unterstützungsbereiche wie Oberkörper, Arme, Beine). Eine personen-, prozess- und situationsabhängige Konfiguration kann dabei entweder manuell vorgenommen werden (vgl. Weidner et al. 2015) oder erfolgt bei fortgeschrittenen digitalen Assistenzsystemen mittels sensorischer Kontext- und Nutzererfassung sowie einer Individualisierbarkeit der Unterstützungsleistung, welche je nach Bedarf auch tutoriell und lernförderlich gestaltet sein kann. Auf Basis von programmierten Algorithmen und vordefinierten Grenzwerten zeigen die Systeme reaktives Verhalten und leiten die nutzer- und situationsspezifische Unterstützungsleistung aus den Arbeitsschritten des Anwenders ab. Eine Auswertung von FuE-Projekten im Bereich kognitionsunterstützender Assistenzsysteme zeigt, dass insbesondere das „Maschinelle Sehen“ und dabei vor allem die Erkennung, Erfassung und Analyse von Bewegungen – sowie teilweise die Gestenerkennung, Verhaltens- oder Gestenanalyse bzw. Eye-Tracking – einen Schwerpunkt der Forschungsförderung bildet (Apt et al. im Erscheinen). Der Einsatz von Bewegungserkennung ist Grundlage für die situations- und nutzerspezifische Integration digitaler Informationen in den Arbeits- und Lernprozess. Ein weiteres relevantes Forschungsfeld ist die Kontextsensitivität und dabei vor allem die Positionierung, Ortung und Identifikation und dabei teilweise die Emotions- und Gemütserkennung bzw. affektive Datenverarbeitung. Die Erfassung des Kontextes hilft bei der Festlegung des individuellen Unterstützungsgrades. Die Bereitstellung

von Informationen erfolgt dann in den meisten Fällen über mobile Endgeräte und Visualisierungstechnologien wie Augmented Reality, also die Anreicherung der Arbeitswelt mit virtuellen Informationen, oder Virtual Reality, d. h. eine vom Computer erschaffene, virtuelle Umgebung, die ein „Eintauchen“ (Immersion) in den Lerngegenstand ermöglicht. Teilweise werden jedoch nicht nur Informationen dem realen Kontext hinzugefügt, sondern auch bestimmte unwesentliche Informationen ausgeblendet, um den Nutzer kognitiv zu entlasten.

**Digitale Assistenz *versus* Vollautomatisierung**

Digitale Assistenzsysteme finden sich gegenwärtig in erster Linie in der industriellen Produktion und damit in einer bereits hochtechnisierten Arbeitsumgebung; exemplarisch zu nennen sind hier Systeme zur Werkerführung für die variantenreiche Fertigung. Bei diesen Systemen gibt es streng „dirigistische" Systeme, die mittels Bewegungserkennung nur eine einzige Art der Tätigkeitsausführung zulassen, und solche, die dem Werker Freiheiten in der Ausgestaltung der Tätigkeiten lassen, die Wissensvermittlung fördern (tutorieller Charakter der Systeme) und deren Inhalte einfach und auch vom Werker aktualisierbar sind (Vermeidung von „Grüner Tisch"-Phänomen; Interview mit einem Vertreter eines Herstellers von Assistenzsystemen vom 02.08.2017).

Bei dirigistischen System spielt der Fähigkeitsstand des Werkers und seine Entwicklung kaum eine Rolle, sodass sich hier naheliegenderweise die Frage stellen müsste, warum der Werker und seine repetitive Tätigkeit nicht einfach automatisiert wird? Doch selbst bei derart dirigistischen Systemen kommt dem Menschen oftmals die Funktion der „flexiblen Produktionskomponente" zu: Zum einen ist es sehr aufwändig (und teuer), eine leistungsfähige Automatisierung für die variantenreiche Montage/Produktion zu realisieren. Zum anderen stellen derartige Tätigkeiten bisweilen fast unlösbare Herausforderungen für technische Systeme dar – etwa der „Griff in die Kiste", um das richtige Bauteil zu entnehmen (Interview mit einem Mitarbeiter eines Forschungsinstituts vom 15.08.2017). Hier dürfte der Mensch auch in Zukunft allein aufgrund seiner Kombination aus Flexibilität, Geschick und auch Kraft vielfach kaum ökonomisch sinnvoll ersetzbar sein.

Diese Flexibilität gilt auch im Hinblick auf die Auslastung von Produktionskapazitäten. Im Gegensatz etwa zur Automobilindustrie gibt es eine Vielzahl von Branchen, die bis heute von einem Saisongeschäft geprägt sind und somit nur einen Teil des Jahres unter Volllast laufen. Für derartige Produktionsprozesse liegt in der Kombination Mensch + Assistenzsystem bisweilen ein deutlich höheres Flexibilisierungs- und variables Auslastungspotenzial, als eine hochautomatisierte Produktionsstraße (Interview mit einem Mitarbeiter eines Forschungsinstituts vom 22.08.2017). Auch die sozio-ökonomische Gesamtentwicklung spricht gegen eine massive Vollautomatisierung und für den umfassenden Einsatz assistiver Funktionen im immer enger werdenden Zusammenspiel zwischen Mensch und Maschine. Angesichts des gegenwärtigen Entwicklungsstandes technischer Assistenz- und Tutorensysteme in der Arbeitswelt ist zu erwarten, dass diese erst in rund 10 bis 15 Jahren flächendeckend und zunehmend auch außerhalb der industriellen Produktion eingesetzt werden.

*Fortsetzung nächste Seite*

Somit kann der Zeitraum bis etwa zum Jahr 2030 dafür genutzt werden, parallel zum Rückgang der Erwerbsbevölkerung und der vermutlichen Integration von Zuwanderern in den Arbeitsmarkt Systeme zur technischen Unterstützung zu entwickeln, die das Ziel einer befähigenden Digitalisierung anstelle einer substituierenden Automatisierung haben. Kommt es dann zu einem deutlichen Abflachen der demografischen Entwicklung, hat sich das „befähigende Paradigma" bereits fest als Teil der Arbeitsorganisation etabliert. Der demografische Wandel macht es also erforderlich, bei der Gestaltung der digitalen Arbeitswelt eine bewusste Entscheidung zugunsten des Menschen und seiner individuellen Fähigkeiten zu treffen (Apt und Bovenschulte im Erscheinen).

Zum Teil bieten digitale Assistenzsysteme eine Kombinier- und Austauschbarkeit von Modulen. Nach dem Baukastenprinzip lassen sich demnach unterschiedliche Funktionalitäten miteinander kombinieren und die Assistenzsysteme an verschiedene Nutzeranforderungen und Arbeitskontexte, auch in anderen Branchen, anpassen. Über die Bereitstellung von tätigkeitsbezogenen Zusatzinformationen und Lernsequenzen können Assistenzsysteme zudem tutorielle Funktionen erfüllen und Lernen im Prozess der Arbeit ermöglichen. Beispiele für solche lernprozessunterstützenden Merkmale können sein:

- Funktionen zur Bereitstellung weiterführender Informationen (z. B. Text, Bild, Video, Animationen, die ein tieferes Verständnis der Aufgabe und der Situation ermöglichen oder alternative Handlungswege aufzeigen),
- Bereitstellung von Feedback zum eigenen Handeln und Entscheiden (z. B. zur Effektivität, Effizienz und gesundheitlichen Relevanz von Bewegungsabläufen sowie zu möglicherweise nicht bedachten Implikationen getroffener Entscheidungen),
- Funktionen zur Informations- und Wissensrecherche und -dokumentation.

Die tatsächliche Funktion und Lernförderlichkeit des Systems wird jedoch davon abhängen, ob und wie die Möglichkeiten tutorieller Unterstützung auch tatsächlich im jeweiligen Anwendungsfall genutzt werden. Adaptives Lernen und Echtzeit-Feedback, jeweils auf Basis von „Learning Analytics", sollen die Nutzerakzeptanz der Assistenzsysteme erhöhen. Weitere innovative didaktische Konzepte auf dem aktuellen Stand der Forschung sind das forschungs- und arbeitsplatzbasierte Lernen, das kooperative und kollaborative Lernen sowie lernmotivationale Ansätze wie das selbstbestimmte, selbstregulierte Lernen und das spielerische Lernen, zum Teil mit immersiver Gestaltung. Bei diesen „serious games", also spielerische Formen der Interaktion, werden spielerische Ansätze in digitalen Lernformen genutzt, um die Motivation und persönliche Identifikation mit dem Lerngegenstand zu erhöhen. Ungeachtet des hohen technologischen Reifegrads auf der Verbraucherseite, haben spielerische Elemente für das technologisch gestützte Lernen am Arbeitsplatz in der unternehmerischen Praxis bisher kaum Bedeutung. Digitale Assistenzsysteme erfüllen dort vor allem funktionale Zwecke, indem sie die kognitive Belastung der Beschäftigten senken und Fehlerquellen reduzieren

sollen. Die positiven Effekte von „Gamification“ auf die Arbeitsattraktivität, Motivation und Leistungsbereitschaft werden dabei anscheinend eher nachrangig behandelt (Apt et al. im Erscheinen).
Dabei adressieren intelligente Tutorensysteme auf dem aktuellen Stand der Technik im Besonderen die *Diversity*-Dimensionen Alter, Geschlecht, Bildungsstand und ethnische Herkunft/Nationalität und können damit individuelle Unterschiede hinsichtlich Fähigkeiten, Kompetenzen und Erfahrungen in heterogenen Belegschaften ausgleichen. Noch ohne über die entsprechenden technischen Möglichkeiten zu verfügen, formulierten Hartley und Sleeman (1973) die grundlegende Funktionsweise eines technischen Systems zur Unterstützung des individuellen Lernens mitsamt seinen dafür notwendigen Komponenten:

- Wissen über eine Wissensdomäne
- Wissen über die Lernenden und deren (Vor–) Wissen
- Wissen über Strategien und Wege der Wissensvermittlung

Die Besonderheit eines solchen Systems liegt in der individuellen Anpassung an Wissensstand, Lernanforderungen und Lernfortschritt. Mit Beantwortung der Fragen „Welches Wissen soll vermittelt, gelernt und angewendet werden?“ und „Auf welches Wissen kann aufgebaut werden?“ ergibt sich eine individuelle Strategie der Wissensvermittlung: „Wie kann das Wissen vermittelt, gelernt, angewendet werden?“
Aus diesem Anspruch leiten sich weitreichende Herausforderungen ab:

> „Intelligente Tutorensysteme bieten die Vorteile eines automatischen und kostengünstigen Einzelunterrichts unter Berücksichtigung interdisziplinärer Unterschiede. Die Herausforderung bleibt dabei die Übertragung von Kenntnissen, Fähigkeiten und Wirkungsweisen eines menschlichen Tutors auf das Computersystem wie auch die Überwindung von räumlichen, zeitlichen, sozio-ökonomischen und kontext- bzw. umweltspezifischen Einschränkungen.“ (Übersetzung der Autoren) (Rodrigues et al. 2005, S. 1)

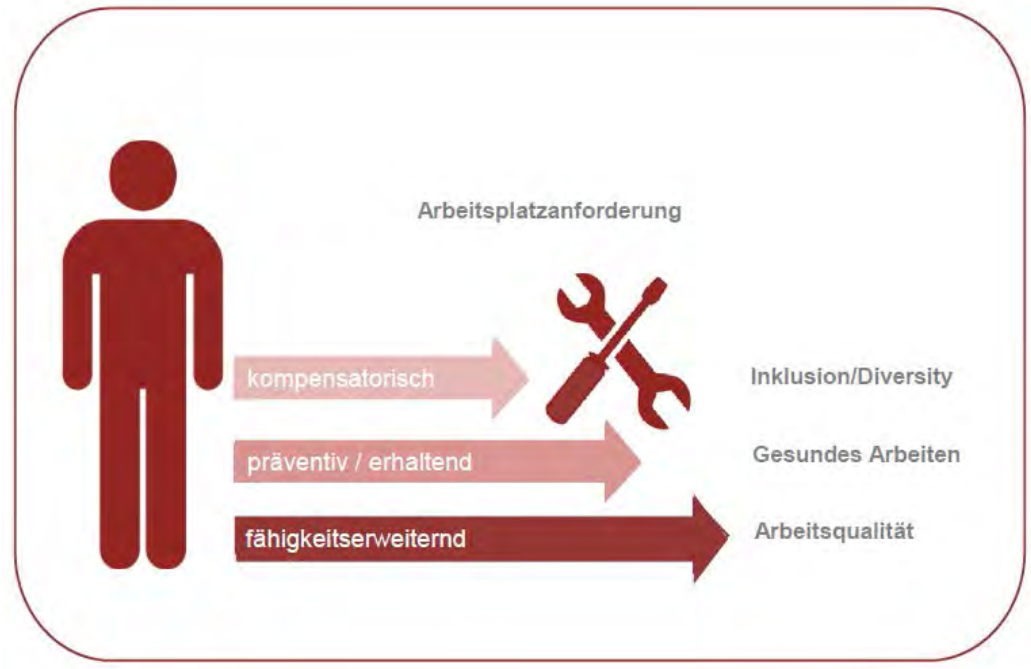
Zentral beim Einsatz intelligenter Tutorensysteme ist die Integration der Wissensvermittlung in den Arbeitsprozess – jenseits zeitlich und räumlich entkoppelter Situationen in Rahmen des formalen Lernens. Bestimmte Kompetenzen, etwa im Bereich der Problemlösung, lassen sich am besten in realen Handlungssituationen entwickeln. Zudem reduziert ein derartiges informelles Lernen das Transferproblem: Lern- und Anwendungskontext sind identisch (Hartmann 2015). Mit der lernförderlichen Arbeitsgestaltung und dem Einsatz leistungsfähiger digitaler Technologien werden Arbeitssysteme auch zu Lernsystemen. Für die Zukunft ist zu erwarten, dass es aufgrund der starken Software-Orientierung von digitalen Assistenzsystemen und der damit verbundenen vergleichsweise kostengünstigen Update-Fähigkeit zu einer verstärkten Nachrüstung von technischen zu digitalen Assistenzsystemen und noch stärker von digitalen zu tutoriellen Systemen kommen wird.

# 3. Die Unterstützungsdimensionen assistiver Systeme

Ausgehend vom Klassifizierungsschema für digitale Assistenzsysteme in Kapitel 2 vertieft dieses Kapitel die Zielsetzung der Unterstützung durch digitale Assistenzsysteme. Dazu werden die Ausprägungen kompensatorisch, erhaltend und erweiternd mit den Themenfeldern Inklusion/Diversity, Gesundes Arbeiten und Arbeitsqualität verknüpft und in den Abschnitten 3.1 bis 3.3 inhaltlich vertieft.

Im Arbeitskontext lassen sich Assistenzsysteme – sowohl sensorisch als auch physisch und kognitiv unterstützende – grundsätzlich gemäß dreier Zielsetzungen beschreiben: kompensatorisch, präventiv/erhaltend und fähigkeitserweiternd (siehe dazu auch Abbildung 8). Den Bezugsrahmen bildet dabei die jeweilige Arbeitsplatzanforderung (vgl. Abbildung 6).

**Abbildung 8 Schematische Zuordnung von Unterstützungsleistungen von digitalen Assistenzsystemen**



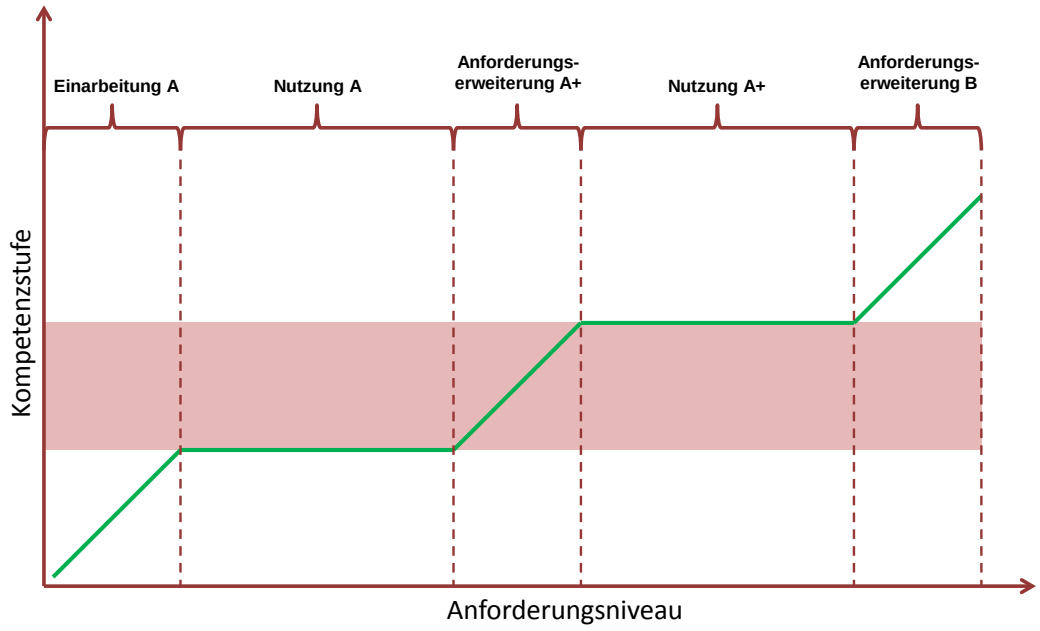

Quelle: Eigene Darstellung

In der Betrachtung muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Abgrenzung zwischen kompensatorisch und fähigkeitserweiternd relativ ist und auch der Erhalt der Arbeitskraft von erweiternden Systemen profitieren kann. Zudem stellt auch die Arbeitsplatzanforderung keinen absoluten Normwert dar; vielmehr variiert diese mit der Neuigkeit der Aufgabe für die entsprechende Arbeitsperson, dem Stand des Lernprozesses der Arbeitsperson bezogen auf diese Aufgabe – in diesem Sinne unterscheidet sich eine reguläre Einarbeitung inklusive Werkerführung unter Umständen nicht von der kompensatorischen Unterstützung leistungsgeminderter Personen. Tatsächlich ist es vor diesem Hintergrund nötig,

die von Assistenzsystemen erbrachten Unterstützungsleistungen in temporäre Phasen einzuteilen, die je nach Arbeitsanforderungen als auch in der Erwerbsbiografie variieren können. Im Kern kann dabei zwischen Phasen des Einarbeitens und des regulären Arbeitsprozesses unterschieden werden (Abbildung 9). Diese wechselnden Aufgaben und variierenden Ansprüche an Unterstützung sind auch für die Hersteller assistiver Systeme handlungsleitend:

„Ob bei der Schulung neuer Mitarbeiter, bei der Unterstützung von Montagetätigkeiten, insbesondere variantenreicher Produkte, oder bei der Qualitätskontrolle werden Assistenzsysteme immer wichtiger. Solche Systeme erweitern die Fähigkeiten des Werkers und führen zu einer höheren Qualität der Produkte. Gerade im Kontext der Aus- und Weiterbildung sowie der sich immer schneller ändernden Anforderungen an die Mitarbeiter erlauben derartige Systeme dem Unternehmen, sich schnell auf neue Produkte und Verfahren einstellen zu können und somit wettbewerbsfähig zu bleiben.“ (MiniTec 2017)

**Abbildung 9 Entwicklung der Kompetenzstufen anhand des Anforderungsniveaus in unterschiedlichen Phasen**




Quelle: Eigene Darstellung

**Erläuterung Abbildung**: Entwicklung der Kompetenzstufen anhand des Anforderungsniveaus in unterschiedlichen Phasen. Die Phase der Einarbeitung A steht hier für das Einarbeiten einer beliebigen Person in eine Tätigkeit gemäß dem grundlegenden Anforderungsniveau A; sie ist dem Umstand geschuldet, dass eine neue Tätigkeit zumindest in der Anfangsphase eine gewisse Unterstützung erfordert. Bei leistungsgeminderten Personen kann diese Phase unter Umständen länger dauern – in jedem Fall sorgt die Unterstützung dafür, dass jede Person dazu befähigt wird, das für die Tätigkeit notwendige Anforderungsprofil zu erfüllen. Die sich anschließende Nutzungsphase A sorgt im Falle assistiver Unterstützung für einen Erhalt der

Leistungsfähigkeit/der Kompetenzstufe/der Arbeitsgesundheit. Ggf. ist hier jedoch auch gar keine weitere Unterstützung nötig. Im weiteren Prozess kann sich eine Erweiterung der Anforderungen – etwa durch eine Erhöhung der Produktvielfalt – ergeben, was wiederum temporäre Lernphasen (Anforderungserweiterungen A+ und B) sowie möglicherweise eine dauerhafte Unterstützung (Nutzung A+) nötig macht. Art, Grad und Zielsetzung der Unterstützung (vgl. Abb. 4) variieren dabei nach individuellen Voraussetzungen und der jeweiligen Arbeitsplatzanforderung.

## 3.1 Kompensatorische Unterstützung für Inklusion und Diversity

So wie unter dem Schlagwort der „Humanisierung der Arbeitswelt" der technische Fortschritt dazu genutzt wurde, die Beschäftigten von schweren, monotonen und gesundheitsschädlichen Tätigkeiten zu entlasten, können Assistenzsysteme die Kommunikation und Koordination lern- und innovationsförderlicher Prozesse direkt auf der operativen Ebene unterstützen. Um dies zu gewährleisten, müssen die technischen bzw. digitalen Assistenzsysteme

- Arbeitsprozesse in einer Weise unterstützen, dass durch die Interaktion von Mensch und Technik ein deutlicher Mehrwert entsteht,
- die Hoheit über die Ausführung einer Tätigkeit beim Menschen bleibt und die Selbstbestimmung des Anwenders erhalten bzw. gefördert wird,
- arbeitsprozessrelevante sensorische, kognitive und/oder physische Fähigkeiten unterstützen und dabei insbesondere auf die unterschiedlichen Diversity-Dimensionen in der Belegschaft eingehen (insbesondere Alter, Behinderung und ethnische Herkunft/Nationalität),
- zu einem erfüllenden Arbeitsumfeld beitragen, das sich begünstigend auf den langfristigen Erhalt der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit sowie auf die Arbeitsmotivation und die Arbeitszufriedenheit auswirkt.[3]

Damit haben Assistenzsysteme das Potenzial individuelle, tätigkeitsbezogene Defizite zu kompensieren und Inklusionspotenziale entlang der Diversity-Dimensionen Alter, Behinderung und ethnische Herkunft/Nationalität zu mobilisieren. So sehen gemäß einer Forsa-Umfrage im Jahr 2016 unter 804 Arbeitnehmerinnen und -nehmern mit Behinderung die Mehrheit der Befragten (70 %) die Digitalisierung eher als eine Chance (Aktion Mensch 2016, S. 47). Dagegen konstatiert eine Analyse zum Einfluss der Digitalisierung auf die Inklusion von leistungsgeminderten und leistungsgewandelten Menschen in den Arbeitsmarkt, „dass der Prozess der Digitalisierung aufgrund der zunehmenden Komplexität von Arbeitsprozessen die Hürden für Menschen mit Behinderung anhebt und ihre Beschäftigungschancen vermindert." Die Potenziale assistiver

[3] In ähnlicher Weise wurden diese Bedingungen in der Förderbekanntmachung „Mit 60+ mitten im Arbeitsleben – Assistierte Arbeitsplätze im demografischen Wandel" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung vom 09.05.2012 formuliert.

Technologien werden dennoch anerkannt: sie „können dazu beitragen, dass insbesondere Körper- und Sinnesbehinderungen teilweise kompensiert werden, sofern die Umgebungsbedingungen darauf abgestimmt werden und die in einem Arbeitsbereich verwendete Software über eine Schnittstelle zu behinderungskompensierenden Programmen verfügt“ (Engels 2016, S. 14). Damit kommt der Kompatibilität von Schnittstellen sowie der Interoperabilität und Standardisierung von Assistenzsystemen und der betrieblichen technischen Infrastruktur eine wichtige Rolle zu.

Mit Blick auf die branchenübergreifend steigende Technisierung/Digitalisierung der Arbeit sind gegenwärtig insgesamt zwei einander auf den ersten Blick widersprechende Tendenzen zu beobachten. Zum einen handelt es sich um immer neue technische Funktionalitäten der Steuerung, Überwachung und Bearbeitung, wodurch die erforderliche Bedienkompetenz (IKT-Kompetenz) tendenziell steigt. Damit erhöht der zunehmende Einsatz von IKT bei der Arbeit die Nachfrage nach entsprechend fachlichen Kompetenzen und Fähigkeiten. Aufgrund der wachsenden Bedeutung von IKT-Fähigkeiten in Kombination mit einer zunehmenden Komplexität der Arbeit erhöhen sich wie von Engels (2016) skizziert die Voraussetzungen für eine Partizipation an einer digitalisierten Arbeitswelt.

Da es sich bei der Digitalisierung jedoch um eine umfassende Transformation handelt, die nicht nur die Arbeit, sondern die gesamte Gesellschaft betrifft, muss auch der Umgang mit digitalen (IuK) Techniken in diesen Kontext gestellt werden. Es kommt zu einer Übertragung der im alltäglichen Leben gemachten Erwartungen, Erfahrungen und Einstellungen im Umgang mit Technik auf den Arbeitskontext, sodass informell erlernte Nutzungskompetenzen auch in einem professionellen Umfeld angewendet werden können. Tatsächlich finden sich im professionellen Kontext inzwischen vielfach Konzepte, die ihren Ursprung in der „User Experience“ von Smartphone-Apps haben und damit im wahrsten Sinne des Wortes millionenfach im Alltag genutzt und vertraut sind. Gemäß ARD/ZDF-Onlinestudie 2016 nutzen bei einem Zuwachs von 14 % gegenüber dem Vorjahr nun 66 % der Gesamtbevölkerung das Internet mit einem Smartphone (Koch und Frees 2016, S. 422, 2016).

Derartige Vorerfahrungen im privaten Bereich – neben den Smartphones dürften hierzu insbesondere die stationäre Internet-Nutzung inklusive sozialer Medien und die zunehmende Anzahl an Automaten für Bankgeschäfte, den Fahrkartenkauf etc. zählen – sorgen dafür, dass heutzutage ganz allgemein der Bevölkerung in Deutschland, insbesondere der im erwerbsfähigen Alter, überwiegend ein mehr oder weniger häufiger Umgang mit digitalen Medien und Diensten unterstellt werden darf. Gemäß ARD/ZDF-Onlinestudie 2016 ist die Zahl der Onlinenutzerinnen und -nutzer insgesamt auf 58 Millionen gestiegen und beträgt somit 83,3 % der Bevölkerung ab 14 Jahren. Gegenüber dem Jahr 2015 entspricht das einem Zuwachs von 3,4 % bzw. 1,9 Millionen Menschen. Während in den Altersgruppen unter 40 Jahren schon seit einiger Zeit die Onliner-Anteile nahe an 100 % liegen, wurden nun kräftige Zuwächse bei den Dekaden ab 40 Jahren festgestellt. Bei Ihnen stieg der Anteil der Onliner um 5 % und mehr an, sodass die 40- bis 49-Jährigen nun zu 97 % das Internet nutzen und die 50- bis 59-Jährigen auf 89 % kommen (Koch und Frees 2016, S. 419–420).

Der professionellen Nutzung der auf diese Weise gemachten Erfahrungen und (informell) entwickelten Kompetenzen kommt zugute, dass auch komplexe Systeme durch Fortschritte in der Gestaltung von Schnittstellen und neuartigen Eingabemedien (Touch, Sprache) und neuartige Formen der Mensch-Maschine-Interaktion zunehmend bedienerfreundlich werden; es kommt zu einer gewissen Angleichung von innerhalb und außerhalb des Arbeitskontextes genutzten Technologien Ein offensichtliches Beispiel ist der PC, der sowohl privat als auch beruflich im Regelfall das gleiche Betriebssystem und die gleichen „Office"-Programme nutzt. Auch für die Bedienung von Maschinen und Anlagen werden heute von Tablet-Computern inspirierte Bedienkonzepte und Touchscreens eingesetzt: „Die Digitalisierung hat im Maschinenbau das Konzept der Oberfläche völlig verändert: Während es früher um die Metalloberfläche ging, ist heute die Benutzeroberfläche und damit das Bedienkonzept gemeint" (Cluster-Manager im Maschinenbau 2017).

### Inklusion von Menschen mit Behinderungen

Die Diskussion um das Integrationspotenzial digitaler Technologien für die Arbeitspartizipation von Menschen mit Behinderung – bzw. von leistungsgeminderten und leistungsgewandelten Personen – ist einerseits eingebunden in die übergreifende Frage, ob die digitale Transformation der Arbeitswelt zu einer großflächigen Substitution menschlicher Arbeit führt (siehe hierzu u. a. Dengler und Matthes 2015), und andererseits eng verbunden mit der generellen und rechtlich verfassten Gleichbehandlung von Menschen mit Behinderungen (siehe Infokasten „Rechtliche Basis für die Inklusion von Menschen mit Behinderungen). Für private und öffentlich-rechtliche Arbeitgeber in Deutschland, die jahresdurchschnittlich über monatlich mindestens 20 Arbeitsplätze verfügen, gilt gemäß (§ 71 Abs.1 SGB IX, dass sie auf mindestens 5 % der Arbeitsplätze schwerbehinderte Menschen beschäftigen müssen. Solange die vorgeschriebene Zahl schwerbehinderter Menschen nicht beschäftigt wird, ist gemäß § 77 Abs.1 SGB IX für jeden unbesetzten Pflichtplatz eine monatliche Ausgleichsabgabe zu entrichten (Bundesarbeitsgemeinschaft der Integrationsämter und Hauptfürsorgestellen 2014).

**Rechtliche Basis für die Inklusion von Menschen mit Behinderung**
Durch den Gleichbehandlungsgrundsatzgemäß Art. 3 des Grundgesetzes, das Behindertengleichstellungsgesetz des Bundes aus dem Jahr 2002 und das Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz aus dem Jahr 2006 ist eine wichtige rechtliche Basis auf nationaler Ebene für die Inklusion und gesellschaftliche Teilhabe von Menschen mit Behinderungen gelegt worden. Das Übereinkommen der Vereinten Nationen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen (UN-Behindertenrechtskonvention) – in Deutschland seit 2009 in Kraft – mit den zentralen Zielen der Gleichbehandlung, Teilhabe und Selbstbestimmung und somit der uneingeschränkten Inklusion von Menschen mit Behinderung hat aber noch einmal zu einer neuen Dynamik in der Integrationsdebatte auch und insbesondere mit Blick auf die Teilhabe am Erwerbsleben geführt. Dabei konkretisiert die UN-Behindertenrechtskonvention für die Ebene des Völkerrechts den im nationalen Recht angelegten Gleichbehandlungsgrundsatz im Hinblick auf behinderte Menschen. Artikel 27 der UN-Behindertenrechtskonvention bezieht sich auf das Recht von Menschen mit Behinderungen auf Arbeit in einem für sie offenen und zugänglichen Arbeitsmarkt sowie das Verbot jeglicher Diskriminierungen aufgrund von Behinderungen in allen Angelegenheiten im Zusammenhang mit Beschäftigung. Dieses Recht beinhaltet die Möglichkeit, den eigenen Lebensunterhalt durch eine Arbeit zu verdienen, die frei gewählt oder angenommen wird. Dabei stellt Artikel 27 die staatliche Pflicht fest, durch geeignete Schritte die Verwirklichung des Rechts auf Arbeit zu sichern und zu fördern.

Von den 7,6 Millionen schwerbehinderten Menschen in Deutschland waren im Jahr 2013 rund 3,2 Millionen Menschen im erwerbsfähigen Alter (15 bis 64 Jahre). Von diesen waren insgesamt 1,41 Millionen Erwerbspersonen und 1,32 Millionen tatsächlich erwerbstätig (Bundesagentur für Arbeit 2015, S. 7). Um dieser Personengruppe den Zugang zum Erwerbsleben zu erleichtern bzw. ihnen den Arbeitsalltag zu erleichtern, existieren zahlreiche technische assistive Hilfsmittel. Revermann und Gerlinger beschreiben diese wie folgt:

„Assistive Technologien versuchen vorrangig, bestimmte funktionale Einschränkungen direkt auszugleichen (z. B. Prothesen, Brillen). Wenn dies nicht möglich ist, zielen sie auf einen möglichst gleichwertigen (Kompensations-)Zugang auf anderem Wege (z. B. Rollstuhl, Brailleschrift). Vor allem der Einsatz von Prothesen kann für Betroffene mit unterschiedlichen Eingriffstiefen in den Körper einhergehen (z. B. am Ohr angebrachte oder unter der Schädeldecke implantierte Hörgeräte) und im Idealfall eine Behinderung vermeiden. Diese assistiven Technologien sind nicht nur sachliche Artefakte im Sinne von Hardware, sondern zunehmend auch Betriebssysteme und Software, die erst den

> Gebrauch des eigentlichen Produkts ermöglichen. Auch sind in diesem Zusammenhang nötige Dienstleistungen (von einmaligen Unterstützungsleistungen bis regelmäßiger persönlicher Assistenz) zu nennen. Oft kann nur durch eine solche Dienstleistung die eigentliche Technik beim Betroffenen zu einer spezifischen Leistungsfähigkeit führen – die eigentliche Voraussetzung für eine Teilhabe am Arbeitsleben." (Revermann und Gerlinger 2010, S. 11)

Einen Überblick an Hilfsmitteln und auch technischen Unterstützungsleistungen bieten online-Datenbanken wie REHADAT (www.rehadat.de) und INCOBS (www.incobs.de). Hier werden in der entsprechenden Rubrik auch Beispiele für die Arbeitswelt gegeben; stellvertretend seien hier Braille-Tastaturen für Computer oder Hebehilfen genannt. Der Schwerpunkt liegt auf technischen Hilfsmitteln zur besseren Bedienbarkeit von bestimmten technischen Geräten wie etwa dem PC und sonstiger digitaler Medien. Aktuell überwiegt gemäß einer Recherche in der REHADAT-Datenbank die IKT-basierte, assistive Unterstützung erkennbar für blinde und gehörlose Menschen, wenngleich diese nur 5 bzw. 4 % aller Schwerbehinderten in Deutschland ausmachen.

Abweichend davon werden in der vorliegenden Studie „traditionelle" Hilfsmittel wie Rollstühle, Prothesen, Brillen, Braille-Zeilen etc. nicht berücksichtigt, sondern der Fokus auf digitale Assistenzsysteme gelegt, die primär auf IKT-Basistechnologien (Elektronik und Mikrosystemtechnik, Softwaretechnik und Daten- bzw. Wissensverarbeitung sowie Kommunikationstechnologien und Netze) aufbauen. Die Nutzung derartiger Systeme wird im Nationalen Aktionsplan „Unser Weg in eine inklusive Gesellschaft" der Bundesregierung zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention in Deutschland aus dem Jahr 2011 nicht spezifisch adressiert (Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) 2011). So stellt auch der Evaluationsbericht zum Fortschritt der Umsetzung des Nationalen Aktionsplans fest: „Im Themenfeld ‚berufliche Rehabilitation' lassen sich keine Maßnahmen zur Förderung der Aus- und Fortbildung für Fachkräfte und Mitarbeiter in Habilitations- und Rehabilitationsdiensten (Artikel 26, Abs. 2) oder zur Förderung der Verfügbarkeit, Kenntnis und Verwendung unterstützender Geräte und Technologien für Zwecke der Habilitation und Rehabilitation (Artikel 26, Abs. 3) zuordnen" (Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) 2014, S. 68). Im 2016 von der Bundesregierung verabschiedeten weiterentwickelten Nationalen Aktionsplan 2.0 zur UN-Behindertenrechtskonvention ist im Themenfeld Rehabilitation als Maßnahme der Wettbewerb „Light Cares – Photonische Technologien für Menschen mit Behinderung" enthalten. Er zielt darauf, mit dem Einsatz photonischer Werkzeuge und Komponenten den Alltag von Menschen mit Behinderung zu verbessern und ihnen zu mehr Möglichkeiten zu verhelfen. Wichtige Förderkriterien sind insbesondere das Potenzial, Menschen mit Behinderung mehr Teilhabe zu ermöglichen sowie die Einbindung und Beteiligung relevanter Zielgruppen (insbesondere Verbände und offene Werkstätten).
Angesichts der steigenden Leistungsfähigkeit technischer Systeme und des erhöhten Bewusstseins von behinderten Menschen als Beschäftigte (insbesondere vor dem Hintergrund, dass der Großteil der Behinderungen im Leben erworben

wird), wird erwartet, dass die technischen Potenziale für eine Inklusion und Arbeitspartizipation stärker genutzt werden. So titelte im Jahr 2014 die von der Bundesarbeitsgemeinschaft der Integrationsämter und Hauptfürsorgestellen herausgegebene Veröffentlichung ZB Online: „Technische Hilfen – Ein Motor für Inklusion". Die Notwendigkeit, hier ein umfassendes Beratungsangebot realisieren zu können, wird aufgrund der technischen Entwicklung weiter zunehmen: „Heute konzentrieren wir uns stärker auf das Endergebnis, nämlich dass der behinderte Mensch an seinem Arbeitsplatz selbstständig und ohne fremde Hilfe zurechtkommt. Dazu betrachten wir die Situation ganzheitlich und entwickeln individuelle und passgenaue Vorschläge. Durch die immer größer werdende Vielfalt und Komplexität technischer Hilfen ist unsere Beratungskompetenz heute mehr gefragt denn je" (ZB Online 2014).

Auch gemäß der Befragung der Aktion Mensch im Rahmen des Inklusionsbarometers Arbeit aus dem Jahr 2016 unter Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern mit Behinderung ergab sich ein recht deutliches Bild hinsichtlich dessen, welche Erwartungen mit der Digitalisierung verbunden werden. „Die größten Vorteile der Digitalisierung sehen jeweils über zwei Drittel der Arbeitnehmer mit Behinderung in der Entwicklung von digitalen Hilfsmitteln für körperlich Beeinträchtigte (70 Prozent), in der Übernahme von körperlich anstrengenden Arbeiten durch Maschinen sowie dem Entstehen neuer Berufsfelder (jeweils 68 Prozent)" (Aktion Mensch 2016, S. 47).
Auch wird die Digitalisierung der Arbeitswelt von den Arbeitnehmerinnen und -nehmern mit Behinderung weitgehend begrüßt: 70 Prozent der befragten Beschäftigten mit Behinderung sehen die Digitalisierung als Chance an. Nur 16 Prozent sehen in ihr ein Risiko (Aktion Mensch 2016, S. 45). Somit wird deutlich, dass Menschen mit Behinderung eine klare Erwartungshaltung in Form einer Dividende aus dem digitalen Fortschritt haben; die bestehenden Grenzen technischer Hilfs- und Unterstützungsangebote sollen durch die Digitalisierung verringert werden.
Allerdings kommt es bei dieser Einschätzung erkennbar darauf an, in welchem Sektor die befragten Beschäftigten mit Behinderung tätig sind: „Arbeiter mit einer Behinderung sehen in der Digitalisierung seltener (55 Prozent) eine Chance als Angestellte (71 Prozent) und vor allem Beamte (84 Prozent). Bei den Arbeitern – im Regelfall mit dem mittleren Qualifikationsniveau einer betrieblichen Ausbildung – könnte die Angst vor der Automatisierung größer sein als die Hoffnung auf Erleichterung durch digitale Assistenzsysteme" (Aktion Mensch 2016, S. 46).

Bei der Betrachtung der Potenziale digitaler Assistenzsysteme in der Arbeitswelt ganz allgemein und für die Inklusion leistungsgeminderter und leistungsgewandelter Personen im Speziellen ist es notwendig, das Assistenzsystem im Gesamtkontext der Arbeitsanforderungen zu betrachten. Die Funktionalität des Assistenzsystems ergibt sich erst als Teil des Arbeitssystems und damit in Abhängigkeit der Arbeitsorganisation (mögliches Leitbild einer inklusionsförderlichen Arbeitsorganisation); es wird bis auf weiteres eine Utopie bleiben, dass einzelne Assistenzsysteme jede Form von Arbeitsanforderungen adressieren und somit eine umfassende Inklusion ermöglichen können. Dieser Gedanke findet sich auch bei der Gesamtbetrachtung von behinderungskompensierenden Techniken (bkT):

„Behinderungskompensierende Technologien können entsprechend der jeweiligen Zielausrichtung (Individuum oder Umwelt) unterschieden werden. BkT, die am einzelnen Individuum und seinen funktionalen Einschränkungen ansetzen und diese kompensieren sollen, werden als *assistive Technologien* bezeichnet. Techniken, die an die Umweltbedingungen anknüpfen, werden international mit dem Begriff *Universal Design* oder national im Deutschen mit *barrierefreie Gestaltung* verknüpft und in diesem Bericht zumeist als *allgemeine bkT* bezeichnet. Obwohl assistive und allgemeine bkT unterschiedlich ansetzen, sollten sie sich aufeinander beziehen und sich ergänzen. Oft sind assistive Technologien eine Voraussetzung, um individuelle funktionale Einschränkungen so weit auszugleichen, dass eine Teilhabe am Arbeitsleben überhaupt erst möglich wird." (Revermann und Gerlinger 2010, S. 10–11)

Auch die „International Classification of Functioning, Disability and Health" (ICF) der Weltgesundheitsorganisation (WHO/DIMDI 2005) verfolgt einen ähnlichen Ansatz wie von Revermann und Gerling für die behinderungskompensierenden Technologien beschrieben. Die ICF bezieht sich nicht nur auf den Grad angeborener oder im Laufe des Lebens erworbener individueller Einschränkungen (Leistungsvermögen), sondern berücksichtigt auch, wie eine Person unter welchen Umständen eine Tätigkeit ausführt. Diese Betrachtung entspricht der Tatsache, dass „Behinderung" im Regelfall kontextabhängig ist und sich an der Frage spiegelt, ob eine Person behindert ist oder behindert wird. Mit der ICF im Einklang steht die Erkenntnis, dass Leistungsminderung und Leistungswandlung graduell auftreten können, sich erst im Verlauf des (Erwerbs-) Lebens ausprägen und somit die Grenzen zwischen „behindert" und „nicht behindert" bisweilen verschwimmen lassen.
Damit wird das Konzept zugleich durchlässig gegenüber anderen Gruppen, die durch die Kombination aus persönlichen und allgemeinen Umständen leistungsgemindert sind und demzufolge ggf. einer besonderen Unterstützung/Aufmerksamkeit bedürfen. Auf diese Weise kann der differenzierten Betrachtung von „Diversity" im Arbeitskontext Genüge getan werden. Jegliche dieser Formen einer besonderen Unterstützung/Aufmerksamkeit ist ein wichtiger Schritt in Richtung Inklusion und Arbeitspartizipation, die im Umgang mit Menschen mit Behinderung einen wichtigen Kristallisationspunkt findet, aber erkennbar darüber hinausgeht. So könnten beispielsweise auch Menschen mit Migrationshintergrund (und im Speziellen Flüchtlinge) bei unzureichenden Sprachkenntnissen von einer besonderen Unterstützung in der (betrieblichen) Kommunikation profitieren. Ohne die Schwere einer Behinderung zu trivialisieren, muss in der Arbeitswelt zudem nahezu jede Anlern- und Einarbeitungsphase als Phase einer (temporären) Leistungsminderung angesehen werden, die eine gewisse Anleitung und Führung benötigt (vgl. Abbildung 9). Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass angesichts von Paradigmen wie dem lebenslangen Lernen und einer zunehmenden Komplexität von Arbeit bei

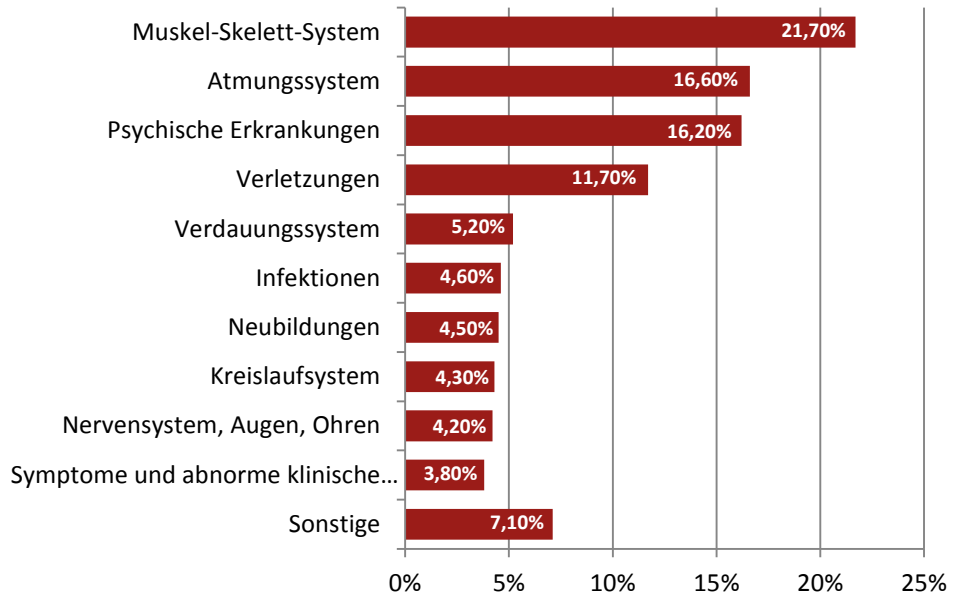
gleichzeitigem Nachlassen von Fähigkeiten (Konzentration, physische Kraft und Ausdauer, Sehkraft etc.) wiederkehrende Phasen der Leistungsminderung auch zu jeder „normalen“ Erwerbsbiografie gehören.

Vor dem Eindruck der Aufnahme großer Flüchtlingskontingente, in der sich in besonders deutlicher Form der Megatrend „Migration“ manifestiert, stellt sich auch für die Digitalisierung der Arbeitswelt die Frage, welchen Beitrag sie leisten kann, um die individuellen Kompetenzen und Qualifikationen von Flüchtlingen zu erfassen, zu entwickeln und zu nutzen und diesen einen Zugang zur Erwerbsarbeit zu ermöglichen. Diese Frage muss insbesondere in Abhängigkeit davon beantwortet werden, ob dieser Zugang sich lediglich auf einfache (Hilfs-)Arbeiten bezieht, oder auch auf mittel- und höher qualifizierte Tätigkeiten. Nachdem unter dem Eindruck des demografischen Wandels und der Alterung der Erwerbsbevölkerung schon frühzeitig ein Augenmerk auf Diversity angesichts (alters-) heterogener Belegschaften gelegt wurde (u. a. im Kontext der vom BMAS geförderten „Initiative Neue Qualität der Arbeit – INQA“), liegt es nahe, den Fokus bewusst auf Menschen mit Migrationshintergrund (und im speziellen auf Geflüchtete) auszuweiten.

## 3.2 Präventive Unterstützung zum Erhalt von Leistungsfähigkeit und Gesundheit

Seit 2010 ist die Zahl älterer Arbeitnehmer (50 bis 65 Jahre) um 2,2 Millionen auf 9,8 Millionen gestiegen. Die Beschäftigungsquote erreicht mit 53,8 % einen Rekord und ist fast so hoch wie bei den Jüngeren. Und auch der Anteil der Altersgruppe 60+ an den Erwerbstätigen stieg in der Zeit, von fünf auf 11 % (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. GDV 2016). Darüber hinaus arbeiten viele Menschen laut Statistischem Bundesamt noch jenseits des Rentenalters - und ihre Zahl steigt. Waren es 2006 noch rund 483.000, wurden 2016 schon 942.000 gezählt. Damit hat sich die Zahl fast verdoppelt (B2B Insider GmbH 2017). Für die meisten, die nach dem Rentenalter weiterarbeiten, ist Arbeit positiv besetzt. Dennoch ist für 37 % der Erwerbstätigen zwischen 65 und 74 die Arbeit die wichtigste Quelle des Lebensunterhalts (Statistisches Bundesamt 2017).
In der Praxis ist eine durchgängige Erwerbsbiographie immer wieder von Krankheiten unterbrochen, die zum einen aus Belastungen außerhalb des Arbeitskontextes basieren (psychische Belastungen im häuslichen/persönlichen Umfeld, allgemeine Unfälle und Krankheiten), zum anderen aber auch arbeitsbedingt auftreten. So dürfte die Zunahme von psychischen Belastungen und Stress maßgeblich auf die weithin beklagte zunehmende Arbeitsverdichtung zurückzuführen sein (Ahlers 2016). Mit Blick auf die Arbeitsfähigkeit ergeben sich insgesamt unterschiedlich stark ausgeprägte Gründe für Fehlzeiten, wobei die Liste angeführt wird von Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems, des Atmungssystems und psychischer Erkrankungen (vgl. Abbildung 10). Gemäß Fehlzeitenreport 2017 der AOK sind Fehltage aufgrund psychischer Erkrankungen in den letzten 10 Jahren konstant gestiegen, sie nahmen um 79,3 % zu. Psychische Erkrankungen führten außerdem zu langen Ausfallzeiten. Mit 25,7 Tagen je Fall dauerten sie mehr als doppelt so lange wie der Durchschnitt mit 11,7 Tagen je Fall. (AOK Bundesverband - Wissenschaftliches Institut der AOK 2017)

Abbildung 10 Übersicht über den Anteil einzelner Erkrankungen an den Arbeitsunfähigkeitstagen in Deutschland 2015




Quelle: Eigene Darstellung nach Marschall et al. 2016, S. 18

Der Erhalt der Leistungsfähigkeit ist insbesondere vor dem Hintergrund alternder Belegschaften eine Herausforderung für die betriebliche Gesundheitsförderung bzw. das betriebliche Gesundheitsmanagement und die Gefährdungsbeurteilung. Um das Ziel einer Optimierung der Belastung und des Erhalts der individuellen Ressourcen zu erreichen, kommt der Prävention eine immer stärkere Rolle zu. Während sich die Fragestellungen anfangs noch auf Arbeitsergonomie und arbeitsmedizinische Aspekte konzentrierten, rückten nach und nach auch die Potenziale technischer Systeme zum Erhalt von Arbeitskraft und Leistungsfähigkeit in den Fokus. Gerade mit Blick auf die Assistenz physischer Fähigkeiten und die Vermeidung körperlicher Belastungen (z. B. durch Heben) wird mit Blick auf alter(n)sgerechte Arbeitsplätze und leistungsgewandelter Personen ein allgemeiner Beitrag zur Humanisierung der Arbeit geleistet, da derartige Technologien stets auch einen präventiv-erhaltenden Anteil haben.

In kaum einer anderen Branche kristallisieren sich die Auswirkungen des demografischen Wandels heute schon so manifest wie in der Pflege. Vorausberechnungen des Statistischen Bundesamtes zufolge steigt die Zahl der Pflegebedürftigen in Deutschland von derzeit rund 2,6 Millionen auf bis zu 3,4 Millionen im Jahr 2030 (Statista 2017b). Allerdings stehen immer weniger informell und professionell Pflegende zur Verfügung. Laut Pflegereport werden im Jahr 2030 eine halbe Millionen Vollzeitkräfte fehlen (Rothgang et al. 2016).
Hinzu kommt, dass der Pflegealltag zu einer hohen gesundheitlichen Belastung bei den Pflegekräften führt. Die Branchen „Gesundheitswesen“ und „Verkehr, Lagerei und Kurierdienste“ lagen in Deutschland im Jahr 2015 gemäß DAK-Gesundheitsreport mit einem Krankenstandswert von 4,7 % an der Spitze und somit eindeutig über dem Durchschnitt aller Branchen (Marschall et al. 2016, S. 123). Der Umstand, dass sowohl „Gesundheitswesen“ als auch „Verkehr, Lagerei und Kurierdienste“ gleich hohe Fehlzeiten und somit Belastungen aufweisen,

überrascht nicht: Beide Gruppen zeichnen sich einerseits durch hohen Zeitdruck (Stress/Psychische Belastung) und andererseits durch das – nicht ergonomische – freie Heben von Lasten (Muskel-Skelett-System) aus. Angesichts von Fachkräfteengpässen, hohen psychischen und körperlichen Belastungen sowie vergleichsweise geringen Automatisierungspotenzialen ist die Pflege eine prominente Zielbranche für die Entwicklung digitaler Assistenzsysteme. Die Spanne von digitalen Lösungen reicht derzeit von „stand-alone" Lösungen bis hin zu vernetzen Systemen, bei denen es sich um softwarebasierte (z. B. Apps) und hybride Soft- und Hardwarelösungen handelt. Beispiele sind Sturz- und Notfallerkennungssysteme, Ortungs-, Orientierungs- und Navigationssysteme, intelligente Systeme zur Vermeidung von Dekubitus, Systeme zur Trinkmengenerkennung, interaktive Bestimmung des Gesundheits- und Befindlichkeitsstatus oder körperliche Entlastung des Personals durch textile Hebehilfen (Weiß 2017).
Die überwiegende Zahl der Forschungsprojekte fokussiert auf die Unterstützung der Pflegebedürftigen selbst. Dies entspricht dem gesellschaftspolitischen Auftrag der Umsetzung des neuen Pflegebedürftigkeitsbegriffes für mehr Selbstständigkeit und Teilhabe pflegebedürftiger Menschen (Bundesministerium für Gesundheit 2017). Nur ein kleiner Anteil der Projekte zielt auf die Assistenz der Pflegekräfte oder pflegenden Angehörigen. Im Folgenden werden beispielhafte Forschungsansätze beleuchtet:

- *Robotische Pflege- und Rehabilitationssysteme*
  Durch das Anbringen von Roboterkomponenten an das Krankenbett werden die Aufrichtung Pflegebedürftiger und das Gehbewegungstraining unterstützen. Das System entlastet Pflegekräfte und Physiotherapeuten bei der bisher sehr personalintensiven und körperlich anstrengenden Mobilisierung Bettlägeriger. Durch eine frühzeitige und regelmäßige Mobilisierung wird die Pflege- und Behandlungsqualität deutlich verbessert (Reactive Robotics GmbH 2017).
- *Digitale Bereitstellung von Informationen*
  Eine Datenbrille unterstützt die Zusammenarbeit zwischen informell und professionell Pflegenden und Angehörige und bindet diese in den Pflegeprozess ein. Die „Pflegebrille" stellt eine intuitiv benutzbare Kommunikationsschnittstelle zwischen den Pflegenden dar, die abhängig von den jeweiligen Kompetenzen der Beteiligten automatisch Informationen zur Verfügung stellt. Unter Einbindung von Augmented Reality und Sensortechnologie soll sie den Nutzern individuelle Informationen und Anleitungen zu den Pflegeprozessen liefern (Geschäftsstelle Zentrum für Telemedizin GmbH 2016).
- *Sensorgestützte Personaleinsatz- und Tourenplanung*
  Pflegekräfte sind oft hohen körperlichen Belastungen ausgesetzt, die sich in Form muskuloskeletalen Erkrankungen äußern können (s. o.). Zur Erfassung von schädlichen Körperhaltungen und Bewegungen werden Sensoren in die Arbeitskleidung von Pflegekräften integriert und Belastungsprofile abgeleitet. Sie geben Aufschluss über individuelle Fehlbelastungen eines Pflegenden und können im Rahmen der

betrieblichen Gesundheitsförderung zur Entwicklung passgenauer Trainingsprogramme genutzt werden. Gleichzeitig werden basierend auf den Daten Tourenpläne individuell angepasst (SIGMA Gesellschaft für Systementwicklung und Datenverarbeitung mbH 2012).

- *Autonome Systeme für den Pflegealltag*
  Existierende Plattformen für Serviceroboter (Care-O-bot) sollen zu intelligenten Pflegewagen weiterentwickelt werden, die den Pflegekräften automatisch folgen. Mithilfe eines komplett automatisierten Anreichemechanismus soll er die Pflegematerialien ergonomisch und hygienisch bereitstellen. Die Pflegedokumentation erfolgt direkt vor Ort am Bildschirm des Pflegewagens. Über die Anbindung an ein automatisiertes Zentrallager soll der Pflegewagen bestückt, Lagerbestände elektronisch überwacht und bei Bedarf nachbestellt werden (Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung 2015).

Trotz bereits vielversprechender Forschungsprojekte und Modellvorhaben sind der Nutzen und die Herausforderungen technischer Lösungen in der pflegerischen Praxis gegenwärtig kaum wissenschaftlich untersucht. Es fehlen systematische Evaluationsansätze einzelner Pflegetechnologien ebenso wie eine Betrachtung des Zusammenspiels von Pflegeinnovationen in kontextspezifischen Pflegesettings. Aus diesem Grund soll der Einsatz neuartiger Pflegetechnologien an mehreren Orten in Deutschland erlebbar und durch strukturbildende Maßnahmen, wie zum Beispiel Aus-, Fort- und Weiterbildung, Evaluation und Wissenstransfer, flankiert werden. Dazu hat das BMBF den Wettbewerb „Zukunft der Pflege: Mensch-Technik-Interaktion für die Praxis“ ins Leben gerufen und fördert darin das erste Pflegeinnovationszentrum in Oldenburg. Anfang 2018 folgen vier Pflegepraxiszentren in Nürnberg, Freiburg, Hannover und Berlin (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2017).

## 3.3 Fähigkeitserweiternde Unterstützung für Gute Arbeit

Das Konzept der Guten Arbeit entstand Anfang der 2000er Jahre und wurde durch eine Studie im Rahmen der „Initiative Neue Qualität der Arbeit – INQA“ in Form einer Beschäftigtenbefragung empirisch ermittelt:

„Gute Arbeit bedeutet aus der Sicht von Arbeitnehmer/-innen

- ein festes, verlässliches Einkommen zu erhalten,
- unbefristet beschäftigt zu sein,
- kreative Fähigkeiten in die Arbeit einbringen und entwickeln zu können,
- Sinn in der Arbeit zu erkennen,
- Anerkennung zu erhalten,
- soziale Beziehungen zu entwickeln und
- die Achtung bzw. der Schutz der Gesundheit.“ (Fuchs 2006, S. 14)

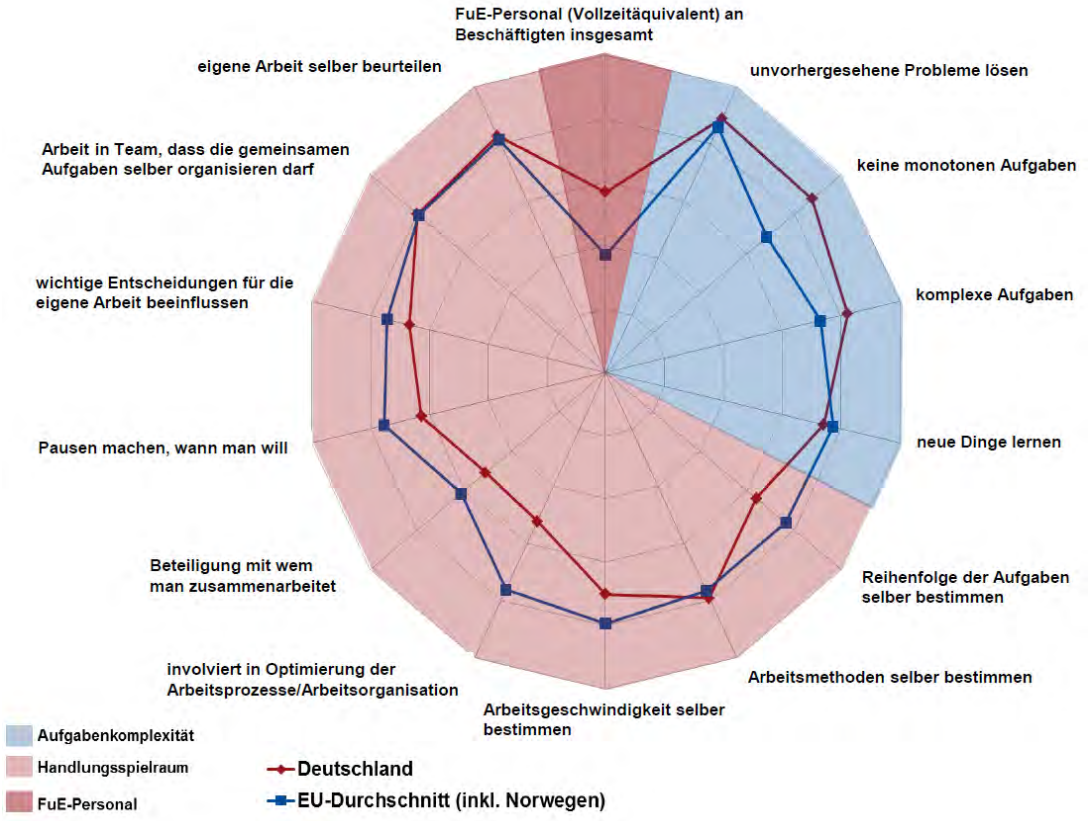
Aufbauend darauf hat der Deutsche Gewerkschaftsbund den DGB-Index Gute Arbeit (42 Einzelfragen gemäß 11 Kriterien, die sich zu 3 Teilindizes und einem Gesamtindex fügen) entwickelt (Deutscher Gewerkschaftsbund 2007), der heute eine wichtige Referenz zur Bemessung der Arbeitsqualität bildet. Das Konzept der Guten Arbeit umfasst sowohl die Konditionen, zu denen Arbeit ausgeführt wird, als auch die Arbeitsinhalte (Sinn, Aufgaben und Anforderungen, Entwicklungs- und Lernmöglichkeiten).[4]

Die Arbeitsinhalte werden in der Praxis weitgehend vom Grad des Handlungsspielraums (Autonomie und Partizipation) und von der Aufgabenkomplexität als Gegenentwurf zu monotonen und hochrepetitiven Tätigkeiten bestimmt. In der Aufgabenkomplexität spiegelt sich wider, inwieweit unterschiedliche und anspruchsvolle Kompetenzen in der Arbeit einerseits erforderlich sind und dadurch andererseits immer wieder Notwendigkeiten und Chancen der Entwicklung und des Lernens entstehen.

Ergänzend dazu sind auch die Möglichkeit der Partizipation und die Mitwirkung an der Gestaltung der eigenen Arbeit Aspekte der Lernförderlichkeit. Abbildung 11 stellt die Einzelkomponenten dar, mit denen sowohl die Aufgabenkomplexität als auch die Mitwirkung an der Gestaltung der Arbeit ermittelt werden kann.

[4] Zukünftig könnte es sich sinnvoll sein, wenn Erhebungsinstrumente zur Bewertung der Arbeitsqualität auch den Einsatz von digitalen Assistenzsystemen aufgreifen.

## Abbildung 11 Qualitätsmerkmale "Guter Arbeit"




Quelle: Eigene Darstellung basierend auf den Daten des European Survey on Working Conditions 2014.

**Erläuterung Abbildung:** Die Aufgabenkomplexität und Arbeitsanforderungen (hellblaue Fläche) als wichtige Ausprägung der Qualität der Arbeit (Gute Arbeit) sind in Deutschland überdurchschnittlich hoch. Die Nutzung der Handlungsspielräume – ebenfalls ein wichtiges Kennzeichen der Arbeitsqualität – ist hingegen in Deutschland im Vergleich zum europäischen Mittel unterdurchschnittlich ausgeprägt. Der Anteil an FuE-Personal bezieht sich auf die Innovationsfähigkeit, die in Ergänzung zum FuE-Personal ganz wesentlich abhängt von der unternehmensweiten Ausprägungen der Aufgabenkomplexität und Handlungsspielräume. Gute Arbeit und Innovationsfähigkeit bedingen sich somit.

Wie die Abbildung 11 zeigt, ist die Aufgabenkomplexität in Deutschland stark ausgeprägt. Dafür lassen sich mehrere Ursachen finden. Zunächst erfordern Entwicklung, Herstellung, Vertrieb und Wartung hochspezialisierter und komplexer Industrieprodukte (z. B. Maschinen und Anlagen) auch entsprechend komplexer Aufgabenstrukturen. Weiterhin trägt auch das im internationalen Vergleich hohe Qualifikationsniveau der beruflich Gebildeten dazu bei, dass solche anspruchsvollen Aufgabenstrukturen möglich sind und entsprechend realisiert werden. Der Erhalt der Aufgabenkomplexität und die Stärkung der Partizipationsmöglichkeiten im Arbeitsprozess sind daher nicht nur unmittelbare Beiträge zur Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, sondern auch Voraussetzungen für Gute Arbeit. Im Sinne einer passgenauen Arbeitsfähigkeit ist es insbesondere vor dem Hintergrund neuer Handlungsspielräume und zusätzlicher Aufgaben wichtig, eine Balance zwischen den gestellten Anforderungen und den individuellen Fähigkeiten zu finden (Tempel und Illmarinen 2013). Durch den Einsatz von digitalen Assistenzsystemen

wird es prinzipiell möglich, ein Ungleichgewicht zwischen wachsenden Aufgaben und sich nicht so rasch entwickelnden Fähigkeiten (= individuelle Ressourcen) auszugleichen. Dies ist besonders dann von Bedeutung, wenn ohne ein solches System eine Überforderung/Überlastung drohen würde.

In der Praxis darf somit erwartet werden, dass der Einsatz von Assistenzsystemen insbesondere dann sinnvoll ist, wenn es zu einer Erweiterung der Aufgabenkomplexität/des Handlungsspielraums und damit zu einer Steigerung des Anforderungsprofils kommt. Damit unterscheidet sich die fähigkeitserweiternde Unterstützung zur Verwirklichung Guter (= anspruchsvoller) Arbeit grundsätzlich nicht von der kompensatorischen oder erhaltenden Unterstützung (vgl. Abbildung 8). Allerdings scheint es naheliegend, dass die fähigkeitserweiternde Unterstützung insbesondere (aber keineswegs ausschließlich) auf Lernphasen im Arbeitsprozess bzw. in der Erwerbsbiografie abzielt und daher überwiegend temporär zum Einsatz kommt, während die kompensatorische und die erhaltende Unterstützung stärker auf die Plateauphasen auszuführender „Bestandstätigkeiten" mit dauerhafter Nutzung abzielt (vgl. Abbildung 9).

Die Realisierung einer hohen Arbeitsqualität ist für alle Gruppen von Nutzern/Erwerbstätigen (leistungsgeminderte Personen, leistungsgewandelte Personen, nicht eingeschränkte Personen – siehe dazu auch die Abschnitt 3.1und 3.2) gleichermaßen wichtig, doch erfolgt deren Umsetzung jeweils relativ zum Fähigkeitsprofil. Da die Stärkung (und Unterstützung) des Fähigkeitsprofils gerade bei anspruchsvollen und wissensintensiven Aufgaben und Tätigkeiten zu erwarten ist, eignen sich hier in erster Linie kognitive und insbesondere tutorielle Systeme. Diese Systeme zielen darauf ab, das jeweilige Arbeitssystem als Lernsystem zu verstehen und zu nutzen, sodass eine entsprechende didaktische Aufbereitung und lernförderliche Gestaltung inklusiver motivationaler Elemente („Gamification") zu berücksichtigen sind. Allerdings existieren noch keine Richtlinien, unter welchen Zielsetzungen und Konditionen die Gamification-Ansätze umgesetzt werden sollen, sodass sich hier gegenwärtig noch ein exploratives Feld eröffnet, wie erste Pilotanwendungen zeigen. Dies gilt insbesondere für den Einsatz bei leistungsgeminderten und leistungsgewandelten Personen (Korn et al. 2013).

Mit Blick auf assistive Systeme zur Realisierung Guter Arbeit ist es somit entscheidend, dass diese tatsächlich unterstützend sind. Schränken sie hingegen den ohnehin schon engen Handlungsspielraum weiter ein – etwa weil sie bestimmte Handlungsoptionen bevorzugen oder erzwingen –, verringern sie tendenziell die Arbeitszufriedenheit und damit die Arbeitsqualität. Die Herausforderung verschärft sich noch einmal, wenn mit der Einbindung eines Assistenzsystems in den Arbeitsprozess der Eindruck erweckt wird, dass der Nutzer das System benötigt, da in einem solchen Fall sein Fachstatus herabgesetzt wird; dies gilt insbesondere bei Nutzern, die nicht leistungsgemindert oder -gewandelt sind und deren Arbeitszufriedenheit sich aus dem Wahrnehmen von Lern-, Entwicklungs- und Gestaltungsmöglichkeiten speist. Einer derartigen „Entwertungsbefürchtung" kann entgegengewirkt werden, indem die Assistenzsysteme bewusst auf das Training und die Einarbeitung ausgerichtet werden; ist die neue Tätigkeit erlernt, lassen sich die Unterstützungsfunktionen

reduzieren oder ganz abschalten. Wird im Arbeitsprozess hingegen von einer dauerhaften Nutzung von fähigkeitserweiternden und hier insbesondere kognitiv unterstützenden Systemen ausgegangen, ist zu prüfen, ob ein solcher Einsatz tatsächlich sinnvoll ist, oder ob ein zum Qualifikationsschnitt der Belegschaft überhohes Anforderungsprofil nicht wirkungsvoller durch arbeitsorganisatorische Maßnahmen (z. B. Segmentierung der fraglichen Tätigkeit) adressiert werden kann.

# 4. Beispiele für digitale Assistenzsysteme

Im Folgenden werden 16 Praxisbeispiele von digitalen Assistenzsystemen in Form von Kurzportraits vorgestellt (vgl. Tabelle 5). Die Auswahl soll einen Eindruck über die Bandbreite verfügbarer Technologien bieten, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ziel ist es vielmehr, mit der Auswahl die drei Dimensionen der Unterstützung von Assistenzsystemen gleichermaßen abzudecken (vgl. Abbildung 4). Entsprechend sind in den Abschnitten 4.1 bis 4.4 für jeden Grad der Unterstützungsleistung bzw. jedes Anforderungsniveau (niedrig, mittel, hoch und variabel Beispiele aufgeführt, die gleichzeitig die Variabilität der Unterstützung nach Art (physisch, sensorisch, kognitiv) und Zielsetzung (kompensatorisch, erhaltend, erweiternd) abbilden. Die Anforderungsniveaus dienen dabei als übergeordnete Systemklassifizierung und sind vor dem Hintergrund einer domänenspezifischen bis hin zu domänenübergreifenden Unterstützungsleistung zu sehen, stellen aber keine Bewertung der Systeme dar.

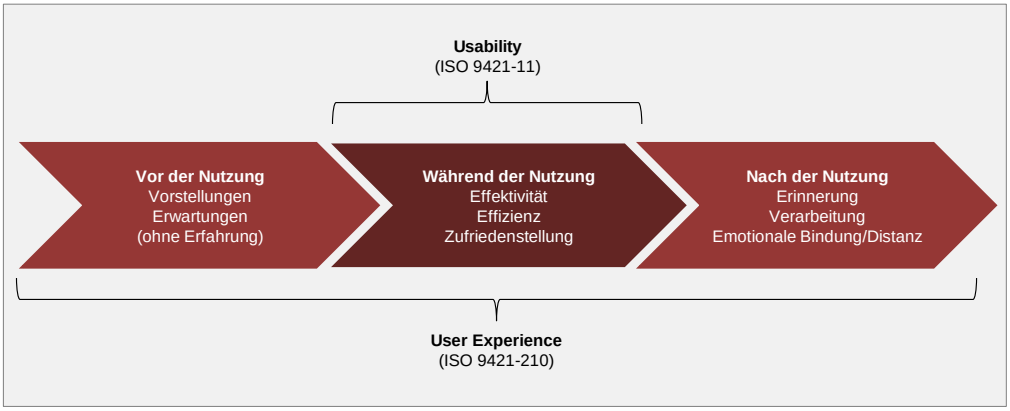
**Tabelle 5 Übersicht der Praxisbeispiele für Assistenzsysteme**

| Nr. | Art der Assistenz | Anforderungs-niveau: |
|---|---|---|
| 1. | Projektionsgestütztes Werkerassistenzsystem | Niedrig |
| 2. | AR-unterstützte Kommissionierung | Niedrig |
| 3. | Oberkörper-Exoskelett | Niedrig |
| 4. | Adaptive Hilfe zum Heben schwerer Lasten | Niedrig |
| 5. | Virtueller Ergonomietrainer in der Pflegeausbildung | Mittel |
| 6. | Intuitive Kundenmanagement-Software | Mittel |
| 7. | Intelligente Bildverarbeitungssoftware | Mittel |
| 8. | Assistenz- und Überwachungssystem für die zerspanende Fertigung | Mittel |
| 9. | Integrierte Ausbildungssysteme für die Aus- und Weiterbildung in Elektronik und Elektrotechnik | Hoch |
| 10. | Adaptive, kontextsensitive Hörassistenz | Hoch |
| 11. | Schutzhelm mit Head-up-Display und Sensorik | Hoch |
| 12. | Modulare und sensitive Greifarme für die adaptive Mensch-Roboter-Kollaboration | Variabel |
| 13. | Bionischer Handling-Assistent | Variabel |
| 14. | Haptisches Trainingssystem für die Chirurgenausbildung | Variabel |
| 15. | Portable Lern- und Wissensplattform | Variabel |
| 16. | AR-basierter Support für das Lernen im Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk | Variabel |

Ganz zentral für die Akzeptanz von Assistenzsystemen sind arbeits- und motivationspsychologische Aspekte, die im Rahmen eines menschzentrierten Designprozesses unter Einbindung der späteren Nutzer adressiert werden sollten. Für die Gestaltung von Arbeits- und Alltagsgegenständen sind einheitliche Standards und Methoden in einer Grundlagennorm (EN ISO 26800) festgehalten. In einer eigenen Normreihe (EN ISO 9241) werden Prinzipien und Anforderungen an die unmittelbare Umgebung von Computer- und Maschinensystemen festgelegt. Insbesondere Anforderungen an visuelle Anzeigen, Ausgaben und

Bildschirmdarstellungen und eine sinnvolle Dialogführung werden adressiert. Das Ziel der Normreihe ist die Vermeidung von gesundheitlichen Schäden sowie die Optimierung der Benutzerfreundlichkeit von Prozessen und Dialogen mit Maschinen und Computern. In einem derartigen soziotechnischen Ansatz werden die Ebenen Mensch, Organisation und Technik integriert betrachtet und die Grundlage für eine positive „User experience“ und ein hohes Maß an „Usability“ bei der Nutzung digitaler Assistenzsysteme geschaffen (Abbildung 12).[5]

### Abbildung 12 Usability und User Experience mit entsprechenden Normen




Quelle: Eigene Darstellung

Aufbauend darauf sind die Porträts in vier Abschnitte unterteilt: Zur Beschreibung der Systeme werden zunächst (1) Basisinformationen u. a. zur Technologie, Entwicklungsstand und Einsatzgebiet des Assistenzsystems zusammengefasst. Anschließend wird der Nutzen des Systems zur ganzheitlichen Betrachtung von Assistenzsystemen auf den Ebenen „Technologie“, „Organisation“ und „Mensch“ näher beleuchtet: (2) Die Ebene „Technologie“ umschreibt die Effektivität des Systems bei der Unterstützung von Tätigkeiten; (3) die Ebene „Organisation“ erläutert die Integration und Handhabung des Systems aus einer organisatorischen Perspektive; (4) die Ebene „Mensch“ stellt den Anwender in den Mittelpunkt und fokussiert sich auf Aspekte der Nutzerzufriedenheit und Inklusion. Die Inhalte der Porträts wurden in Telefoninterviews und/oder schriftlich gemeinsam mit den Systemanbietern erarbeitet und validiert.

[5] Typische Nutzeranforderungen an die Gestaltung von digitalen Assistenzsystemen im Anwendungskontext der Montage sind beispielsweise eine allgemeine Verbesserung der Arbeitsprozesse, eine ergonomisch verbesserte Darstellung relevanter Informationen am Arbeitsplatz, physische und psychische Entlastung sowie geringe Aufwände für die erfolgreiche Implementierung eines Assistenzsystems Hinrichsen et al. 2017.

## 4.1 Systeme mit niedrigem Anforderungsniveau

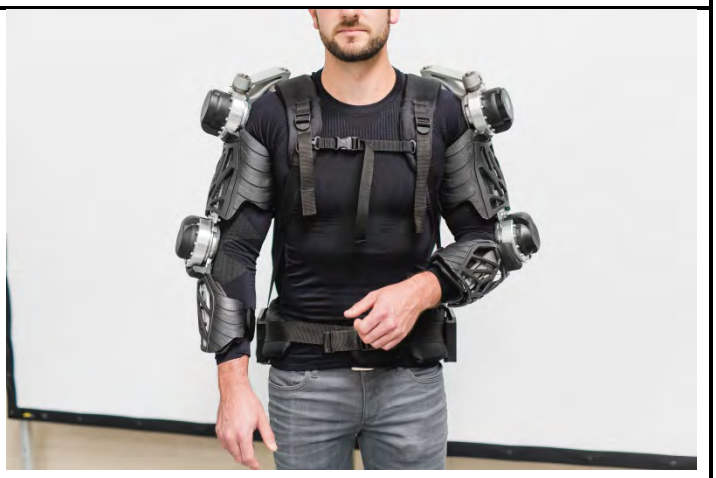
| **Anforderungs-niveau: Niedrig** | **Projektionsgestütztes Werkerassistenzsystem** |
|---|---|
| *Assembly Solutions* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration | <br>© Assembly Solutions GmbH |
| Kurzbeschreibung | Das System bietet ein individuell konfigurierbares Montageassistenzsystem, das den Nutzer mit Pick-to-Light-Funktion, Markierungs- bzw. Positionierungsdarstellungen und Darstellung von Text-, Bild- und Videoinhalten bei seiner Montagetätigkeit unterstützt. |
| Technologien | Software<br>Hardware (d.h. Projektor, Tablet-Computer, Gesten-Sensor) von Vertriebspartnern |
| Assistenzsystem | Digital |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Sensorisch<br>Kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Arbeitsplatzgebunden |
| Entwicklungsstand | Produkt |
| Branche | Logistik<br>Industrielle Produktion |
| Einsatzgebiet | Manuelle und hybride Montage, Demontage, Maschineneinrichtung, Logistik |
| Zielgruppe | Facharbeiter/ -innen |
| Kosten | Das Produkt- und Serviceportfolio reicht von Out-of-the-box-Systemen mit Installation vom Kunden bis zu umfangreicher Neustrukturierung und Ausstattung der Montage. Die Basiskonfiguration des Systems kostet 13.900,- €. Weitere kundenspezifische Anforderungen sind individuell zu bewerten. |
| Anbieter | Assembly Solutions GmbH, Detmold |
| Förderung und Kooperation | Das System wurde ohne öffentliche Förderung entwickelt, es bestand lediglich eine Kooperation mit der Hochschule Ostwestfalen-Lippe (OWL). Darüber hinaus bestehen Vertriebspartnerschaften mit mehreren Unternehmen (u. a. mit RK Rose+Krieger, TURCK, HS-T Schraubtechnik, RK – Schmidt Systemtechnik etc.). |

| | |
|---|---|
| Weitergehende Information/ Kontakt | https://www.assemblysolutions.de/ |
| Ähnliche Assistenzsysteme | Projektionsgestütztes Montageassistenzsystem (Pick-by-Light):<br>http://lightguidesys.com<br>https://www.schnaithmann.de/news/news-uebersicht/montage-assistenzsysteme (cubu:S)<br>Autosynchrone Werkerführung:<br>http://computer-aided-works.de |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie"]* | |
| Aufgabenspektrum | Das Assistenzsystem ermöglicht die Projektion von Arbeitsanweisungen und Montageinformationen in den Sichtbereich der Beschäftigten. Die Unterstützung erfolgt mittels Pick-to-Light-Funktion zur Auswahl der richtigen Teile in der richtigen Anzahl sowie Markierungs- bzw. Positionierungsdarstellungen direkt am Arbeitsplatz. Es besteht zudem die Möglichkeit der automatisierten Dokumentation von Montageschritten, Schraubüberwachung und Materialeinsatz mit Anbindung an bestehende ERP-Systeme. Ziel ist die Reduzierung von Anlernzeiten, Vermeidung von Montagefehlern, Steigerung der Arbeitsproduktivität und Reduktion von Unsicherheiten bei den Beschäftigten. |
| Individualisierbarkeit/Kontextsensitivität | Der Arbeitsplatz lässt sich manuell oder (optional) automatisiert mit Hilfe einer Bildverarbeitungssoftware auf die ergonomisch optimale Arbeitshöhe und Greifweite für die Materialebene und Werkzeugbereitstellung einstellen. Zudem ermöglicht das System die Verwaltung individueller Nutzerprofile und -rechte. Eine Bedienung des Systems erfolgt nach Bedarf mittels Sprache, Geste oder Touch. |
| Transferpotenzial | Die Assistenzsystemtechnologie lässt sich auch auf andere, überwiegend manuell ausgeführte Arbeitsprozesse – wie Rüst-, Bedien- oder Instandhaltungsprozesse – übertragen. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Stationäre Installation; mobile Installation als Demonstrator verfügbar |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Das Assistenzsystem ist flexibel und lässt sich an unternehmensspezifische Gegebenheiten anpassen. Es besteht weiterhin die Möglichkeit der beidhändigen Arbeiten durch Bedienung des Systems per Sprachbefehle, dadurch Einsatz ohne Anpassung der Arbeitsorganisation möglich. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Montagepläne können über eine dem Kunden bereitgestellte, grafikbasierte Software erstellt bzw. bearbeitet und in Echtzeit am Arbeitsplatz dargestellt werden. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Der aktuelle Montagestand ist im System hinterlegt und kann bei einem Systemfehler/-absturz nach einem Neustart abgerufen werden. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. | Selbstständige Auswahl der Arbeitsweise im Rahmen der |

| | |
|---|---|
| Entscheidungs-spielraum | vordefinierten „Idealabläufe“ möglich. Eine sensorische Erfassung des Arbeitsplatzes ist in der Entwicklung (z. B. sensorische Kontrolle der Produktentnahme). |
| Lernförderlichkeit | Das Assistenzsystem ist tutoriell ausgerichtet. Arbeitsabläufe können am Arbeitsplatz beschrieben und visualisiert werden. Mit dem System können neben Text- und Bildinhalten auch Animationen bzw. Videosequenzen dargestellt werden. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Das System verstärkt die Leistung der Arbeiter/-innen durch visuelle Unterstützung. Darüber hinaus dient der ergonomische Arbeitsplatz der Prävention und Entlastung der Arbeiter/-innen. |
| Inklusionspotenzial | Das System hat ein hohes Inklusionspotenzial. Sowohl sprachliche als auch körperliche Defizite lassen sich kompensieren. Ein erster Kontakt zu Werkstätten für behinderte Menschen bestand bereits. |

| Anforderungs-niveau: Niedrig | AR-unterstützte Kommissionierung |
|---|---|
| *xPick* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration | <br>© Ubimax |
| Kurzbeschreibung | Die Augmented Reality (AR) Software für Smart Glasses ist eine Vision Picking Anwendung, die eine Darstellung relevanter Informationen im unmittelbaren Blickfeld des Trägers ermöglicht. |
| Technologien | Software<br>Smart Glasses von Vertriebspartnern<br>Optional: RFID Armband xBand |
| Assistenzsystem | Digital |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Sensorisch<br>Kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Personengebunden |
| Entwicklungsstand | Produkt |
| Branche | Logistik |
| Einsatzgebiet | Kommissionierung, Warenein- und –auslagerung, Sortierung von Waren, Inventur, Fehlmengen-Management |
| Zielgruppe | Facharbeiter/ -innen |
| Kosten | Für Pilotsystem (Software, Hardware und Serviceleistungen) ca. 50.000€ |
| Anbieter | Ubimax GmbH, Bremen |
| Förderung und Kooperation | xPick wurde seinerzeit von der Wirtschaftsförderung Bremen (WFB) im Rahmen des Innovationsprogramms "Förderung der Forschung, Entwicklung und Innovation" gefördert. An der Weiterentwicklung war außerdem das Technologie-Zentrum Informatik und Informationstechnik (TZI) der Universität Bremen beteiligt. |
| Weitergehende Information/ | http://www.ubimax.com/de/portfolio/xpick.html |

| | |
|---|---|
| Kontakt | |
| Ähnliche Assistenzsysteme | Picavi: https://picavi.com |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie"]* | |
| Aufgabenspektrum | Die Anwendung ermöglicht eine Darstellung von Einzel- und Multi-Order-Kommissionierungsaufträgen sowie Informationen über Regal- und Ablagepositionen von Artikeln. Ziel ist die Steigerung der Produktivität, die Fehlerreduzierung und die Erhöhung der Ergonomie im Arbeitsumfeld. Aktuell kommt das System unter anderem bei DHL, Ricoh, Schnellecke Logistics, John Deere zum Testeinsatz. |
| Individualisierbarkeit/Kontextsensitivität | Für jede/n Facharbeiter/-in werden individuelle Einstellungen (z. B. Sprache, rot/grün Schwäche, Fähigkeitslevel) abgerufen. |
| Transferpotenzial | Vom Anbieter sind ähnliche Systeme für Montage, Service und Instandhaltung, Remote Serviceleistungen bereits im Einsatz. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Wearable |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Das System erlaubt die beidhändige Arbeit, da keine Liste oder Handgerät getragen werden muss. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | System bietet eine Schnittstelle zum Lagerverwaltungssystem; neue Kommisionierungsaufträge werden direkt abgerufen. Bei grundlegenden Prozessänderungen können zusätzliche Service-Leistungen vom Anbieter in Anspruch genommen werden. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Bei Systemeinführung werden in einem Service Level Agreement detaillierte Robustheits-Anforderungen festgelegt. Der aktuelle Kommisionierungsstand ist im System hinterlegt und kann bei einem Systemfehler/-absturz mit der gleichen Brille oder einem Ersatzgerät abgerufen werden. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungsspielraum | Selbstständige Auswahl der Arbeitsweise im Rahmen der vordefinierten Arbeitsschritte möglich. |
| Lernförderlichkeit | Das System bildet lineare Prozesse ab und zeigt nur relevante Informationen an, bei Bedarf ist aber ein Zugriff auf weitere Informationen möglich. Zudem kann per Videosignal direkt Kontakt mit der Werksleitung aufgenommen werden. Das System bietet sich insbesondere zum Anlernen an. |
| Erfüllung individueller Tätigkeitsanforderungen | Das System wirkt befähigend, indem es die Mobilität und beidhändige Arbeit des Trägers bei gleichzeitiger Informationsvertiefung ermöglicht. |
| Inklusionspotenzial | Das System hat ein hohes Inklusionspotenzial. Sowohl sprachliche als auch körperliche Defizite lassen sich kompensieren. |

| **Anforderungs-niveau: Niedrig** | **Oberkörper-Exoskelett** |
|---|---|
| *Stuttgart Exo-Jacket* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration |  <br>© Foto Fraunhofer IPA, Rainer Bez |
| Kurzbeschreibung | Das Exoskelett folgt Bewegungen der Arme und bietet aktive Kraftunterstützung. Es dient damit der Entlastung bei Hebetätigkeiten und Überkopfarbeit. |
| Technologien | Motoren<br>Sensoren<br>Touchscreen LCD (v2.0)<br>WLAN (v2.0) |
| Assistenzsystem | Technisch |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Physisch-motorisch |
| Art der Arbeitsorganisation | Personengebunden |
| Entwicklungsstand | FuE<br>Demonstrator |
| Branche | Logistik<br>Industrielle Produktion<br>Schwermontage<br>Handwerk |
| Einsatzgebiet | Hebe- und Tragetätigkeit<br>Überkopfarbeit |
| Zielgruppe | Facharbeiter/ -innen |
| Kosten | Stückpreis > 15.000€ |
| Anbieter | Fraunhofer IPA, Stuttgart |
| Förderung und Kooperation | Die Forschungsschritte wurden finanziert durch die Fraunhofer Forschung des Vorstandes „Ehoch3“, das BMWi ZIM Verbundprojekt „Überkopf“ und die Technologiepartner EGEAS GMBH und Co KG, BE Power GmbH, CONTAC AG. |
| Weitergehende Information/ Kontakt | https://www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/documents/Kompetenzen/Biomechatronische-Systeme/Flyer_Stuttgart_Exojacket_offen.pdf |
| Ähnliche | smart ASSIST: |

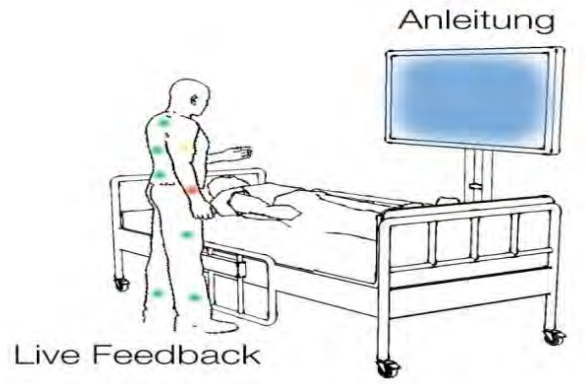
| | |
|---|---|
| Assistenzsysteme | http://www.humanhybridrobot.info/smart-assist<br>https://www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/smart-assist.<br>Ortas:<br>https://www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/ortas und<br>https://www.bmbf.de/pub/Projektgalerie_2013.pdf |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie"]* | |
| Aufgabenspektrum | Das Stuttgart Exo-Jacket unterstützt Menschen bei schwerer körperlicher Arbeit vor allem in Produktion und Logistik. Die Anwendung ist mit Antriebsmodulen an den Ellenbogen- und Schultergelenken ausgestattet, die bei Belastungen zusätzliche Energie zuführen, aber auch als Freilaufgelenke nutzbar sind. Ebenso unterstützen Gelenkketten an den Schultern und ein an die menschliche Wirbelsäule angelehntes Rückenmodul passiv, lassen dabei aber alle Bewegungen dieser Körperpartien zu. Auf diese Weise kann der Träger schwere Lasten heben, ohne Einschränkungen durch das Oberkörper-Exoskelett in Kauf nehmen zu müssen. Da die Motoren bei den Bewegungen nicht permanent aktiviert werden müssen, verbraucht die Anwendung weniger Energie als herkömmliche Lösungen. Außerdem schützt sie Wirbelsäule des Trägers vor falschen Bewegungen und beugt Gelenkschäden durch Überbelastung vor. Das System in der Version 2.0 überträgt Daten zu kinematischen und kinetischen Parametern über WLAN und bietet eine Ergonomie-Überwachung mit Teaching-Funktion und Sprach-Feedback. |
| Individualisier-barkeit/Kontext-sensitivität | Die Exoskelett-Parameter können individuell auf den Nutzer angepasst werden. Ein modularer Aufbau erlaubt zudem eine flexible Anpassung für verschiedene Aufgaben. |
| Transferpotenzial | Das System wird bereits in verschiedenen Branchen eingesetzt. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Wearable |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Das System kann ohne Anpassungen in der Arbeitsorganisation eingesetzt werden. Das Exoskelett muss generell der Aufgabe folgen. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Eine Aktualisierung des Systems findet durch Servicedienstleiter statt. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Bei einem Systemfehler wird ein Freezemode aktiviert, kein Let-Loose Mode. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Das System unterstützt körperliche Funktionen aktiv, indem es die Bewegungen des Trägers nachahmt und verstärkt. Der Handlungs- und Entscheidungsspielraum des Trägers bleibt unberührt bzw. wird erweitert. |
| Lernförderlichkeit | Das System in der Version 2.0 bietet eine Teaching-Funktion für Träger bei Durchführung unterschiedlicher Arbeitsprozesse. |
| Erfüllung | Das System dient sowohl der Entlastung des Oberkörpers |

| | |
|---|---|
| individueller Tätigkeits-anforderungen | und der Vorbeugung von Verletzungen als auch der Kompensation bei geminderten Kräften. |
| Inklusionspotenzial | Das System kann die Inklusion von Personen mit geringeren oder nachlassenden Kräften fördern. Aktuell wird das System zur beruflichen Inklusion von Menschen mit Behinderungen oder leistungsgeminderten Menschen vom Systemanbieter diskutiert. |

| **Anforderungs-niveau: Niedrig** | **Adaptive Hilfe zum Heben schwerer Lasten** |
|---|---|
| *German Bionic CRAY* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration | <br>© GBS German Bionic Systems |
| Kurzbeschreibung | Das Exoskelett entlastet den unteren Rücken des Trägers beim Heben von schweren Gegenständen, indem es die Bewegungen des Trägers nachahmt und verstärkt. |
| Technologien | Motoren<br>Sensoren<br>Open Source Cloud-Software-Plattform, ermöglicht Maschinelles Lernen und KI-Funktionalität<br>Smartwatch Anwendung |
| Assistenzsystem | Digital |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Physisch-motorisch |
| Art der Arbeitsorganisation | Personengebunden |
| Entwicklungsstand | Produkt |
| Branche | Industrielle Produktion, z. B. Automobilbranche |
| Einsatzgebiet | Fertigungsstraßen, Lager |
| Zielgruppe | Facharbeiter/ -innen |
| Kosten | Die Stückkosten dürften voraussichtlich bei 30.000-40.000 Euro liegen. |
| Anbieter | GBS German Bionic Systems GmbH, Augsburg |
| Förderung und Kooperation | Die Grundzüge des Systems basieren auf Forschungsergebnissen aus dem EU-Projekt Robo-Mate. Seit 2016 wird das System eigenständig in der GBS German Bionic Systems GmbH weiterentwickelt. |
| Weitergehende Information/ Kontakt | https://www.germanbionic.de |
| Ähnliche Assistenzsysteme | Exoskelett "Hybrid Assistive Limb" - HAL® (hybride unterstützende Gliedmaße): https://www.cyberdyne.jp/english/products/HAL/ |
| **Nutzen des Systems** | |

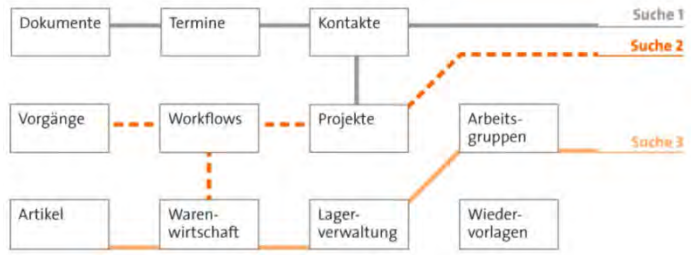
| | |
|---|---|
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie"]* | |
| Aufgabenspektrum | Das System wurde unter dem Leitsatz „Kombination aus menschlicher Intelligenz und maschineller Stärke" speziell für die manuelle Handhabe von Gütern und Werkzeugen konzipiert und verringert beim Heben schwerer Lasten den Kompressionsdruck im unteren Rückenbereich. Damit wird Verletzungen vorgebeugt. Das System ist darauf ausgelegt, Arbeiter/-innen bei Lasten von zehn bis 15 Kilogramm zu unterstützen. Das Exoskelett wurde in Kooperation mit Fiat entwickelt und ist vor allem für den Einsatz in der Automobilindustrie gedacht. In dem Exoskelett kommen fortgeschrittene mikromechanische Komponenten und ein ergonomisches, ultraleichtes Tragesystem zum Einsatz. Dem Träger ermöglicht dies, beispielsweise ein schweres Werkzeug problemlos zu positionieren oder kontinuierlich zu bedienen. Die Cloud-Software-Plattform des German Bionic CRAY basiert auf Open Source-Technologie und offenen Standards. Hierüber sollen alle Daten, die über die Sensoren in den Exoskeletten gesammelt werden, zu Analyse- und Forschungszwecken anonymisiert und frei verfügbar gemacht werden. Zudem ermöglicht das System maschinelles Lernen und KI-Funktionalität. |
| Individualisier-barkeit/Kontext-sensitivität | Durch Eingabe von Körpergröße und Gewicht passt sich das System dem Nutzer an. |
| Transferpotenzial | Übertragbarkeit in andere Bereiche mit schwerer körper-licher Arbeit, wie Baugewerbe, Logistik oder Pflege. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Wearable |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Das System kann ohne Anpassungen in der Arbeitsorganisation eingesetzt werden. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Eine Aktualisierung des Systems findet voraussichtlich durch den Hersteller im Rahmen von Service-Verträgen statt. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Bei einem Systemausfall (z. B. Kabelbruch, Spannungsabfall des Akkus) schaltet sich das System ab, der Träger kann sich aber weiterhin gegen die Getriebereibung bewegen. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Das System unterstützt körperliche Funktionen aktiv, indem es die Bewegungen des Trägers nachahmt und verstärkt. Der Handlungs- und Entscheidungsspielraum des Trägers bleibt unberührt bzw. wird durch die aktive Unterstützung erweitert. |
| Lernförderlichkeit | Für die Zukunft ist die Entwicklung von Konzepten zur Förderung von ergonomischen Bewegungsabläufen durch unterschiedliche Unterstützungsleistungen geplant. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Das System dient sowohl der Entlastung des Rückens und der Vorbeugung von Verletzungen als auch der Kompensation bei geminderten Hebefähigkeiten. |
| Inklusionspotenzial | Das System kann die Inklusion von Personen mit geringeren oder nachlassenden Hebefähigkeiten fördern. |

## 4.2 Systeme mit mittlerem Anforderungsniveau

| **Anforderungs-niveau: Mittel** | **Virtueller Ergonomietrainer in der Pflegeausbildung** |
|---|---|
| *ERTRAG-Projekt* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration |  <br>Quelle: http://ertrag-projekt.de |
| Kurzbeschreibung | Das System ermittelt Referenzstandards zur ergonomisch optimalen Ausführung von Pflegetätigkeiten. Diese bilden die Grundlage für einen softwarebasierten Ergonomietrainer, der die Bewegungsausführung von Auszubildenden sensorisch erfasst und dem Nutzer visuelles Echtzeit-Feedback gibt. Ein ganzheitliches Lernkonzept unterstützt den Nutzer im Erlernen von ergonomischen Handlungsabläufen. |
| Technologien | Sensoren: 3D Kamera, 2D Kameras, Ultraschallsensorik von Drittanbietern<br>Software: Anwendung von Maschinenlernverfahren, Entwicklung von digitalen Skelettmodell und Modellrepräsentationen von idealen Bewegungsausführungen, sog. Referenzstandards |
| Assistenzsystem | Tutoriell |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Arbeitsplatzgebunden |
| Entwicklungsstand | FuE - das ERTRAG Konsortium entwickelt aktuell einen Prototypen |
| Branche | Gesundheitswesen |
| Einsatzgebiet | Pflege |
| Zielgruppe | Pflegepersonal |
| Kosten | ca. 1.000 - 10.000€ |
| Anbieter | TWT GmbH Science & Innovation, Stuttgart<br>Hochschule Ravensburg-Weingarten<br>Universität Konstanz<br>Sarissa GmbH |
| Förderung und Kooperation | Förderung durch das BMBF (Laufzeit 06/2016 - 05/2019) |

| | |
|---|---|
| Weitergehende Information/ Kontakt | http://ertrag-projekt.de |
| Ähnliche Assistenzsysteme | Projekt „ICSPACE“ - Virtueller Trainingsraum: http://ekvv.uni-bielefeld.de/blog/pressemitteilungen/entry/intelligent_bewegung_trainieren_in_der<br>PostureScreen Mobile: https://itunes.apple.com/us/app/posturescreen-posture-movement-body-composition/id405109185?mt=8<br>Movecontrol Analysing System: http://www.biomechanicalsolutions.de/de/produkte/bewegungsanalyse/movecontrol-analysing-system.html<br>Simi Shape 3D - Markerlose Bewegungserfassung und -analyse: http://www.simi.com/de/produkte/bewegungsanalyse/markerless-motion-capture.html |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie“]* | |
| Aufgabenspektrum | Mit Hilfe von visuellen, ultraschall-basierten und weiteren Sensorsystemen (z. B. 3D-Kamera) wird die Ausführung von Pflegetätigkeiten ergonomisch geschulter Experten aufgezeichnet und auf ein digitales Skelettmodell übertragen. Unter Anwendung von Maschinenlernverfahren werden die optimalen Bewegungsabläufe als Referenzstandards für eine Software ermittelt. Darauf aufbauend dient das System als softwarebasierter Ergonomietrainer für Auszubildende, der die Ausführung von Bewegungen sensorisch erfasst, und mit dem Referenzstandard abgleicht. Ein multimodales Lernkonzept unterstützt den Nutzer durch visuelle, auditive oder haptische Bewegungsanleitungen und (Echtzeit-)Feedback zur Verbesserung ergonomischer Bewegungsausführung. |
| Individualisier-barkeit/Kontext-sensitivität | Das System erfasst die Bewegungen des Nutzers sensorisch und gibt dem Nutzer individuelles, auf sein Können und seinen Lernfortschritt zugeschnittenes Feedback zu ergonomisch optimaleren Bewegungsabläufen. |
| Transferpotenzial | Die Entwicklung fokussiert sich zunächst auf einen Einsatz bei Auszubildenden in der Pflege. Das System lässt sich prinzipiell auch auf andere Bereiche transferieren, in denen Bewegungen erlernt und korrekt ausgeführt werden müssen, z. B. im Bereich Sport oder Rehabilitation, und könnte sich weitergehend zur Anleitung von Privatpersonen zur Pflege von Angehörigen oder Freunden eignen. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation“]* | |
| Mobilität | Stationäre/mobile Installation |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Für den Einsatz des Systems müssen Pflegeplätze mit Sensorik (3D-Kamera) und visuelle/akustische Geräte für ein Feedback ausgestattet werden. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Das System wird eine Schnittstelle für die Anbindung von weiteren Soft- und Hardwarekomponenten bieten, so dass beispielsweise weitere autorisierte Mobilapplikationen auf die Systeminhalte zugreifen können. |

| | |
|---|---|
| Fehlertoleranz, Robustheit | Ein zentraler Bestandteil des Forschungsprojektes ist die Entwicklung einer hilfreichen und unaufdringlichen Benutzerinteraktion. Zusätzlich wird im System ein „Workload Classifier“ integriert, der die aktuelle mentale Aufnahmefähigkeit der Benutzer einstuft. Dadurch kann das System die Interaktion mit den Benutzern reduzieren, sobald bzw. bevor Benutzer irritiert auf das System reagieren. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch“]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Das System erfasst und bewertet Bewegungsabläufe des Nutzers und zeigt Vorschläge zur Verbesserung der ergonomischen Ausführung an. Dabei sind die Nutzereinbindung und Fragen des Datenschutzes wichtige Aspekte des Projektes. Das System steht den Pflegekräften also „beratend“ zur Seite aber wird den Handlungs- und Entscheidungsspielraum der Pflegekräfte praktisch nicht eingrenzen. |
| Lernförderlichkeit | Das System dient als Trainer zur Verbesserung der individuellen Bewegungsabläufe. Als Lernmethode soll das Konzept des Cognitive Apprenticeship zum Einsatz kommen. Innerhalb des Projekts wurde ein Framework für computer-unterstütztes motorisches Lernen entwickelt, das als Grundlage dienen soll. Darüber hinaus werden Gamifizierungs-Ansätzen zur spielerischen Vermittlung der Lehrinhalt untersucht. Ein multimodales Lernkonzept stellt sicher, dass Nutzern zwischen verschiedenen Modalitäten für Bewegungsanleitungen und Feedback wählen können. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Das System dient vorwiegend der Entlastung des Rückens und der Vorbeugung von Rückenbeschwerden. |
| Inklusionspotenzial | Durch die Visualisierung ist eine sprachunabhängige Anwendung möglich.<br>Durch das fortschrittliche Benutzerinterface und den integrierten „Workload Classifier“ kann die Art und Häufigkeit der Interaktion des Lernsystems mit dem Benutzer moduliert werden, so dass einem breiten Benutzerspektrum hilfreiche Assistenz geboten werden kann. |

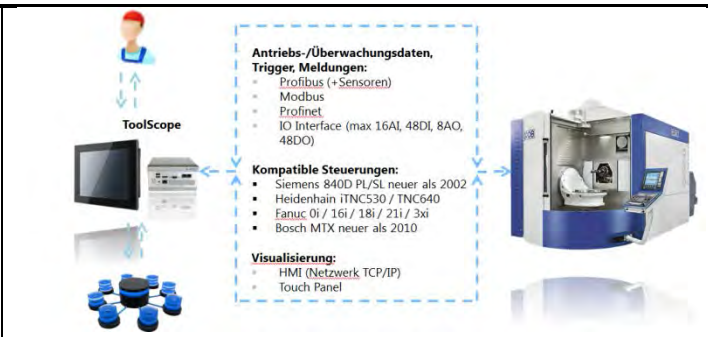
| Anforderungs-niveau: Mittel | Intuitive Kundenmanagement-Software |
|---|---|
| *DL Kontaktmanager* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration |  <br>© Dräger & Lienert Informationsmanagement GbR |
| Kurzbeschreibung | Der DL Kontaktmanager funktioniert wie ein übliches Customer-Relations-Management-System, hat aber zahlreiche Zusatzfunktionen. Ziel ist eine inklusive Zusammenarbeit von sehenden und blinden Menschen. Im Mittelpunkt steht ein alternatives User-Interface und die Verbesserung bestehender Software-Produkte für Sehbehinderte durch spezifische sensorische Unterstützung beim Hören und Sehen, z. B. Sprachausgabe, Braille-Zeile unter dem Monitor. |
| Technologien | Bürosoftware<br>In Abhängigkeit der Module und angestrebten Funktionalitäten: zusätzliche Sensorik (z. B. RFID-Tags zum Erkennen von Objekten und Gegenständen) und Software für Texterkennung, Sprachausgabe und Lokalisierung |
| Assistenzsystem | Digital |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Kognitiv<br>Sensorisch |
| Art der Arbeitsorganisation | Arbeitsplatzgebunden |
| Entwicklungsstand | Produkt |
| Branche | Beratung, technisches Consulting<br>Verwaltung, Geschäftsprozessmanagement<br>Logistik |
| Einsatzgebiet | - |
| Zielgruppe | Sachbearbeiter/-innen |
| Kosten | Abhängig von der Zusammenstellung der insgesamt 40 Module. |
| Anbieter | Dräger & Lienert Informationsmanagement GbR („Hilfsmittel für Blinde“), Marburg |
| Weitergehende Information/ Kontakt | http://www.dlinfo.de/produkte/dl-kontaktmanager/<br>http://www.dlinfo.de/fileadmin/PDF/Prospekte_zu_Produkten/DraegerLienert_Kontaktmanager_Barrierefrei.pdf<br>BMAS-Praxissammlung „Gesundheit und Teilhabe in der Arbeitswelt 4.0“ (2017):<br>https://www.arbeitenviernull.de/fileadmin/Downloads/Praxissammlung-Gesundheit-und-Teilhabe.pdf |

| | |
|---|---|
| Ähnliche Assistenzsysteme | Weitere Produkte in der DL-Produktfamilie: „Elektronisches Telefonbuch“; „EasyTask“ |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie“]* | |
| Aufgabenspektrum | Der DL Kontaktmanager stellt v. a. sinnvolle Beziehungen zwischen Daten aus verschiedenen Quellen her. Kontakte, Termine, Angebote, Workflows und Historien können verwaltet werden, auch eine Verknüpfung zur Lagerhaltung ist möglich. Durch eine zusätzliche App können Blinde zu Objekten im Vorratslager geleitet werden. Im Rahmen der Verwaltungstätigkeit, kann der DL Kontaktmanager für eine bestimmte Kontaktperson anzeigen, ob und welche gemeinsamen Termine anstehen, ob Fristen, offene Aufgaben oder offene Rechnungen bestehen. Auch können Anrufer automatisch erkannt werden. Die Mitarbeiter/-innen erhalten dann direkten Zugriff auf Dokumente, welche in Zusammenhang mit dem Anrufer/der Anruferin stehen bzw. vom ihm/ihr übermittelt wurden. |
| Individualisierbarkeit/Kontextsensitivität | Über entsprechende (Vor-)Einstellungen kann das System an die individuellen sensorischen Fähigkeiten angepasst werden. Eine sensorische Erfassung des Arbeitskontextes findet optional über Spracherkennung statt. Eine adaptive und situative Unterstützung ist hinsichtlich visueller oder auditiver Inhaltsausgabe, Vergrößerung von Schriften bzw. der Anzeige von Braille-Schrift möglich und kann vom Nutzer selbst eingestellt werden. |
| Transferpotenzial | Der DL Kontaktmanager wurde für Tätigkeiten in den Bereichen Organisation, Beratung, Service, Marketing, Vertrieb und Planung entwickelt. Er bietet damit eine Anschlussfähigkeit an verschiedene Branchen. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation“]* | |
| Mobilität | Es handelt sich um eine Software, die in die bestehende Geräte- und Systemarchitektur integriert werden kann, auch an mobilen Arbeitsplätzen. |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Der DL Kontaktmanager bildet bestehende Arbeitsabläufe ab und kann an neue Anforderungen einfach angepasst werden. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Die Software bietet eine Schnittstelle zu Inhalten und Fachinformationen im jeweiligen Betriebssystem. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Die Software verhindert verschiedene vorab definierte „Falsch-Eingaben“, z. B. den Eintrag von Buchstaben in Zahlenfeldern. Weiterhin ist kein Speichern eines Kontaktprofils ohne Eingabe der Email-Adresse möglich. Die Systemnutzer haben auch die Möglichkeit die Fehlertoleranz selbst zu konfigurieren und beispielsweise unvollständige Systemeinträge auf „Wiedervorlage“ zu setzen. Übergreifendes Ziel ist die Vermeidung inkonsistenter Daten. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch“]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungsspielraum | Das System läuft im Hintergrund mit. Der Handlungs- und Entscheidungsspielraum wird durch die sensorische Befähigung und Vereinfachung bzw. Beschleunigung von Tätigkeiten vergrößert. Beispielsweise wird ein Anrufer von der Software erkannt; über die Braille-Anzeige erfolgt |

| | |
|---|---|
| | eine Meldung an den entsprechenden Mitarbeiter. Vorherige Gesprächsnotizen werden unmittelbar zur Verfügung gestellt. |
| Lernförderlichkeit | Die Software ermöglicht den Einstieg in ein initial klar umrissenes Themengebiet. Im Zeitverlauf erhält der Nutzer Zugriff auf mehr Informationen und Funktionalitäten. Der sukkzessive Einstiegsprozess ermöglicht die Befähigung zu schwerer werdenden Aufgaben und Tätigkeiten. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Verstärkung und Befähigung |
| Inklusionspotenzial | Das Assistenzsystem bietet Inklusionsmöglichkeiten für blinde und sehbeeinträchtigte Personen sowie Personen mit motorischen Einschränkungen (z. B. Spastiken) und Hörgeschädigte. |

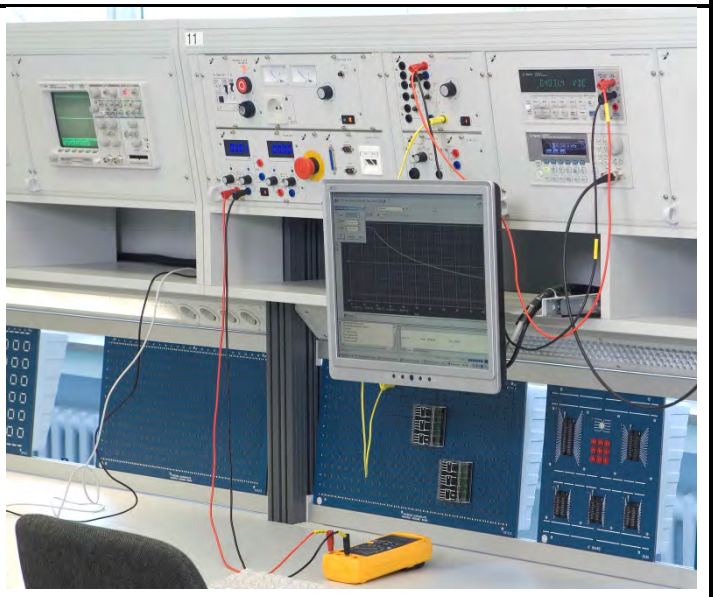
| **Anforderungs-niveau: Mittel** | **Intelligente Bilderverarbeitungssoftware** |
|---|---|
| *Schlauer Klaus* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration | <br>© OPTIMUM |
| Kurzbeschreibung | Die intelligente Bilderkennungssoftware dient als Ersatz für herkömmliche Text-, Bild- und Videoanleitungen. Sie führt Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen mit einer Monitoranzeige durch einen Arbeitsprozess. Die Arbeitsschritte werden mithilfe einer Kamera auf Richtigkeit überprüft und das positive Ergebnis bei Bedarf dokumentiert. Der Anbieter fasst die digitale Assistenz wie folgt zusammen: Anleiten – Überprüfen – Bestätigen – Dokumentieren. |
| Technologien | Kamera(s) mit spezifischen Objektiven<br>Computer mit individuell angepasster Software<br>Datenbankmanagement<br>Beleuchtungseinheit |
| Assistenzsystem | Digital |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Arbeitsplatzgebunden |
| Entwicklungsstand | Produkt |
| Branche | Logistik<br>Produktion |
| Einsatzgebiet | Wareneingangskontrolle (Logistik)<br>Kommissionierung und Warenausgangskontrolle (Logistik)<br>Industrielle Fertigung und Montage (Produktion)<br>Qualitätssicherung (Produktion) |
| Zielgruppe | Facharbeiter/ -innen |
| Kosten | ab 25.000€ |
| Anbieter | OPTIMUM datamanagement solutions GmbH, Karlsruhe |
| Förderung und Kooperation | Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des BMWi |
| Weitergehende Information/ Kontakt | https://www.optimum-gmbh.de/der-schlaue-klaus.html |
| Ähnliche Assistenzsysteme | - |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie“]* | |
| Aufgabenspektrum | Das System bietet Arbeiter/-innen Unterstützung beim Identifizieren in der Wareneingangs- und Warenausgangskontrolle oder zur Rücknahme und |

| | |
|---|---|
| | Einlagerung von Produkten und Bauteilen und Montieren von Bauteilen. Darüber hinaus können zum Kontrollieren Produkte eindeutig identifiziert, auf Richtigkeit überprüft und dokumentiert werden. Das System zeigt dem Nutzer die Arbeitsschritte an, überprüft die Durchführung dieser und gibt bei korrekter Ausdührung ein postivies Feedback. Zudem werden Teilprozesse, wie z. B. die Dokumentation und Auswertung von Prozessdaten, automatisiert. |
| Individualisier-barkeit/Kontext-sensitivität | Das System ermöglicht ein Abrufen von Nutzerprofilen, sammelt aber unter Berücksichtigung des Datenschutzes keine nutzerbasierten Daten. |
| Transferpotenzial | Branchenübergreifende Einsatzbarkeit:<br>- Industrie (Montage und Fertigung)<br>- Logistik<br>- Medizintechnik<br>- Automotive und Elektronik<br>- Luft- und Raumfahrttechnik<br>Ziel ist ein branchenübergreifender Transfer von Prozessmaßen der automatisierten Fertigung zur manuellen Fertigung. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Mobile Installation: Es handelt sich um eine Software, die in der bestehenden Infrastruktur verbaut wird. Zudem sind AR-Brillen (Wearables) anschliessbar. |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Das Assistenzsystem wird mithilfe von Schnittstellen in die bestehende System-Infrastruktur eingebettet. Bei auftretenden Produktfehlern erhält der Nutzer/die Nutzerin detaillierte Informationen, welcher vorherige Prozess den Fehler verursacht hat und kann schnell reagieren. Es ist auch möglich, das Assistenzsystem zur reinen Dokumentation zu nutzen. Die Anpassungen in der Arbeitsorganisation sind gering. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Inhalte können jederzeit durch den autorisierten Nutzer selbst aktualisiert werden. Updates erfolgen durch den Anbieter. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Nach einem Systemabsturz kann das System wieder hochgefahren werden und der letzte Arbeitsstand wird automatisch abgerufen. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Selbstständige Auswahl der Arbeitsweise im Rahmen der vordefinierten „Idealabläufe" möglich. Es erfolgt eine sensorische Erfassung zur Überprüfung und Bestätigung von Tätigkeitsabläufen. |
| Lernförderlichkeit | Lernpotenziale bei der Nutzung durch Rückspiegelung des Arbeitsergebnisses. Zudem bestehen Ansätze zur Gamification. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Prävention und Entlastung<br>Kompensation und Ausgleich<br>Verstärkung und Befähigung |
| Inklusionspotenzial | Die Software bietet Inklusionsmöglichkeiten für physisch bzw. psychisch leistungsgeminderte Personen, indem diese durch die digitale Assistenz befähigt bzw. unterstützt werden. |

| **Anforderungs-niveau: Mittel** | **Assistenz- und Überwachungssystem für die zerspanende Fertigung** |
|---|---|
| *Komet ® Brinkhaus ToolScope* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration |  <br>© KOMET BRINKHAUS GmbH |
| Kurzbeschreibung | Die Technologie bietet eine Prozess-, Betriebs- und Maschinenüberwachung auf Basis einer statistischen Prozesskontrolle. |
| Technologien | Maschineninterne Signale<br>Optional: Sensoren<br>Maschinenbedienoberfläche oder Touch Screen<br>Freischaltbare Apps<br>Cloud Funktionen<br>Auswertesoftware auf Arbeitsplatz PCs |
| Assistenzsystem | Digital |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Sensorisch<br>Kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Arbeitsplatzgebunden |
| Entwicklungsstand | Produkt |
| Branche | Industrielle Produktion |
| Einsatzgebiet | Fertigung |
| Zielgruppe | Facharbeiter, Maschinenbediener, Prozessplaner/ -innen |
| Kosten | 10.000 - 20.000 Euro (beinhaltet Hardware, Software und Service). Preisstaffelung nach Aufwand. |
| Anbieter | KOMET BRINKHAUS GmbH |
| Förderung und Kooperation | Die damalige Brinkhaus GmbH bekam auf Mitteln des ERP eine rückzahlbare Förderung der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Dabei beteiligte sich die KfW zusammen mit dem Hannover Investition Fond (HIF) und der Mittelständischen Beteiligungsgesellschaft (MBG) als stiller Gesellschafter an der Brinkhaus GmbH. Die Mittel wurden bei Kauf der Brinkhaus GmbH durch die KOMET Gruppe zurückgezahlt. |
| Weitergehende Information/ Kontakt | https://www.kometgroup.com/fileadmin/user_upload/9_downloads/informationen/KOMET-BRINKHAUS-ToolScope_DE.pdf |
| Ähnliche Assistenzsysteme | - |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie“]* | |

| | |
|---|---|
| Aufgabenspektrum | Die Prozess- und Maschinenüberwachung bietet eine statistische Prozesskontrolle, die neben der Überwachung auf Werkzeugbruch auch eine Überwachung auf deutlich geringere Fertigungsabweichungen ermöglicht und somit Verfahren der Prozess- und Qualitätskontrolle bietet. Daten von internen und externen Sensoren werden in einem strukturierten Format gespeichert und können über externe Schnittstellen (USB, Netzwerk) von anderen Geräten ausgelesen werden. Das System kann durch die Freischaltung von Softwarelizenzen um zusätzliche Überwachungsfunktionen erweitert werden. |
| Individualisier-barkeit/Kontext-sensitivität | Es können Benutzerinformationen an das Überwachungssystem übertragen werden. |
| Transferpotenzial | Das System bietet bereits eine große Einsatzbreite in der Fertigung. Neben den Standard-Bearbeitungsprozessen (z. B. Drehen, Fräsen, Bohren) kann das System in vielen anderen Prozessen eingesetzt werden (z. B. Räumen, Schleifen, Stanzen und Anstechen). |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Stationäre Installation |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Die Installation und Inbetriebnahme dauert ca. 1-2 Tage mit 4-8 Stunden Maschinenstillstand. Ca. 1-2 Tage zum Prozesseeinfahren. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Eine Aktualisierung kann durch Facharbeiter über einen USB-Stick mit Firmware-Update vor Ort erledigt werden. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Das Linux-basierte Betriebssystem arbeitet in Echtzeit und garantiert eine hohe Zuverlässigkeit. Erkannte Prozessfehler werden direkt an die PLC der Maschine übermittelt. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Das System zeichnet Prozessdaten automatisch auf, greift aber nicht in den Produktionsprozess ein. Der Handlungs- und Entscheidungsspielraum des Bedieners bleibt somit unberührt. |
| Lernförderlichkeit | Das System ist selbstlernend: Nach einer gewissen Anzahl von Prozessen setzt es selbstständig seine Grenzen. Diese Grenzen können später auch manuell angepasst werden. Durch eine Offline-Version können Prozessdaten analysiert werden und der Produktionsprozess optimiert werden. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Das System wirkt vorwiegend befähigend, indem es eine verbesserte Prozess- und Maschinenüberwachung bietet. |
| Inklusionspotenzial | Es besteht die Möglichkeit über Schnittstellen andere Systeme anzubinden, z. B. für optische oder akustische Signalisierung von Fehlerzuständen. |

## 4.3 Systeme mit hohem Anforderungsniveau

| **Anforderungs-niveau: Hoch** | **Integrierte Ausbildungssysteme für die Aus- und Weiterbildung in Elektronik und Elektrotechnik** |
|---|---|
| *Elabo AusbildungsSysteme* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration |  <br>Quelle: Elabo GmbH |
| Kurzbeschreibung | Das Sortiment von Elabo AusbildungsSysteme ist modular aufgebaut und bietet ein breites Spektrum an Fachmöbeln, Hard- und Software, Zubehör, Lehrmitteln und Fortbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte. Die AusbildungsSysteme von Elabo sind für die Aus- und Weiterbildung in der Elektronik und Elektrotechnik konzipiert. Sie kommen gleichermaßen in der betrieblichen und berufsschulischen Bildung zum Einsatz. Ziel ist ein flexibler, moderner, anwendungsnaher, fachlich substanzieller und effizienter Unterricht. |
| Technologien | Software<br>Technische Hardware<br>Sensorik<br>Ergonomische Möbel |
| Assistenzsystem | Tutoriell |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Arbeitsplatzgebunden |
| Entwicklungsstand | Am Markt erhältliches Produkt bzw. Dienstleistung |
| Branche | Elektronik- und Elektrotechnikindustrie |
| Einsatzgebiet | Lernsysteme u. a. für die Automatisierungstechnik, Steuerungs- und Antriebstechnik, Mess- und Prüftechnik und Sicherheitstechnik |
| Zielgruppe | Auszubildende<br>Lehrkräfte |

| | |
|---|---|
| Kosten | Die Kosten variieren nach individueller Ausstattung. |
| Anbieter | Elabo GmbH<br>Roßfelder Straße 56<br>74564 Crailsheim |
| Förderung und Kooperation | Die Elabo GmbH ist Teil der Arbeitsgruppe „Allianz 4.0“ in Baden-Württemberg, welche die Zukunftsfähigkeit mittelständischer Unternehmen adressiert. Weiterhin unterstützt sie die Initiative „Lernfabrik 4.0“ des Landes Baden-Württemberg. |
| Weitergehende Information/ Kontakt | Katalog Elabo AusbildungsSysteme<br>http://www.elabo.de/filestorage/Katalog_Ausbildungssysteme.pdf<br><br>Übersicht Elabo Arbeitsplatzsysteme<br>http://www.elabo.de/arbeitsplatzsysteme/?n=14<br><br>Mitteilung „Ausbildung zum Maschinenflüsterer für Smart Industry – euromicron-Tochter Elabo unterstützt Lernfabriken 4.0 des Landes Baden-Württemberg“<br>https://www.euromicron.de/downloads/referenzen/euromicron-case-study-smart-industry-ausbildung-maschinenfluesterer.pdf |
| Ähnliche Assistenzsysteme | Es existiert derzeit kein weiteres Komplettangebot intelligenter, modularer Ausbildungssysteme. |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie“]* | |
| Aufgabenspektrum | Moderne Technische Möbel, die auf die Anforderung des Lehrbetriebs abgestimmt sind, bilden die Basis des Sortiments von Elabo AusbildungsSysteme. Dazu zählen maßgeblich hochvariable Tischsysteme, Tischaufbauten - auch mit Versenktechnik sowie Schranksysteme und Mobile. Mit Teachware, Lehrmaterial, Experimentierfeldern und didaktischer Software unterstützt Elabo die Gestaltung eines intensiven Fachunterrichts. |
| Individualisierbarkeit/Kontextsensitivität | Mit dem Systembaukasten von Elabo können Lehrerplätze und Auszubildenden bzw. Schüler-/Studentenplätze sehr individuell ausgelegt werden. Der professionelle Standard verleiht den Schülern ein Vorgefühl auf ihre berufliche Zukunft und motiviert sie spürbar. |
| Transferpotenzial | |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation“]* | |
| Mobilität | |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Theorie und Praxis werden von Elabo eng miteinander verzahnt. Aus der Industrie übernommene Komponenten helfen, die Schüler im Unterricht mit der professionellen Realität vertraut zu machen. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Die Elabo AusbildungsSysteme sind modular konzipiert und können an neue Lernprofile angepasst werden. Auch die Möbel bestehen aus einzelnen Komponenten, die wie in einem Baukasten zu immer neuen Konfigurationen zusammengesetzt werden können. Das erlaubt die schnelle, kostengünstige Abstimmung auf veränderte |

| | |
|---|---|
| | Lernprogramme. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Bewegliche Elemente - speziell der Versenktechnik - sind mit einer Abschalt- und Löseautomatik versehen, die in Sekundenbruchteilen reagieren, wenn sich die Hand eines Schülers einklemmen könnte. Die elektrischen Leitungen sind soweit als möglich geschützt und verdeckt untergebracht. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Die Systeme sind modular konzipiert und können flexibel an Veränderungen in den Ausbildungskonzepten angepasst werden. Mit AusbildungsSystemen von Elabo werden Ausbilder und Lehrer in die Lage versetzt, einen fortschrittlichen und fachlich überzeugenden Unterricht gestalten zu können. Er ist durch den intelligenten Bezug zur künftigen Berufspraxis der Schüler zum Beispiel in der Industrie gekennzeichnet. Eine Hilfe sind dabei u. a. die spezielle Software und Netzwerktechnik, die Elabo für die Ausbildung anbietet. Durch diese können die Lehrkräfte beispielsweise mit dem Experimentierplatz-Konfigurator alle Geräte der Auszubildenden vorab einstellen, sodass „langweilige" Einstellungsarbeiten für die Lernenden entfallen. |
| Lernförderlichkeit | Elabo AusbildungsSysteme tragen gezielt zur Gestaltung einer intensiven Lernatmosphäre bei. Die funktionalen und ergonomischen Ausstattungen lenken die Aufmerksamkeit der Auszubildenden auf das Wesentliche. Auch die raumökonomischen Lösungen fördern die Konzentration und tragen dazu bei, dass die Lernatmosphäre selbst in dicht besetzten Unterrichtsräumen sehr gut ist. Die Lernqualität wird durch die detaillierte, automatische Dokumentation von Experimenten erhöht. Die Ausbilder und Lehrer erhalten im Anschluss an ein Experiment qualifizierte Daten zu den Einstellungen, Abläufen und Messergebnissen. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Mit dem Systembaukasten von Elabo kann die Ausstattung der Arbeitsplätze von Lehrenden und Lernenden sehr individuell ausgelegt werden. Die Möbel können modular nach Bedarf ausgebaut werden. Die Experimentierrahmen nehmen Lehrmittel nahezu aller Anbieter auf. |
| Inklusionspotenzial | Das Inklusionspotenzial von Elabo AusbildungsSysteme ist durch seine Modularität gegeben. Konfigurationen können problemlos geändert und jederzeit erweitert werden. Damit wird die Anpassung an neue bzw. individuelle Lehrinhalte und innovative pädagogische Konzepte unterstützt. |

| **Anforderungs-niveau: Hoch** | **Adaptive, kontextsensitive Hörassistenz** |
|---|---|
| *Kantate* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration | <br>© Thinkstock |
| Kurzbeschreibung | Die Beschäftigten in Support- und Servicecentern müssen sich in akustisch schwierigen Kommunikationsumgebungen unmittelbar auf die Belange der Kunden einstellen, ihr Anliegen erkennen und eine Lösung anbieten können. Dafür müssen sie beratungsrelevante Informationen über verschiedene elektronische Datenbanken zügig eingeben und abrufen. Allerdings kann insbesondere älteren Mitarbeitern eine schnelle, flexible Beratung durch ein bereits eingeschränktes Hörvermögen schwerer fallen. Die adaptive Hörassistenz schafft kognitive Entlastung durch ein verbessertes Sprachverstehen und höheren Hörkomfort. Störende Nebengeräusche, wie z. B. laute Pfeiftöne, können dabei mithilfe des Systems aus dem Telefonsignal herausgefiltert werden. |
| Technologien | Audioverarbeitung zur Unterstützung von Menschen mit einer Hörminderung, für den Anwendungsfall optimierte Verfahren aus Hörgerätetechnik<br>Telefone, Telefonanlagen, Telefonserver<br>Audioanbindung<br>Spracherkennung und Echtzeit-Dialoganalyse |
| Assistenzsystem | Digital |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Sensorisch<br>Kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Arbeitsplatzgebunden, allgemein Kommunikation per Telefon |
| Entwicklungsstand | Kognitive Unterstützung durch Spracherkennung: Demonstrator<br>Hörunterstützung: Produkt |
| Branche | Dienstleistungen, jedes Unternehmen mit telefonischer |

| | |
|---|---|
| | Kundenbetreuung |
| Einsatzgebiet | Telekommunikationsarbeitsplätze in Support- und Servicecentern, allgemein Büroarbeitsplätze mit Telefonnutzung |
| Zielgruppe | Hilfs- und Fachkräfte |
| Kosten | Stark abhängig von den technischen Anforderungen (z. B. vorhandene Infrastruktur, Integration in Telefonanlagen, vorhandene Use Cases vs. neue Verfahren zur branchenspezifischen Mustererkennung von Texten) und der betriebswirtschaftlichen Realisierung (z. B. unterschiedliche Lizenzmodelle) |
| Anbieter | Fraunhofer IDMT, Oldenburg<br>TARGIS GmbH, Oldenburg |
| Förderung und Kooperation | Das Projekt wurde im Rahmen der BMBF-Bekanntmachung „Mit 60+ mitten im Arbeitsleben“ zwischen September 2013 und August 2016 mit etwa 1,6 Millionen Euro gefördert. |
| Weitergehende Information/ Kontakt | https://www.idmt.fraunhofer.de/de/institute/projects_products/projects/expired_publicly_financed_research_projects/kantate.html<br><br>Winneke, Axel; Meis, Markus et al. (2016). „Messung der Höranstrengung älterer Mitarbeiter eines Callcenters mittels neuroergonomischer Messmethoden.“ Tagungsband der Konferenz „Zukunft Lebensräume“, April 2016, VDE-Verlag, Frankfurt/Main. |
| Ähnliche Assistenzsysteme | *Hörunterstützung ohne Speech-to-Text-System: Sennheiser MobileConnect*<br>Live-Audio-Streaming über die WiFi-Instrastruktur öffentlicher Bildungseinrichtungen auf das mobile Endgerät der Nutzer zur Ermöglichung eines schnellen, kosteneffizienten Bildungszugangs von hörbeeinträchtigten Schülern und Studenten<br>http://de-de.sennheiser.com/infocomm-2017-mobileconnect<br><br>*Sennheiser Kopfhörer RS 195*<br>(Hörunterstützung von Fraunhofer IDMT)<br>https://www.idmt.fraunhofer.de/de/Press_and_Media/press_releases/2015/Hoerverbesserung_durch_Sennheiser_Kopfhoerer.html<br><br>*Speech-to-Text Software ohne Hörunterstützung: IBM Watson*<br>Echtzeit-Spracherkennung, Echtzeit-Transkription und automatisches Übersetzen von Audioeingaben aus 7 Sprachen. Unterstützung beim Sprachverstehen. Call-Center als möglicher Anwendungsfall.<br>https://www.ibm.com/watson/services/speech-to-text/ |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie“]* | |
| Aufgabenspektrum | Das System unterstützt den Nutzer in zweierlei Weise: Das Telefonaudiosignal wird entsprechend der Hörminderung bzw. Präferenz des Nutzers so optimiert, dass der Nutzer den Anrufer besser verstehen kann und somit kognitiv weniger belastet wird.<br>Durch eine kontinuierliche Sprach- und Inhaltserkennung |

| | |
|---|---|
| | während des Kundengesprächs werden dem Call-Center-Beschäftigten automatisch Informationen aus den bestehenden Wissensdatenbanken und technischen Informationssystemen (z. B. Customer- Relation-Management-Systeme, Content Management- Systeme, E-Mail-Response-Management-Systeme, Produktkataloge) für die spezifische Beratung bereitgestellt. Damit entfallen manuelle Stichwortsuchen. |
| Individualisier-barkeit/Kontext-sensitivität | Das Assistenzsystem verspricht Verbesserungen im Sprachverstehen und im Hörkomfort durch eine sensorische Erfassung der Nutzerinteraktionen und persönlich anpassbare Hörunterstützung an die Präferenzen des Nutzers bzw. die jeweilige Aufgabe. |
| Transferpotenzial | Die Übertragbarkeit auf andere beratende Tätigkeiten, wie beispielsweise im Gesundheits- und Pflegebereich, ist vorgesehen. Die branchenübergreifende Relevanz ergibt sich aus der Tatsache, dass ältere Mitarbeiter aufgrund möglicher sensorischer und kognitiver Einschränkungen nicht nur in Call-Centern bei der Arbeitsplatzgestaltung besonders zu berücksichtigen sind. Die Technologie kann überall dort eingesetzt werden, wo Menschen telefonieren. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Aktuell wird insbesondere Festnetztelefonie adressiert. Erweiterung insbesondere der Hörunterstützung auf Mobiltelefone und mobile Endgeräte ist nahe liegend (Hörsystem als „Hearable") |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Die Software erfordert keine Anpassungen der Arbeitsorganisation. Sie läuft im Hintergrund mit und schafft kognitive Entlastung bei der Ausübung üblicher Call-Center-Tätigkeiten. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Die Hörunterstützung muss dem individuellen Bedarf des Nutzers angepasst werden. Verfahren, die dies schnell und effizient direkt am Telefonarbeitsplatz ermöglichen, wurden im Projekt entwickelt und sind einsatzbereit.<br>Die auf der Analyse des Sprachinhalts basierenden Systeme müssen an die jeweiligen Arbeitsbereiche angepasst werden. Die Software ist dann als lernendes System konzipiert und mit einer Wissensdatenbank hinterlegt. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Die Hörunterstützung greift in das Audiosignal ein. Bei entsprechender Sorgfalt in der Umsetzung arbeitet sie ohne Fehler und robust.<br>Die sprachbasierte Kommandoerkennung hat bereits eine hohe Robustheit erlangt. Die genutzten Spracherkenner des Fraunhofer IDMT ist für die Telefonie optimiert und insbesondere robust gegen dort auftretende Störungen und erlaubt die Anpassung der Erkennersysteme an den spezifischen Anwendungskontext. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Die selbständige Auswahl der Arbeitsweise ist weiterhin gegeben. Das Assistenzsystem läuft im Hintergrund mit und bietet kontextsensitive Hilfestellung an. |
| Lernförderlichkeit | Mit der automatischen Umwandlung von Sprache in Text ("Speech-to-Text") werden die am Telefon geführten Dialoge automatisch verschriftlicht und können im |

| | |
|---|---|
| | Anschluss nach Schlüsselwörtern durchsucht werden. Durch die kontinuierliche Sprach- und Inhaltserkennung können dem Telearbeiter zudem automatisch Informationen aus den bestehenden Wissensdatenbanken bereitgestellt werden. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Das System dient vor allem der Befähigung und auch der Prävention von kognitiver Überlastung. Menschen mit einer Hörminderung kann durch die Hörunterstützung der Zugang zu Telefonarbeitsplätzen ggf. erst ermöglicht werden. |
| Inklusionspotenzial | Eine Unterstützung von Call-Center-Beschäftigten durch eine automatische Spracherkennung und intuitiv bedienbare Mensch-Maschinen-Schnittstellen während des Kundengesprächs wird heute noch nicht praktiziert. Eine solche Unterstützung wäre allerdings insbesondere für ältere Beschäftigte (ca. 17 % der Beschäftigten haben eine Hörminderung, der Anteil nimmt ab 40 Jahre mit dem Alter rapide zu) sinnvoll, um den Zugang zu Telefonarbeitsplätzen zu ermöglichen, die Arbeitseffizienz zu steigern, Eingabefehler während des Kundenkontaktes zu reduzieren und die Arbeitszufriedenheit zu erhöhen. |

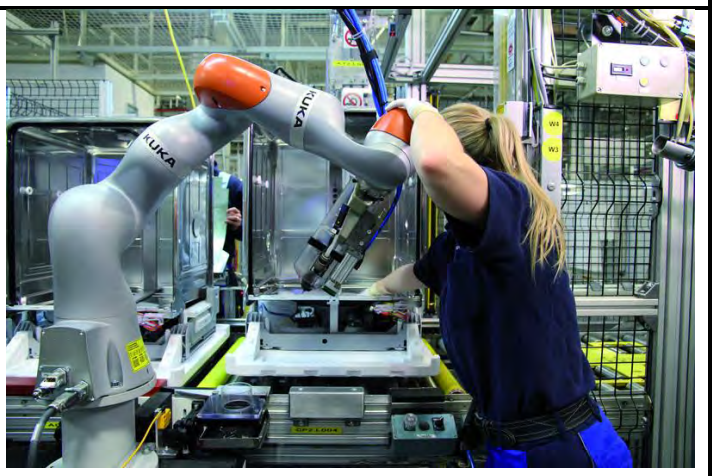
| Anforderungs-niveau: Hoch | Schutzhelm mit Head-up-Display und Sensorik |
|---|---|
| *Daqri Smart Helmet*[6] | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration | <br>© DAQRI |
| Kurzbeschreibung | Der Datenhelm ist ein hochfunktionales Wearable, das als tragbare Benutzerschnittstelle (Human Machine Interface) fungiert und so eine nahtlose Interaktion von Mensch und Gerät ermöglicht. Dabei verbindet er die Funktionen eines Schutzhelms mit den Eigenschaften moderner Technologien. |
| Technologien | Schutzhelm<br>Kameratechnik (Infrarot)<br>Sensorik<br>Head-up-Display<br>Augmented Reality<br>Intel Core m7 Prozessor (Datenverarbeitung)<br>Intel RealSense Technik |
| Assistenzsystem | Digital |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Sensorisch-kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Personengebunden |
| Entwicklungsstand | Der Smarte Helm wurde im Jahr 2014 als Prototyp fertiggestellt. Seit Herbst 2016 ist eine Entwickler-Version für industrielle Anwendungen am Markt erhältlich. |
| Branche | Produzierendes Gewerbe<br>Baugewerbe |
| Einsatzgebiet | Montage<br>Produktion<br>Hoch- und Tiefbau (z. B. Statik)<br>Straßenbau |
| Zielgruppe | Fachkräfte |

[6] Die Information für das Porträt zum *Daqri Smart Helmet* basieren ausschließlich auf eigenen Recherchen.

| | |
|---|---|
| | Spezialisten<br>Experten |
| Kosten | US$ 15.000 |
| Anbieter | Daqri, Los Angeles, USA |
| Förderung und Kooperation | Laut Bloomberg zuletzt möglicherweise US$200 Millionen private Förderung, dazu im Jahr 2013 etwa $15 Millionen privates Beteiligungskapital. |
| Weitergehende Information/ Kontakt | https://daqri.com/contact<br><br>"Schutzhelm weist den Weg"<br>https://www.golem.de/news/daqri-smart-helmet-schutzhelm-weist-den-weg-1409-109155.html<br><br>https://www.intel.de/content/www/de/de/industrial-automation/daqri-smart-helmet.html |
| Ähnliche Assistenzsysteme | AiR Enterprise<br>AR-Softwareplattform für Industrieunternehmen der US-Firma Atheer (http://atheerair.com/air-enterprise)<br><br>NuEyes Smartglasses<br>SmartGlasses für Sehbehinderte der US-Firma NuEyes – in Zusammenarbeit mit der US-Firma ODG (https://nueyes.com/products/) |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie"]* | |
| Aufgabenspektrum | Hinter dem großen, typischerweise blauen Visier befinden sich zwei Bildschirme, die Anweisungen und Hinweise zu anstehenden Aufgaben geben können. Sie sind ebenfalls in der Lage, Messstände von Maschinen abzulesen, die sie dann direkt analysieren, um dem Träger passende Handlungsempfehlungen einzublenden. Für die Orientierung im Raum hat der Datenhelm oben einen Trägheitssensor, zwei Kameras vorne am Inneren des Helms, zwei Kameras hinten sowie eine 3D-Kamera. Auf diese Weise kann er den Helmträger etwa anhand von Richtungsangaben auf den Bildschirmen Informationen über große Baustellen, den richtigen Arbeitsgeräten oder Bauteilen anzeigen, die ersetzt oder repariert werden müssen. |
| Individualisier-barkeit/Kontext-sensitivität | Die verbaute Sensorik dient der Kontexterfassung, insbesondere der Orientierung im Raum und Erkennung von Objekten, der Aufnahme von Fotos und Videos und der Erstellung von 3D-Karten. Diese können auf einem internen Flashspeicher abgelegt werden. Auf diese Weise wird eine individualisierte Assistenz ermöglicht. |
| Transferpotenzial | Die AR-Forschung des Unternehmens Daqri konzentriert sich derzeit auf industrielle Anwendungsfälle und wird in absehbarer Zukunft Transferpotenziale für die Branchen Architektur, Luftfahrt und Medizin wie auch für den Verbrauchermarkt ausloten. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Wearable |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Auf individueller Ebene des Helmträgers sind keine umfangreichen Anpassungen der Arbeitsorganisation notwendig. Auf unternehmerischer Ebene werden neue |

| | |
|---|---|
| | Schnittstellen zur bestehenden System-Infrastruktur und neue Tätigkeitsabläufe notwendig. Dies betrifft beispielsweise die Erstellung von 3D-Modellen: Mithilfe der an den Datenhelm gekoppelten Software „Daqri 4D Studio“ können etwa anhand der gesammelten Informationen über Räumlichkeiten vollständige 3D-Modelle von Anlagen erstellt werden. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Helmträger können mit Inhalten an verschiedenen Orten und Arten interagieren. Einige Inhalte sind auf physische Objekte festgelegt, die nur sichtbar sind, wenn das Objekt in das Sichtfeld des Helmträgers kommt. Andere Inhalte „folgen“ dem Benutzer (z. B. Sicherheitsrichtlinien), unabhängig davon, wo der bzw. die Nutzer/-in hinschaut. Irgendeine Art von Inhalt erscheint jedoch immer auf dem Display. Die Inhalte werden zentral verwaltet und regelmäßig aktualisiert, auch auf Basis der gesammelten Informationen im Arbeitsprozess. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Die AR-Systeme von Daqri laufen laut Firmen-Website auf einem robusten, hauseigenen Visual Operating System und passen sich den Anforderungen der Arbeitsumgebung an. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch“]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Der Handlungs- bzw. Entscheidungsspielraum des Helmträgers wird durch die vielfältige Informationsbereitstellung erweitert. Es erfolgt dabei keine aktive Kontrolle oder „Reglementierung“ der Ausführung von Tätigkeiten. |
| Lernförderlichkeit | Die Vision ist „Helm statt Handbuch“ (Wired 2016). Mittels visueller Empfehlungen und Anweisungen für die unmittelbare Tätigkeit auf kleinen Bildschirmen soll dem Träger die Arbeit vereinfacht werden. Bei Bedarf kann ein Experte per Videoanruf zugeschaltet und der ausführende Mitarbeiter direkt vor Ort angeleitet werden. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Übergreifendes Ziel des Datenhelms ist die Verbesserung der Arbeitssicherheit und die Erhöhung der Effizienz. |
| Inklusionspotenzial | Die Visualisierung ermöglicht eine sprachunabhängige Unterstützung und eine Anpassung an etwaige visuelle Einschränkungen (z. B. Sehbehinderung). Die Vielzahl an High-End-Funktionalitäten und verbauten Technologien macht den Datenhelm jedoch eher zu einem Expertensystem, das neben kognitiver Entlastung auch neue psychische Belastungen verursachen kann. |

## 4.4 Systeme mit variablem Anforderungsniveau

| **Anforderungs-niveau: Variabel** | **Modulare und sensitive Greifarme für die adaptive Mensch-Roboter-Kollaboration** |
|---|---|
| *Sensitive robotics LBR iiwa (Leichtbauroboter)* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration |  <br>© KUKA |
| Kurzbeschreibung | Der Leichtbauroboter LBR iiwa ist ein vielseitig einsetzbares automatisches Assistenzsystem. Als intelligenter, kollaborierender Roboter kann der LBR iiwa ohne Schutzzaun direkt mit dem Menschen zusammenarbeiten. Der Roboter kann jederzeit ohne Kraftaufwand oder Verletzungsgefahr berührt, weggedrückt oder festgehalten werden. Damit eignet er sich für viele Anwendungen, bei denen die Mitarbeiter vor allem Unterstützung bei einfachen, monotonen Abläufen oder Arbeiten mit ergonomisch ungünstigen Bewegungsabfolgen benötigen. |
| Technologien | Aktoren<br>Sensoren<br>Mechatronik |
| Assistenzsystem | Technisch |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Physisch-motorisch |
| Art der Arbeitsorganisation | Arbeitsplatzgebunden |
| Entwicklungsstand | Produkt |
| Branche | Automobilindustrie<br>Maschinenbau |
| Einsatzgebiet | Montage<br>Produktion |
| Zielgruppe | Facharbeiter |
| Kosten | Der Preis für den LBR iiwa bewegt sich im mittleren fünfstelligen Bereich, stark abhängig von der gewünschten Ausstattung und Applikation. Die Angabe des Preises für einen Roboter allein ist aber wenig |

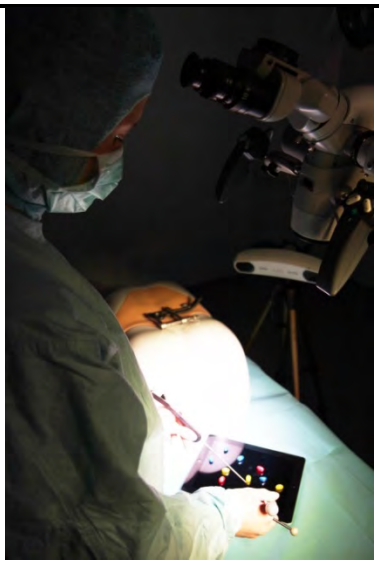
| | |
|---|---|
| | aussagekräftig. Dank der integrierten Sicherheitstechnologie entfallen wesentliche Ausgaben für Sicherheitstechnik und Peripherie. Durch die neuen Arbeitsmodelle in Mensch-Roboter-Kollaboration wird weniger Arbeitsraum benötigt, neue Prozesse verbinden mehrere herkömmliche Schritte und müssen dadurch auch neu bewertet werden. |
| Anbieter | KUKA Roboter GmbH |
| Förderung und Kooperation | k.A. |
| Weitergehende Information/ Kontakt | https://www.kuka.com/de-de/produkte-leistungen/robotersysteme/industrieroboter/lbr-iiwa |
| Ähnliche Assistenzsysteme | KUKA KMR iiwa: https://www.kuka.com/de-de/produkte-leistungen/mobilit%C3%A4t/mobile-roboter/kmr-iiwa KUKA flexFellow: https://www.kuka.com/de-de/produkte-leistungen/mobilit%C3%A4t/mobile-roboter/kuka-flexfellow |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie"]* | |
| Aufgabenspektrum | Die integrierte Gelenkmomentensensorik des LBR iiwa ermöglicht die Automatisierung feinfühliger Montageaufgaben für kraftgeregelte Fügevorgänge und Prozessüberwachung. Der Roboter wird so zur dritten Hand des Menschen und ist Arbeitskollege, der situationsgerecht reagieren und intelligent zusammenfügen kann. |
| Individualisier-barkeit/Kontext-sensitivität | Die sichere Gelenkmomentensensorik ermöglicht es, den Ablauf einer Roboterapplikation frei von Steuerungsequipment einfach über Gesten zu steuern, z. B. durch Berühren des Roboters. Der Bediener führt den Roboter von Hand in die gewünschten Positionen, während die Koordinaten angefahrener Bahnpunkte im Roboterprogramm gespeichert werden. |
| Transferpotenzial | Durch seine hohe Flexibilität ist der LBR iiwa geeignet, kleine Losgrößen oder große Produktvielfalt wirtschaftlich zu automatisieren. Dies kann den Weg in kleine und mittelgroße Firmen ebnen, wenn teure Restriktionen wie Schutzzäune ebenso wegfallen wie lange Programmierungszeiten. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Stationäre Installation |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Die Initialintegration des LBR iiwa in den Arbeitsprozess sollte gut geplant sein. Danach ist eine schnelle Inbetriebnahme, selbst für komplexe Aufgabenstellungen, aufgrund der darauf optimierten Steuerung möglich. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | 4-monatliche Softwareupdates ermöglichen es, einfach neue Funktionen zu ergänzen. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Durch vielfältige Sicherheitsfunktionen, wie zum Beispiel sichere Kollisions- und Krafterkennung, sicher reduzierte Geschwindigkeit sowie sichere Überwachungsräume des LBR iiwa (Performance-Level d, Kategorie 3) kann eine |

| | |
|---|---|
| | normkonforme Roboterapplikation realisiert werden. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Das System wird durch den Menschen angelernt. |
| Lernförderlichkeit | Das System basiert auf einer intuitiven Bedienung. Lernen im Sinne von Aus- und Weiterbildung steht hier nicht im Fokus. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Das System wirkt sowohl präventiv, als auch kompensatorisch und befähigend. |
| Inklusionspotenzial | Das Inklusionspotenzial ist sehr hoch, da vor allem Menschen mit nachlassenden physischen Kräften unterstützt werden. |

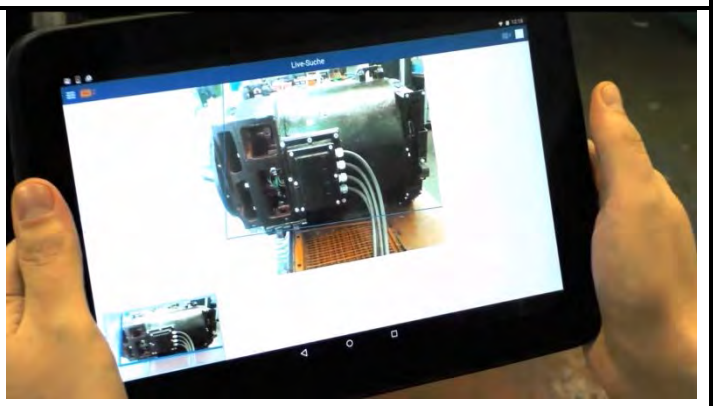
| Anforderungs-niveau: Variabel | Bionischer Handling-Assistent |
|---|---|
| *BionicMotionRobot* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration | <br>© Festo AG & Co. KG, alle Rechte vorbehalten |
| Kurzbeschreibung | Das Konzept der nachgiebigen Kinematik basiert auf dem Bionischen Handling-Assistenten von 2010, der aufgrund der gefahrlosen Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine mit dem Deutschen Zukunftspreis ausgezeichnet wurde. Seitdem befasst sich Festo intensiv mit Systemen, die den Menschen bei monotonen Tätigkeiten entlasten könnten und gleichzeitig kein Risiko darstellen. Ein Aspekt, der im Fabrikalltag immer mehr an Bedeutung gewinnt. |
| Technologien | Aktoren<br>Sensoren<br>Mechatronik<br>Pneumatik |
| Assistenzsystem | Technisch |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Physisch-motorisch |
| Art der Arbeitsorganisation | Arbeitsplatzgebunden |
| Entwicklungsstand | FuE (BionicMotionRobot ist ein Future Concept im Entwicklungsstadium) |
| Branche | Automobilindustrie<br>Maschinenbau |
| Einsatzgebiet | Montage<br>Produktion |
| Zielgruppe | Facharbeiter |
| Kosten | auf Anfrage |
| Anbieter | Festo AG & Co. KG |
| Förderung und Kooperation | k.A. |
| Weitergehende Information/ | https://www.festo.com/PDF_Flip/corp/Festo_BionicMotionRobot/de/files/assets/common/downloads/Festo_B |

| | |
|---|---|
| Kontakt | ionicMotionRobot_de.pdf |
| Ähnliche Assistenzsysteme | - |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie“]* | |
| Aufgabenspektrum | Der Arm des BionicMotionRobot besteht aus drei flexiblen Grundsegmenten, die jeweils von vier pneumatischen Faltenbälgen bewegt werden. Die komplexe Steuerung und Regelung der zwölf flexiblen Balgstrukturen übernimmt ein Festo Motion Terminal. Ein optischer Formsensor entlang der Längsachse des Systems erfasst dabei Position, Form und Interaktionen der kompletten Kinematik. Durch diesen modularen Aufbau kann sich der Roboterarm gleichzeitig in drei verschiedene Richtungen krümmen und die natürlichen Bewegungen seiner biologischen Vorbilder fließend umsetzen. |
| Individualisierbarkeit/Kontextsensitivität | Die natürlich wirkenden Bewegungen des Roboterarms schaffen Vertrautheit beim Anwender, was die Akzeptanz für eine direkte Zusammenarbeit steigert. Im Falle einer Kollision gibt die pneumatische Kinematik automatisch nach und stellt keine Gefahr für den Menschen dar. |
| Transferpotenzial | Aufgrund seiner sicheren Interaktion und der natürlichen Bewegungsabläufe hat der BionicMotionRobot großes Potenzial in den unterschiedlichsten Industrien. Der BionicMotionRobot könnte überall dort Anwendung finden, wo kompakte, kräftige und leistungsfähige Systeme gefragt sind. Sein pneumatischer Aufbau ist unempfindlich gegen Staub und Schmutz, was auch einen Einsatz in belasteten oder gesundheitsgefährdenden Umgebungen denkbar macht. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation“]* | |
| Mobilität | Stationäre Installation |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Die Initialintegration der BionicMotionRobot in den Arbeitsprozess ist erheblich. Danach ist eine schnelle Inbetriebnahme, selbst für komplexe Aufgabenstellungen, aufgrund der darauf optimierten Steuerung möglich. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Es handelt sich um ein Konzept im Entwicklungsstadium. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Für den direkten Kontakt zwischen Mensch und Maschine bietet die Pneumatik einen weiteren, entscheidenden Vorteil: ihre systemeigene Nachgiebigkeit. Wird ein Aktor mit komprimierter Luft befüllt, lässt sich die erzeugte Bewegung in Geschwindigkeit, Kraft und Steifigkeit exakt einstellen. Im Falle einer Kollision gibt das System nach und stellt damit keine Gefahr für den Werker dar. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch“]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungsspielraum | Das System wird durch den Menschen angelernt. |
| Lernförderlichkeit | Das System basiert auf einer intuitiven Bedienung. Lernen im Sinne von Aus- und Weiterbildung steht hier nicht im Fokus. |

| | |
|---|---|
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Das System wirkt sowohl präventiv, als auch kompensativ und befähigend. |
| Inklusionspotenzial | Das Inklusionspotenzial ist sehr hoch, da vor allem Menschen mit nachlassenden physischen Kräften unterstützt werden. |

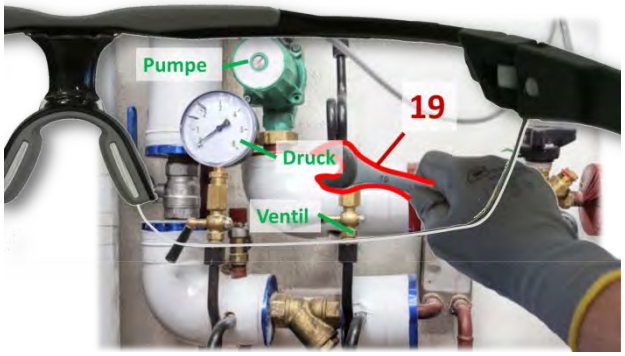
| **Anforderungs-niveau: Variabel** | **Haptisches Trainingssystem für die Chirurgenausbildung** |
|---|---|
| *SurMe* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration |  <br>© ISTT, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig |
| Kurzbeschreibung | Das Trainingssystem soll eine haptische Lernumgebung zur Simulation von chirurgischen Eingriffen bieten und bei der Aus- und Weiterbildung von Ärzte/-innen im Rahmen eines ganzheitlichen Trainingskonzeptes zum Einsatz kommen. |
| Technologien | Trainingssoftware<br>Mobile Endgeräte (z. B. Smartphone, Tablets) von Drittanbietern<br>Haptik-Komponenten von Drittanbietern |
| Assistenzsystem | Tutoriell |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Arbeitsplatzgebunden |
| Entwicklungsstand | FuE |
| Branche | Gesundheitswesen |
| Einsatzgebiet | Wirbelsäulenchirurgie |
| Zielgruppe | Medizinstudent/-innen, Assistenz- und Fachärzte/innen |
| Kosten | - |
| Anbieter | Verbundkoordinator:<br>Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig<br>Partner:<br>Schön Klinik-Wirbelsäulenzentrum, München<br>MRC SYSTEMS GmbH Medizintechnische Systeme, Heidelberg<br>CodeCraft GmbH, Leipzig |
| Förderung und Kooperation | Förderung durch BMBF (Laufzeit 05/2016 - 04/2019) |

| | |
|---|---|
| Weitergehende Information/ Kontakt | https://www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/surme |
| Ähnliche Assistenzsysteme | HaptiVist: Haptisch-visuelles Trainingssystem für chirurgische Eingriffe<br>https://www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/haptivist |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie"]* | |
| Aufgabenspektrum | Das System dient der Aus- und Weiterbildung von Ärzte/-innen in der Chirurgie. Ausgehend von einem mit Endgerät (z. B. Tablet-Computer) und adaptierten chirurgischen Instrumenten als Eingabemittel soll das System einen Trainingssimulator mit haptischer Feedback-Funktion bieten und als Schnittstelle zwischen der universitären (theoretischen) Ausbildung und der Ausbildung mit komplexen High Fidelity Simulation dienen. Der Einsatz des Systems ist im Rahmen eines ganzheitlichen Trainingskonzepts unter Einbindung von Lernenden und Lehrenden vorgesehen. |
| Individualisier-barkeit/Kontext-sensitivität | Für das Training sollen in Abhängigkeit des Lernstandes individuelle Elemente im Trainingssystem auswählbar sein. |
| Transferpotenzial | Neben der Chirurgie wäre ein Einsatz in handwerklichen Berufen vorstellbar. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Mobile Installation |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Das System bietet eine ort- und zeitunabhängige Trainingsplattform für ein tutorbasiertes Lernen, bei dem gleichermaßen Lernende als auch Lehrende involviert sind. Eine Anwendung des Systems ist zudem in Kooperation mit Service- und Trainings-Gesellschaften (z. B. aus dem Bereich der Softwaretechnik oder Pädagogik) vorstellbar. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | - |
| Fehlertoleranz, Robustheit | - |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Das System erfasst und bewertet chirurgische Eingriffe an einem Trainingssimulator, greift aber nicht aktiv in den Trainingsvorgang ein. Eine Erhebung, Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten soll ermöglicht werden; die Entwicklung eines Datenschutzkonzepts ist Gegenstand der Forschung. |
| Lernförderlichkeit | Ziel des Systems ist die Vermittlung von chirurgischen Fachkompetenzen. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Das System dient der Befähigung von Ärzte/-innen durch eine Effektivierung der chirurgischen Aus- und Weiterbildung. |
| Inklusionspotenzial | - |

| Anforderungs-niveau: Variabel | Portable Lern- und Wissensplattform |
|---|---|
| *Skyware Connected Knowledge* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration |  <br>Quelle: Projektdokumentation der BMBF-Fördermaßnahme "PLUTO" / Berliner Verkehrsbetriebe, Condat AG |
| Kurzbeschreibung | Skyware Connected Knowledge ist eine innovative Lösung zum Sichern und Abrufen von Expertenwissen in unterschiedlichen Arbeitskontexten. Mit einer mobilen Anwendung (App) rufen Mitarbeiter direkt am Arbeitsort Wissensdokumente wie Handbücher, Pläne und Videos auf – einfach und schnell per Live-Suche und Augmented Reality. Gleichzeitig können sie ihr Erfahrungswissen während der Arbeit digital aufzeichnen und es anderen Kollegen zur Verfügung stellen. |
| Technologien | Tablet-Computer<br>Sprach- und Bildaufnahme<br>Sensoren<br>Augmented Reality |
| Assistenzsystem | Tutoriell |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Personengebunden |
| Entwicklungsstand | Produkt (Skyware Connected Knowledge wird als skalierbares, modular auf den jeweiligen Einsatzzweck angepasstes Produkt angeboten) |
| Branche | Branchenübergreifend |
| Einsatzgebiet | Technischer Service, Wartung und Instandhaltung, Aus- und Weiterbildung |
| Zielgruppe | Facharbeiter, Arbeiter, Lehrlinge, Qualitätssicherung |
| Kosten | auf Anfrage |
| Anbieter | Condat AG |
| Förderung und Kooperation | Förderung durch BMBF (Laufzeit 05/2013 - 11/2015) |
| Weitergehende Information/ Kontakt | http://www.condat.de/loesungen/skyware-connected-knowledge/ |

| | |
|---|---|
| Ähnliche Assistenzsysteme | - |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie"]* | |
| Aufgabenspektrum | Skyware Connected Knowledge ermöglicht die Erfassung von wertvollem Erfahrungs- und Fachwissen direkt am Arbeitsort. Hierzu nutzen die Mitarbeiter einen Helm mit Videokamera und Mikrofon, der drahtlos mit der Skyware Knowledge App auf dem Tablet verbunden wird. Während der Aufnahme hat der Mitarbeiter beide Hände frei und kann Arbeitsschritte visuell und sprachlich dokumentieren. Die Aufnahmen werden nach der Arbeit in Skyware Connected Knowledge übertragen und nach einer Qualitätsprüfung in die Wissensdatenbank und in wiederkehrende Arbeitsprozesse integriert. Darüber hinaus kann mit Skyware Connected Knowledge während des Arbeitsprozesses auf relevantes Wissen mittels Suchfunktionen bzw. über die indizierte Arbeitsschrittverknüpfung zugegriffen werden. |
| Individualisierbarkeit/Kontextsensitivität | In Abhängigkeit des Bedarfs kann der Nutzer das System sukzessive um zusätzliche Module erweitern: Wissensdatenbank, mobiler Abruf, Augmented Reality, Wissen erfassen. |
| Transferpotenzial | Das Transferpotenzial ist nahezu unbegrenzt. In Branchen, die v.a. mit Menschen zu tun haben, z. B. die Gesundheits- und Pflegebranche, sind allerdings Aspekte der Privatsphäre und des Datenschutzes besonders zu beachten. Beispiele für besonders naheliegende Anwendungsgebiete sind Aus- und Weiterbildung, Einweisung und Unterweisung von Arbeitskräften sowie die multimediale Dokumentation von Arbeitsleistungen zur Nachweisführung und Qualitätssicherung. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | Das Produkt verfügt für den mobilen Einsatz über eine App (Nutzerfrontend), welche auf Tablets zum Einsatz kommt und die Steuerung der angebundenen Wearables (Helm-)Kamera, Mikrofon, AR/VR-Einheiten übernimmt. Gleichzeitig dient die App dem Abruf von kontextbezogenen Wissen. |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Skyware Connected Knowledge lässt sich skalierbar einführen. In der stand-alone Version ist es ohne großen Aufwand in den Arbeitsprozess zu integrieren. Die Arbeitsorganisation muss nur entsprechend angepasst werden. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Das System wird inhaltlich durch die Nutzer aktuell gehalten. Die erfassten neuen oder geänderten Wissensobjekte müssen durch eine Qualitätssicherung freigegeben werden. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Das System kombiniert gängige Hardwarekomponenten, so dass von einer hohen Robustheit ausgegangen werden kann. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungsspielraum | Der Nutzer hat durch die eigene Entscheidung, welche Arbeitsschritte er dokumentieren will bzw. welche Hilfestellung er benötigt jederzeit die |

| | |
|---|---|
| | Entscheidungshoheit über den Einsatz des Systems. |
| Lernförderlichkeit | Das System dient v.a. der Lernförderung. Hiervon profitieren sowohl die "Lehrenden" als auch die "Lernenden". |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Das System ermöglicht sowohl einen Ausgleich von Fähigkeiten (Aus- und Weiterbildung) als auch eine Befähigung (Know-how-Weitergabe über seltene und kritische Handlungen). |
| Inklusionspotenzial | Das Inklusionspotenzial erscheint sehr hoch, indem Menschen mit unterschiedlichen Voraussetzungen individuell Informationen zur Verfügung stellen können bzw. gestellt bekommen. |

| Anforderungs-niveau: Variabel | AR-basierter Support für das Lernen im Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk |
|---|---|
| *ARSuL* | |
| **Beschreibung des Systems** | |
| Illustration |  <br>© VAILLANT Deutschland GmbH & Co KG |
| Kurzbeschreibung | ARSuL realisiert ein Gesamtsystem, dessen Funktionen über ein sehr komplexes Zusammenwirken von Sensorik, MTI-Komponenten und einem Unterstützungs- und Lernsystem erreicht werden. Bereits bestehende technische Komponenten und schon existierende Bausteine werden mit Neuentwicklungen kombiniert und zu einem Gesamtsystem integriert. Ziel ist es, eine für den Anwender intuitive Interaktion mit dem System zu realisieren, die sich möglichst nahtlos in die Arbeitsabläufe der Handwerker einfügt. Das Ziel des integrierten Lehr- und Lernansatzes ist eine bedarfsgerechte und relevante Qualifizierung und Unterstützung der Mitarbeiter/-innen mit Bezug zum konkreten Arbeitskontext. Das ARSuL-Lernsystem soll sowohl über den PC als auch über Smartphones, Tablets und Datenbrille genutzt werden. Mit dem AR-basierten System können Handwerker am Einsatzort situationsbedingte Unterstützung für ihre Wartungs- und Reparaturarbeiten einholen. Zusätzlich kann das Lernen durch individualisierbare Lerneinheiten und Schulungsvorbereitung sowie Prüfungsvorbereitung mithilfe des Systems verbessert werden. |
| Technologien | Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR)<br>Sensorik<br>Mobile Endgeräte (z. B Smartphones, Tablets, Wearables)<br>Computer<br>Lernmanagement-System |
| Assistenzsystem | Tutoriell |
| Schwerpunkt der unterstützten Tätigkeit (Übergreifende Typisierung) | Kognitiv |
| Art der Arbeitsorganisation | Personengebunden |
| Entwicklungsstand | FuE |
| Branche | Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk |
| Einsatzgebiet | Technischer Service, Wartung, Schulung |

| | |
|---|---|
| Zielgruppe | Auszubildende und Meisterschüler/innen , Facharbeiter (generationenübergreifender Ansatz, insbesondere Jüngere und Ältere angesprochen) |
| Kosten | Die Preisspanne für eine AR-Brille ist heute relativ groß. Der zukünftige Preis wird in Abhängigkeit von der Nachfrage sinken. Der Preis für das Gesamtsystem ist heute noch nicht bezifferbar, sollte aber im niedrigen 4stelligen Bereich liegen. |
| Anbieter | Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG, Remscheid<br>Fachhochschule Südwestfalen, Soest<br>Hochschule Niederrhein, Krefeld<br>Hochschule Ruhr West, Bottrop<br>Zentralstelle für die Weiterbildung im Handwerk, Düsseldorf |
| Förderung und Kooperation | Förderung durch BMBF (Laufzeit 01/2017 - 12/2019) |
| Weitergehende Information/ Kontakt | https://www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/arsul<br>https://www.hochschule-ruhr-west.de/news/datensaetze-presse/2017/arsul |
| Ähnliche Assistenzsysteme | Skyware (s o.) |
| **Nutzen des Systems** | |
| *Effektivität zur Lösung einer Aufgabe [Ebene „Technologie"]* | |
| Aufgabenspektrum | Mit Hilfe einer speziellen Brille wird das Blickfeld des Mitarbeiters durch eine Kamera erfasst und an einen Mitarbeiter im Betrieb in Echtzeit übertragen, sodass dieser dem Mitarbeiter beim Kunden Hilfestellung bei seiner Tätigkeit geben kann, ohne vor Ort sein zu müssen. Bei Bedarf können zudem Hinweise perspektivisch passend ins Sichtfeld der Brille eingeblendet werden. Ein anwendungsnahes Beispiel ist die Reparatur einer Heizungsanlage, bei der unerfahrene Mitarbeiter mit älteren Produkten oftmals nicht vertraut und somit auf das Wissen von erfahrenen Mitarbeitern angewiesen sind. |
| Individualisier-barkeit/Kontext-sensitivität | Bei der Bereitstellung der Lerninhalte werden die individuellen Aufgaben und das persönliche Vorwissen der Beschäftigten berücksichtigt. |
| Transferpotenzial | Aktuell soll das System vor allem der unmittelbaren Hilfestellung am Arbeitsplatz und damit der Weiterbildung dienen. Perspektivisch ist auch ein Einsatz in der Ausbildung vorgesehen: Anstelle papierbasierter Schulungen könnten Lerneinheiten im virtuellen Raum stattfinden. |
| *Effizienz in der Handhabung des Systems [Ebene „Organisation"]* | |
| Mobilität | mobiles Endgerät (Tablet, Smartphone) und Wearable (AR-Brille) |
| Integrierbarkeit in den Arbeitsprozess | Eine intuitive Interaktion zwischen System und Anwender soll eine nahtlose Integration in die Arbeitsprozesse ermöglichen. Das System soll die bestehenden Arbeitsabläufe nicht stören, sondern die Bewegungsfreiheit durch höhere Sichtbarkeit und Transparenz des zu bearbeitenden Heizungssystems erhöhen. Das System bietet dabei eine ortsunabhängige Unterstützung. Durch die Hilfestellung vonseiten |

| | |
|---|---|
| | erfahrener Mitarbeiter besteht jedoch eine zeitliche Begrenzung auf die Geschäftszeiten. Mit zunehmenden Inhalten auf der Lernmanagement-Plattform wird die Zeitunabhängigkeit der Unterstützung steigen. Eine Anpassung bestehender Arbeitsprozesse ist nicht notwendig, um das System nutzen zu können, würde aber dazu beitragen, diese neu zu überdenken und zu optimieren. |
| Aktualisierbarkeit von System bzw. Systeminhalten | Das System wird entsprechend der Produktlebenszyklen und neuer Schulungsinhalte aktualisiert. Ziel ist es, die notwendigen Aktualisierungen vom Anbieter (Heizungssysteme) und auch Anwender (z. B. Profileinstellungen) vorgenommen werden. |
| Fehlertoleranz, Robustheit | Ziel ist die Entwicklung eines stabilen Systems. Treten Systemfehlern/Systemabsturz auf, können die Handwerker zwar auch weiterhin ihren Kunden helfen, haben dann aber selbst eine geringere Hilfestellung bei Ihren Tätigkeiten. |
| *Zufriedenheit der Nutzer [Ebene „Mensch"]* | |
| Handlungs- bzw. Entscheidungs-spielraum | Das System ermöglicht eine direkte Kommunikation mit Mitarbeitern im Betrieb und blendet bei Bedarf Hinweise in das Sichtfeld der Brille ein. Ein aktiver Eingriff in die Arbeitsprozesse des Trägers durch die Unterstützung findet nicht statt, sodass die Mitarbeiter selbständig entscheiden und handeln können. |
| Lernförderlichkeit | Das System verfolgt den Ansatz des integrierten Lernens, bei dem jüngere, unerfahrene Mitarbeiter während der Ausübung von Tätigkeiten Informationen und Wissen von älteren, erfahrenen Mitarbeitern erhalten. Perspektivisch ist zudem eine Nutzung der AR-Umgebung in der Ausbildung vorgesehen, um Lerneinheiten z. B. an Heizanlagen im virtuellen Raum durchzuführen. |
| Erfüllung individueller Tätigkeits-anforderungen | Das System dient der Befähigung von unerfahrenen Mitarbeitern (Hilfestellungen zu Tätigkeiten vor Ort) und der körperlichen Entlastung von erfahrenen Mitarbeitern (Unterstützung der Tätigkeit vom Betrieb aus). |
| Inklusionspotenzial | Durch das System können den Handwerksbetrieben ältere oder körperlich weniger belastbare Mitarbeiter für die Aus- und Weiterbildung erhalten bleiben. |

## 4.5 Gesamtbetrachtung der ausgewählten digitalen Assistenzsysteme

Auch wenn die vorgestellten Praxisbeispiele die Bandbreite von digitalen Assistenzsystemen nur exemplarisch abbilden, lassen sich in der Gesamtbetrachtung der Lösungen wichtige Hinweise zum Stand digitaler Assistenzsysteme zusammentragen. Zunächst scheint eine öffentliche Forschungsförderung und eine Kooperation zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen ein grundlegender Erfolgsfaktor bei der Entwicklung von digitalen Assistenzsystemen zu sein. Darüber hinaus weisen die Systeme auf Ebene der *Technologie* für alle Anforderungsniveaus einen hohen Grad an Individualisierbarkeit auf. Insbesondere bei softwarebasierten Lösungen können häufig Nutzerprofile angelegt und abgerufen werden, sodass sich das System an den aktuellen Arbeitskontext und das individuelle Fähigkeitsprofil anpasst. Auf Ebene der *Organisation* ist hervorzuheben, dass die Systemanbieter weder bei mobilen Endgeräten/Wearables noch bei Systemen, die eine stationärer Installation erfordern, in der Anpassung der Arbeitsorganisation und -prozesse eine entscheidende Anwendungsbarriere sehen. Oftmals erfolgt durch eine Einbindung der Systemanbieter bei der Initialintegration und eine flexible Systemgestaltung eine Adaption der Systeme an die unternehmensspezifischen Gegebenheiten. Hinsichtlich der Ebene *Mensch* zeigt sich, dass durch die digitalen Assistenzsysteme in geringerem Maße ein aktiver Eingriff in den Handlungs- und Entscheidungsspielraum des Anwenders vorgesehen ist, sondern vielmehr vom Nutzer initiierte Arbeitsschritte unterstützt (z. B. Exoskelett) oder Handlungsoptionen aufgezeigt (z. B. pick-by-light/-vision) werden sollen und häufig sogar eine Erweiterung des Handlungsspielraums (beispielsweise durch die Ermöglichung beidhändige Arbeit) angestrebt wird.

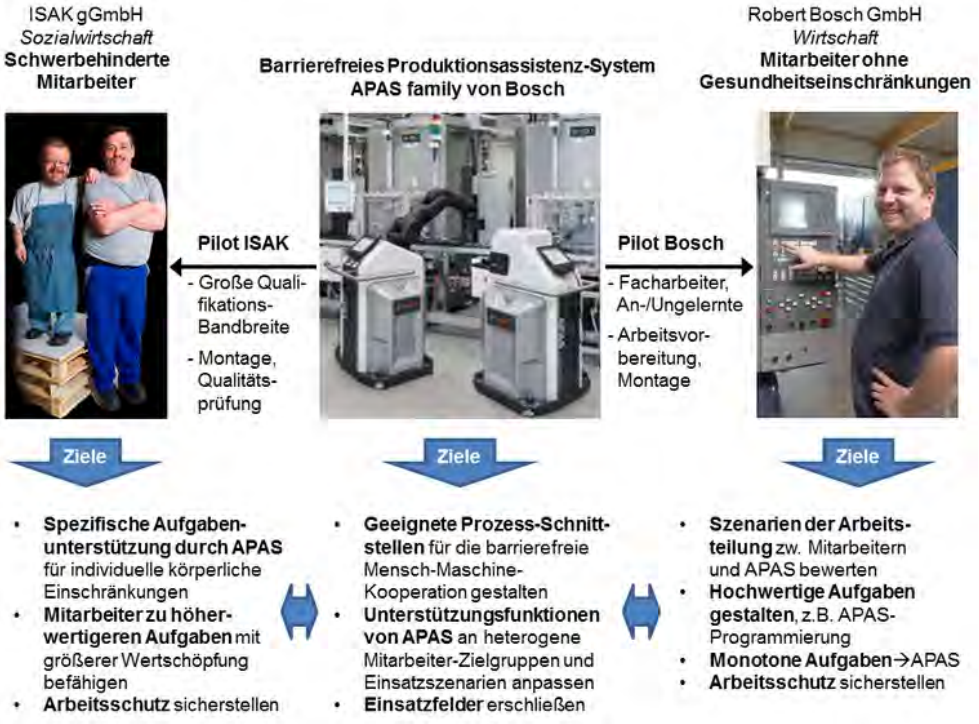
Übergreifend ist weiterhin festzustellen, dass der gegenwärtige Stand von digitalen Assistenzsystemen in der betrieblichen Praxis von einer gewissen Ambivalenz gekennzeichnet ist. Auf der einen Seite existieren mit Systemen zur Werkerführung und intelligenten Systemen zur Informationsbereitstellung etablierte Lösungen, die insbesondere in der industriellen Produktion (variantenreiche Fertigung) breite Anwendung finden. Auf der anderen Seite gibt es vielfältige Sektoren wie die Pflege, in denen Assistenzsysteme zur Unterstützung der Pflegekräfte sehr wünschenswert scheinen, jedoch bis auf wenige Anwendungen noch immer ein Nischendasein führen; dies gilt sowohl für physisch als auch für sensorisch und kognitiv unterstützende Systeme. Anders als die industrielle Produktion, die *per se* eine hochtechnisierte und damit für Assistenzsysteme passfähige (Arbeits-)Umgebung darstellen, ist dies bei den genannten Pflegeberufen kaum der Fall – diese sind traditionell „Low-Tech"-Berufe. Wie auch ein Blick in die aktuelle Forschung zeigt (vgl. Abschnitt 3.2), besteht die Herausforderung somit insbesondere darin, digitale Assistenzsysteme auch in diesen weitgehend technologiefreien Settings bedarfsgerecht einsatzreif zu machen: das System muss sich in einer volatilen Arbeitsorganisation (= wechselnde häusliche Situationen) an die Tätigkeiten und die sie ausführenden Menschen anpassen. Dieser Grad an Adaptivität – mit hoher Wahrscheinlichkeit ist dieser auch für Handwerksberufe zutreffend – geht nach aktuellem Dafürhalten deutlich über die Anforderungen für Assistenzsysteme im industriellen Bereich hinaus, die unter kontrollierten Bedingungen eingesetzt werden (hohe Präzision

aufgrund fester Abstände der Sensoren zu den Bauteilen, verlässliche Kalibrierung durch standardisierte Beleuchtungsstärke etc.). Der Aspekt der variablen Arbeitsumgebung und -organisation ist ebenfalls eine Herausforderung für modulare digitale Assistenzsysteme, die variable Unterstützung leisten. Da der Einsatz von digitalen Assistenzsystemen in der Industrie insgesamt jedoch schon vergleichsweise weit fortgeschritten ist, ist zu erwarten, dass die hier absehbaren Lösungen auch für Systeme in nicht-industriellen Einsatzgebieten/Branchen genutzt werden können.

Ein besonderer Einsatzzweck digitaler Assistenzsysteme besteht in der kompensatorischen Unterstützung leistungsgeminderter Personen. Tatsächlich ist einerseits ein verstärktes Interesse von Werkstätten für behinderte Menschen an assistiven Technologien festzustellen (Interview mit einem Anbieter von digitalen Assistenzsystemen vom 19.09.2017), andererseits kommt es in Einzelfällen zu einer zunehmenden Durchlässigkeit zwischen Werkstätten und Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft (Interview mit einem Vertreter einer Werkstatt am 05.10.2017). Dabei ist jedoch offen, inwieweit diese Erfahrungen verallgemeinerbar sind und welche Folgen dies für die Arbeit der Werkstätten hätte. Prinzipiell ist die Adaptierbarkeit von Systemen der Werkerführung – hieran besteht seitens der Werkstätten das größte Interesse – aber gegeben, doch gibt es nur wenige digitale Systeme, die sich direkt auf den Anwendungskontext „leistungsgeminderte Menschen/Menschen mit Behinderung“ beziehen, wenngleich hier eine lange Tradition des Einsatzes technischer Hilfsmittel besteht.
Ein bemerkenswertes Beispiel für die Entwicklung eines derartigen Systems ist die „cubu:S“-Werkerführung, die von der Firma Schnaithmann in Kooperation mit der Hochschule Esslingen und einer Werkstatt entwickelt wurde. Da sich das System durch einen hohen Software-Anteil auszeichnet, wurde die Weiterentwicklung an den Robotik- und Automatisierungsspezialisten Ulixes abgegeben. Das heutige System „Der Assistent.“ richtet sich vor allem an die Werkerführung in der variantenreichen Produktion, lässt sich aber auch in Werkstätten bzw. für leistungsgeminderte Personen einsetzen. Durch eine Realisierung auf App-Basis kann das System rasch an die jeweiligen Erfordernisse angepasst werden. Aktuell werden außerdem Konzepte zur verstärkten Nutzung von Assistenzsystemen in der Ausbildung unter Mitarbeit von Pädagogen entwickelt. Im Fokus steht dabei die Frage, inwiefern digitale Assistenzsysteme auf die Anforderungen heutiger Ausbildungsstätten eingehen können. So liegt das pädagogische Ziel bei modernen Bildungskonzepten neben der Vermittlung von Sach- und Faktenwissen vor allem in der Entwicklung von Kompetenzen (d. h. Fertigkeiten, Fähigkeiten und Einstellungen) der Schülerinnen und Schüler sowie der Auszubildenden. Das System „Der Assistent.“ bietet dafür nicht nur eine audiovisuelle, sondern auch räumliche Lern- und Lehrumgebung, die über den herkömmlichen Anwendungsbereich von stationären oder mobilen Geräten (z. B. Computer, Tablet) hinausgeht. Auch eine Erweiterung um haptische Komponenten ist denkbar. Das größte Potenzial einer digital assistierten Lehre wird in der individualisierten Vermittlung und Abfrage von Lehrinhalten und in einer vielfältigeren Gestaltung der persönlichen Interaktion zwischen den Lernenden und Lehrenden gesehen. Darüber hinaus können sich die Lernenden frühzeitig mit neuen Formen der Mensch-Maschine-Interaktion vertraut machen, mit denen sie sich voraussichtlich auch im späteren Berufsalltag konfrontiert sehen. In den Lernfabriken 4.0 wird bereits seit 2016 ein ähnlicher Bildungsansatz verfolgt. Hier

fördert das baden-württembergische Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau die Einrichtung und den Unterhalt von technischen Experimentier-Labors in 16 beruflichen Schulen im Bereich des Maschinenbaus und der Elektrotechnik. Eine unmittelbare Erweiterung solcher assistierten Bildungskonzepte auf leistungsgeminderte oder leistungsgewandelte Personen (etwa im Zuge des betrieblichen Eingliederungsmanagements) ist hier naheliegend und deckt sich mit einem zunehmenden Interesse an unterstützenden Systemen zur Inklusion und zum produktiven Umgang mit Diversity (Interview mit einem Vertreter eines Anbieters von Assistenzsystemen am 19.09.2017; Workshop mit Geschäftsführern eines Herstellers von Assistenzsystemen und Pädagogen am 26.09.2017).

### Abbildung 13 Projektdesign von AQUIAS




Quelle: Projektseite www.aquias.de mit freundlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart (Foto von Ludmilla Parsyak © Fraunhofer IAO).

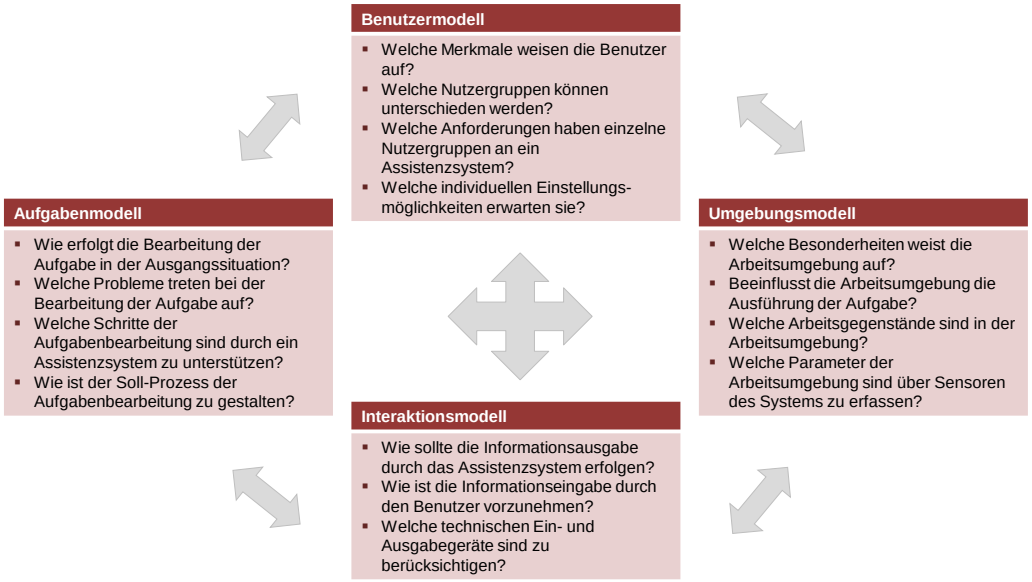
Ein weiteres System, das sich speziell an den Einsatz mit leistungsgeminderten Personen richten soll, ist das Forschungsprojekt AQUIAS zur Entwicklung eines barrierefreien Assistenzsystems, das sowohl schwerbehinderte als auch nicht eingeschränkte Mitarbeiter individuell unterstützt (Abbildung 13). Um eine Teilhabe durch Robotik zu realisieren, werden auf Basis des mobilen Produktionsassistenten „APAS" kollaborative Anwendungsszenarien entwickelt. So übernimmt der Produktionsassistent in einem Anwendungsszenario unterstützend-kompensatorische Aufgaben in einer Inklusionsfirma (z. B. das mechanische Einpressen von Bauteilen), um so die Mitarbeiter ergonomisch zu entlasten. In einem zweiten Anwendungsszenario steht die variable Zusammenarbeit zwischen nicht eingeschränkten Menschen und dem Assistenzsystem im Mittelpunkt; Ziel ist die Übertragung von monotonen Aufgaben auf den Produktionsassistenten. In beiden Anwendungsszenarien

kommt der Sicherheit in der Mensch-Roboter-Kollaboration eine besondere Rolle zu.

Digitale Assistenzsysteme bieten zur Förderung der Inklusion und Diversity ein großes Potenzial, kommen zu diesem Zweck auch bereits vereinzelt zum betrieblichen Einsatz und werden voraussichtlich weiter an Bedeutung gewinnen. Mit Blick auf Inklusion und Diversity muss dabei grundsätzlich darauf geachtet werden, dass einerseits eine barrierefreie Nutzung möglich ist und durch das System keine neuen/zusätzlichen Beeinträchtigungen (Übelkeit, nicht ergonomische Bewegungsabläufe und Haltungen, Stress durch Reizüberflutung etc.) entstehen. Im Mittelpunkt steht die Frage „Wieviel Hilfe hält ein Mensch aus?“ (Interview mit einem technischen Berater eines Integrationsamts am 20.09.2017).
Für die Gestaltung digitaler Assistenzsysteme ist in Anlehnung an bestehende Modelle (vgl. Abbildung 14) nach Möglichkeit zunächst ein einheitlicher Rahmen zu schaffen. Im vorliegenden Modell erfolgt beispielsweise die Konzeption für ein anforderungsgerechtes Assistenzsystem durch die Beschreibung der Wechselwirkungen zwischen vier voneinander abhängigen Modellen (Aufgabe, Benutzer, Umgebung, Interaktion). Darüber hinaus sollte auch der Einführungsprozess von digitalen Assistenzsystemen systematisch begleitet werden. So konkretisieren Kleineberg et al. (2017) im Rahmen eines Phasen-Modells einen benutzerzentrierten Einführungs- und Gestaltungsprozess von Assistenzsystemen am Beispiel der Montage. Das System soll dabei Personen unterstützen und entlasten, ihre Möglichkeiten fördern und die Produktivität steigern. Gleichzeitig soll die Arbeit interessanter werden und mehr Freude machen. Im Ganzen soll der Einsatz dieser Systeme die Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses steigern (Martin 2014).

In Zukunft wird die Gestaltung von Assistenzsystemen – insbesondere von jenen, die eine kognitive oder sensorische Unterstützung leisten – stärker eingebettet sein in die Gestaltung der digitalen Arbeitswelt im Allgemeinen. Ausgehend von Konzepten der Industrie 4.0 (und mit einem gewissen zeitlichen Verzug auch in anderen Sektoren → „Arbeit 4.0“) erfolgt eine immer weitergehende Integration und Verschmelzung von bisher getrennten Prozessen auf Basis Cyberphysischer Systeme (CPS).

## Abbildung 14 Gestaltungsmodell für Assistenzsysteme




Quelle: Hinrichsen et al. 2016, S. 6

Die bisherige technische Infrastruktur der Arbeitswelt lässt sich gliedern in jeweils gegenständlich getrennte Subsysteme, wie etwa das Produktionssystem, das Informationssystem, das Assistenzsystem und weitere Subsysteme. Die zukünftige technische Infrastruktur wird hingegen aus vielfältig vernetzten Smarten Objekten oder Cyberphysischen Systemen bestehen. Diese Systeme nehmen unterschiedliche Funktionen wahr. So trägt etwa prinzipiell jedes Element des Systems zur Datengewinnung und -verarbeitung bei. Damit existiert kein Informationssystem mehr als separates Teilsystem; die Informationsverarbeitung wird vielmehr zu einer Funktion, die anteilig von allen Elementen des Gesamtsystems wahrgenommen wird. Letztlich werden in diesem Sinne auch die Assistenzsysteme zu Teilsystemen. Dementsprechend wird die technische Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems genutzt, um die Funktion des Unterstützens von Menschen als einen Aspekt der Gesamtfunktionalität zu realisieren.

Dies lässt sich an folgendem Beispiel illustrieren: Für sensorisch beeinträchtige Personen werden aktuell separate Teilsysteme realisiert, wie etwa spezielle visuelle Ausgabesysteme für hörgeschädigte Personen. In Zukunft werden integrative Ansätze wichtiger werden, die auch im Sinne eines „Design for all" die – in den letzten Jahren enorm gestiegene – Gesamtleistungsfähigkeit des Systems für eine Unterstützung aller Mitarbeiter nutzen. So können etwa Geräte, die für alle Arbeitenden da sind, wie etwa Datenbrillen, für hörgeschädigte Personen besonders konfiguriert werden (dies auch automatisch, im Sinne eines adaptiven Systems). Oder es werden bei diesen Personen möglicherweise vorhandene Cochlea-Implantate direkt vom technischen Arbeitssystem angesprochen. Die akustische Unterstützung wird hier also nicht als separates Subsystem realisiert, sondern durch Schnittstellen, die bereits vorhandene Elemente (CPS des technischen Arbeitssystems + Cochlea-Implantat) in neuer Weise verknüpfen. Aus dieser Betrachtung ergibt sich auch neuer Handlungsbedarf für die Arbeitspolitik. Die Assistenzfunktion als Teilsystem komplexer Arbeitssysteme wird dann

besonders gut ausgeprägt sein, wenn schon bei der Entwicklung des technischen Arbeitssystems diese Funktionen als Teilsysteme mitbedacht und gestaltet werden.

Mit dem beschriebenen Verschmelzen unterschiedlicher Teilsysteme zu einem durchgängig integrierten und mit einer gemeinsamen Informationsbasis ausgestatteten System erweitert sich prinzipiell auch die Funktionalität der Assistenz. Auch wenn nicht zwingend jede Form von Mensch-Maschine-Interaktion *per se* auch eine Assistenzfunktion umfassen muss (so erfordert/beinhaltet etwa das Fernsteuern eines Roboters zur Kampfmittelbeseitigung oder zur Reinigung schwer zugänglicher Hohlräume nicht immer auch assistive Elemente), bietet sich dennoch die Möglichkeit, mittels Sensorik und Datenintegration Zusatzfunktionen zur Unterstützung des Nutzers zu implementieren. Die Schaffung gemeinsamer Datenräume, in denen alle Daten in Echtzeit zusammenlaufen und anwendungsfallspezifisch genutzt werden können, zeichnet eine solche Entwicklung vor. Dabei wird es im Sinne des oben genannten Beispiels zweitrangig sein, ob es sich um ein speziell für die Produktion entwickeltes CPS, ein Smartphone oder eine nur temporär genutzte Drohne zur 3D-Vermessung eines Objekts handelt – schlussendlich bietet praktisch jedes digitale und vernetzte Gerät die Basis für nutzerspezifische und situationsabhängige Unterstützungsfunktionen; dies gilt vorrangig für die kognitive Assistenz und hier insbesondere aber nicht ausschließlich für die wissensbasierte Wertschöpfung. Ein besonderer FuE-Bedarf besteht in der Erforschung und Entwicklung von Methoden, die diese systemische Gestaltung der Assistenzfunktion komplexer Systeme effektiv und effizient unterstützen.

Darüber hinaus bietet sich für Deutschland die Möglichkeit, bei der weiteren Entwicklung von digitalen Assistenzsystemen eine Vorreiterrolle einzunehmen und die Etablierung eines Leitmarktes voranzutreiben.[7] Dazu ist die wirtschaftliche Ausgangslage aufgrund der herausragenden Rolle des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus im internationalen Kontext zunächst vielversprechend. Der Maschinen- und Anlagenbau ist einer der deutschen Leitmärkte und zeichnet sich sowohl durch seine hohe Innovationsleistung als auch durch seine Exportstärke aus. Die rund 6400 Unternehmen mit ihren gut 1 Million Beschäftigten erwirtschafteten im Jahr 2015 einen Gesamtumsatz von 218 Milliarden Euro (weltweit somit auf dem dritten Platz hinter den USA mit 368 Mrd. Euro und China mit 983 Mrd. Euro Umsatz). Die Bruttowertschöpfung entspricht damit 3,5 % des deutschen Bruttoinlandsprodukts, der Wert der deutschen Exporte lag im selben Jahr bei 115 Milliarden Euro (Statista 2017c). Gegenwärtig werden digitale Assistenzsysteme in erster Linie in der industriellen Produktion eingesetzt. So zeigt der in der vorliegenden Studie beschriebene Einsatz der bereits weit verbreiteten Systeme der Werkerführung das hohe Potenzial von Assistenzsystemen in der Produktion und Logistik auf, welches durch eine fortschreitende Flexibilisierung und Individualisierung der Fertigung nach den Grundsätzen der Industrie 4.0 weiter steigen wird. Gleichzeitig obliegt die Entwicklung und Ausrüstung von Produktionssystemen in erster Linie dem

[7] Der Begriff Leitmarkt („lead market“) wird in der Literatur meist auf Arbeiten von Bartlett und Ghoshal (1990) zurückgeführt und beschreibt einen geographisch abgegrenzten Markt (z. B. ein Land), in dem sich einzelne oder mehrere Innovationsdesigns durch günstige Rahmenbedingungen früher als in anderen Ländern verbreiten und später auch international durchsetzen.

Maschinen- und Anlagenbau, der als Anbieter und Nutzer von digitalen Assistenzsystemen neben der eigenen dynamischen Innovationstätigkeit auch für andere Branchen in einem erheblichen Umfang neue Innovationsimpulse bietet. Auf technologischer Seite ist zudem perspektivisch mit einer fortschreitenden Konvergenz von Produktions- und Informationstechnologien hin zu einer Industrie 4.0 zu rechnen. Bei dieser Entwicklung wird die technologische Schnittmenge zwischen dem Maschinen- und Anlagenbau auf der einen Seite und Herstellern von Assistenzsystemen aus anderen Branchen (insbesondere der IT-Branche) auf der anderen Seite voraussichtlich wachsen, und somit ist auch hier eine zunehmende Konvergenz von Branchen zu erwarten.

Dies bietet folglich die Möglichkeit, die Stärken des Leitmarktes Maschinen- und Anlagebaus auf einen Markt für digitale Assistenzsysteme zu übertragen und somit die Entwicklung und Verbreitung von digital assistierter Arbeit im betrieblichen Kontext in einer Pionierrolle gezielt voranzutreiben. Gepaart mit der traditionellen Stärke im Bereich Industrierobotik (z. B. in der Automobilindustrie) und der sich dort gegenwärtig vollziehenden Diversifizierung – so bieten etwa Hersteller wie KUKA neben Industrierobotern inzwischen auch OP-Roboter an – sowie dem im internationalen Vergleich hoch entwickelten Ambient Assisted Livings (AAL) hat Deutschland somit das Potenzial, einen Leitmarkt für digitale Assistenzsysteme zu entwickeln.

# 5. Der regulatorische Rahmen

Unternehmen und Organisationen erheben und verarbeiten auf unterschiedlichsten Wegen eine Vielzahl personenbezogener Daten. Zu den klassischen Beispielen zählen Systeme zur Arbeitszeiterfassung, Überwachungskameras zur Absicherung des Betriebsgeländes oder auch die Kommunikation über E-Mails. Bereits aufgrund der Daten digitaler Workflow- und Projektmanagementsysteme können weitreichende und detaillierte Dokumentationen über die Beschäftigten und ihre tagtäglichen Verrichtungen entstehen. Ursprüngliches Ziel der Datenerfassung und -auswertung war, Betriebskennzahlen wie Kosten, Produktivität oder Lieferzeit zu optimieren. Die Erfassung von Beschäftigtendaten war dabei eher eine Begleiterscheinung der Optimierung von betrieblichen Prozessen. Es besteht die Gefahr, dass die technischen Arbeitsmittel „auch zur Überwachung der Beschäftigten verwendet [werden], um das Transformationsproblem der Umwandlung menschlicher Arbeitskapazität in ökonomisch verwertbare Arbeitsresultate zu bewältigen“ (Krause 2017, S. 7). Der weltgrößte Versandhändler Amazon nutzt in seinen Logistikzentren Handscanner, welche lückenlose Bewegungsprofile der Beschäftigten liefern, die in den Lagerhallen einfache Arbeit ausführen und beispielsweise zu Fuß die bestellten Produkte einsammeln und zu den Packstationen bringen. Jeder Arbeitsschritt und jede außerplanmäßige Pause werden damit nachvollziehbar. Die detaillierten Aufzeichnungen ermöglichen dem Management die Erstellung individualisierter Leistungsprofile und einen systematischen Vergleich des Arbeitsverhaltens der Beschäftigten, auch wenn das Unternehmen angibt, in Übereinstimmung mit den deutschen Datenschutzregeln keine personenbezogene Auswertung der Bewegungsdaten vorzunehmen. Aber nicht nur in Logistik- oder Produktionshallen halten Systeme Einzug, die mittels *Big Data* und kontrollrelevanter Softwareanwendungen „individualisierte Evaluationssysteme neuer Qualität“ schaffen (Staab und Nachtwey 2016, S. 28f.). Bereits heute sind diese auch in Büros zu finden, sodass das Nutzerverhalten an stationären und mobilen Endgeräten umfassend dokumentiert und ausgewertet werden kann. Beispielsweise ist Monitoring-Software in der Lage, sämtliche Aktivitäten an PCs und Smartphones aufzuzeichnen. Dazu zählen Bildschirminhalte, Tastatureingaben, die Dauer von Aktivitäten bzw. Inaktivität, die Registrierung der genutzten Programme und Anwendungen sowie der Verlauf der Internetnutzung. Bei mobilen Endgeräten lassen sich zusätzlich GPS-Daten und Kommunikationsdaten auswerten (Krause 2017).

Der rechtliche Rahmen für den Beschäftigtendatenschutz wird derzeit insbesondere aus dem Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) abgeleitet und findet ab dem 25. Mai 2018 in den Vorschriften der Europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) seinen gesetzlichen Niederschlag. Gemäß der aktuellen Gesetzeslage ist die „Erhebung. Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten nur zulässig, soweit die BDSG selbst oder eine andere Rechtsvorschrift sie erlaubt oder anordnet oder wenn Betroffene eingewilligt haben.“ (Wedde 2017) Ist eine gesetzliche Zulässigkeit gegeben, müssen Arbeitgeber darüber hinaus weitere allgemeine Vorgaben des BDSG berücksichtigen – zum Beispiel gilt nach § 3a BDSG der Grundsatz der Datenvermeidung und Datensparsamkeit.

Gestaltungsspielräume für die Arbeitnehmervertretung ergeben sich aus dem Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG). Hervorzuheben ist der § 87 Abs. 1 Nr. 6 BetrVG, wonach der Betriebsrat den möglichen Einsatz von technischen Überwachungsmaßnahmen mitzubestimmen hat (hier: „Einführung und Anwendung von technischen Einrichtungen, die dazu bestimmt sind, das Verhalten oder die Leistung der Arbeitnehmer zu überwachen“) (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2017). Weitere Beteiligungsrechte ergeben sich aus § 80 Abs. 1 Nr. 1 BetrVG und dienen der Kontrolle des Arbeitgeberverhaltens auf Einhaltung der Vorschriften des BDSG im Hinblick auf Beschäftigtendaten (Krause 2017).

Mit Blick auf die Individualisierung digitaler Assistenzsysteme, die sich nicht nur auf ergonomische Dimensionen bezieht, sondern insbesondere das (erwerbsbiografisch geprägte) Fähigkeitsprofil – seien es körperlich oder kognitiv – berücksichtigt, ergibt sich als Voraussetzung die Etablierung individualisierte Nutzerkonten, bei denen personenspezifische Informationen hinsichtlich Arbeitsverhalten und -leistungen zusammengeführt und ausgewertet werden (Krause 2017). Damit sind digitale Assistenzsysteme bereits heute in der Lage, Fähigkeitsprofile der Nutzer zu erstellen und sich in ihrer Unterstützungsleistung an deren Bedürfnisse und konkrete Wünsche anzupassen. Wenngleich der ursächliche Zweck der Datenerfassung eine möglichst passgenaue und personalisierte Unterstützung des jeweiligen Nutzers ist, ist mit den dabei unweigerlich entstehenden Daten auch eine Überwachung und Leistungskontrolle möglich. Dabei kommen unterschiedliche Technologien zum Einsatz, vor allem um Informationen mittels mobiler Endgeräte, Tablets und interaktiver Visualisierungssysteme sowie anderer Hilfsmittel zu liefern, die den Arbeitenden auch physisch entlasten. Die Kontexterfassung erfolgt beispielsweise über Bilder, Ortung oder die Aufzeichnung von Arbeitsverhalten, Bewegungen, Emotionen und Vitalparametern. Arbeitsschritte, Bauteile und Anweisungen können visualisiert werden. Die Prozessqualität und Fehlerreduktion, die sich mit intelligenter Unterstützung erreichen lassen, sind besonders relevant für komplexe Arbeitsprozesse oder sicherheitskritische Tätigkeiten, bei denen menschliches Versagen weitreichende Konsequenzen haben kann.

Die erweiterten Möglichkeiten einer digitalen, datenbasierten Entscheidungsunterstützung schaffen allerdings auch den Raum für ein – zunächst implizites – Risiko: Die systematische Verknüpfung und automatisierte Auswertung der im großen Umfang vorliegenden Daten ermöglicht es, die Belegschaft ohne Anlass und flächendeckend zu überwachen sowie Fehler- und Leistungskontrollen erheblich zu verschärfen. Das Zusammenführen von Datenbeständen aus unterschiedlichen Quellen vereinfacht zudem wesentlich die Personalisierung vorliegender Daten. So lassen sich auch aus anonymen Daten sensible Informationen, beispielsweise zu persönlichen Gewohnheiten oder zum Gesundheitszustand, ableiten. Unabhängig von Anlass und Zweck der Datenerfassung können immer leistungsfähigere Algorithmen und eine immer umfassendere Datenverarbeitung „Antworten auf Fragen liefern, die keiner gestellt hat“. Diese Entwicklungen haben schwer absehbare Auswirkungen für das Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung, welches jedem Einzelnen das Recht einräumt, seine personenbezogenen Daten nur für fest definierte Zwecke nutzen zu lassen (Jerchel 2015).

In einem nicht klar geregelten oder auch kommunizierten Umgang mit den Nutzerdaten von digitalen Assistenzsystemen wird folgerichtig eine der größten Hürden bei der Einführung in die betriebliche Praxis gesehen. Die Frage des Rechtsrahmens ist dabei unmittelbar mit weiteren Gestaltungsdimensionen sowohl des eigentlichen Systems als auch der umgebenden Arbeitsorganisation verbunden. So bemerkten zwei Vertreter von Herstellern von Systemen zur Werkerführung unabhängig voneinander, dass die Tätigkeitsüberwachung bei einer stark dirigistischen Werkerführung einfach und ähnlich zu bestehenden Prozessen der Band- oder Akkordarbeit sei. Jedoch würden solche Systeme von den Werkern kritisch gesehen werden, da sie keine individuelle Ausführung der Arbeitsschritte zulassen. Es ist somit entscheidend, dass die Assistenzsysteme tatsächlich unterstützend sind. Wenn sie die ohnehin schon eingeschränkten Handlungsmöglichkeiten der Werker einschränken, etwa weil sie bestimmte Handlungsoptionen bevorzugen oder erzwingen, verringern sie die Arbeitszufriedenheit. Ein individuelles Mikromanagement in Kombination mit der Möglichkeit, praxisnahe Routinen/Informationen („Vorfetten des Elements hilft bei der späteren Endmontage“) aus dem Prozess der Arbeit rasch wieder in das System zurückspielen zu können, gelten folglich als zentrale Erfolgsfaktoren für eine erfolgreiche Implementierung von Assistenzsystemen im Betrieb. Allerdings werfen insbesondere die fortgeschrittenen Systeme – zum Beispiel in der variantenreichen Montage – Fragen nach der Überwachung auf: Zu der Überwachung „linearer Tätigkeiten“ bei dirigistischen Systemen ohne individuelle Freiheiten kommt die Überwachung „lateraler Tätigkeiten“ (Leistungsprofil in der Flexibilität) von Systemen, die Mikromanagement erlauben (Interview mit einem Vertreter eines Anbieters von Assistenzsystemen vom 02.08.2017; Interview mit dem Mitarbeiter eines Forschungsinstituts vom 15.08.2017), hinzu. Die Ambivalenz gegenüber den Systemen drückt sich auch darin aus, dass Werker zwar Wert darauf legen, ihr Wissen rasch wieder in die Systeme einspeisen zu können (Aktualität), sie aber gleichzeitig befürchten, dass ihnen ihr Wissen damit auch genommen wird (Interview mit dem Mitarbeiter eines Forschungsinstituts vom 15.08.2017).

Eine vergleichbare Fragestellung ergibt sich auch für den Einsatz von Assistenzsystemen bei Büroarbeitsplätzen, etwa im Dienstleistungssektor. Da Assistenzsysteme aufgrund ihrer zunehmenden Einbettung in den Wertschöpfungsprozess prinzipiell alle Arbeitsschritte erfassen und dokumentieren und somit auswertbar machen können, besteht potenziell die Möglichkeit, dass sie den Druck auf die Bemessung und Standardisierung von Arbeitsschritten der Kopfarbeit verstärken, wie es in der Vergangenheit nur für Fließbandarbeit üblich war. Das kann dann bedeuten: „10 Minuten im Schnitt für eine E-Mail, 30 Minuten für ein Rechnungsformular, ein halber Tag, um einen Software-Fehler zu beseitigen“ (Böhme 2017). Einerseits verlieren hochqualifizierte Beschäftigte durch derartige Kontrollprozesse Privilegien, insbesondere in den Bereichen Flexibilität und Autonomie, die Positionen auf der mittleren Arbeitsorganisationsebene üblicherweise kennzeichnet. Andererseits erhöht die engmaschige Überwachung von Arbeitsprozessen die Konkurrenz unter den Beschäftigten: Fehler können schnell und systematisch aufgedeckt werden. Damit verschärfen Digitalisierungsprozesse nicht nur die scheinbar „objektive“ Leistungskontrolle. Im Bereich der qualifizierten, wissensintensiven Angestelltenarbeit findet vielmehr eine professionelle Formalisierung statt, die,

analog zur Einfacharbeit, zu Intensivierungs- und Abwertungsprozessen von Arbeit führt (Staab und Nachtwey 2016).

Eine weitere regulatorische Dimension, die bei der Gestaltung und Implementierung von digitalen Assistenzsystemen zu beachten ist, ist der Arbeitsschutz. Wie bei allen Arbeitsmitteln sollen auch im Hinblick auf den Einsatz digitaler Assistenzsysteme im Betrieb zusätzliche Risiken für die Gesundheit des Nutzers bzw. der Belegschaft vermieden oder minimiert werden. Diese Risiken können als „interne Risiken" zum einen vom Assistenzsystem selbst ausgehen oder aber den Nutzer durch das System potenziell stärker sonstigen Gefährdungen gegenüber exponieren („externe Risiken"). Ein bekanntes Beispiel für ein internes Risiko ist das Phänomen, dass Virtual und Augmented Reality-Systeme bei ihren Nutzern häufig zu „Motion Sickness" und somit zu Schwindel und Übelkeit führen. Ebenso sind aufgezwungene unergonomische Bewegungsabläufe, Blendeffekte bei Pick-by-light-Systemen etc. denkbar. Bei der Gestaltung und Implementierung von digitalen Assistenzsystemen ist somit dafür Sorge zu tragen, dass keine unerwünschten und gesundheitsschädlichen Einwirkungen auf den Nutzer bestehen. Lassen sich diese nicht vollständig vermeiden, sind ggf. max. Nutzungszeiten und ähnliche Organisationsmaßnahmen zu ergreifen. Die Vermeidung von Gefährdungen durch das Assistenzsystem gilt auch über den unmittelbaren Nutzer hinaus. Aktuell (Oktober 2017) testet die Deutsche Post AG in Bad Hersfeld den „Postbot", einen elektrisch betriebenen Roboterwagen, der bis zu 150 kg Last (Briefe, Päckchen) transportieren kann und einem menschlichen Briefzusteller automatisch auf Schritt und Tritt auf ebenerdigem Terrain folgt. Auf diese Weise wird der Briefzusteller physisch entlastet, aber nicht substituiert (die Entnahme der Postsendungen und die Zustellung „an der Tür" wird vom Menschen erledigt). Die Erkennung des Briefzustellers muss dabei exakt erfolgen und sofort zum Halten führen, wenn etwa ein Passant zwischen Postbot und Zusteller tritt – bei 150 kg Gewicht könnte ein Zusammenstoß bereits ernsthafte Folgen haben (Gehlen 2017).

Bei externen Risiken geht im Unterschied dazu die Gefährdung nicht vom System selbst aus, doch besteht die Möglichkeit, dass dessen Nutzer stärker gefährdet ist als eine Person, die ihre Tätigkeit ohne digitale Assistenz verrichtet. Dies wäre zutreffend, wenn eine Person durch eine sensorisch assistierte Arbeitskleidung oder ein Exoskelett in ihren Bewegungen stark eingeschränkt ist und sich im Gefahrenfall (z. B. Brand) nicht eigenständig in Sicherheit bringen könnte. Ähnliches wäre bei sensorischen Systemen der Fall, die durch die Einblendung von Informationen die Wahrnehmung für die Umwelt stark einschränken und somit sich nähernde Gefahrenquellen (Transportfahrzeuge, Maschinen etc.) nicht oder zu spät wahrnehmen würden. Die alltäglichen Erfahrungen der Handy-Nutzung im Straßenverkehr mögen hier einen Eindruck vermitteln.

In § 5 ArbSchG wird darauf hingewiesen, dass sich eine Gefährdung auch durch „die Gestaltung, die Auswahl und den Einsatz von Arbeitsmitteln, insbesondere von Arbeitsstoffen, Maschinen, Geräten und Anlagen sowie den Umgang damit" ergeben kann (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2015). Vor diesem Hintergrund können digitale Assistenzsysteme auch zur Sicherheit und Gesundheit der Nutzer beitragen. Nach §3 ArbSchG sind Arbeitgeber dazu verpflichtet, die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer zu

treffen. Darüber hinaus haben Arbeitgeber „die Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen und erforderlichenfalls sich ändernden Gegebenheiten anzupassen“ (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2015).

# 6. Gestaltungsoptionen für die Politik

Um bei einer weiteren Verbreitung von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb die Potenziale für eine verbesserte Teilhabe, höhere Arbeitsqualität und gesünderes Arbeiten zu heben, bedarf es einer zielgerichteten politischen Gestaltung. Folgende Handlungsoptionen für die Politik können den Prozess an der Schnittstelle zwischen Mensch, Technologie und Organisation zielgerichtet begleiten und zur Etablierung eines Leitmarktes für digital assistierte gute Arbeit in Deutschland beitragen:

**Gestaltung von digitalen Assistenzsystemen zwischen Unter- und Überforderung**

Digitale Assistenzsysteme sind grundsätzlich geeignet, die Belastung von Personen im Arbeitsprozess zu verringern. Gerade bei Systemen, die der Fähigkeitserweiterung dienen und/oder die einen tutoriellen Charakter haben, ist in der Gestaltung darauf zu achten, dass sie durch die Vielzahl von Informations- und Interaktionsmöglichkeiten nicht zu einer Mehrbelastung und damit Stress führen. Für eine Nutzerzentrierung bei der Gestaltung von digitalen Assistenzsystemen und die Einbettung in die Arbeitsorganisation muss dabei insbesondere eine „Aufmerksamkeits-Ergonomie“ zugrunde gelegt werden, die in Abhängigkeit von dem jeweiligen Nutzer so viel zielgerichtete Information wie nötig und so wenig Zusatzinformation wie möglich anbietet. Der Abruf von Zusatzinformation darf dabei nicht ausgeschlossen werden, um die Lernförderlichkeit der Systeme nicht zu begrenzen. Neben einer möglichen Überforderung besteht ebenfalls das Risiko einer Unterforderung in Form einer Entmündigung/Entwertung durch das Assistenzsystem. Das System darf insbesondere im Mikromanagement von Tätigkeiten keine Handlungsweisen erzwingen, sondern muss den Handlungsspielraum des jeweiligen Nutzers so groß wie möglich halten und dennoch die gewünschte Unterstützung bieten. Auch hier ist der gesamte Arbeitsprozess in die Gestaltung/Adaptierung der Assistenzsysteme zu berücksichtigen, sodass sich der Einsatz des Systems ggf. nur auf die (Ein-)Lernphasen beschränkt und anschließend nicht oder nur im Hintergrund (automatische Dokumentation) genutzt wird. Es wird empfohlen, dass basierend auf bestehenden Modellen (vgl. Abbildung 14) die Entwicklung einer Norm (DIN) zur Gestaltung und zum Einsatz von digitalen Assistenzsystemen in der betrieblichen Praxis initiiert wird. Besonders geeignet scheint nach aktuellem Stand die Initiierung einer DIN SPEC, bei der die Anforderungen von Herstellern und Kunden in einen gemeinsamen Standard einfließen. Eine DIN SPEC nach dem PAS-Verfahren (Public Available Specification) beschreibt Produkte, Systeme oder Dienstleistungen, indem sie Merkmale definiert und Anforderungen festlegt; es handelt sich um ein nicht vollkonsensuales Verfahren. Es empfiehlt sich allerdings, die Stakeholder umfassend einzubeziehen, damit eine breite Unterstützung und ein gemeinsames Verständnis sichergestellt werden. Eine DIN SPEC kann von Unternehmen, Organisationen, Institutionen etc. initiiert werden und innerhalb weniger Monate zum Ergebnis führen. Ein solches Verfahren ist weltweit anerkannt und bietet grundsätzlich die Möglichkeit, den Standard anschließend zu aktualisieren und darauf aufsetzend eine DIN Norm zu entwickeln bzw. auch auf die europäische/internationale Ebene zu heben (DIN e.V. 2017). Durch den DIN

SPEC-Prozess wird die Innovation mit dem aktuellen Stand der Technik abgestimmt, sodass Anwender ohne Hürden mit einer Innovation arbeiten können. Aktuell (Stand Sommer 2017) befindet sich eine Normierungsaktivität zum verwandten Thema „Active (Ambient) Assisted Living" zur Gestaltung von Assistenzsystemen für die Unterstützung eines selbstständigen Lebens (im Alter) in Vorbereitung/in Bearbeitung.

Förderung von verbindlichen Gestaltungskriterien für digitale Assistenzsysteme in der betrieblichen Praxis und Entwicklung einer korrespondierenden Standardisierungs-/Normierungsaktivität.

**Einbinden von gesundheitlichen Aspekten digitaler Assistenzsysteme in das INQA-Netzwerk**

Neben Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems als häufigste Ursache für Arbeitsausfall sind auch die Fehltage aufgrund psychischer Erkrankungen in den letzten 10 Jahren konstant gestiegen. Im INQA-Projekt „Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt" (psyGA) steht die psychische Gesundheit im Fokus. Beschäftigte erhalten für unterschiedliche Branchen und Funktionen konkrete Handlungshilfen zum Schutz ihrer psychischen Gesundheit. Auch digitale Assistenzsysteme werden vielfach im Kontext des gesunden Arbeitens betrachtet: Während physische Assistenzsysteme durch eine mechanisch-motorische Kraftunterstützung und ergonomische Montagesysteme insbesondere das Muskel-Skelett-System adressieren, haben sensorisch-kognitive Assistenzsysteme vor allem Einfluss auf psychische Aspekte der Arbeit und können den Beschäftigten kognitive Entlastung verschaffen. Die Vision ist, dass Assistenzsysteme einen positiven Beitrag zum ergonomischen Arbeiten und der Stressreduzierung (z. B. durch Werkerführung) leisten. Gleichzeitig können sie aber auch eine konträre Wirkung haben, indem eine digital assistierte Arbeit zu unergonomischen Bewegungsabläufen und Haltungen, Übelkeit oder Reizüberflutung führt (z. B. beim Gebrauch von Datenbrillen im Kontext von Augmented Reality) und letztlich die stressinduzierte Belastung zunimmt.

Um in diesem Spannungsfeld neue Einsichten zu gewinnen und gleichzeitig die gesundheitlichen Auswirkungen von digitalen Assistenzsystemen einzubinden, sind weitere evidenzbasierte, arbeitsmedizinische Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen dem Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb und den gesundheitlichen Auswirkungen notwendig. Der Fokus sollte auf Systemen liegen, die bereits am Markt verfügbar sind und regelmäßig zum betrieblichen Einsatz kommen (z. B. AR-Brillen, pick-by-light Systeme). Darüber hinaus sollten aber auch technisch erwartbare Systeme, die bereits im Demonstrator-Stadium sind und bei denen ein Einsatz in der Praxis in näherer Zukunft wahrscheinlich ist, Berücksichtigung finden.

Arbeitsmedizinische Untersuchungen zur Ermittlung des Zusammenhangs zwischen digitalen Assistenzsystemen und gesundheitlichen Aspekten (z. B. Stressreduzierung/-erhöhung) im Betrieb.

**Monitoring von digitalen Assistenzsystemen**
Es ist davon auszugehen, dass der Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im betrieblichen Kontext weiter zunehmen wird und mit fortschreitender Technologieentwicklung in immer mehr Branchen und Arbeitsbereichen Anwendung findet. Dieser Prozess sollte mit einem Monitoring begleiten werden, um erstmalig eine systematische Datenbasis zum Verbreitungsgrad von digitalen Assistenzsystemen in Betrieben zu schaffen. Neben der Dokumentation von Basisdaten (z. B. Systeme, Branchen, Unternehmenstyp) sollten vor dem Hintergrund „Guter Arbeit" auch die betrieblichen und individuellen Auswirkungen der Systeme sowie die Barrieren bei der Einführung und Nutzung von digitalen Assistenzsystemen aus arbeitsmarktpolitischer Perspektive berücksichtigt werden.

Etablierung eines Monitorings, das die Verbreitung und Auswirkung von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb in regelmäßigen Abständen erfasst und herausragende Praxisbeispiele sichtbar macht.

**Digitale Assistenzsysteme in neue Anwendungskontexte bringen**
Die vorliegende Studie macht deutlich, dass digitale Assistenzsysteme in der Produktion zwar weit verbreitet sind (Werkerführung für die variantenreiche Produktion), doch außerhalb (Pflegesektor, Handwerk, Dienstleistungssektor) sind die Systeme oftmals noch nicht am Markt erhältlich (FuE-Projekte, Prototypen).
Es wird empfohlen, dass ein Programm zur Diversifizierung, Adaption und Implementierung von Assistenzsystemen auflegt wird, um eine stärkere Verbreitung und Nutzung derartiger Systeme zu fördern. Im Zentrum der Förderung steht einerseits die Übertragung von existierenden Systemen auf andere Sektoren (Diversifizierung) und andrerseits der probeweise Betrieb geeigneter Systeme unter Realbedingungen in den Betrieben (Adaption und Implementierung). Dabei sollten der Forschungs-Praxis-Transfer und der branchenübergreifende Transfer gleichermaßen im Fokus stehen. Die erfolgreiche Überführung der in Forschungsprojekten entwickelten Konzepte, Methoden und Lösungen in die Praxis ist ein kritischer Erfolgsfaktor für digitale Assistenzsysteme und Voraussetzung für die Etablierung eines Leitmarktes. Mit Blick auf das branchenübergreifende Transferpotenzial schlussfolgern Arntz et al. (2016, S. 7): „Es reicht […] vermutlich nicht aus, nur über die Potenziale der modernen digitalen Technologien zu informieren. Vielmehr könnte es erforderlich sein, anhand von Best-Practice-Beispielen zu zeigen, dass der Einsatz dieser Technologien auch für kleinere Betriebe Potenziale bietet." Insbesondere KMU benötigen demnach Unterstützung, da sie sich seltener als größere mit modernen digitalen Technologien auseinandersetzen. Viele Unternehmen verbinden offenbar weniger Chancen mit dem Einsatz derartiger Systeme und sehen auch wenig Potenzial darin, die körperliche Belastung ihrer älter werdenden Belegschaften zu senken oder Produktivitätsvorteile zu erwirtschaften.

Unterstützung der Diversifizierung, Adaption und Implementierung von digitalen Assistenzsystemen, wobei die Berücksichtigung der Pflege als Fokusbranche angeregt wird.

**Schaffen einer ministerienübergreifenden Förderlogik**
Durch einen Fokus des BMAS auf den Praxistransfer können die Technologiefördermaßnahmen anderer Ministerien (BMBF und BMWi) sinnvoll aufgegriffen und fortgeführt werden. Mit dem ressortübergreifenden Strategiepapier „Digitalpolitik“ von BMWi, BMAS und BMJV wurden bereits gemeinsam Trends, Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung ausgearbeitet und ein erster Impuls zur Förderung von „technologischen und sozialen Innovationen (z. B. durch neue Assistenzsysteme)“ gesetzt. In einem Anschlussprozess könnte ein ministerienübergreifender Förderansatz des BMWi, BMAS, BMBF und eventuell BMJV unter Berücksichtigung industrie-, arbeits- und forschungspolitischer Ziele die Entwicklung und den Einsatz von digitalen Assistenzsystemen weiter befördern. Mit einem ressortübergreifenden Praxisansatz würde gleichzeitig den Empfehlungen der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) entsprochen, wonach der Handlungsbedarf Deutschlands im Bereich digitaler Technologien „weniger in der technologisch orientierten Forschung als im Transfer und in der Anwendung wissenschaftlicher Ergebnisse [liegt].“ (EFI 2017, S. 102).
Unter Einschluss der in Deutschland gut entwickelten Arbeitswissenschaften und ausgehend vom Grundsatz eines „design for all/universal design“ kann der Anbieter- ebenso wie der Anwendermarkt für digitale Assistenzsysteme Deutschland gezielt entwickelt werden. Insbesondere im Wechselspiel mit der Anpassung der Arbeitsorganisation und der in ihr zum Ausdruck kommenden hohen Aufgabenvielfalt besteht die Möglichkeit, beispielgebende Entwicklungen für einen inklusiven Arbeitsmarkt und „sozialen Leitmarkt“ für andere Länder anzustoßen.

Initiierung einer ressortübergreifenden Förderstrategie zur Entwicklung und zum Einsatz von digitalen Assistenzsystemen in der betrieblichen Praxis.

**Durchlässigkeit zwischen Werkstätten/Inklusionsbetrieben und (anderen) Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft erleichtern**
Digitale Assistenzsysteme bieten vielseitiges Potenzial, um die Durchlässigkeit zwischen Werkstätten bzw. Inklusionsbetrieben und (anderen) gewerblichen Unternehmen für stark leistungsgeminderte Personen zu fördern. So ist bereits heute ein wachsendes Interesse von Werkstätten an digitalen Assistenzsystemen zur Werkerführung festzustellen. Auf diese Weise kann deren Tätigkeitsspektrum von einigen wenigen Handgriffen merklich erweitert werden (Fähigkeitserweiterung). Werden in Werkstätten bzw. Inklusionsbetrieben und (kooperierenden) Unternehmen die gleichen Systeme eingesetzt, kann dies die Durchlässigkeit für stark leistungsgeminderte Beschäftigte in den ersten Arbeitsmarkt (im Falle der Werkstatt) bzw. in andere Betriebe des ersten Arbeitsmarktes (im Falle des Inklusionsbetriebs) erleichtern, sofern dies die Intention der Beteiligten ist und keine Zielkonflikte (z. B. durch Einschränkung der Arbeitsfähigkeit von Werkstätten/Inklusionsbetrieben durch den Abgang von Leistungsträgern) hervorruft.
In Anknüpfung zu bestehenden finanziellen Förderleistungen von Integrationsämtern, Bundesagentur für Arbeit, Rentenversicherungs-, Unfallversicherungs- und Sozialhilfeträgern ist mit Rücksicht auf die genaue

Zielsetzung zu prüfen, ob für Werkstätten und Inklusionsbetriebe im Dreiklang Technologie, Mensch und Organisation ein Bedarf an weiteren Fördermaßnahmen besteht, um die Verbindung zu gewerblichen Unternehmen auszubauen. Denkbar ist etwa die Förderung der Implementierung ausgewählter Systeme inklusive der Gewährung eines Investitionszuschusses zur Beschaffung, soweit das bestehende Förderregularium dies nicht ermöglicht. Die damit intendierte Steigerung der Durchlässigkeit setzt allerdings voraus, dass Werkstätten und Inklusionsbetriebe entsprechende Wechsel der Beschäftigten auch aktiv unterstützen.

Förderung der Implementierung von digitalen Assistenzsystemen in Werkstätten und Inklusionsbetrieben für leistungsgeminderte Personen.

**Übergang von der sozialengagierten zur betriebswirtschaftlichen Motivationslage fördern**

Die Beschäftigung von leistungsgeminderten und leistungsgewandelten Personen bietet Unternehmen zahlreiche Chancen. Zuletzt näherte sich die Beschäftigungsquote von schwerbehinderten Menschen mit 4,69 % dem gesetzlich vorgeschriebenen Wert von 5 % weiter an (Aktion Mensch 2016). Im Zuge der Differenzierung der Arbeitswelt mit ihrer Vielfalt an Aufgaben, Anforderungen und Tätigkeiten einerseits und dem wachsenden Grad an Vielfalt der Wohn- und Erwerbsbevölkerung hat sich heute ein Maß an Diversity in der Praxis etabliert, das ganz automatisch zur Nutzung unterschiedlicher Fähigkeiten und Talente geführt hat. Dabei kompensieren digitale Assistenzsysteme vor allem physische, oftmals im Erwerbsverlauf erworbene, Beeinträchtigungen. Aber auch Einschränkungen der Sinnesorgane (insbesondere Sehen und Hören) können durch digitale Assistenzsysteme auf dem aktuellen Stand der Technik ausgeglichen werden. Unterdessen betreibt der Software-Konzern SAP mit „Autism at Work“ ein eigenes Programm für Autisten, um deren hohe Intelligenz, Konzentrationsfähigkeit und oftmals Zahlenaffinität bei der Lösung spezifischer Aufgaben zu nutzen. Die Softwareentwicklung mit ihren häufig agilen Prozessen und Strukturen weist dabei den Weg für erfolgreiche Diversity, da eine offene und flexible Arbeitsorganisation prinzipiell dazu beiträgt, Fähigkeiten und Talente im Zusammenspiel mit Kollegen passgenau einzusetzen.

In Anbetracht von Fachkräfteengpässen und dem vorhandenen Fachkräftepotenzial von Menschen mit Behinderung ist zu prüfen, wie der Einsatz von digitalen Assistenzsystemen einen inklusiven Arbeitsmarkt und damit die Beschäftigung von leistungsgeminderten Personen weiter fördern kann. In Anknüpfung an bestehende Inklusionsinitiativen sollte ein Bewusstseinswandel, bei dem soziale und betriebswirtschaftliche Zielsetzungen ganzheitlich gedacht werden, weiter gefördert und das Potenzial digitaler Assistenzsysteme verstärkt in den Blick genommen werden.

Dabei sollte im Mittelpunkt stehen, dass erwerbslose Menschen mit Behinderung häufig gut qualifizierte Fachkräfte sind (vgl. Tabelle 3 und 4), und dass digitale Assistenzsysteme eine Vielzahl physischer, sensorischer und zum Teil auch psychischer Beschäftigungshürden kompensieren können. Damit kann für einen erweiterten Kreis von Menschen mit Behinderung ein Zugang zum Arbeitsmarkt geschaffen werden.

Öffentlichkeitswirksame Sichtbarmachung von Unternehmen, die durch den Einsatz von digitalen Assistenzsystemen die Beschäftigung von leistungsgeminderten Personen und Menschen mit Behinderungen fördern („Leuchtturm-Projekte").

**Analyse von Potenzialen digitaler Assistenzsysteme zur Förderung der Arbeitsmaktpartizipation von Flüchtlingen**

Mit Blick auf eine Erleichterung des Arbeitsmarktzugangs von Menschen mit Migrationshintergrund (und im Speziellen von Flüchtlingen) gibt es bisher kaum Lösungen, die auf das Potenzial assistiver digitaler Systeme setzen. Zwar existieren vereinzelt Lösungen zur Unterstützung des Spracherwerbs, doch umfassende assistive Ansätze, die eine aktive und begleitende Eingliederung explizit von Flüchtlingen in das Erwerbsleben unterstützen (z. B. bei der individuellen Kompetenzerfassung oder reale Arbeitsprozesse begleitende Mentoring-Systeme), existieren gegenwärtig noch nicht. Dabei ist der Bedarf unverkennbar: „Die größten Hürden für Flüchtlinge auf dem Arbeitsmarkt sind jedoch weiterhin fehlende Sprachkenntnisse und eine geringe (formale) Qualifikation bzw. die Anerkennung von Qualifikationen." (Bonin und Rinne 2017, S. 20)
Vor dem Hintergrund der beschriebenen Durchlässigkeit zwischen kompensatorischen, präventiv-erhaltenden und fähigkeitserweiternden Unterstützungsleistungen digitaler Assistenzsysteme und mit Blick auf das Inklusionspotenzial tutorieller Systeme liegt eine intensive Befassung mit dem Thema „Beschäftigungsförderung von Flüchtlingen durch digitale Assistenzsysteme" nahe. Dabei ist zu prüfen, ob digitale Assistenzsysteme die Partizipation von Geflüchteten am Arbeitsmarkt durch eine individualisierte Kompensation von Bildungs- und Sprachdefiziten punktuell fördern können.

Durchführung einer Potenzialanalyse bestehender Assistenzsysteme hinsichtlich der Individualisierbarkeit von Unterstützungsleistungen für die Arbeitsmarktintegration von Flüchtlingen, eventuell auch Förderung neuer Ansätze für den berufsbezogenen und praxisnahen Sprach- und Kompetenzerwerb für arbeitssuchende Flüchtlinge.

**Zusammenspiel von digitalen Assistenzsystemen und Arbeitsorganisation gestalten**

Ein digitales Assistenzsystem entwickelt seine Funktionalität in unmittelbarer Abhängigkeit von der Arbeitsanforderung und -organisation. Dieses Wechselspiel drückt sich schließlich in digital assistierter Arbeit aus. Für das BMAS ergibt sich dabei ein enger Bezug und Gestaltungsansatz über die Arbeitsorganisation und die Frage, wie diese gestaltet sein muss, um mit dem Einsatz von Assistenzsystemen optimale Ergebnisse zu erzielen. Dies ist umso bedeutender, da zukünftig verstärkt modulare und damit variabel unterstützende Systeme zu erwarten sind, die aufgrund des hohen Softwareanteils auf ganz unterschiedlichen Geräten zum Einsatz kommen und somit einen „ambienten" Charakter haben werden. Die Unterstützung der Erwerbstätigen wird zukünftig und im Zuge der weiteren Digitalisierung der Arbeit – Vorreiter dürfte hier auch weiterhin die Produktion im Kontext der Industrie 4.0 sein – durch jede Form von technischem Artefakt erfolgen; sei es in Form eines mobilen Geräts oder einer Werkzeugmaschine. Die

optimale Bereitstellung von verlässlichen und situations- und kontextbezogenen Echtzeitinformationen wird es ermöglichen, individuelle Unterstützung zu leisten und dabei im Sinne der Diversity auch leistungsgeminderte und leistungsgewandelte Personen einschließen. Da sich die Assistenz zukünftig insbesondere aus der Leistungsfähigkeit der Software ergeben wird (dies gilt für die wissensintensive Produktion ebenso wie für den Dienstleistungsbereich), kann eine stärkere Flexibilisierung der Arbeitsorganisation realisiert werden, mit der im Zusammenspiel mit den assistiven technischen Unterstützungsfunktionen eine optimale Lernförderlichkeit und der Erhalt von Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Belegschaft umsetzbar ist. Für das betriebliche Gesundheitsmanagement bedeutet dies die endgültige Abkehr von kurativen (Rückenschule, Entspannungsübungen etc.) hin zu integral vermeidenden Strategien, indem ausgleichende, stressreduzierende und rekuperierende Tätigkeitssequenzen nach individueller Konstitution und in Abhängigkeit der erforderlichen Tätigkeiten in den Arbeitsablauf integriert werden. Eine variable Unterstützungsleistung bietet folgerichtig auch die Option für ein technisch unterstütztes betriebliches Eingliederungsmanagement nach krankheitsbedingten Fehlzeiten. Unter Berücksichtigung von arbeitsorganisatorischen (und betriebswirtschaftlichen) Aspekten ist perspektivisch auch eine gesetzliche Verankerung zum Einsatz von digitalen Assistenzsystemen zur Gesundheits- und Sicherheitsförderung denkbar. Nach aktuellem Stand scheint es zu den bisherigen Praxiserfahrungen jedoch noch keine systematischen Auswertungen zu geben, aus denen sich bereits heute sinnvolle Standards für eine digital assistierte Arbeit ableiten lassen (siehe Gestaltungsoption „Monitoring von digitalen Assistenzsystemen“).

Förderung einer digital assistierten Arbeit durch die integrierte Betrachtung des Einsatzes von Assistenzsystemen und der Gestaltung der Arbeitsorganisation.

**Beratung von KMU und Etablieren einer Dachmarke „Digitale assistierte Arbeit und Diversity“**

Zur Förderung von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb sollten die Beratungsleistungen vor allem für KMU (z. B. im personalintensiven Handwerk) weiter ausgebaut werden. Die Erkenntnisse der vorliegenden Studie bieten dazu eine erste Grundlage, um weitergehend ein Beratungsangebot zu entwickeln, dass Unternehmen gezielt beim Einsatz von digitalen Assistenzsystemen unterstützt. Dabei sollte sichergestellt sein, dass Berater gleichermaßen den Forschungsstand für zukünftige Systeme als auch den Technologiestand für verfügbare Systeme im Blick haben. Mit der neuen INQA-Programmlinie „unternehmensWert: Mensch plus (uWM plus)“ werden bereits Beratungsleistungen für KMU zur digitalen Transformationen im Rahmen von Lern- und Experimentierräumen angeboten. Für das BMAS bietet sich hier ein sinnvoller Anknüpfungspunkt zur Ausweitung des Beratungsangebotes, bei dem der praktische Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb zur Befähigung der Beschäftigten im Mittelpunkt steht. Begleitend wird für das BMAS die Vergabe eines öffentlichkeits- und kundenwirksamen Siegels für „Digitale Inklusion“ an Unternehmen angeregt, mit denen sich diese im Bemühen um das Finden und Binden von Fachkräften als gute Arbeitgeber darstellen können. Es wird empfohlen, dass das BMAS seine Aktivitäten rund um das Thema digitale Assistenzsysteme unter der Dachmarke

„Digital assistierte Arbeit und Diversity“ zusammenfasst und als Teil von INQA positioniert.

Etablierung und Erweiterung von Beratungsleistungen für KMU und Handwerk zum Einsatz von digitalen Assistenzsystemen und Schaffung einer Dachmarke „Digital assistierte Arbeit und Diversity“.

## Literaturverzeichnis


Ahlers, Elke (2016): Arbeit und Gesundheit im betrieblichen Kontext. Befunde aus der Betriebsrätebefragung des WSI 2015. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut. Düsseldorf (WSI-Report, 33).

Aktion Mensch (Hg.) (2016): Inklusionsbarometer Arbeit: Ein Instrument zur Messung von Fortschritten bei der Inklusion von Menschen mit Behinderung auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Unter Mitarbeit von Handelsblatt Research Institute. Bonn.

Anger, Christina; Plünnecke, Axel (2017): Qualifikation: Kompetenzentwicklung und Bildungsabschlüsse. In: Institut der deutschen Wirtschaft (Hg.): Perspektive 2035. Wirtschaftspolitik für Wachstum und Wohlstand in der alternden Gesellschaft, 75-90.

AOK Bundesverband - Wissenschaftliches Institut der AOK (2017): Fehlzeiten-Report 2017. Lebenskrisen beeinflussen auch den Job. Berlin (Pressemitteilung vom 14.09.2017).

Apt, Wenke; Bovenschulte, Marc (im Erscheinen): Die Zukunft der Arbeit im demografischen Wandel. In: Steffen Wischmann und Ernst A. Hartmann (Hg.): Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung. Berlin-Heidelberg: Springer.

Apt, Wenke; Bovenschulte, Marc; Hartmann, Ernst Andreas; Wischmann, Steffen (2016): Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“. Hg. v. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Institut für Innovation und Technik in der VDI / VDE Innovation + Technik GmbH (iit) (Forschungsbericht, 463).

Apt, Wenke; Schubert, Michael; Wischmann, Steffen (im Erscheinen): Digitale Assistenzsysteme. Perspektiven und Herausforderungen für den Einsatz in Industrie und Dienstleistungen. Institut für Innovation und Technik – iit. Berlin.

Arnold, Daniel; Steffes, Susanne (2017): Fokusgruppe 3 'Gesundheit und Teilhabe' der Plattform 'Digitale Arbeitswelt'. Protokoll der 1. Sitzung am 17. Februar 2017. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung. Berlin/ Mannheim.

Arntz, Melanie; Gregory, Terry; Lehmer, Florian; Matthes; Britta; Zierahn, Ulrich (2016): Arbeitswelt 4.0 - Stand der Digitalisierung in Deutschland. Dienstleister haben die Nase vorn. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB). Nürnberg (22/2016).

Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2016): Bildung in Deutschland 2014. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur Bildung von Menschen mit Behinderungen. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag. Online verfügbar unter https://www.bildungsbericht.de/de/bildungsberichte-seit-2006/bildungsbericht-2016/pdf-bildungsbericht-2016/bildungsbericht-2016, zuletzt geprüft am 22.09.2017.

B2B Insider GmbH (Hg.) (2017): Arbeit statt Ruhestand. Zahl der Arbeitnehmer im Rentenalter steigt. Online verfügbar unter http://www.personal-wissen.de/7524/arbeit-statt-ruhestand-zahl-der-arbeitnehmer-im-rentenalter-steigt.

Bartlett, Christopher A.; Ghoshal, Sumantra (1990): Managing innovation in the transnational corporation. In: Christopher A. Bartlett, Yves Doz und Gunnar Hedlund (Hg.): Managing the Global Firm, S. 215–255.

Bonin, Holger; Rinne, Ulf (2017): Machbarkeitsstudie zur Durchführung einer Evaluation der arbeitsmarktpolitischen Integrationsmaßnahmen für Flüchtlinge. Bonn (Forschungsbericht des BMAS, 481).

Brynjolfsson, Erik; McAfee, Andrew; Pyka, Petra (2015): The second machine age. Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird. 2. Aufl. Kulmbach: Börsenmedien AG.

Bundesagentur für Arbeit (Hg.) (2015): Analyse des Arbeitsmarkts für schwerbehinderte Menschen 2015. Nürnberg (Analytikreport der Statistik).

Bundesarbeitsgemeinschaft der Integrationsämter und Hauptfürsorgestellen (Hg.) (2014): Beschäftigungspflicht. Online verfügbar unter https://www.integrationsaemter.de/Fachlexikon/Beschaeftigungspflicht/77c490i1p/index.html, zuletzt aktualisiert am 14.01.2014, zuletzt geprüft am 16.08.2017.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (Hg.) (2015): Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG). Ausfertigungsdatum: 07.08.1996. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/index.html#BJNR124610996BJNE000301308.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (Hg.) (2017): Betriebsverfassungsgesetz (BetrVg). Ausfertigungsdatum: 15.01.1972. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/betrvg/.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (Hg.) (2011): Unser Weg in eine inklusive Gesellschaft. Der Nationale Aktionsplan der Bundesregierung zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention. Berlin.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (Hg.) (2014): Evaluation des Nationalen Aktionsplans der Bundesregierung zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention. Prognos AG. Berlin (Forschungsbericht des BMAS, 446).

Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hg.) (2017): Pflege von Angehörigen und Patienten erleichtern. Pressemitteilung: 056/2017. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/de/pflege-von-angehoerigen-und-patienten-erleichtern-4279.html.

Bundesministerium für Gesundheit (Hg.) (2017): Die Pflegestärkungsgesetze. Hintergründe zu den Neuregelungen in der Pflege. Online verfügbar unter http://www.bundesgesundheitsministerium.de/index.php?id=684.

Burstedde, Alexander; Risius, Paula (2017): Fachkräfteengpässe in Unternehmen. Regionale Fachkräftesituation und Mobilität. Hg. v. Institut der deutschen Wirtschaft Köln. Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung. Köln (Studie 2/2017).

Cluster-Manager im Maschinenbau (2017): Digitalisierung im Maschinenbau. Leipzig, März 2017. Persönliche Mitteilung.

Daheim, Cornelia; Wintermann, Ole (2016): 2050: Die Zukunft der Arbeit. Ergebnisse einer internationalen Delphi-Studie des Millennium Project. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh, zuletzt geprüft am 11.05.2017.

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. Institut für

Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB). Nürnberg (IAB Forschungsbericht, 11/2015).

Deschermeier, Philipp (2017): IW-Bevölkerungsprognose. Entwicklung der Bevölkerung bis 2035. In: Institut der deutschen Wirtschaft (Hg.): Perspektive 2035. Wirtschaftspolitik für Wachstum und Wohlstand in der alternden Gesellschaft. Köln, S. 41–55.

Deutscher Gewerkschaftsbund (Hg.) (2007): Was ist der DGB-Index Gute Arbeit? Online verfügbar unter http://index-gute-arbeit.dgb.de/dgb-index-gute-arbeit/was-ist-der-index.

DIN e.V. (Hg.) (2017): DIN SPEC - Der Sprung in den Markt. Berlin. Online verfügbar unter https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/erfolg-mit-standards, zuletzt geprüft am 04.10.2017.

EFI (2017): Gutachten 2017. Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands. Expertenkommission Forschung und Innovation. Berlin.

Engels, Dietrich (2016): Chancen und Risiken der Digitalisierung der Arbeitswelt für die Beschäftigung von Menschen mit Behinderung. Hg. v. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Berlin (Forschungsbericht des BMAS, 467).

EN ISO 26800, 2011-11: Ergonomie - Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte (ISO 26800:2011); Deutsche Fassung EN ISO 26800:2011.

EN ISO 9241, 2002-02: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten.

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (Hg.) (2015): Prototyp eines intelligenten Pflegewagens entwickelt. Online verfügbar unter https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2015-05-18_prototyp-eines-intelligenten-pflegewagens-entwickelt.html.

Fuchs, Johann; Söhnlein, Doris; Weber, Brigitte (2017): Projektion des Erwerbspersonenpotenzials bis 2060: Arbeitskräfteangebot sinkt auch bei hoher Zuwanderung.“. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Nürnberg (IAB-Kurzbericht, 6).

Fuchs, Tatjana (2006): Was ist gute Arbeit? Anforderungen aus der Sicht von Erwerbstätigen. Initiative neue Qualität der Arbeit. 2. Aufl. Unter Mitarbeit von Harald Bielenski, Agnes Fischer, Ernst Kistler und Alexandra Wagner. Hg. v. Geschäftsstelle der Initiative Neue Qualität der Arbeit. BAuA. Dortmund/Berlin/Dresden.

Gehlen, Göran (2017): Wenn der Roboter Briefe bringt: Erster Alltagstest des Postbot. Heise online. Hannover. Online verfügbar unter https://www.heise.de/newsticker/meldung/Wenn-der-Roboter-Briefe-bringt-Erster-Alltagstest-des-Postbot-3849915.html, zuletzt aktualisiert am 04.10.2017.

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. GDV (Hg.) (2016): Beschäftigungsboom bei den 50- bis 65-Jährigen. Online verfügbar unter http://www.gdv.de/2016/11/beschaeftigungsboom-bei-den-50-bis-65-jaehrigen.

Geschäftsstelle Zentrum für Telemedizin GmbH (Hg.) (2016): Pflegebrille. Pflege mit Durchblick: Die Brille zur Unterstützung Pflegender. Online verfügbar unter http://www.pflegebrille.de/index.php/de/.

Hartley, J. R.; Sleeman, D. H. (1973): Towards more intelligent teaching systems. In: *International Journal of Man-Machine Studies* (5 (2)), S. 215–236.

Hartmann, Ernst (2015): Arbeitsgestaltung für Industrie 4.0: Alte Wahrheiten, neue Herausforderungen. In: Alfons Botthof und Ernst Andreas Hartmann (Hg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 9–20.

Hinrichsen, Sven; Riediger, Daniel; Unrau, Alexander (2016): Assistance Systems in Manual Assembly. In: F.-J. Villmer und E. Padoano (Hg.): Production Engineering and Management. Proceedings 6th International Conference. 1/2016. Lemgo (Publication Series in Direct Digital Manufacturing), S. 3–14.

Hinrichsen, Sven; Riediger, Daniel; Unrau, Alexander (2017): Anforderungsgerechte Gestaltung von Montageassistenzsystemen. REFA-Blog, Industrial Engineering. Online verfügbar unter http://refa-blog.de/gestaltung-von-montageassistenzsystemen.

Holdampf-Wendel, Adél (2016): Thesenpapier Arbeit 4.0. Die deutsche Arbeitswelt zukunftsfähig gestalten. Bitkom e. V. Berlin.

Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan; Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2015): Arbeiten in der Industrie 4.0. Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder. Hg. v. Hans-Böckler-Stiftung. Düsseldorf.

Jeske, Tim; Terstegen, Sebastian (2017): Potenziale und Umsetzung von Industrie 4.0. In: Georg Spöttl und Lars Windelband (Hg.): Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag (Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 44), S. 75–92.

Kelly, Kevin (2012): Better Than Human: Why Robots Will — And Must — Take Our Jobs. In: *WIRED*, 24.12.2012. Online verfügbar unter https://www.wired.com/2012/12/ff-robots-will-take-our-jobs/, zuletzt geprüft am 28.03.2017.

Kleineberg, Tim; Hinrichsen, Sven; Eichelberg, Matthias; Busch, Felix; Brockemann, Daniel; Vierfuß, Rouven (2017): Leitfaden: Einführung von Assistenzsystemen in der Montage. Hg. v. Hochschule Ostwestfalen-Lippe.

Koch, Wolfgang; Frees, Beate (2016): Ergebnisse der ARD/ZDF-Onlinestudie 2016. Dynamische Entwicklung bei mobiler Internetnutzung sowie Audios und Videos. In: *Media Perspektiven* (9), S. 418–437.

Korn, Oliver; Abele, Stephan; Schmidt, Albrecht; Hörz, Thomas (2013): Augmentierte Produktion. Assistenzsysteme mit Projektion und Gamification für leistungsgeminderte und leistungsgewandelte Menschen. In: Susanne Boll, Susanne Maaß und Rainer Malaka (Hg.): Mensch und Computer 2013. Interaktive Vielfalt. München: Oldenbourg Verlag, S. 119–128.

Krause, Rüdiger (2017): Digitalisierung und Beschäftigtendatenschutz. Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Berlin (Forschungsbericht, 482).

Marschall, Jörg; Hildebrandt, Susanne; Sydow, Hanna; Nolting, Hans-Dieter (2016): Gesundheitsreport 2016. Analyse der Arbeitsunfähigkeitsdaten - Schwerpunkt: Gender und Gesundheit. Unter Mitarbeit von Elena Burgart, Julia Krieger, Mariell Quade und Tobias Woköck. Hg. v. Herbert Rebscher. DAK-Gesundheit. Hamburg (Beiträge zur Gesundheitsökonomie und Versorgungsforschung, 13).

Martin, Alexander (2014): 2D und 3D Gesten-Interaktion mit einem Assistenzsystem am Arbeitsplatz für leistungsgeminderte Arbeiter. Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme der Universität Stuttgart (Diplomarbeit).

MiniTec (2017): Werkerführung & intelligente Assistenzsysteme. Schönenberg. Online verfügbar unter https://www.minitec.de/solutions/automatisierung-sondermaschinenbau/montieren/werkerfuehrung-assistenzsysteme, zuletzt aktualisiert am 06.10.2017.

Müller, R.; Vette, M.; Mailahn, O.; Ginschel, A.; Ball, J. (2014): Innovative Produktionsassistenz für die Montage. In: *wt Werkstatt online 9-2014*, S. 552–560.

OECD (Hg.) (2016a): New skills for the digital economy. Measuring the demand and supply of ICT skills at work. Paris (OECD Digital Economy Papers, 258), zuletzt geprüft am 29.06.2016.

OECD (Hg.) (2016b): Skills for a digital world. 2016 Ministerial meeting on the digital economy. Background Report. Paris (OECD Digital Economy Papers, 250), zuletzt geprüft am 29.06.2016.

Reactive Robotics GmbH (Hg.) (2017): MobIPaR. Mobilisation Intensiv-Pflegebedürftiger durch adaptive Robotik. Online verfügbar unter http://www.mobipar-projekt.de/.

REHADAT (online): Statistik der schwerbehinderten Menschen. Köln (Statistiken zu Behinderung und Beruf). Online verfügbar unter https://www.rehadat-statistik.de/de/behinderung/Schwerbehindertenstatistik/index.html.

Revermann, Christoph; Gerlinger, Katrin (2010): Technologien im Kontext von Behinderung. Bausteine für Teilhabe in Alltag und Beruf. edition sigma. Berlin (Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, 30).

Rodrigues, Manuel; Novais, Paulo; Santos, Manuel F. (2005): Future challenges in intelligent tutoring systems – A framework. Recent Research Developments in Learning Technologies; Conference Proceedings.

Rohmert, Walter (1983): Formen menschlicher Arbeit. In: W. Rohmert, J. Rutenfranz (Hrsg.), Praktische Arbeitspsychologie. 3. Auflage, Stuttgart: Thieme, S. 5–29.

Rosen, Patricia Helen (2016): Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt. Handlungs- und Entscheidungsspielraum, Aufgabenvariabilität. BAuA. Berlin (Forschung Projekt F 2353).

Rothgang, Heinz; Kalwitzki, Thomas; Amsbeck, Hannah (2016): Pflege in Deutschland im Jahr 2030. Regionale Verteilungund Herausforderungen. In: *wegweiser-kommune.de* (Ausgabe 4), S. 1–12, zuletzt geprüft am 16.09.2016.

Schäfer, Holger (2017): Arbeitsmarkt: Arbeitsangebot und Arbeitsvolumen. In: Institut der deutschen Wirtschaft (Hg.): Perspektive 2035. Wirtschaftspolitik für Wachstum und Wohlstand in der alternden Gesellschaft, S. 57–73.

SIGMA Gesellschaft für Systementwicklung und Datenverarbeitung mbH (Hg.) (2012): Dynasens. Dynamische sensorgestützte Personaleinsatz- und Tourenplanung in der ambulanten Pflege. Online verfügbar unter http://dynasens.de/.

Staab, Philipp; Nachtwey, Oliver (2016): Die Digitalisierung der Dienstleistungsarbeit. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ)* 66. Jahrgang (18-19), S. 24–31.

Statista (2017a): Anzahl der behinderten Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen. Anzahl der behinderten Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen im Jahr 2005 (in 1.000). Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2137/umfrage/anzahl-der-behinderten-erwerbstaetigen-nach-wirtschaftsbereichen/, zuletzt geprüft am 28.09.2017.

Statista (Hg.) (2017b): Pflege in Deutschland. Hamburg (Statista-Dossier).

Statista (2017c): Statistiken zum Maschinenbau. Online verfügbar unter https://de.statista.com/themen/256/maschinenbau/, zuletzt geprüft am 28.10.2017.

Statistisches Bundesamt (24.10.2016): 7,6 Millionen schwerbehinderte Menschen leben in Deutschland. Wiesbaden. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/10/PD16_381_227.html.

Statistisches Bundesamt (2017): 11 % der 65- bis 74-Jährigen sind erwerbstätig. Pressemitteilung 240/17 vom 12.07.2017. Wiesbaden.

Suesskind, Richard; Suesskind, Daniel (2015): The future of the professions: How technology will transform the work of human experts. New York: Oxford University Press.

Tempel, Jürgen; Illmarinen, Juhani (2013): Arbeitsleben 2025. Das Haus der Arbeitsfähigkeit im Unternehmen bauen. Hg. v. Marianne Giesert. VSA-Verlag. Hamburg.

VDI/VDE-GMA (2016): Arbeitswelt Industrie 4.0. Statusreport. VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik. Düsseldorf, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

Vogler-Ludwig, Kurt; Düll, Nicola; Kriechel, Ben (2016): Arbeitsmarkt 2030: Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter Prognose 2016. Analyse der zukünftigen Arbeitskräftenachfrage und des -angebots in Deutschland auf Basis eines Rechenmodells. Im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales. Unter Mitarbeit von Tim Vetter. Economix. München.

Wedde, Peter (2017): Beschäftigtendatenschutz in der digitalisierten Welt. Hg. v. Friedrich-Ebert-Stiftung (WISO Diskurs).

Weidner, Robert; Redlich, Tobias; Wulfsberg, Jens P. (Hg.) (2015): Technische Unterstützungssysteme. Berlin/ Heidelberg: Springer Vieweg.

Weiß, Christine (2017): Die Zukunft hat begonnen. Pflege 4.0. Technik und Pflege. In: Praxis Pflegen, 29|2017, S. 11–13.

Weissenberger-Eibl, Marion A. (2017): Wie wir morgen arbeiten werden. Und was. In: *brand eins Wirtschaftsmagazin*, 2017 (3/2017).

WHO/DIMDI (Hg.) (2005): ICF - Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit. Genf.

Wired (2016): Der Augmented-Reality-Helm ist das Super-Tool für Bauarbeiter (WIRED Editorial). Online verfügbar unter https://www.wired.de/collection/tech/der-smart-helmet-von-daqri-soll-eine-stuetze-fuer-baustellen-arbeiter-sein.

Wolter, Marc Ingo; Mönnig, Anke; Hummel, Markus; Schneemann, Christian; Weber, Enzo; Zika, Gerd et al. (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenariorechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. Hg. v. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit. Nürnberg (IAB Forschungsbericht, 8).

ZB Online (Hg.) (2014): Technische Hilfen - Ein Motor für die Inklusion (3). Online verfügbar unter https://www.integrationsaemter.de/ZB-3-2014/519c7030i9999p62/index.html, zuletzt geprüft am 08.08.2017.

# Tabellenverzeichnis

*Tabelle 1 Anforderungsniveau und qualifikatorische Voraussetzungen* *12*

*Tabelle 2 Anzahl der Schwerbehinderten in Deutschland nach Art der Behinderung, 2015* *16*

*Tabelle 3 Menschen mit und ohne Behinderungen zwischen 25 und unter 45 Jahren nach Erwerbsstatus und beruflichem Bildungsabschluss, 2011* *18*

*Tabelle 4 Menschen mit und ohne Behinderungen zwischen 45 und unter 65 Jahren nach Erwerbsstatus und beruflichem Bildungsabschluss, 2011* *18*

*Tabelle 5 Übersicht der Praxisbeispiele für Assistenzsysteme* *46*

# Abbildungsverzeichnis

*Abbildung 1 Grundlagen der Kompetenzentwicklung im Lebenslauf* *11*

*Abbildung 2 Erwerbspersonen (in 1.000) in Deutschland nach Altersgruppe, 2015 und 2025* *15*

*Abbildung 3 Anzahl der behinderten Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen, 2005* *17*

*Abbildung 4 Die Charakterisierung von digitalen Assistenzsystemen* *19*

*Abbildung 5 Übersicht über Arten der Arbeit und ihrer Zusammensetzung aus Grundtypen* *20*

*Abbildung 6 Anforderungscharakteristik des Arbeitssystems* *22*

*Abbildung 7 Zuordnung der Arten der Arbeit (aus Abbildung 5) zur Aufgabenkomplexität, die stellvertretend für die Arbeitsanforderungen steht* *23*

*Abbildung 8 Schematische Zuordnung von Unterstützungsleistungen von digitalen Assistenzsystemen* *29*

*Abbildung 9 Entwicklung der Kompetenzstufen anhand des Anforderungsniveaus in unterschiedlichen Phasen* *30*

*Abbildung 10 Übersicht über den Anteil einzelner Erkrankungen an den Arbeitsunfähigkeitstagen in Deutschland 2015* *39*

*Abbildung 11 Qualitätsmerkmale "Guter Arbeit"* *43*

*Abbildung 12 Usability und User Experience mit entsprechenden Normen* *47*

*Abbildung 13 Projektdesign von AQUIAS* *94*

*Abbildung 14 Gestaltungsmodell für Assistenzsysteme* *96*

# Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| *BDSG* | *Bundesdatenschutzgesetz* |
| *BetrVG* | *Betriebsverfassungsgesetz* |
| *BMAS* | *Bundesministerium für Arbeit und Soziales* |
| *BMBF* | *Bundesministerium für Bildung und Forschung* |
| *BMJV* | *Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz* |
| *BMWi* | *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie* |
| *CPS* | *Cyberphysische Systeme* |
| *DGB* | *Deutscher Gewerkschaftsbund* |
| *IKT* | *Informations- und Kommunikationstechnologie* |
| *INQA* | *Initiative Neue Qualität der Arbeit* |

# 7. Zusammenfassung

Ziel der Studie ist eine Strukturierung des Themenfeldes digitaler Assistenzsysteme und die Beschreibung ihrer Potenziale in der betrieblichen Praxis. Die Relevanz digitaler Assistenzsysteme ergibt sich aus dem demografischen Wandel, der Digitalisierung der Arbeitswelt, den Veränderungen in der betrieblichen Arbeitsorganisation, neuen Kompetenzanforderungen und veränderten Wertschöpfungsprozessen. Digitale Assistenzsysteme gewinnen in diesem Wandel zunehmend an Bedeutung. Mit ihrer Hilfe ergeben sich neue Potenziale für eine Humanisierung der Arbeitswelt, indem Beschäftigte von schweren, monotonen, gesundheitsgefährdenden Tätigkeiten entlasten werden, die Qualität der Arbeit gesteigert wird, lern- und innovationsförderliche Arbeitsprozesse unterstützt und die Teilhabemöglichkeiten (auch und insbesondere von leistungsgeminderten und leistungsgewandelten Personen) an Arbeit erhöht werden. Da eine assistive Technisierung jedoch auch zu einer höheren Belastung der Beschäftigten führen kann, kommt der Gestaltung der Systeme im Zusammenspiel mit den Dimensionen Mensch und Organisation eine zentrale Rolle zu.

Ziel des Einsatzes von Assistenzsystemen ist die Schaffung von Synergieeffekten durch die optimale Kombination technischer Funktionalitäten mit der Flexibilität und Adaptions- und Reaktionsfähigkeit von Beschäftigten. Im Mittelpunkt der Studie stehen deshalb fortgeschrittene digitale Assistenzsysteme, die den Menschen bei der Ausführung einer Tätigkeit unterstützen. Davon ausgenommen sind Systeme, die den Menschen substituieren und ihn durch die Übernahme bzw. Automatisierung von Aufgaben vollständig entlasten. Zentral sind daher Lösungen, die im Sinne von Kompensation, Prävention und Befähigung sensorische, körperliche und geistige Funktionen unterstützen und ihrem vorzeitigen Verlust vorbeugen können. Das Spektrum möglicher Unterstützung reicht dabei von mechanischer und motorischer Arbeit bis hin zu kombinativer Arbeit.

Dabei sind drei grundlegende menschbezogene Unterstützungsansätze zu unterscheiden:

- *Physische* Assistenzsysteme als Hilfestellung bei anspruchsvollen körperlichen Tätigkeiten und zum Ausgleich körperlich nachlassender Fähigkeiten bzw. der Vorbeugung ihres vorzeitigen Verlustes.
- *Sensorische* Assistenzsysteme zur Kompensation funktionaler, oft altersbedingter, Veränderungen der Sinnesorgane.
- *Kognitionsunterstützende* Assistenzsysteme mit dem Ziel einer anwendungsgerechten, echtzeitnahen Informationsbereitstellung zur Entscheidungsunterstützung der Beschäftigten.

Bei allen drei Typen von Assistenzsystemen können gleichermaßen Lernsequenzen integriert und somit die Lernförderlichkeit von Arbeitssystemen und Formen der Arbeitsorganisation verbessert werden. Wichtige Voraussetzung für den nutzbringenden Einsatz von derartigen Systemen ist die Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung der Arbeitsorganisation. Für die Gestaltung guter, inklusiver und befähigender Assistenz muss die Arbeits- und Betriebsorganisation so gestaltet sein, dass sie die individuelle Kompetenzentwicklung, den persönlichen Handlungs- und Entscheidungsspielraum und damit auch Innovation im Prozess der Arbeit fördert. Damit können Assistenzsysteme nur als Teilsysteme eines übergeordneten, aus Organisation, Mensch und Technik bestehenden Arbeitssystems wirksam werden. Aus human- und arbeitswissenschaftlicher Sicht sind daher zwei Merkmale digital assistierter Arbeit grundlegend:

- *Arbeitssystemkontext*: Für welchen Arbeitssystemkontext wurden die Assistenzsysteme gestaltet? Insbesondere: Wie ist die Anforderungscharakteristik dieser Arbeitssysteme? Bestehen niedrige, mittlere, hohe oder variable Anforderungen?
- *Tutorieller Charakter der Assistenzsysteme*: Ist das Systemdesign darauf ausgerichtet, Lernprozesse des Nutzers zu unterstützen? Oder zielt das Systemdesign eher darauf ab, die Leistung des Menschen bei gleichbleibendem Kompetenzniveau zu erhöhen?

Die im Arbeitskontext verankerten Anforderungen können eher gering bzw. niedrig sein, wie beispielweise bei einfachen Montagetätigkeiten. Mittlere Regulationsanforderungen wären komplexere Montagetätigkeiten oder auch regelbasierte Planungsprozesse (z. B. in der Fertigungsplanung). Hohe Regulationsanforderungen ergeben sich etwa aus Aufgaben, die Expertise hinsichtlich komplexer regelbasierter Entscheidungen erfordern oder auch ergebnisoffene, kreative Problemlöseprozesse. Schließlich können solche Anforderungsniveaus auch variabel sein.

Entsprechend der Anforderungsniveaus von Arbeit ergeben sich unterschiedliche Unterstützungsmöglichkeiten für digitale Assistenzsysteme:

- Anforderungsniveau niedrig: Systeme geben entweder reine Handlungsanweisungen für einfache Arbeitssituationen oder unterstützen die Ausführung von Bewegungen.
- Anforderungsniveau mittel: Systeme können bei regelbasierten Entscheidungen mittlerer Komplexität unterstützen und Empfehlungen an den Nutzer kommunizieren.
- Anforderungsniveau hoch: Systeme können bei regelbasierten Entscheidungen hoher Komplexität bzw. expertisebasierten Entscheidungen unterstützen und Empfehlungen an den Nutzer kommunizieren.
- Anforderungsniveau variabel: Systeme können – beispielsweise durch einen modularen Aufbau – Handlungen und Entscheidungen unterschiedlicher Komplexität unterstützen bzw. im Sinne einer intelligenten Automatisierung auch regelbasierte kognitive Tätigkeitsbestandteile übernehmen.

Im Arbeitskontext lassen sich Assistenzsysteme – sowohl sensorisch als auch physisch und kognitiv unterstützende – grundsätzlich gemäß dreier Zielsetzungen beschreiben: kompensatorisch, präventiv/erhaltend und fähigkeitserweiternd. Den Bezugsrahmen bildet dabei die jeweilige Arbeitsplatzanforderung. Damit haben Assistenzsysteme das Potenzial, individuelle, tätigkeitsbezogene Defizite zu kompensieren und Inklusionspotenziale entlang der Diversity-Dimensionen Alter, Geschlecht, Behinderung und ethnische Herkunft/Nationalität zu mobilisieren. Allerdings sind die empirischen Befunde zu den Inklusionspotenzialen digital assistierter Arbeit uneins: Während in einer Umfrage die Mehrheit der Beschäftigten mit Behinderungen die Digitalisierung als eine Chance für Inklusion sahen, gehen andere Vertreter davon aus, dass die komplexer werdenden Arbeitsprozesse in der Digitalisierung zunehmende Integrationshürden stellen und die Beschäftigungschancen für Menschen mit Behinderung vermindert.

Dabei ist die Diskussion um das Integrationspotenzial digitaler Technologien für die Arbeitsbeteiligung von Menschen mit Behinderung – bzw. von leistungsgeminderten und leistungsgewandelten Personen – einerseits eingebunden in die übergreifende Frage, ob die digitale Transformation der Arbeitswelt zu einer großflächigen Substitution menschlicher Arbeit führt und andererseits eng verbunden mit der generellen, rechtlich verfassten Gleichbehandlung von Menschen mit Behinderungen. Angesichts der steigenden Leistungsfähigkeit technischer Systeme und des erhöhten Bewusstseins der Arbeitgeber von Menschen mit Behinderung als Arbeitskräftepotenzial (insbesondere vor dem Hintergrund, dass der Großteil der Behinderungen im Leben erworben wird),

wird für die Zukunft erwartet, dass die technischen Möglichkeiten für eine Inklusion und Arbeitspartizipation stärker genutzt werden.

Die „International Classification of Functioning, Disability and Health" (ICF) bezieht sich mit ihrer Klassifikation nicht nur auf den Grad angeborener oder im Laufe des Lebens erworbener individueller Einschränkungen (Leistungsvermögen), sondern berücksichtigt auch, wie eine Person unter welchen Umständen eine Tätigkeit ausführt. Diese Betrachtung entspricht der Tatsache, dass „Behinderung" im Regelfall kontextabhängig ist und sich an der Frage spiegelt, ob eine Person behindert ist oder behindert wird. Damit wird das Konzept zugleich durchlässig gegenüber anderen Gruppen, die durch die Kombination aus persönlichen und allgemeinen Umständen leistungsgemindert sind und einer besonderen Unterstützung bzw. Aufmerksamkeit bedürfen. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass angesichts von Paradigmen wie dem lebenslangen Lernen und einer zunehmenden Komplexität von Arbeit bei gleichzeitigem Nachlassen von Fähigkeiten (z. B. Konzentration, physische Kraft und Ausdauer, Sehkraft) wiederkehrende Phasen der Leistungsminderung auch zu jeder „normalen" Erwerbsbiografie gehören.

In der Studie werden insgesamt 16 Praxisbeispiele von digitalen Assistenzsystemen vorgestellt. In der Gesamtbetrachtung der Beispiele wird deutlich, dass der gegenwärtige Stand von digitalen Assistenzsystemen in der betrieblichen Praxis von einer gewissen Ambivalenz gekennzeichnet ist. Auf der einen Seite existieren mit Systemen zur Werkerführung und intelligenten Systemen zur Informationsbereitstellung etablierte Lösungen, die insbesondere in der industriellen Produktion (variantenreiche Fertigung) breite Anwendung finden. Auf der anderen Seite gibt es vielfältige Sektoren wie die Pflege, in denen Assistenzsysteme zur Unterstützung der Pflegekräfte sehr wünschenswert scheinen, jedoch bis auf wenige Anwendungen noch immer ein Nischendasein führen; dies gilt sowohl für physisch als auch für sensorisch und kognitiv unterstützende Systeme. Anders als die industrielle Produktion, die per se eine hochtechnisierte und damit für Assistenzsysteme passfähige (Arbeits-) Umgebung darstellen, ist dies bei den genannten Pflegeberufen kaum der Fall. Eine Herausforderung besteht somit darin, digitale Assistenzsysteme auch in diesen weitgehend technologiefreien Settings bedarfsgerecht einsatzreif zu machen. Zudem besteht ein besonderer Einsatzzweck von digitalen Assistenzsystemen in der kompensatorischen Unterstützung leistungsgeminderter Personen.

Mit Blick in die Zukunft ist zu erwarten, dass aufgrund der fortschreitenden technologischen Entwicklung insbesondere kognitiv unterstützende Funktionen zukünftig nicht mehr an spezielle Geräte gebunden sein werden, sondern sich die digitale Assistenz in Form einer umfassenden Software-Integration und eines gemeinsamen Datenraumes auf nahezu jedem technischen Gerät realisieren wird und digitale Assistenzsysteme somit Teil eines übergeordneten cyberphysischen Systems werden.

Um bei einer weiteren Verbreitung von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb die Potenziale für eine verbesserte Teilhabe, höhere Arbeitsqualität und gesünderes Arbeiten zu heben, bedarf es einer zielgerichteten politischen Gestaltung. Folgende Handlungsoptionen für die Politik können den Prozess an der Schnittstelle zwischen Mensch, Technologie und Organisation zielgerichtet begleiten und zur Etablierung eines Leitmarktes für gute digital assistierte Arbeit in Deutschland beitragen:

- Förderung von verbindlichen Gestaltungskriterien für digitale Assistenzsysteme in der betrieblichen Praxis und Entwicklung einer korrespondierenden Standardisierungs-/Normierungsaktivität.
- Arbeitsmedizinische Untersuchung zur Ermittlung des Zusammenhangs zwischen digitalen Assistenzsystemen und gesundheitlichen Aspekten (z. B. Stressreduzierung/-erhöhung) im Betrieb.

- Etablierung eines Monitorings, das die Verbreitung und Auswirkung von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb in regelmäßigen Abständen erfasst und herausragende Praxisbeispiele sichtbar macht.
- Unterstützung der Diversifizierung, Adaption und Implementierung von digitalen Assistenzsystemen, wobei die Berücksichtigung der Pflege als Fokusbranche angeregt wird.
- Initiierung einer ressortübergreifenden Förderstrategie zur Entwicklung und zum Einsatz von digitalen Assistenzsystemen in der betrieblichen Praxis.
- Förderung der Implementierung von digitalen Assistenzsystemen in Werkstätten für behinderte Menschen und Inklusionsbetrieben für leistungsgeminderte Personen.
- Öffentlichkeitswirksame Sichtbarmachung von Unternehmen, die durch den Einsatz von digitalen Assistenzsystemen die Beschäftigung von leistungsgeminderten Personen und Menschen mit Behinderungen fördern („Leuchtturm-Projekte“).
- Durchführung einer Potenzialanalyse bestehender Assistenzsysteme hinsichtlich der Individualisierbarkeit von Unterstützungsleistungen für die Arbeitsmarktintegration von Flüchtlingen, eventuell auch Förderung neuer Ansätze für den berufsbezogenen und praxisnahen Sprach- und Kompetenzerwerb für arbeitssuchende Flüchtlinge.
- Förderung einer digital assistierten Arbeit durch die integrierte Betrachtung des Einsatzes von Assistenzsystemen und der Gestaltung der Arbeitsorganisation.
- Etablierung und Erweiterung von Beratungsleistungen für KMU und Handwerk zum Einsatz von digitalen Assistenzsystemen und Schaffung einer Dachmarke „Digital assistierte Arbeit und Diversity“.