

Sebastian Kasselmann, M. Sc.
Stefan Willeke, M.Sc.



Technologie-Kompendium

Interaktive Assistenzsysteme

Vorwort

Industrie 4.0 bietet für jedes Unternehmen individuelle Potenziale und Entwicklungsmöglichkeiten. Kern von „Industrie 4.0“ ist die Realisierung einer sog. „Smart Factory“. Diese zeichnet sich vor allem durch die intelligente Vernetzung von Menschen und Maschinen in Produktion und Logistik aus. In Konsequenz werden flexiblere, effizientere und kundenindividuellere Produktions- und Logistikprozesse ermöglicht (Kagermann et al. 2013). Zentrale Voraussetzung ist die digitale Verfügbarkeit aller erforderlichen Informationen und deren Verarbeitung in Echtzeit mittels innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) (BMWI 2014). Zur zukünftigen Integration des Menschen in die Smart Factory sind neuartige Mensch-Maschine-Schnittstellen zwingend erforderlich. Diese sollen gestaltet werden durch interaktive Assistenzsysteme (Dombrowski/Wagner 2014; Spath/Ganschar 2013).

Interaktive Assistenzsysteme nehmen Daten mittels Sensoren auf und wandeln diese in elektrische Signale um. Diese werden von integrierten Mikrocomputern zu Anweisungen oder Handlungsempfehlungen verarbeitet und Mitarbeitern in Produktion und Logistik bereitgestellt (Neugebauer 2014). Typische Beispiele für interaktive Assistenzsysteme im hier gemeinten Kontext sind: Head-Mounted Displays, Pick-by-Technologie und Datenbrillen.

Dieses Kompodium richtet sich an die Geschäftsleitung sowie Produktionsleiter produzierender, kleiner und mittelständischer Unternehmen (KMU), die ihre individuellen Potenziale von Industrie 4.0 identifizieren und ausschöpfen möchten. Der Fokus liegt dabei bei dem Aufbau einer smarten Produktion und Logistik mittels interaktiver Assistenzsysteme.



Inhaltsverzeichnis

1. Industrie 4.0 und interaktive Assistenzsysteme	4
2. Potential, Nutzen und Hemmnisse interaktiver Assistenzsysteme in Produktion und Logistik	6
3. Überblick von möglichen Anwendungsfällen.....	11
4. Steckbriefe	12
4.1. Optische Assistenzsysteme.....	12
4.2. Akustische Assistenzsysteme	23
4.3. Haptische Assistenzsysteme	25
4.4. Sonstige Assistenzsysteme.....	31
5. Fazit	33
6. Glossar.....	34
7. Literaturverzeichnis	35

1. Industrie 4.0 und interaktive Assistenzsysteme

Der Begriff Industrie 4.0 wurde in Deutschland geprägt und hat sich inzwischen international etabliert. Auch in den USA und in Asien wird an der hochgradig digitalisierten, vernetzten und flexiblen Fertigungsform gearbeitet und geforscht. Hier ist Industrie 4.0 oft unter Begriffen wie Internet of Things oder Industrial Internet bekannt.

Dabei steckt hinter Industrie 4.0 und ähnlichen Begrifflichkeiten noch viel mehr. Die meisten Konzepte, die sich hinter Industrie 4.0 verbergen, sind derzeit noch äußerst abstrakt. Für jedes Unternehmen bedeutet Industrie 4.0 etwas anderes. Folglich ist der Begriff Industrie 4.0 aktuell noch erklärungsbedürftig.

Industrie 4.0 umfasst die intelligente Vernetzung aller Akteure innerhalb von Wertschöpfungsketten (vom Zulieferer bis hin zum Kunden) und die vollständige Digitalisierung relevanter Informationen. Dies ermöglicht die Aufnahme und Auswertung immenser Datenmengen (Big Data) in Echtzeit sowie die autonome, regelbasierte Entscheidungsfindung. Industrie 4.0 führt dadurch zu effizienteren Prozessen im Sinne einer smarten Produktion, sowie einem höheren Kundennutzen durch das Angebot smarter Produkte und Dienstleistungen.

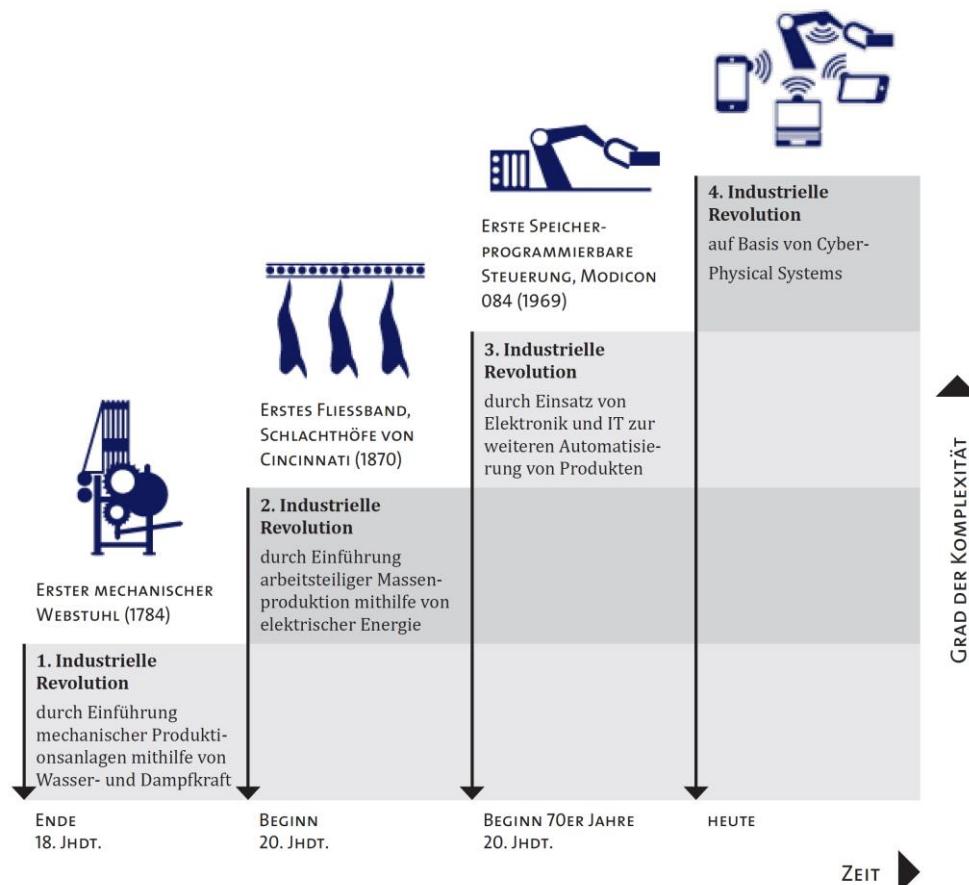


Abbildung 1: Die vier Stufen der industriellen Revolution nach Kagerman u.a. (2013)

Zur zukünftigen Integration des Menschen in die Smart Factory sind neuartige Mensch-Maschine-Schnittstellen zwingend erforderlich. Diese werden durch interaktive Assistenzsysteme gestaltet.

Unter interaktiven Assistenzsystemen (IAS) versteht man ein mobiles Endgerät oder ein Wearable Computer, welcher mit einer Rückkopplungseinheit zur Ausgabe von visuellen, akustischen und auch haptischen Informationen an den Anwender verbunden ist. Dabei kann die Rückkopplungseinheit auch in einem Wearable Computer, also ein am Körper getragenes Computersystem, welches weder Aufmerksamkeit noch Flexibilität des Anwenders beeinträchtigt, integriert sein.

mobiles Endgerät oder Wearable Computer + Rückkopplungseinheit
= interaktives Assistenzsystem

Interaktive Assistenzsysteme wirken somit als Fähigkeitsverstärker im industriellen Umfeld und gewährleisten eine Verarbeitung aller relevanten Daten in Echtzeit. Diese Datenverarbeitung ermöglicht eine schnelle Entscheidungsfindung der Mitarbeiter und damit effiziente Arbeitsabläufe in Produktion und Logistik trotz der erhöhten Komplexität aufgrund beispielsweise einer steigenden Anzahl an Produktvarianten. Für eine schnelle Kommunikation der interaktiven Assistenzsysteme müssen diese in cyberphysischen Systemen, welche über Sensoren die Schnittstelle zwischen der virtuellen und realen Welt herstellen, eingebettet sein (Graue Ellipsen in Abbildung 2). Zudem ist eine Vielzahl von interaktiven Assistenzsystemen Bestandteil von Augmented Reality, also einer Erweiterung und Überlappung der Realität um zusätzliche Informationen in Echtzeit (z.B. Datenbrillen wie Google Glasses).

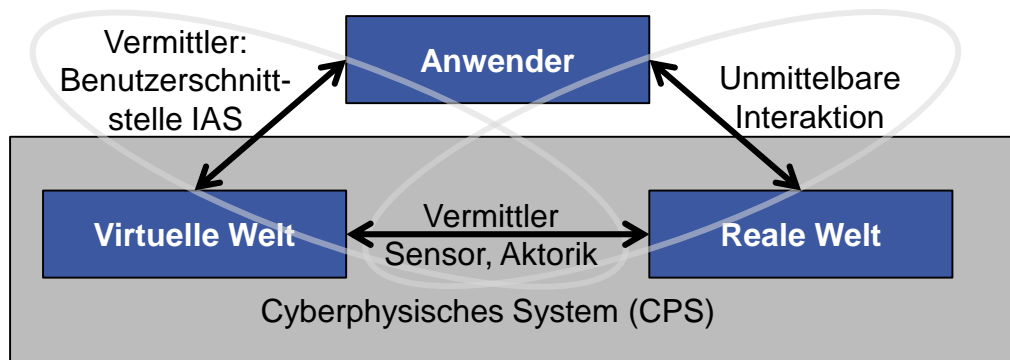


Abbildung 2: Einordnung der interaktiven Assistenzsysteme (graue Ellipsen)

Beispiele für interaktive Assistenzsysteme sind Datenbrillen, Headsets, Datenuhren, Unterarmcomputer (alle mit integrierter Rückkopplungseinheit) oder RFID-Handschuhe und Sensor-Armbänder (ohne Rückkopplungseinheit).

2. Potential, Nutzen und Hemmnisse interaktiver Assistenzsysteme in Produktion und Logistik

Die Auswertung wurde mittels Expertengesprächen (Hersteller- und Anwendersicht) angereichert. Es wurden interaktive Assistenzsysteme basierend auf ihre Einsatzmöglichkeiten eingestuft (**Wo können die Technologien eingesetzt werden?**). Ausgehend von ihren Potenzialen wurden verschiedene Klassen für die unterschiedlichen interaktiven Assistenzsysteme gebildet. Die Technologien wurden mit folgenden Klassifizierungskriterien sortiert: Technologieart (Datenbrille, Datenhandschuh, Pick-By-Technologie etc.), Einsatzgebiete in Produktion und Logistik (Montage, Kommissionierung, Wartung etc.) und Potenziale (schnelle Arbeitsabläufe, Vermeidung von Fehlern etc.).

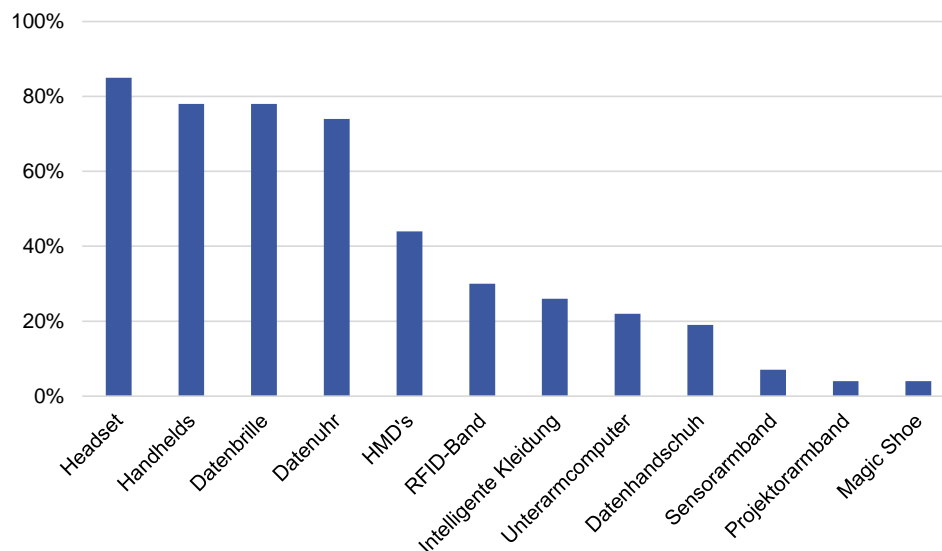


Abbildung 3: Auswertung "Welche interaktiven Assistenzsysteme kennen Sie?"

Die *Abbildung 3* zeigt wie undurchsichtig der Markt für interaktive Assistenzsysteme ist, die bekannten Assistenzsysteme (>70% der Teilnehmer) sind Headsets, Handhelds, Datenbrillen und -uhren. Die restlichen zur Auswahl stehenden Assistenzsysteme sind hingegen weniger als 40% der Teilnehmer bekannt. Dieses Ergebnis untermauert die Dringlichkeit für die Verbreitung des Technologiekompodiums, da viele Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus sich anscheinend andere Ausprägungen von Assistenzsystemen noch nicht vorstellen können.

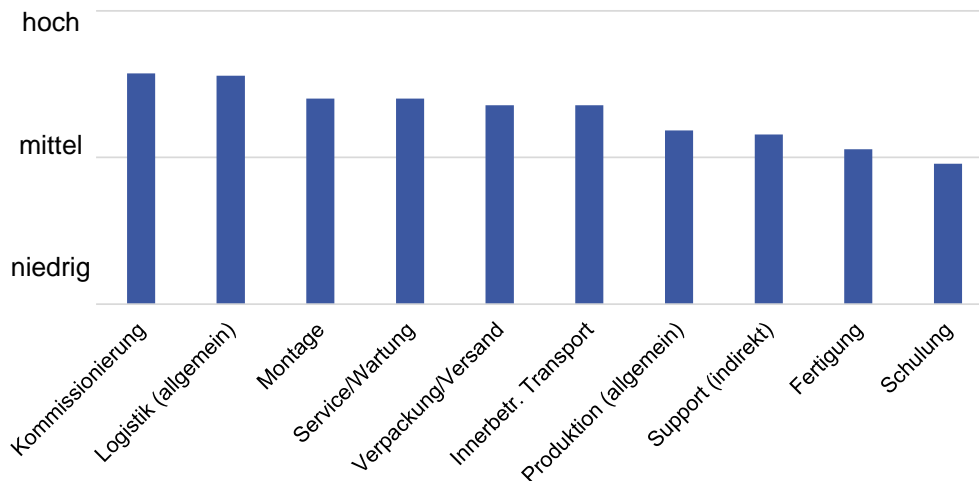


Abbildung 4: Auswertung "In welchen Bereichen sehen Sie Potenzial bei der Verwendung von interaktiven Assistenzsystemen?"

Diese Aussage wird durch *Abbildung 4* bekräftigt, da die Teilnehmer der Studie i.d.R. mindestens mittleres Potenzial in den Bereichen Produktion, Kommissionierung, Support, Service/Wartung und Schulung sehen. In den Bereichen Kommissionierung und Logistik im Allgemeinen sowie Montage wird das höchste Potenzial interaktiver Assistenzsysteme gesehen.

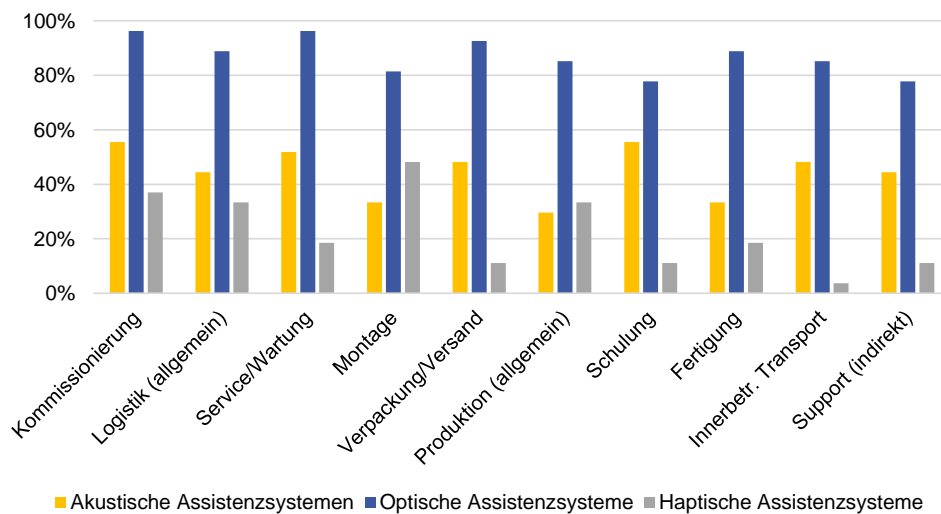


Abbildung 5: Auswertung "Welche interaktiven Assistenzsysteme eignen sich in den jeweiligen Einsatzgebieten?"

Unterscheidet man nun in akustische, optische und haptische Assistenzsysteme (siehe *Abbildung 5*), sind optische Systeme klar in allen Bereichen von Produktion und Logistik überlegen. In fast allen Bereichen, außer in der Montage überwiegt die Eignung der akustischen den haptischen Systemen. Eine mögliche Begründung für diesen Zustand stellt laut Expertengesprächen die Lärmbelastung in der Montage dar, wodurch akustische Systeme von den Nutzern u.U. nicht wahrgenommen werden können.

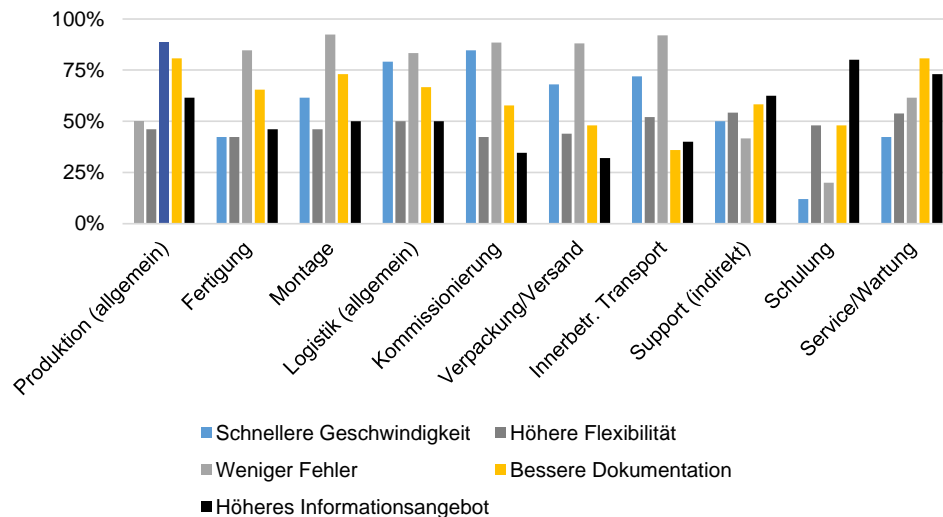


Abbildung 6: Auswertung "Welcher Nutzen ergibt sich durch interaktive Assistenzsysteme in den jeweiligen Einsatzgebieten?"

Die *Abbildung 6* zeigt eine Aufstellung möglicher Nutzen in den jeweiligen Einsatzgebieten. In den Haupt- und Untergruppen der Produktion und Logistik dominiert die „geringere Fehlerquote“, gefolgt von der „besseren Dokumentation“, der „höheren Geschwindigkeit“ sowie dem „höheren Informationsangebot“.

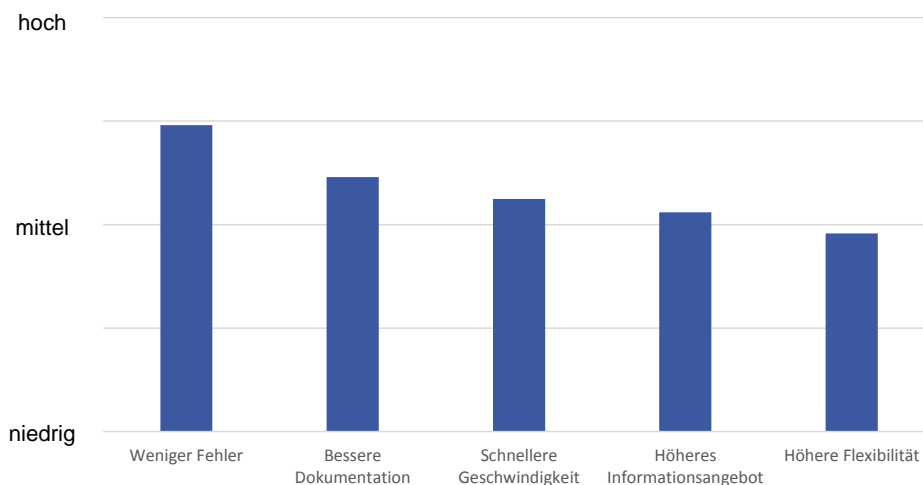


Abbildung 7: Auswertung "Welcher Nutzen ergibt sich durch interaktive Assistenzsysteme?"

Die *Abbildung 7* verdeutlicht den Trend aus *Abbildung 6*, da auch über alle Einsatzgebiete hinweg die Dominanz der „geringeren Fehlerquote“ bestehen bleibt. Dieser Nutzen ist später auch quantifizierbar und hat ggf. auch personelle Konsequenzen, da dies den Schluss zulässt, dass die Qualifikation der Mitarbeiter mit dem Einsatz der interaktiven Assistenzsysteme herabgesetzt werden kann, um dennoch ein übliche Fehlerquote erzielen zu können. Die *Abbildung 8* untergliedert den Nutzen der einzelnen Assistenzsysteme in die Dreiteilung: akustische, optische und haptische Assistenzsysteme“. Das akustische Assistenzsystem belegt bis auf die Geschwindigkeit bezogen (Platz 1) sonst immer den zweiten Platz, hinter den optischen Assistenzsystemen. Die haptischen Assistenzsysteme sind i.d.R. immer hinter den beiden anderen Kategorien.

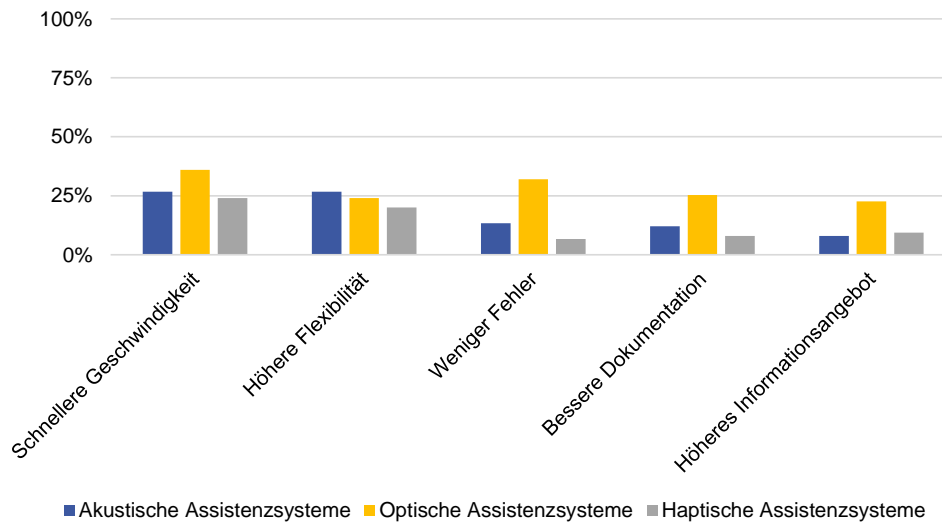


Abbildung 8: Auswertung "Welcher Nutzen ergibt sich durch die Verwendung der genannten interaktiven Assistenzsysteme?"

Die *Abbildung 9* zeigt die befürchteten Hemmnisse bei der Einführung und bei der späteren Anwendung von interaktiven Assistenzsystemen. Es stellt sich heraus, dass die Teilnehmer der Studie sehr hohe Hemmnisse in der „fehlenden Begleitung bei der Einführung“, in der „fehlenden Übersicht der Systeme“ und in den „Aufwendungen wie z.B. Schulungsaufwand und Prozess-Anpassungen“ sehen. Diese werden gefolgt von den Investitions- und den Betriebskosten.

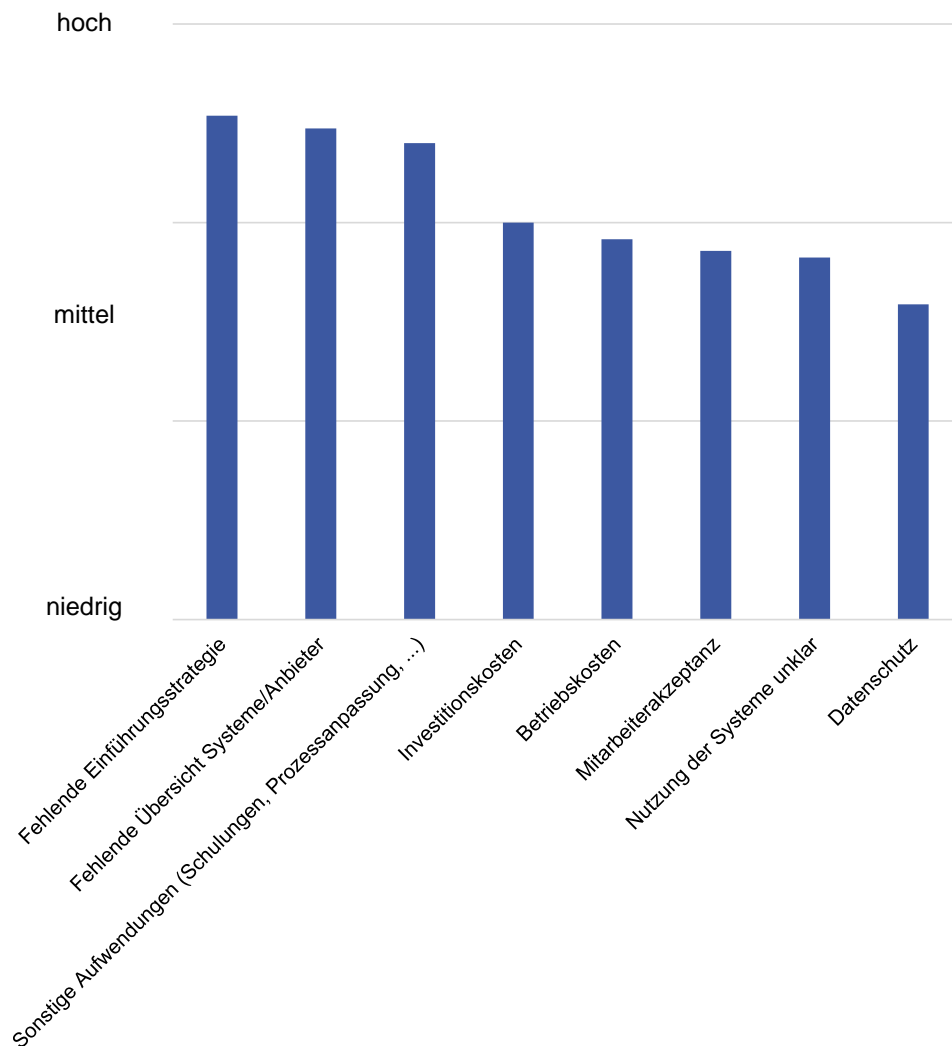


Abbildung 9: Auswertung "Welche Hemmnisse sehen Sie bei der Einführung und Anwendung von interaktiven Assistenzsystemen?"


Die Mitarbeiterakzeptanz sowie der Datenschutz sind im Mittelfeld bzw. auf dem letzten Platz zu finden. Entgegen der Erwartungen scheint der Datenschutz, bei diesem Thema nicht besonders hohe Hemmnisse darzustellen. Die zweite Säule mit hohem Hemmnis für die fehlende Übersicht der interaktiven Assistenzsysteme ist eine Bestätigung der Ergebnisse des Arbeitspakets 1 „Entwicklung eines Technologiekompendiums“, da dies dem Wunsch der Praxis einen Überblick über mögliche Anwendungen und einer Auswahl interaktiver Assistenzsysteme nachkommt.

3. Überblick von möglichen Anwendungsfällen

Assistenzsysteme	Haupteinsatzgebiete								
	Kommissionierung	Logistik	Verpackung/Versand	innerbetr. Transport	Service/wartung	Produktion (allgemein)	Montage	Fertigung	Schulung
Datenbrillen	x	x		x	x	x	x	x	x
Smart Contact Lens						x	x	x	
Handheld-Geräte mit integrierter Kamera, mobil	x	x		x	x	x	x	x	
Unterarmcomputer					x	x	x	x	
Handgelenkbefestigung für Handheld	x	x	x			x	x	x	
Datenuhr						x	x	x	
Projektorarmband	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Intelligente Kleidung / Motion Capturing						x	x	x	
Headset	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Datenhandschuh						x	x	x	
Sensorarmband						x	x	x	
NFC / RFID Band	x	x		x					
NFC Ring	x	x		x					
RFID Handschuh	x	x		x					
Magic Shoe						x	x	x	
Smart Motion Ring						x	x	x	
Touch Interface Ring						x	x	x	

4. Steckbriefe

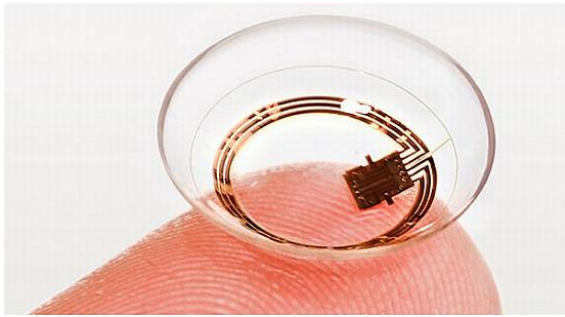
4.1. Optische Assistenzsysteme

Steckbrief Datenbrille	
 <p>Quelle: Google</p>	Beschreibung
	Kombination von natürlichem Sichtfeld und eingeblendeten Zusatzinformationen über transparentes Display oder Laserprojektion in das Auge (Augmented Reality); Erfassung und Reaktion auf die Umwelt; Content häufig symbolisch, Piktogramm; Referenzierung Auge-Anzeige-Umwelt schwierig

Robustheit	resistent gegen Spritzwasser, Staub und Sand; stoßfest; faltbar
Preisspanne	1.500 - 2.700 €
Nutzen	Integration der digitalen und realen Weltinformationen; hohe Flexibilität durch Ortsungebundenheit und hands-free Funktion, Dokumentation mittels eines einfachen Befehls parallel zur Arbeit; komplexe Arbeitsabläufe können in der Produktion fehlerärmer umgesetzt werden (verbesserten Qualität, schnelleres Anlernen neuer Arbeitskräfte, Prozesssicherheit)
Gewichtsspanne	42 - 75 g
Akkulaufzeit	8 Stunden
Einlernphase/-aufwand	hoher Lernaufwand; bei neuen Funktionen und Applikationen neues Einlernen notwendig
Verbindungsstandard	WLAN; Bluetooth, Micro-USB, Verbindung mit Smartphone möglich
Einsatzgebiete	Live Anleitung; Support; Zusatzinformationen während des Arbeitsprozesses; aktiver Abruf von Content, Navigation, Anzeige Messdaten, Anzeige Prozessparameter, Röntgenblick
Nutzerbeeinträchtigung	Verbot beim Steuern von Fahrzeugen; geringe Sichtfeldeinschränkung; teilweise Mehrbelastung durch erhöhte Aufmerksamkeit; begrenzte Bewegungsfreiheit durch mangelhafte Befestigung; Hands-Free
Datenschutz	verdecktes Aufzeichnen von Bild und Ton (Verstoß gegen das Recht auf Informationelle Selbstbestimmung); Bewegungsprofil per GPS
Eingabe	taktil; gestisch, optisch, akustisch

Eingabegerät	Touchfeld; Kamera; Mikrofon; Tasten
Ausgabe	visuell; akustisch
Ausgabegerät	Knochenleitungslautsprecher; LcoS mit Prismaprojektor; Netzhautanzeige (Virtual Retinal Display)
Objektidentifikation	GPS, Gesicht, Sprache QR, Barcode
Hardware	Atheer; Epson; Google; Nissan; ION; Lumus; MetaPro; Optinvent; Recon Instruments; Samsung; Vuzix; Laster Technologies; Si14; Brother; Telepathy; Microsoft, Sony
Software	Ubimax; Visual Technologies; Innolog; Mirror-API
Anwendungsbeispiel	Über einen Einsatz in der Kommissionierung können kürzere Prozessgeschwindigkeiten und eine höhere Prozessqualität durch eine automatisierte Kontrolle durch einen Barcode-Scanner und eine GPS-gestützte Navigation der das Lager ermöglicht werden

Steckbrief Smart Contact Lens



Quelle: Google

Beschreibung

Display und Kamera in einer Kontaktlinse; die Chips liegen außerhalb der Pupille und der Iris, wodurch das Sichtfeld nicht beeinflusst ist; bisher noch nicht marktreif - Markteinführung ggf. erst 2019

Robustheit	wasserdicht; sehr robust; lediglich Schutz des Auges erforderlich
Preisspanne	In Entwicklung: noch nicht bekannt
Nutzen	Höhere Flexibilität, da sich kein Display im Sichtfeld befindet; höheres Informationsangebot, bereits breite Akzeptanz in der Gesellschaft, Gerät wird stets bei sich getragen
Gewichtsspanne	vernachlässigbar
Akku (ja/nein), Laufzeit	kabellose Stromversorgung
Einlernphase/-aufwand	Eingewöhnungsphase zu Beginn; kaum Lernaufwand, keine aktive Bedienung, Zurechtfinden mit AR-Inhalten
Verbindungsstandard	RFID
Einsatzgebiete	Zusatzinformationen im Sichtfeld; Zusammenspiel mit Handheld; Kontrolle von Arbeitsschritten; Service
Nutzerbeeinträchtigung	keine körperliche Einschränkung des Nutzers
Datenschutz	Problematisch, Sichtfeld des Nutzers wird ständig überwacht
Eingabe	gestisch
Eingabegerät	Integrierte Kamera; Glukose-Sensor; RFID
Ausgabe	visuell
Ausgabegerät	LED; Display
Objektidentifikation	Kamera
Hardware	Innovega; Google; Verily; Samsung
Software	Google; Samsung
Anwendungsbeispiel	Anzeigemöglichkeit für Warnhinweise in der Produktion und Logistik, z.B. Überwachung der Körperfunktionen bei gefährlichen Produktionsgegebenheiten und anschließender Warnung des Nutzers

Steckbrief Handheld Geräte mit integrierter Kamera



Quelle: handheld

Beschreibung

Kleines mobiles Computersystem, welches ein marker-basiertes oder markerloses Tracking über Bilderkennung bzw. hybrides Tracking mit Trägheitssensor ermöglicht; Einblendung von Informationen in Echtzeit jedoch nicht in der natürlichen Sicht; Hardware bereits weit verarbeitet

Robustheit	Spritzwasserfest; oft stoßanfällig
Preisspanne	100 – 1.000 €
Nutzen	einfaches Handling, Geräte möglicherweise bereits vorhanden; schnellerer Arbeiten; weniger Fehler durch automatische Kontrolle
Gewichtsspanne	96 – 236 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	5 Stunden – 1 Woche
Einlernphase/-aufwand	Mittel, ein Großteil ist bereits mit dem Umgang von Handheld vertraut; mit speziellen AR-Apps muss sich ggf. vertraut gemacht werden
Verbindungsstandard	WLAN; Bluetooth; NFC; USB; kabelloses Laden
Einsatzgebiete	Anleitung, Anweisung, Verdeutlichung, Unterstützung im Arbeitsprozess; interaktive Anleitung; Röntgenblick; Reparaturen; technische Wartung von Maschinen
Nutzerbeeinträchtigung	hoch; die Beschäftigung muss unterbrochen werden, um das Handheld aufzunehmen und die gewünschte Applikation durchzuführen; nur eine Hand frei; Konzentration auf Handheld und ursprüngliche Aufgabe gleichzeitig
Datenschutz	teilweise große Sicherheitslücken; viele Möglichkeiten der kabellosen Datenübertragung stellen Risiken dar; Tracking persönlicher Daten
Eingabe	gestisch; taktil; akustisch; optisch
Eingabegerät	Kamera; Touchdisplay; Tasten; Mikrofon; Beschleunigungssensoren; Gyroskop; GPS; NFC
Ausgabe	visuell; akustisch; haptisch
Ausgabegerät	Display; LED; Lautsprecher; Vibration
Objektidentifikation	Kamera; NFC
Hardware	Skeye; Honeywell; Motorola; Psion; LXE
Software	Attrecto; Inscale; Bechtle Media; Samsung; Apple

Anwendungsbeispiel

bereits von Vielen als „persönliche Assistenz“ im Einsatz,
speziell Logistik

Steckbrief Unterarmcomputer



Quelle: Zypad

Beschreibung

Am Unterarm befestigter, voll funktionsfähiger Computer; Eingabe erfolgt am Touchdisplay; beide Hände des Anwenders frei, jedoch visuelle Informationen nicht automatisch im Blickfeld des Anwenders; eingeschränkter Monitorwinkel, dadurch nur bei bestimmter Armposition benutzbar

Robustheit	spritzwasserfest; stoßfest
Preisspanne	Ab 250 €
Nutzen	keine Behinderung bei Lager- oder Transportarbeiten; höhere Flexibilität; größeres Display als bei Datenuhren; Gerät wird stets bei sich getragen
Gewichtsspanne	110 - 200 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	1 Tag
Einlernphase/-aufwand	kein Einlernen nötig; Bedienung wie beim Smartphone (Android Betriebssystem möglich)
Verbindungsstandard	Bluetooth; WLAN; USB
Einsatzgebiete	Zusatzinformationen am Handgelenk
Nutzerbeeinträchtigung	Zusatzgewicht am Handgelenk; Gewicht wird über große Fläche getragen; ergonomisch geformt
Datenschutz	Datenschutzbestimmungen wie bei einem Handheld
Eingabe	taktil; akustisch
Eingabegerät	Touchscreen; Tasten; Kamera; Mikrofon; GPS; Gyroskop; 9-Achsen Bewegungssensor
Ausgabe	Visuell; akustisch; haptisch
Ausgabegerät	Display; LED; Lautsprecher
Objektidentifikation	GPS; Kamera
Hardware	Eurotech Group; Rufus Cuff
Software	Ubimax
Anwendungsbeispiel	Reparaturanweisungen für Servicetechniker; Kommissionierung mittels digitalem Pickliste

Steckbrief Handgelenkbefestigung für Handheld



Quelle: Mpow

Beschreibung

Statt eines Unterarmcomputers oder einer Datenuhr wird beispielsweise das Smartphone am Unterarm befestigt; Vorteil: für viele Handhelds nutzbar (kein hoher Investitionsaufwand); Nachteil: in der Regel keine gebogenen Displays, dadurch keine Anpassung an die Kontur des Arms Einschränkung der Bewegungsfreiheit

Robustheit	wasserdicht; stoßfest
Preisspanne	6 - 20 €
Nutzen	bereits breite Akzeptanz in der Gesellschaft; Gerät wird stets bei sich getragen, höhere Flexibilität
Gewichtsspanne	18 - 100 g + Handheld
Akku (ja/nein), Laufzeit	nein
Einlernphase/-aufwand	gering; viele sind den Umgang mit einem Handheld gewohnt
Verbindungsstandard	Abhängig vom Handheld
Einsatzgebiete	Zusatzinformationen am Handgelenk; Ortung und Laufweg-Tracking; Nutzung von Applikationen wie Taschenrechner am Handgelenk
Nutzerbeeinträchtigung	hohes Gewicht durch Handheld; schlechte Dynamik, da kein gebogenes Display
Datenschutz	Abhängig vom Handheld
Eingabe	Abhängig vom Handheld
Eingabegerät	Abhängig vom Handheld
Ausgabe	Abhängig vom Handheld
Ausgabegerät	Abhängig vom Handheld
Objektidentifikation	Abhängig vom Handheld
Hardware	Mpow; Apple; Runtastic; Samsung; Avantree
Software	Abhängig vom Handheld
Anwendungsbeispiel	Arbeitsplätze mit hoher körperlicher Belastung (Überkopf-arbeiten)

Steckbrief Datenuhr



Quelle: Apple

Beschreibung

Mini-Computer die am Handgelenk getragen werden und meist mit einem mobilen Gerät gekoppelt sind; sammelt Informationen vom Träger und zeigt Informationen an; Vorteil: sehr kompakt und kein Zusatzgerät, da Ersatz für normale Armbanduhr; Nachteil: geringe Größe schränkt die Bedienbarkeit ein; Informationen nicht immer im Sichtfeld

Robustheit	nicht wasserdicht; stoßfest
Preisspanne	35 - 1.100 €
Nutzen	bereits breite Akzeptanz in der Gesellschaft; Gerät wird stets bei sich getragen; mit vielen Geräten verwendbar; Dokumentation von Informationen zum Träger
Gewichtsspanne	41 - 281 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	12 Stunden bis 5 Tage
Einlernphase/-aufwand	aufgrund der Größe und neuartiger Menünavigation ggf. neue Bedienfunktionen die erlernt werden müssen; Einrichtung der Datenübertragung aufwendig
Verbindungsstandard	Bluetooth; USB; NFC
Einsatzgebiete	Überwachung des körperlichen Zustandes einer Arbeitskraft; Zusatzinformationen am Handgelenk; Gerät für Spracheingabe
Nutzerbeeinträchtigung	Gering; kann nur drinnen verwendet werden
Datenschutz	GPS-Tracking wird von Unternehmen gespeichert
Eingabe	taktil; akustisch; gestisch
Eingabegerät	Mikrofon; Tasten; Touchdisplay; Herzfrequenz; Beschleunigungssensoren; GPS; NFC
Ausgabe	Akustisch; visuell; haptisch
Ausgabegerät	Lautsprecher; Vibration; Mini-Display
Objektidentifikation	GPS; NFC
Hardware	Apple; Samsung; Garmin; Sony; LG; Vovotrade; Surwin; Pebble
Software	Ubimax
Anwendungsbeispiel	Service; Berufe bei denen ständige Erreichbarkeit erforderlich ist; Standard in Apple-Stores zur Bereitstellung von Benachrichtigungen/Informationen

Steckbrief Projektorarmband



Quelle: Circet

Beschreibung

Projektor in Form eines Armbandes überträgt die Bildsignale eines Handhelds (Smartphone, Tablet,...) direkt auf den Unterarm des Anwenders; Bedienung direkt auf der Haut; Vorteile: geringes Gewicht, Anpassung an Konturen des Arms; Nachteile: Handheld zusätzlich erforderlich und Verbindung muss möglich sein; noch nicht in Produktion; verzogenes/schwaches Bild

Robustheit	Wasserdicht; sehr robust
Preisspanne	380 €
Nutzen	robustes Design ermöglicht Einsatz in nahezu allen Umgebungen, höhere Flexibilität und Informationsangebot
Gewichtsspanne	35 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	Ja, 18 Stunden
Einlernphase/-aufwand	gering; Anwendung vergleichbar mit Smartphone
Verbindungsstandard	Bluetooth; USB; WLAN
Einsatzgebiete	Eingabe von Daten direkt am Handgelenk; Verbindung mit dem Unternehmensnetzwerk erlaubt dauerhaften Datenaustausch; Abrufen von Informationen am Handgelenk
Nutzerbeeinträchtigung	gering; kann überall genutzt werden; passt sich dem Arm an
Datenschutz	Keine Einschränkung
Eingabe	taktil
Eingabegerät	8 Proximity Sensoren; Accelerometer
Ausgabe	visuell; haptisch
Ausgabegerät	Pico Projektor; LED; Vibration
Objektidentifikation	Proximity Sensoren
Hardware	Circet
Software	Circet
Anwendungsbeispiel	Eingabe von Daten direkt am Handgelenk; Verbindung mit dem Unternehmensnetzwerk erlaubt dauerhaften Datenaustausch; Abrufen von Informationen am Handgelenk; noch keine Produktion gestartet

Steckbrief Intelligente Kleidung / Motion Capturing



Quelle: Lumo Body Tech

Beschreibung

in die Gewebefasern eingearbeitete Sensoren können Daten zum Träger generieren; Messung von Bewegungen des Trägers (Bspw. Am Arbeitsplatz); Vorteile: individuell abgestimmte Technik; Nachteile: nicht übertragbar

Robustheit	wasserdicht; sehr robust
Preisspanne	150 €
Nutzen	bessere Gesundheit von Arbeitnehmern; dadurch längere Erhaltung von Arbeitskräften; Rückgang der unfallbedingten Arbeitsausfälle
Gewichtsspanne	11,5 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	1 Monat
Einlernphase/-aufwand	sehr gering
Verbindungsstandard	Bluetooth; USB
Einsatzgebiete	Optimierung von Arbeitsprozessen durch Ergonomiedaten (Körperhaltung, Puls, Herzfrequenz, Muskeltätigkeit,...); Notfallerkennung bei gesundheitlichen Problemen der Arbeitskraft und Einleitung präventiver Maßnahmen um (demographiebedingten) körperlichen Beeinträchtigungen entgegenzuwirken; Erkennung von Müdigkeit oder mangelnder Aufmerksamkeit (Bspw. in Qualitätssicherung zur Vermeidung von Fehlern)
Nutzerbeeinträchtigung	sehr gering
Datenschutz	Verwerten sehr persönlicher/intimer Daten; Vorratsdatenspeicherung möglich
Eingabe	taktil
Eingabegerät	Tasten; Beschleunigungssensoren; Gyroskop; GPS
Ausgabe	akustisch
Ausgabegerät	Sprachausgabe über Bluetooth
Objektidentifikation	GPS
Hardware	Lumo Body Tech; Virtual Motion Labs
Software	Ubimax; Virtual Motion Labs

Anwendungsbeispiel

Messung der Bewegung des Mitarbeiters an Arbeitsplätzen mit hoher körperlicher Belastung (Überkopfarbeiten)

4.2. Akustische Assistenzsysteme

Steckbrief Headset



Quelle: Kenwood

Beschreibung

per Kopfhörer werden dem Anwender anhand unterschiedliche Auslöseereignisse (Standort, Eingabe durch Benutzer) Informationen zur Verfügung gestellt; über die Spracheingabe durch den Anwender werden dem System Informationen bereitgestellt; Vorteile: beide Hände frei, geringe Investitionskosten; Nachteile: funktioniert nur bedingt in lauter Umgebung

Robustheit	spritzwasserfest; robust
Preisspanne	20 - 400 €
Nutzen	Durchführung paralleler Arbeitsschritte; bessere Vernetzung von Mitarbeitern; Kommunikation über große Distanzen; Sprache als intuitiver Kommunikationsweg; kein spezielles Training
Gewichtsspanne	40 - 500 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	beides möglich; bis 12 Stunden
Einlernphase/-aufwand	gering; ggf. Erlernen bestimmter Sprachbefehle
Verbindungsstandard	Bluetooth; Miniklinke; USB
Einsatzgebiete	System kann Träger Informationen zu Produkten und Standorten machen; Träger kann während des Arbeitsvorganges dem System Informationen zukommen lassen; Call-Center; Logistik; Service/Restaurants/Küche; Security
Nutzerbeeinträchtigung	Bewegungseinschränkung durch Headset; verminderte Aufmerksamkeit auf Umgebung durch; akustische Signale aus dem Headset
Datenschutz	Speicherung von Aufzeichnungen auf Servern
Eingabe	taktil; akustisch
Eingabegerät	Mikrofon; Tasten
Ausgabe	akustisch
Ausgabegerät	Lautsprecher
Objektidentifikation	Spracherkennung; Keyword-Spotting; Sprechererkennung; Sprecherverifikation
Hardware	3M; Kenwood; PMR; etc.
Software	Nuance; Dragon Naturally Speaking; Voice Pro; Sphinx; Julius; Kaldi; Google; TopSystem

Anwendungsbeispiel

bei Nutzern mit verschiedensten Behinderungen, um so herkömmliche Eingabemethoden nutzen oder Bildschirme erkennen zu können; bei Nutzern, die während der Eingabe Augen und/oder Hände für eine andere Aufgabe benötigen; bei Nutzern, die räumlich von Maus und Tastatur getrennt sind; bei Nutzern, die nicht vertraut sind mit der Bedienung eines Computers

4.3. Haptische Assistenzsysteme

Steckbrief Datenhandschuh



Quelle: Immersion

Beschreibung

3D-Eingabegeräte; flexibelste Möglichkeit Daten zu übermitteln; Datenhandschuhe kombinieren eine absolute Datenerfassung, zur Bestimmung der Position und der Lage des Handschuhs relativ zur Umgebung; relative Datenerfassung, um den Grad der Fingerkrümmung zu ermitteln

Robustheit	nicht wasserdicht; robust
Preisspanne	130 - 1.250 €
Nutzen	Erfassung genauer Bewegungen, bessere Dokumentation, schnelleres Arbeiten
Gewichtsspanne	280 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	beides möglich; bis 8 Stunden
Einlernphase/-aufwand	hoch; Zusammenspiel von VR und Datenhandschuh ist kompliziert und erfordert Verständnis der Technologie
Verbindungsstandard	Bluetooth; USB
Einsatzgebiete	Arbeitsräume mit vielen Leuten (laute Umgebung); im Zusammenspiel mit Virtual Reality; Eingabegerät, sofern Sprache nicht möglich ist
Nutzerbeeinträchtigung	gering; Handschuh darf nicht feucht werden; Verwendung nur innen
Datenschutz	geringes Risiko
Eingabe	taktil; Fibre optic bend-Sensoren; Beschleunigungssensoren; Gyroskop
Eingabegerät	Tasten
Ausgabe	Optisch
Ausgabegerät	Über zusätzlichen Monitor
Objektidentifikation	Sensoren
Hardware	Control VR; Immersion; Virtual Motion Labs
Software	Virtual Motion Labs
Anwendungsbeispiel	Bedienung von Virtual Reality Umgebungen mit dem Zweck Maschinen zu steuern

Steckbrief Sensorarmband



Quelle: Jawbone

Beschreibung

Sensoren am Handgelenk sammeln Daten vom Träger; Vorteile: kaum Beeinträchtigung durch das Gerät; geringe Investitionskosten; Nachteile: oft nur ungenaue Messung möglich

Robustheit	wasserdicht; sehr robust
Preisspanne	15 - 660 €
Nutzen	Verbesserung der Ergonomie von Arbeitsvorgängen; Optimierung von Laufwegen; bessere Dokumentation
Gewichtsspanne	27 - 272 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	4 Tage bis 6 Monate
Einlernphase/-aufwand	sehr gering
Verbindungsstandard	Bluetooth; USB
Einsatzgebiete	Laufwege und -zeiten von Kommissionierenden tracken; Daten über den körperlichen Zustand der Arbeitskraft bei bestimmten Prozessen
Nutzerbeeinträchtigung	sehr gering
Datenschutz	GPS-Tracking wird von Unternehmen gespeichert; sammeln persönlicher Daten von Arbeitnehmern fraglich
Eingabe	taktil
Eingabegerät	Tasten; GPS; Herzfrequenz; Schrittzähler; Barometer; UV; Hauttemperatur; Umgebungslicht
Ausgabe	akustisch; visuell; haptisch
Ausgabegerät	Mini-Display; Vibration; Lautsprecher
Objektidentifikation	GPS; Kombination verbauter Sensoren
Hardware	Xiaomi; newgen; Polar; Jawbone; Samsung; Beurer; Tom-Tom; Garmin
Software	Ubimax
Anwendungsbeispiel	Überwachung der Körperfunktionen bei Arbeiten die hohe Belastungen für den Anwender bedeuten (z.B. extreme Hitze). Warnung des Mitarbeiters bei Überschreitung von Grenzwerten

Steckbrief NFC / RFID Band



Quelle: Flave

Beschreibung

Sender-Empfänger-System; ein Transponder mit kennzeichnenden Code wird am zu trackenden Objekt angebracht; Identifikation durch ein Lesegerät; auch als Implantat möglich; Vorteile: kostengünstig; sehr beständig, einfache Technologie; Nachteile: Informationsspeicherung und -abruf durch externe Geräte; aufwendiges Empfängersystem erforderlich

Robustheit	wasserdicht; sehr robust
Preisspanne	0,02 - 20 €
Nutzen	Vermeidung von Fehlern; Rückverfolgung von Arbeitsschritten (Fehleridentifikation); bessere Dokumentation
Gewichtsspanne	4 - 11 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	nein
Einlernphase/-aufwand	sehr gering
Verbindungsstandard	NFC; RFID
Einsatzgebiete	Kontrolle von Arbeitsschritten; Überwachung von Wareneingängen und -ausgängen; Zugangs-/Zugriffskontrolle
Nutzerbeeinträchtigung	sehr gering
Datenschutz	nicht ausreichendes Informieren von betroffenen Arbeitnehmern („heimliches Auslesen“)
Eingabe	keine Eingabe
Eingabegerät	RFID; NFC
Ausgabe	Keine Ausgabe
Ausgabegerät	Pick-by-light
Objektidentifikation	RFID; NFC
Hardware	Flave; smart-TEC; Zebra; canjacky; Kaisere
Software	Ubimax
Anwendungsbeispiel	Lagersysteme, Pick-by-light Anwendungen, Kommissionierer erfahren über Leuchtdioden ob sie richtig gegriffen haben

Steckbrief NFC Ring



Quelle: NFC-Ring

Beschreibung

Ring zur Entsperrung von Smartphones und anderen mobilen Geräten; öffnen von Türen (Transponderfunktion); teilen von Informationen; Vorteile: unauffällig, persönlich/individuell, diskret; Nachteile: nur sehr geringe Datenmengen möglich, kurze Übertragungsdistanz

Robustheit	wasserdicht; staubfest; robust
Preisspanne	10 - 85 €
Nutzen	diskrete Informationsübertragung; Durchgangsüberprüfung; Einlasskontrolle
Gewichtsspanne	5 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	nein
Einlernphase/-aufwand	sehr gering
Verbindungsstandard	NFC
Einsatzgebiete	Innerbetrieblicher Transport und Einlasskontrollen; manuelle Fertigung; Verhinderung von Kommissionierfehlern
Nutzerbeeinträchtigung	sehr gering
Datenschutz	nicht ausreichende Information von betroffenen Arbeitnehmern („heimliches Auslesen“)
Eingabe	Keine Eingabe
Eingabegerät	NFC
Ausgabe	Keine Ausgabe
Ausgabegerät	Pick-by-light
Objektidentifikation	NFC
Hardware	NFC Ring; John McLearn
Software	Keine Angabe
Anwendungsbeispiel	Zugangskontrolle für Gefahrenbereiche innerhalb der Produktion und Logistik

Steckbrief RFID Handschuh



Quelle: ProGlove

Beschreibung

Handschuh mit integriertes RFID-Lesegerät zum Auslesen von Daten (Bspw. Von Transpondern); durch Schnittstellen können z.B. über WLAN Informationen kommuniziert werden; Vorteile: beide Hände weitgehend frei; bei entsprechenden Arbeitsabläufen kein zusätzlicher "Scan-Schritt" nötig; Nachteile: lesen des RFID erfolgt manuell über den Benutzer

Robustheit	wasserdicht; sehr robust
Preisspanne	Noch nicht verfügbar
Nutzen	freie Hände; verkürzte Durchlaufzeiten; Verfolgung sämtlicher im Betrieb befindlicher Produkte, durch transparente Logistikkette
Gewichtsspanne	350 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	Ja, nicht verfügbar
Einlernphase/-aufwand	gering; korrektes Handling von Objekten ist zu beachten
Verbindungsstandard	RFID; NFC
Einsatzgebiete	Kombination mit anderen Sensoren zur Zustandsüberwachung; Auslesen von Produktinformationen; Einlesen von Produkten; Erweiterung von Produktinformationen; Optimierung von Arbeitsabläufen und Durchlaufzeiten durch Auswertung der gesammelten Ort-/Zeitdaten möglich
Nutzerbeeinträchtigung	sehr gering
Datenschutz	nicht ausreichende Information von betroffenen Arbeitnehmern („heimliches Auslesen“)
Eingabe	Motion Tracking
Eingabegerät	RFID; NFC
Ausgabe	haptisch
Ausgabegerät	Feedback-Vibration; Pick by Light
Objektidentifikation	RFID; NFC
Hardware	IFF; ProGlove, Crown
Software	Ubimax; ProGlove
Anwendungsbeispiel	Sämtliche Lagertätigkeiten wie Kommissionierung; Falscher Pick-Vorgang kann über RFID-Sensor erkannt und anhand von optischen, akustischen oder haptischen Signalen kommuniziert werden

Steckbrief Magic Shoe



Quelle: Trumpf

Beschreibung

Eingearbeiteter oder nachträglich eingefügter Chip im Schuh zur Messung und Übermittlung von Daten; Steuerung von anderen Geräten und Messung von Daten durch Vibration, Gesten mit den Füßen oder Druckpunkte; Vorteile: uneingeschränktes Arbeiten mit beiden Händen möglich; Nachteile: fehlerhafte Befehle durch ungewollte Bewegungen mit dem Fuß

Robustheit	wasserdicht; sehr robust
Preisspanne	70 - 160 €
Nutzen	einfache Anweisungen können über Vibrationssignale im Schuh übermittelt werden; von außen nicht erkennbar; „blinde“ Orientierung in einem Raum; Befehlseingabe für Handheld mit Füßen, falls Hände verhindert
Gewichtsspanne	22 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	15 Tage
Einlernphase/-aufwand	gering bis hoch; Erlernen von Gesten ist erforderlich; Verstehen der Vibrationssignale
Verbindungsstandard	Bluetooth; USB
Einsatzgebiete	Navigation von Arbeitern deren Sicht verhindert ist (durch sperrige Gegenstände, Nebel, Rauch etc.); Lagerarbeiten, bei denen die Hände benutzt werden
Nutzerbeeinträchtigung	sehr gering
Datenschutz	Keine Bedenken
Eingabe	gestisch; Drucksensoren; Beschleunigungssensoren
Eingabegerät	Drucksensoren; Bewegungssensoren
Ausgabe	haptisch
Ausgabegerät	Vibration; Auslesen des Chips durch Computer
Objektidentifikation	Keine Identifikation
Hardware	Lechal; Orphe, TopSystem
Software	Lechal; TopSystem
Anwendungsbeispiel	Bedienung von Maschinen außerhalb des Gefahrenbereichs; Vibration bei zu weiter Entfernung von der Anlage, welche gerade in Betrieb ist

4.4. Sonstige Assistenzsysteme

Steckbrief Smart Motion Ring



Quelle: SlashGear

Beschreibung

Steuerung eines Gerätes mit Gesten; eine Applikation macht es möglich eigene Gesten einzuspeichern oder in der Luft Geschriebenes zu digitalisieren; zusätzliche Tasten ermöglichen differenziertes Steuern; Einsatz mehrerer Ringe an einer Hand möglich, um z.B. das Greifen zu simulieren; Vorteile: berührungsloses Steuern; Nachteile: nicht übertragbar

Robustheit	spritzwasserfest; robust
Preisspanne	50 - 140 €
Nutzen	mm-genaues Tracking ermöglicht präzises Arbeiten mit Gestensteuerung; Minigadget
Gewichtsspanne	70 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	12 bis 24 Stunden
Einlernphase/-aufwand	sehr neuartige Bedienungsform für Smart Devices; aufwendige Einrichtung; ein genaues Ausüben der Gesten ist erforderlich
Verbindungsstandard	Bluetooth; kabelloses Laden
Einsatzgebiete	Fernsteuerung von Roboterarmen; Aktivitäts-Tracking; blinde Steuerung von Handheld
Nutzerbeeinträchtigung	sehr gering; teilweise sehr große Ringe
Datenschutz	Keine Bedenken
Eingabe	gestisch; taktil; akustisch
Eingabegerät	Beschleunigungssensoren; Touchfeld; Tasten; Mikrofon
Ausgabe	akustisch; visuell; haptisch
Ausgabegerät	Mini-Display; LED; Vibration; Lautsprecher
Objektidentifikation	Keine Identifikation
Hardware	Titanium Falcon Inc.; Arcus; Logbar; Nod; SmartyRing, SlashGear
Software	Attrecto; Open Source; Titanium Falcon Inc.
Anwendungsbeispiel	Maschinenbedienung, außerhalb des Gefahrenbereichs, bzw. zusätzliche Bewegungsfreiheit

Steckbrief Touch Interface Ring



Quelle: Vision Technologies

Beschreibung

Ring wird am Daumen oder Ringfinger getragen; Eingabe erfolgt über ein Touchfeld auf dem Ring oder Gesten, die auf der Handfläche ausgeführt werden; einsetzbar als Controller für HMD; Eingabe für Handheld ohne das Display zu verdecken; einsetzbar als Payment-Ring; Vorteile: ermöglicht Erfassung des gesamten Bildschirms eines Handheld auch während der Eingabe; Nachteile: eingeschränkte Befehle

Robustheit	wasserdicht; staubfest; robust
Preisspanne	70 - 150 €
Nutzen	blinde Steuerung von Handheldgeräten; kein weiteres Eingabegerät nötig
Gewichtsspanne	54 g
Akku (ja/nein), Laufzeit	3 Tage bis 1 Monat (kabelloses Laden möglich)
Einlernphase/-aufwand	intuitive Steuerung; Erlernen der Gesten
Verbindungsstandard	Bluetooth; NFC; USB
Einsatzgebiete	Eingabegerät für Display, die nicht in Reichweite für Hände sind oder nicht verdeckt werden dürfen; Maschinen/Roboter ansteuern; berührungslose Steuerung
Nutzerbeeinträchtigung	Einschränkung der tragenden Hand; schlechteres Handgefühl
Datenschutz	geringes Risiko
Eingabe	taktil; gestisch; akustisch
Eingabegerät	Tasten; Mikrofon; Touchoberfläche; Bewegungssensoren
Ausgabe	visuell; haptisch
Ausgabegerät	Mini-Display; Vibration; Micro-LED
Objektidentifikation	NFC
Hardware	Vision Technologies; Neyya; Apple; Microsoft; Kerv; Fin Robotics
Software	Vision Technologies; Neyya
Anwendungsbeispiel	Steuerung von Produktionsanlagen über Gesten

5. Fazit

In diesem Technologie-Kompodium haben Sie einen Überblick über die Potenziale von interaktiven Assistenzsystemen in den Bereichen Produktion und Logistik erhalten.

Es bietet KMU eine Übersicht über interaktive Assistenzsysteme und deren Einsatzpotenziale. Zusammen mit der Kosten- und Nutzenabschätzung können KMU dies als Grundlage nutzen um zu entscheiden, welche Technologien für ihre Produktion und Logistik geeignet sind und in Zukunft eingeführt werden sollen.

Für weitere Informationen können Sie sich auf der Projektwebseite: <http://www.ipri-institute.com/40ready/> informieren.

Das IGF-Vorhaben 18897 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e.V. - BVL, Schlachte 31, 28195 Bremen wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

6. Glossar

Augmented Reality	<i>Unter erweiterter Realität man die computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung. Diese zusätzliche Information kann an alle Sinnesorgane übermittelt werden. Häufig wird jedoch unter erweiterter Realität nur die visuelle Darstellung von Informationen verstanden, also die Ergänzung von Bildern oder Videos mit computergenerierten Zusatzinformationen oder virtuellen Objekten mittels Einblendung/Überlagerung. (Tschanz und Schar 2015)</i>
Assistenzsystem	<i>Assistenzsysteme dienen den Nutzer zur Unterstützung in bestimmten Situationen oder bei bestimmten Handlungen. Die Voraussetzung dafür ist eine Analyse der gegenwärtigen Situation und gegebenenfalls darauf aufbauend eine Vorhersage der zukünftigen Situation. Die Interaktion sollte sich dem natürlichen Handlungsablauf des Menschen anpassen und die Ausgabe sollte komprimiert sein, um den Nutzer nicht zu überlasten. Der Aspekt der Mobilität ist dann gegeben, wenn in dieses Assistenzsystem mobile Geräte eingebunden sind. Die Herausforderung hierbei ist trotz möglicher Verbindungsverluste des mobilen Geräts weiterhin eine adäquate Unterstützung anbieten zu können. (Schuh et al. 2013)</i>
Cyber-Physische-Systeme	<i>Ein Teil dieser Systeme sind informations- und softwaretechnische (cyber) Komponenten. Diese sind mit mechanischen oder elektronischen (physical) Komponenten verbunden. Die beiden Teile des Systems kommunizieren über eine gemeinsame Dateninfrastruktur miteinander, z.B. über das Internet. Cyber Physical Systems entstehen genau dann, wenn einzelne eingebettete Systeme über Kommunikationsnetze miteinander vernetzt werden. (Gronau, 2014)</i>
Echtzeit	<i>Echtzeitbetrieb ist ein Betrieb eines Rechensystems, bei dem Programme zur Verarbeitung anfallender Daten ständig derart betriebsbereit sind, dass die Verarbeitungsergebnisse innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne verfügbar sind (Informationsverarbeitung 1982)</i>
Interaktivität	<i>„Interaktiv“ aufgrund einer wechselseitigen Mensch-Maschine(Computer)-Interaktion. Assistenzsysteme sind „rechnerbasierte Systeme, die Menschen [...] bei einer zielgerichteten Tätigkeit unterstützen“ (Neugebauer 2014)</i>
Wearables	<i>Wearables bezeichnen am Körper tragbare Elemente, die IT-Systeme beinhalten und Menschen bei ihren mobilen Tätigkeiten unterstützen (ohne Beeinträchtigung der Aufmerksamkeit und Flexibilität). (Bliem-Ritz, 2014)</i>

7. Literaturverzeichnis

BMW (2014): Eckpunkte für eine Strategie "Intelligente Vernetzung" - Mehr Leistung, höhere Qualität - Öffentliche Basissysteme optimieren.

Dombrowski, U.; Wagner, T.: Arbeitswandel im Wandel von Industrie 4.0. In: *ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 2014 (5), S. 351 – 355.

Informationsverarbeitung. DIN EN 44300 ; Begriffe = Information processing (1982). Stand: 03.82. Berlin: Beuth (Deutsche Norm / Entwurf, DIN EN 44300).

Kagermann, Henning; Helbig, Johannes; Hellinger, Ariane; Wahlster, Wolfgang (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern ; Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Berlin, Frankfurt/Main: Forschungsunion; Geschäftsstelle der Plattform Industrie 4.0.

Neugebauer, Reimund (Hg.) (2014): Handbuch ressourcenorientierte Produktion. [Elektronische Ressource]. München: Hanser (Hanser eLibrary). Online verfügbar unter <http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446436237>.

Schuh, Günther; Krumm, Stephan; Amann, Wolfgang (2013): Chefsache Komplexität. Navigation für Führungskräfte. Wiesbaden: Springer Gabler. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-01614-2>.

Spath, Dieter; Ganschar, Oliver (Hg.) (2013): Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0. [Studie]. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Stuttgart: Fraunhofer-Verl. Online verfügbar unter http://www.produktionsarbeit.de/content/dam/produktionsarbeit/de/documents/Fraunhofer-IAO-Studie_Produktionsarbeit_der_Zukunft-Industrie_4_0.pdf.

Tschanz, Nathaly; Schart, Dirk (2015): Praxishandbuch Augmented Reality. Marketing, Medien und Public Relations. 1., Auflage. Konstanz: UVK.