

**OST**

Ostschweizer  
Fachhochschule

# Digitale Assistenzsysteme

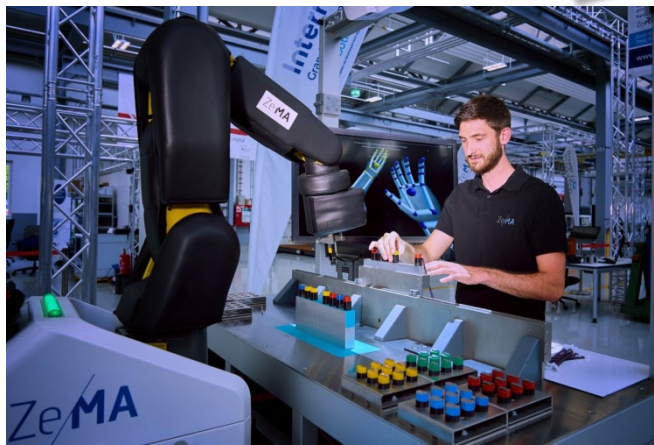
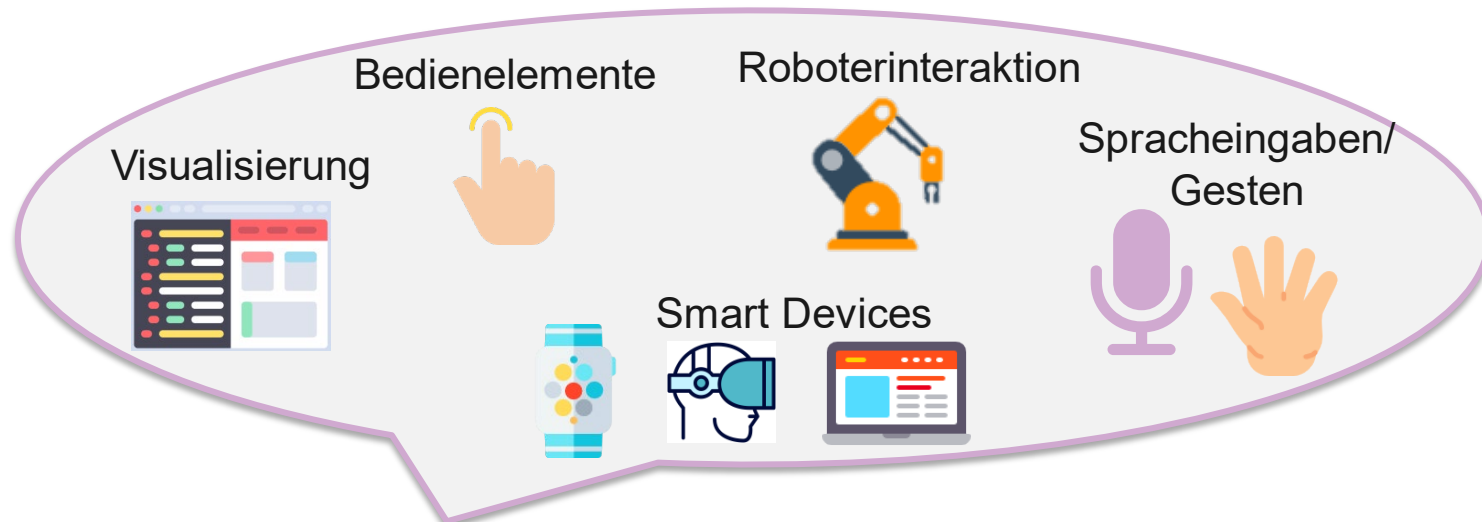
ITBO Modul Konzeptionierung eines digitalen  
Mitarbeiterassistenzsystems

# Herausforderungen für Unternehmen und Ihre manuellen Produktionsprozesse

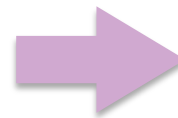


- Um wettbewerbsfähig zu bleiben, muss die Wertschöpfung grundlegend zu optimiert und neue Geschäftspotentiale erschlossen werden
- Manuelle Produktionsprozesse stoßen durch Komplexität, unvorteilhafte Ergonomie und steigende Qualitätsanforderungen an ihre Grenzen

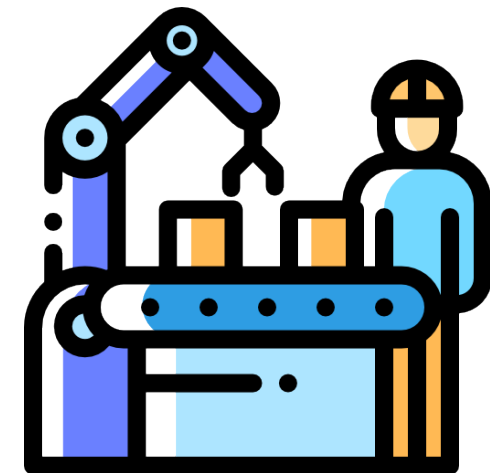
# Wie kann eine Mensch-Technik-Interaktion erfolgreich in den Produktionsbereich umgesetzt werden?



Mensch-Technik-  
Interaktion



Produktion



Quelle: flaticon, ZeMA



# Eigenschaften und Einsatzprämissen von Mitarbeitern in der Produktion

## Wann sind manuelle Produktionsprozesse sinnvoll?

### Produkt

- viele Varianten
- geringe Stückzahlen
- hohe Stückzahl-schwankungen
- kurze Laufzeiten
- schwierig zu handhabende Werkstücke:
  - Form
  - Größe
  - Werkstoff

### Prozess

- komplexe Vorgänge
- komplizierte Fügebewegungen: z.B.
  - nicht vertikal
  - nicht linear
  - Sensitive Bewegungen (Rüttel- & Kippbewegung)

## Produktionsfaktor Mensch

### Vorteile

- hohe Flexibilität
- Skalierbarkeit
- Selbstoptimierung/Lernkurve
- geringe Investitionskosten

### Nachteile

- Lohnkosten
- geringer Durchsatz
- Anlernen/ Mitarbeiter-qualifizierung nötig

# Der Mensch im Produktionsumfeld



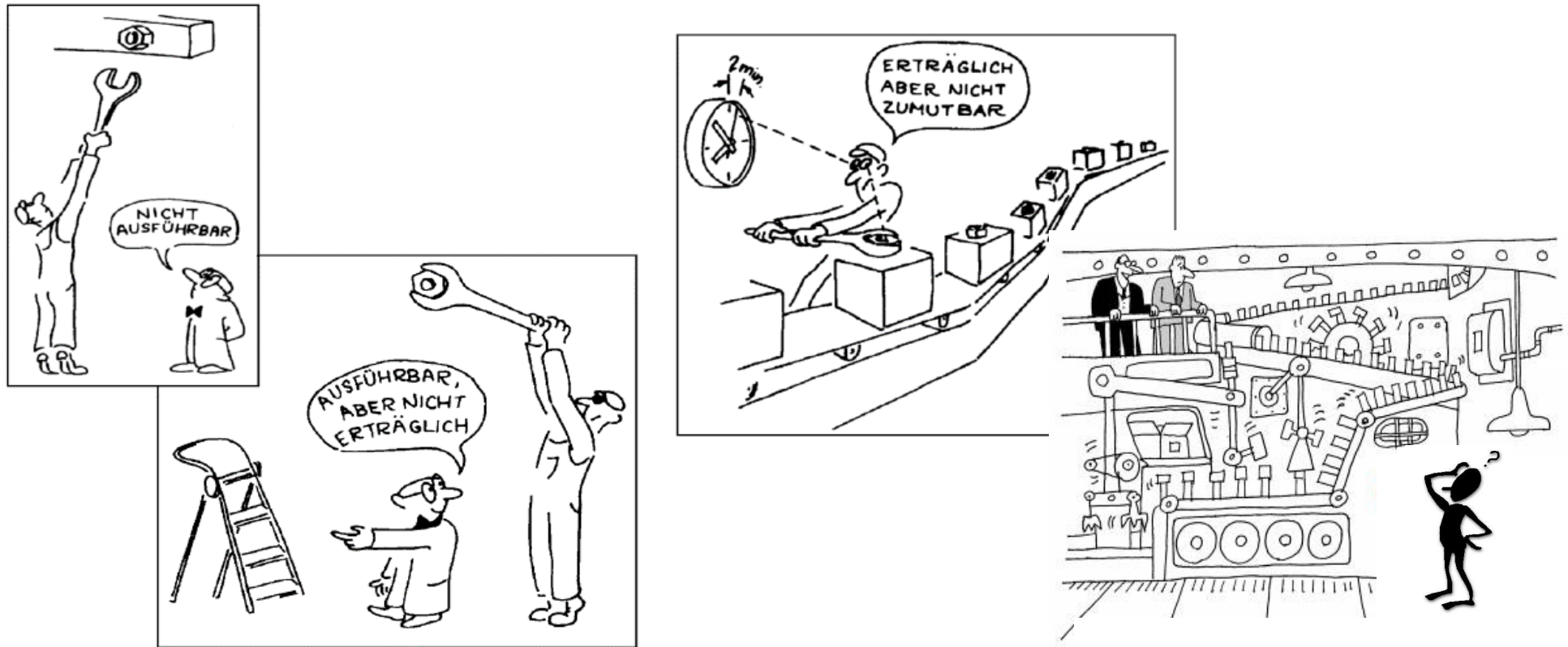
## Leistungskriterien:

- Fingerfertigkeit
- Sinnesorgane
- Intelligenz

## Einflüsse auf die menschliche Leistung:

- Extrinsisch
  - Arbeitsplatzgestaltung
  - Klima und Lärm
  - Arbeitszeiten und Pausen
  - Belohnung (monetäre Anreize)
- Intrinsisch
  - Identifikation mit dem Produkt
  - Wertschätzung der Aufgabe
  - soziales Umfeld am Arbeitsplatz

# Menschliche Leistungsgrenzen erfordern Assistenzsysteme



Die Arbeitsumfänge sollen für den Mitarbeiter ausführbar, zumutbar und erträglich sein

# Automatisierungsdilemma: negativer Effekt hochautomatisierter Anlagen, darstellbar anhand der vier Ironien der Automatisierung

1. Entwickler sehen Menschen als hauptsächliche Fehlerquelle. Diese sollen deshalb durch Automation ersetzt werden. Jedoch sind Entwickler ebenfalls Menschen und somit fehleranfällig. Aus diesem Grund können sich operative Fehler teilweise als Entwicklungsfehler herausstellen.
2. Aufgaben, die sich (aktuell) aufgrund ihrer Komplexität nicht automatisieren lassen, werden manuell durchgeführt. Jedoch ergeben sich hierdurch, gerade bei schwierigen Prozessen, Nachteile im Hinblick auf Reproduzierbarkeit und Nachverfolgbarkeit.
3. Manuelle Tätigkeiten werden durch Automation ersetzt, weil die Systeme die Aufgaben besser durchführen können. Die Mitarbeiter sollen jedoch weiterhin die Systeme überwachen und die korrekte Funktion sicherstellen. In Störfällen soll ein manueller Eingriff erfolgen, bzw. der Mitarbeiter komplett übernehmen.
4. Je zuverlässiger ein Automatisierungssystem ist, desto höher ist der Aufwand an Trainingsmaßnahmen, da im täglichen Betrieb keine Gelegenheit zur aktiven Kontrolle und Auseinandersetzung vorhanden ist. Praktische Kenntnisse über die funktionalen Zusammenhänge und die Prozesssteuerung gehen verloren. Diese Fähigkeiten und Kenntnisse sind jedoch essentiell, um in Störfällen ein effektives Eingreifen zu ermöglichen.

→ **Der menschliche ‚Überwacher‘ ist gerade wegen der Automatisierung zunehmend weniger in der**

Intelligent gestaltete cyber-physische Systeme können durch neue Möglichkeiten der Erfassung, Aufbereitung und Visualisierung von Prozessdaten, Abhilfe schaffen und es dem Nutzer ermöglichen, „im Bilde zu bleiben“

# Entwicklungsfelder zur Mensch-Maschine Interaktion und Mitarbeiterassistenz

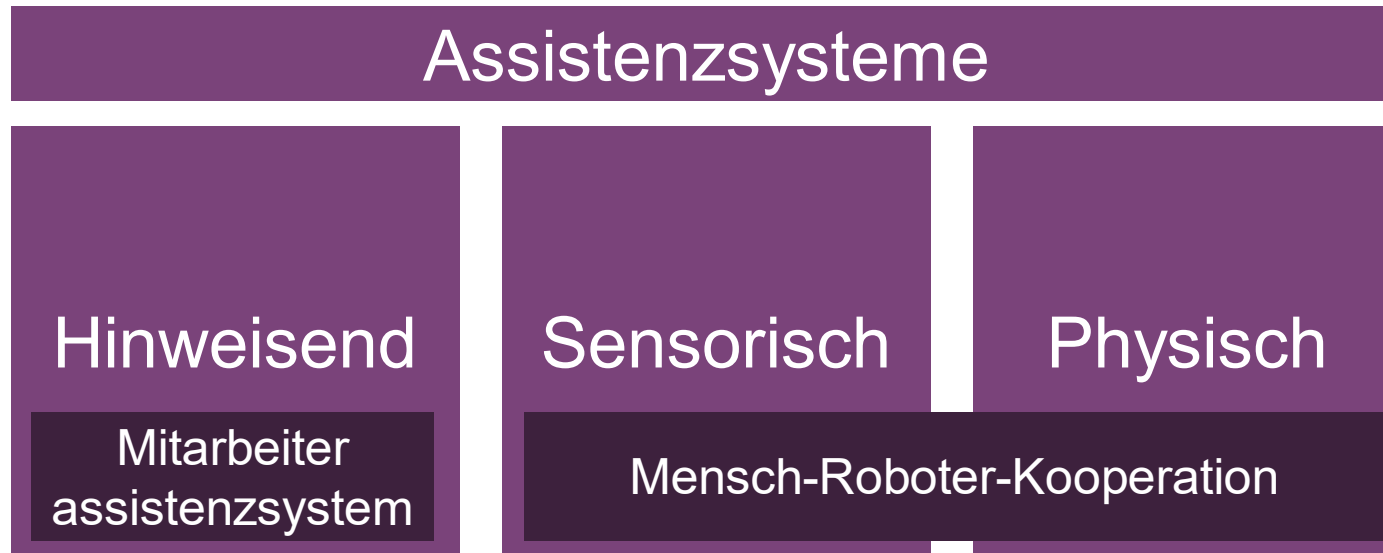
Die digitale Produktion und die somit erforderliche Mensch–Maschine-Interaktion stellt neue Anforderungen an die Gestaltung von Arbeitssystemen und die Aus- und Weiterbildung. Im wesentlichen lassen sich zwei große Entwicklungsfelder abgrenzen:

- **Sensorisch/Kognitive Unterstützung:** Erreicht werden soll die Zusammenführung von Produktionstechnologie und Softwareentwicklung, interdisziplinäre Orientierung der Fachkräfte sowie eine lernförderliche Arbeitsorganisation, die arbeitsintegriertes Lernen ermöglicht. Hierzu werden neue Formen des Arbeitens und Lernens, etwa mit Hilfe digitaler Lerntechnologien, benötigt die direkt mit der Produktionstechnologie verbunden sind.
- **Physische Unterstützung:** In Anbetracht des demografischen Wandels, längerer Lebensarbeitszeit und Fachkräfte Mangels werden Technologien benötigt, die den Mitarbeiter bei physisch anstrengenden und ergonomisch nachteiligen Arbeitsinhalten unterstützen oder diese übernehmen, um die langfristige Gesundheit der Mitarbeiter sicherzustellen.

## Agenda

- Der Mensch in der digitalen Fabrik und Anforderungen an die Zukunft der Arbeit
- **Einordnung und Beschreibung digitaler Assistenzsysteme**
- Einführungsstrategien und Einbindung des Menschen
- Praxisbeispiele zur Ausführung von digitalen Assistenzsystemen

# Gliederung der Mensch-Technik Interaktion (MTI)



Zur Mensch-Technik-Interaktion werden in der digitalen Fabrik Assistenzsysteme eingesetzt. Diese Systeme sind Unterstützungssysteme, die den Menschen entlasten und ihn nicht ersetzen

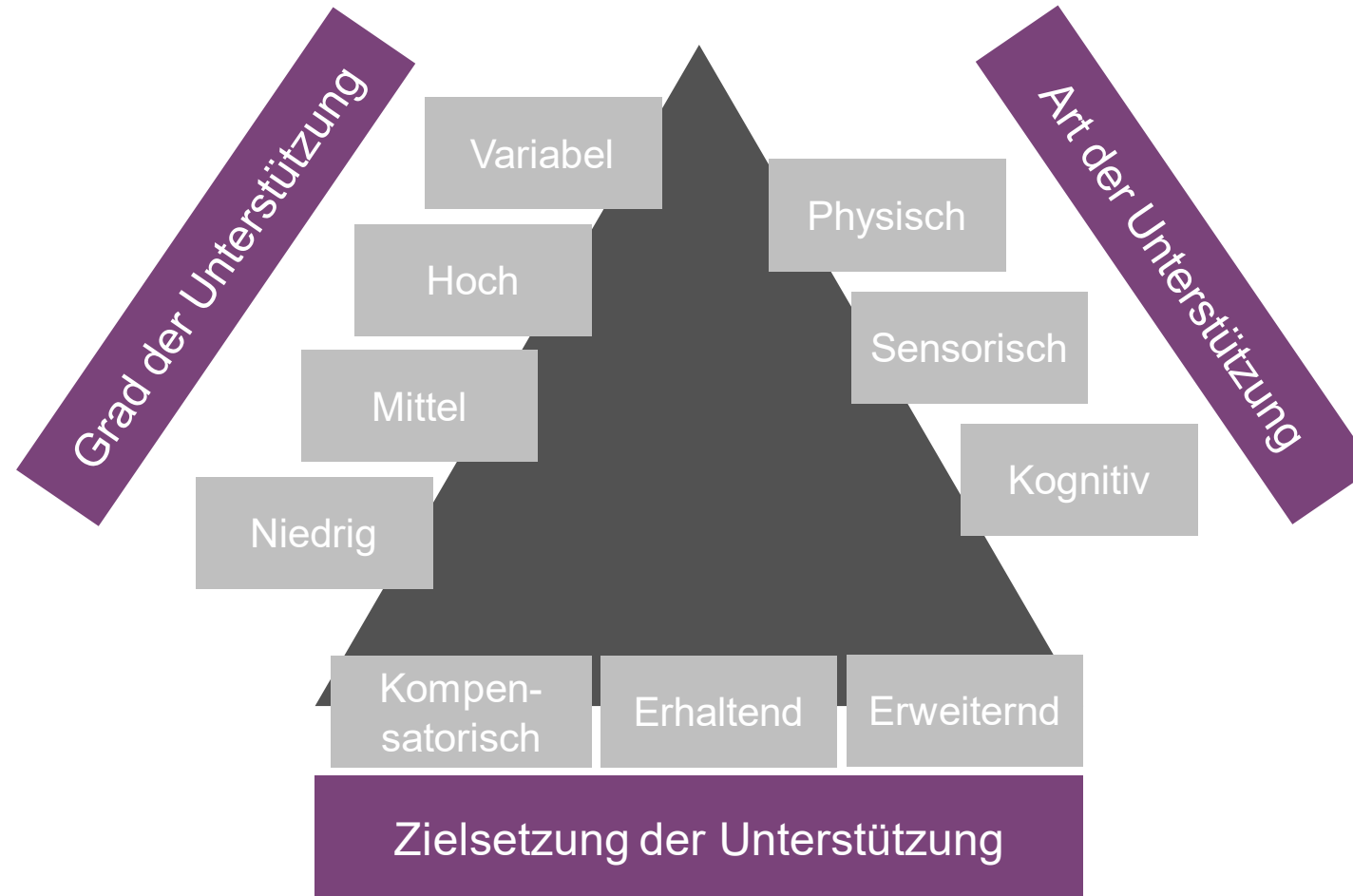
*Assistenzsysteme können im wesentlichen in drei Arten untergliedert werden:*

- **Hinweisende Assistenzsysteme:** Unterstützen bei Entscheidungen
- **Sensorische Assistenzsysteme:** Erweiterung und Unterstützung von Sinnesorganen
- **Physische Assistenzsysteme:** Unterstützen den Mitarbeiter körperlich

## Gliederung der Mensch-Technik Interaktion (MTI)

Hinweisende/ Entscheidungs- unterstützungs Assistenzsysteme	Sensorische/ Wahrnehmungs- unterstützungs Assistenzsysteme	Physische/ Ausführungs- unterstützungs Assistenzsysteme
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sie unterstützen die kognitiven Fähigkeiten der Mitarbeiter – die Aufnahme und Verarbeitung von Wissen – und helfen vor allem in Kompetenzentwicklungsprozessen wie Problemlösen und Lernen.</li><li>▪ Intelligente Softwarelösungen versprechen zukünftig Unterstützung in komplexen Entscheidungssituationen, welche der Mensch alleine nicht optimal lösen kann.</li><li>▪ Denkbar sind digitale Assistenten, welche Arbeitsaufgaben für den Mitarbeiter priorisieren oder Entscheidungen mittels umfangreicher Datenanalysen vorbereiten.</li></ul> <p>→ Sind bisher noch am wenigsten verbreitet.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sie unterstützen die 5 Sinne des Menschen, von denen im industriellen Kontext vor allem visuelle („besser sehen“), auditive („besser hören“) und taktile („besser fühlen“) Wahrnehmung relevant sind. Das Spektrum reicht von klassischen Stücklisten bis hin zu Informationssystemen, die den Mitarbeiter bei der Ausführung seiner Arbeit führen und ihm z. B. digitale Arbeitsanweisungen anzeigen.</li><li>▪ Intelligent werden diese Systeme beispielsweise durch individuell an den jeweiligen Mitarbeiter angepasste Hinweise in der Arbeitsanweisung, z. B. typische Fehlerquellen oder neue Varianten.</li></ul> <p>→ Sie erfahren im Zuge der Digitalisierung die größte Aufmerksamkeit.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sie unterstützen den Mitarbeiter bei der Ausführung seiner Tätigkeit, beispielsweise indem Bewegungsabläufe durch Maschinenunterstützung vereinfacht werden.</li><li>▪ Intelligente Systeme, welche die langfristige ergonomische Arbeitsgestaltung verbessern und beispielsweise verhindern, dass hohe Beanspruchung durch eine falsche Körperhaltung entsteht, gehören ebenfalls zu dieser Gruppe.</li><li>▪ Das Anwendungsspektrum dieser Gruppe ist sehr breit – von einfachen Handhubwägen bis hin zur Mensch-Roboter-Kooperation.</li></ul> <p>→ Sie sind bisher am weitesten verbreitet.</p>

# Einordnung digitaler Assistenzsysteme



Quelle: (Apt W. et. al. 2018)

# Ein Zentraler Bereich der MIT ist die Gestaltung der Zusammenarbeit und Kommunikation

## Die Technik assistiert den Menschen

### Hinweisend

Unterstützung bei Entscheidungen, Aufzeigen von Alternativen, Prognosen

### Sensorisch

Übernahme von spezialisierten sensorischen Aufgaben

### Physisch

Übernahme von spezialisierten physischen Aufgaben

## Der Mensch assistiert der Technik

### Sensorisch

Komplexität, Kundenindividualität und Unregelmäßigkeit von Arbeitsinhalten

### Entscheidend

Abstimmungen der vernetzten Objekte, auflösen von Konflikten, Zielvorgabe

### Physisch

Übernahme allgemeiner Aufgaben, die durch die Technik nicht wirtschaftlich lösbar sind

# Mensch-Maschinen Interface (HMI)

## Grundsatz

- Wissen, was wo läuft – und darauf richtig reagieren

## Ziel

- einfache und eindeutige Schnittstelle zwischen Mensch und Prozess
- Robuste, benutzerorientierte Einheit

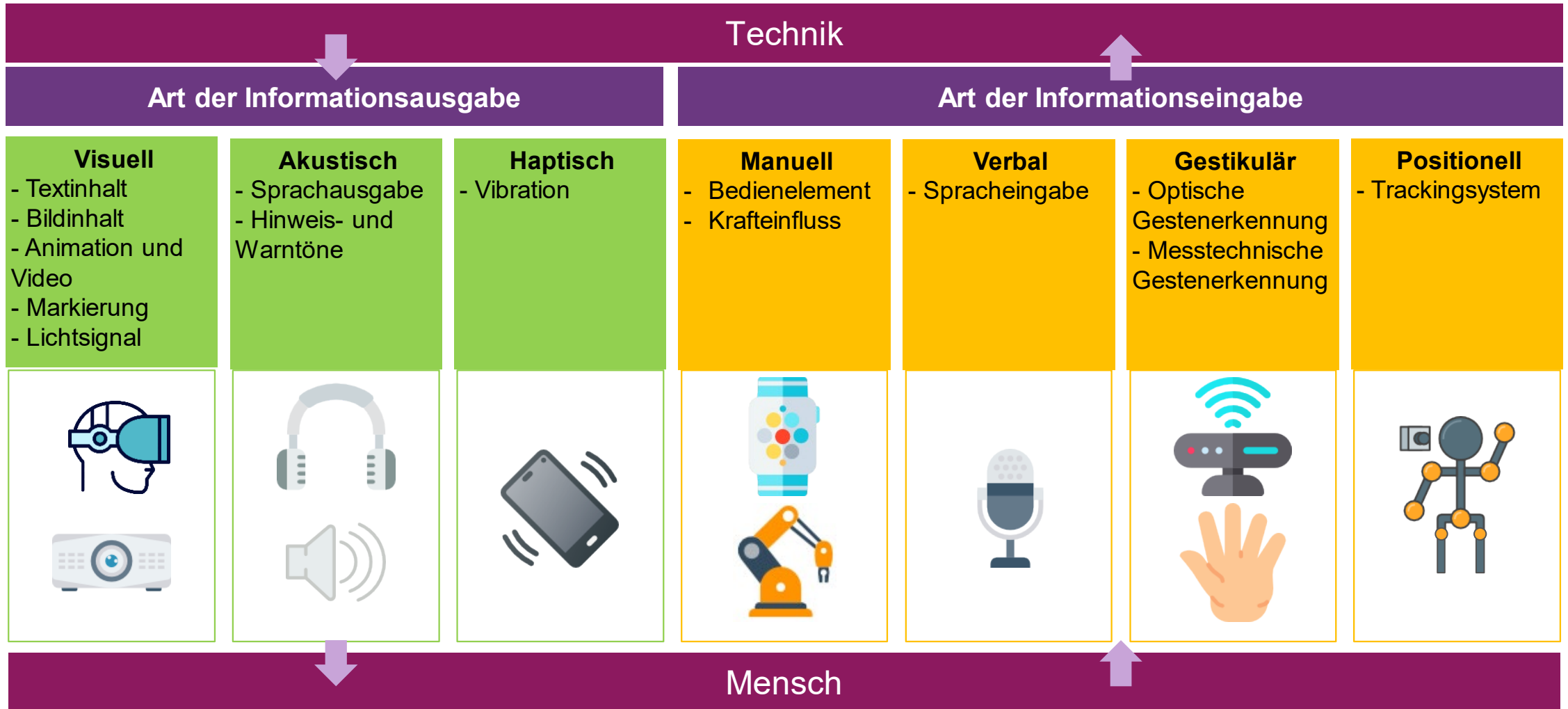
## Aufgaben

- Bedienerführung allgemein
- Anzeige Prozesszustände und Alarme (Display, Anzeigen, LED)
- Eingabe Bedienerbefehle (Touch, Tasten, Schalter, Drehgeber usw.)

# Bediener

- **Bedienpersonal**
  - minimale Anforderungen
- **Wartungspersonal (Service)**
  - Vollumfängliche Information
  - Testbarkeit
  - Überbrückung von Sicherheitsmechanismen
- **Leitebene**
  - **Statistische Kenngrößen**

# Möglichkeiten des Informationsaustausches zwischen Mensch und Assistenzsystem über unterschiedliche Kanäle

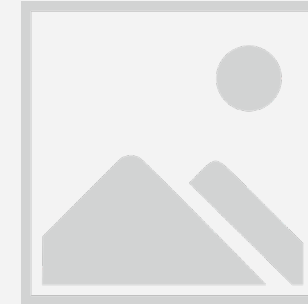


# Visualisierung über Anzeigen

## Bedien- und Beobachtungseinheiten



- Touch-Panel
- Panel mit spezieller Tastatur – Funktionstasten



# Wichtige Punkte

- **Prozessabbild (abstrahiertes Bild der Anlage)**
  - einfache Zuordnung → Verständnis (intuitiv)
- **Modular**
  - Nur die Ein- /Ausgaben anzeigen, die zur Zeit relevant sind
  - Vermeiden von Fehleingaben
  - Konsistenz der Eingabeparameter
- **Farben**
  - Rot – Gefahr, Grün – ok, Gelb – anormaler Zustand, Blau – Handeln zwingend notwendig, Weiss – Neutral
  - klare Hinweise
  - Steigerung der Übersichtlichkeit
  - Ergonomie, Psychologie

# Prozess

- **Prozessparameter**
  - Prozessspezifisch / dynamische Schranken
- **Prozessdaten**
  - Daten werden zu Informationen
- **Diagnose / Fehlermeldungen**
  - klare Hinweise (Klartext, keine Zahlen, Kommentare in Bildern)
  - planbare Wartung

# HMI aus Sicht des Benutzers

- **Bedienung der Maschine muss vereinfacht werden**
  - Kontextfähig
- **Wissen und Können in Steuerungssoftware einbinden**
  - Künstliche Intelligenz
  - Fachleute beschreiben Prozess in Fuzzy Logic  
Wissen in einfacher/anschaulicher Art beschreiben  
(Modellbildung mittels Mengenlehre – graphisch, ohne mathematische Kenntnisse)
- **Optimierung mittels Neuronaler Netze**
  - Lernfähige Systeme

# Übung HMI: Kunststoff Spritzguss

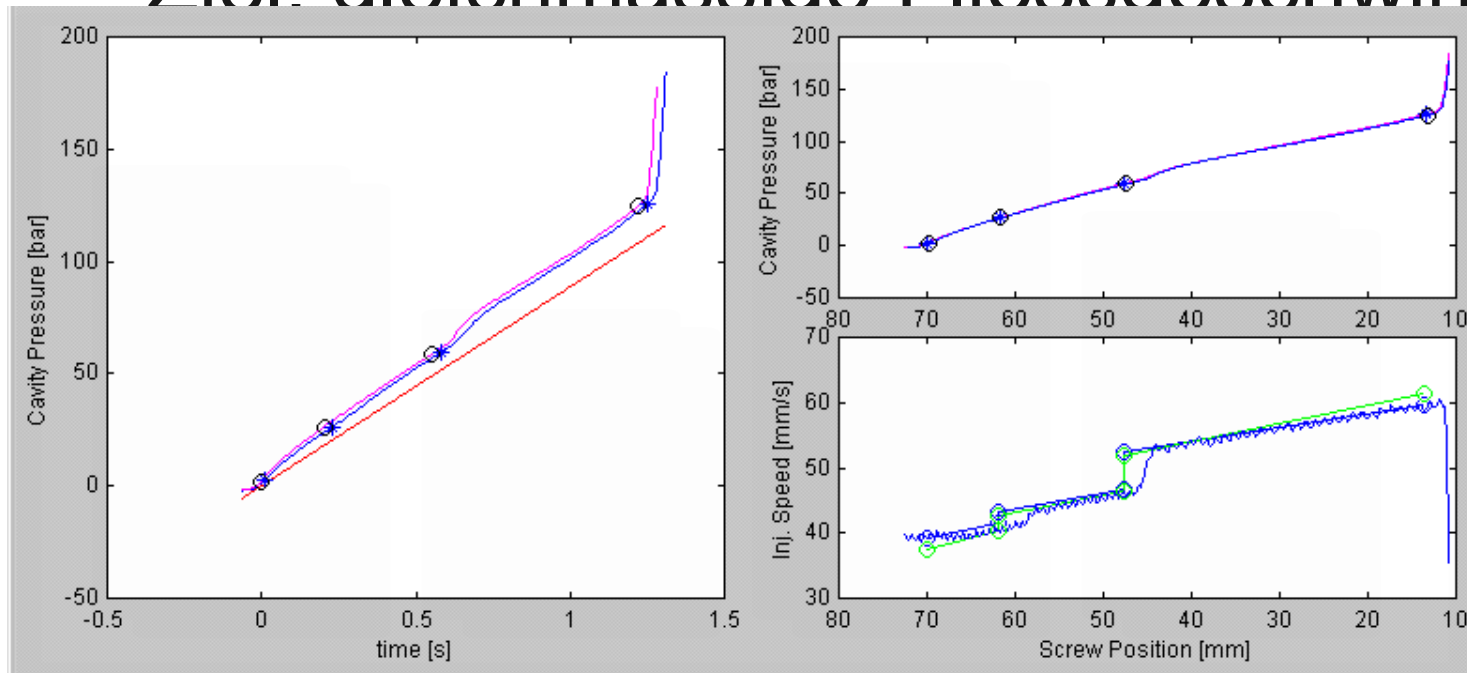


- Wichtige Parameter
  - injection speed
  - holding pressure
  - holding pressure time
  - mould temperature

- Wie könnte das HMI der Kunststoff-Spritzgussmaschine für die 3 Benutzergruppen aussehen?

# HMI aus Sicht des Benutzers

- Fehlermeldungen definieren
  - Ziel: gleichmässige Fliegsaeschwindigkeit

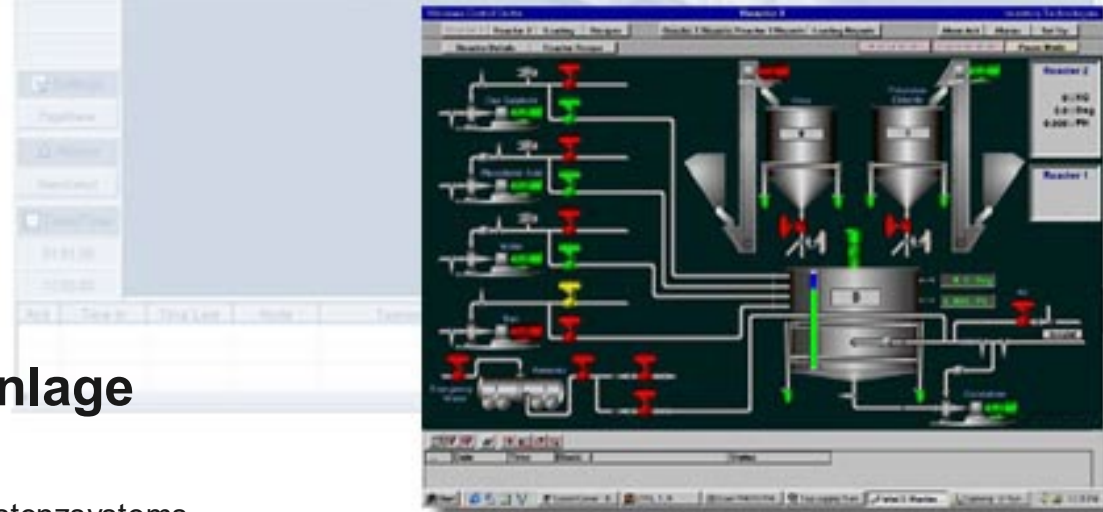


# Beispiel HMI

Foto der Anlage



Fließbild der Anlage



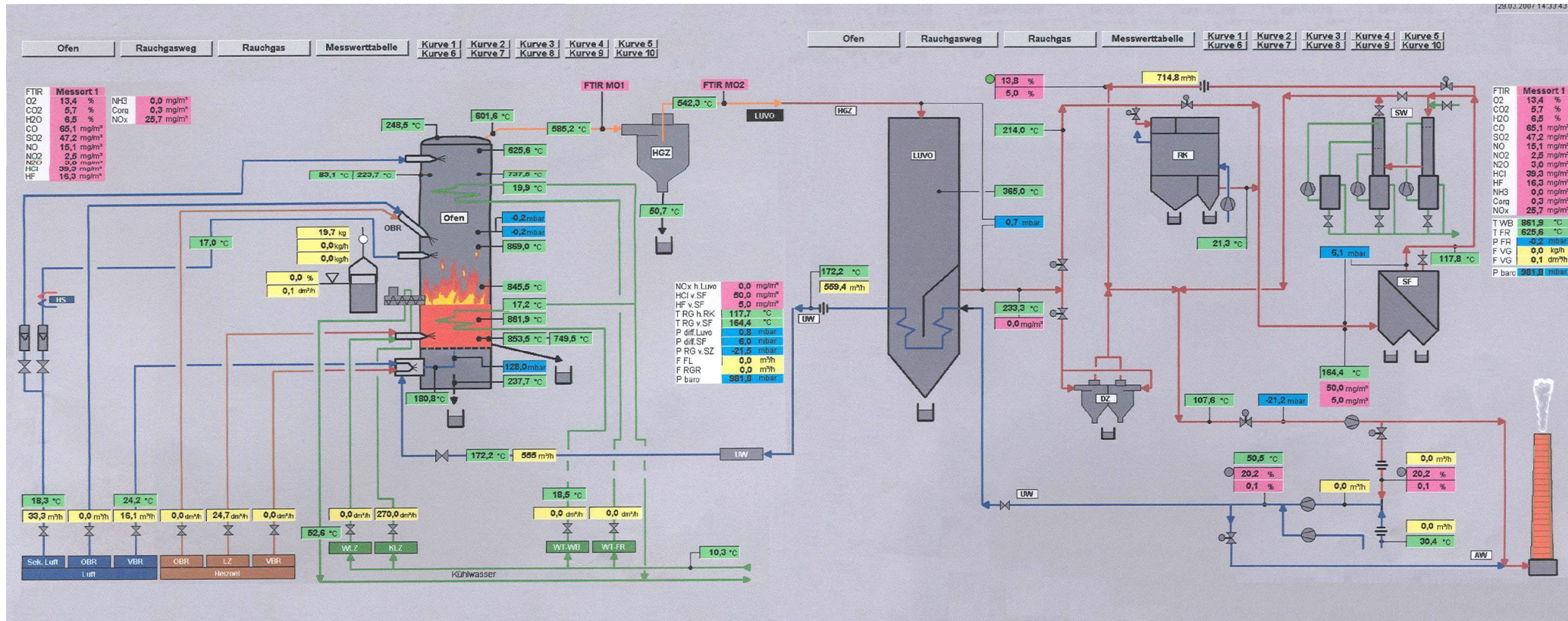
# Beispiel HMI

## Vorgehen

- Prozess abstrahieren  
– Aussagekraft
- Prozessdaten definieren
- Fehlermeldungen definieren
- Diagnose



# Beispiel HMI



Fließbild der Anlage

# Beispiel HMI

**Boutons poussoirs Twin**  
29.01.2004 14:37:15

**Twing, couloir vibrante, table de transfert**

Hydraulique Twing   Mot. Slabber gau   Mot. Slabber droit

Alim Var. ligne   Alim var. Slabber   Roul. sortie Twing

MTV   Taquets   Transfert 2

Opt Auto

Nur für Druck, sonst akt.  
Prob wenn nicht auf Sicht

Bits	0
Numéro	0
Longueur	0,000
Diam	0,000
Diam	0,000
Volume	0,000

**Centrage Twing**

Pneu 1 ><   Pneu 2 ><   Pneu 3 ><   Bt Rlx Slabber av

Presseur ch 1 abais   Presseur ch 2 abais   Rlx Presseur 1 ><   Rlx Presseur 2 ><

Butée G descendre   Butée D descendre   Prod fini GA lever   Exentrique fermer

Rlx derriere   Rlx 6 auto   Ouvrir tous Rlx   Bati rlx presseur 2

**bois et diabolos**

Reset C.A.   Reset Tr.28   Reset Twing

Diabolo 200   Diabolo 300   Diabolo 400

Diabolo 500

**Références Twing**

Ref. Slabber gauche	Ref. Slabber droite
Val. akt. 0,000	val. akt. 0,000
Ref. Bati gauche	Bati droite
val. akt. 0,000	val. akt. 0,000

Twing   Messages   Menu   References

- Übersichtlichkeit
  - Prozess
- Parameter
  - Aussagekraft

# Weitere Beispiele aus der betrieblichen Praxis

Exoskelett zur  
Ergonomieverbesserung



## ■ Physische Assistenzsysteme:

- Bei größeren OEMs bereits im Einsatz
- Vorteile:
  - Ergonomie/ Präventiv
  - Effiziente Handhabbarkeit größerer Lasten
- Nachteile:
  - Teilweise Unausgereift
  - Hohe Anschaffungskosten

## ■ Kognitive Assistenzsysteme:

- Einsatz bei OEMs und KMUs
- Vorteile:
  - Effizienteres Lernen und Prüfen der Arbeitsschritte
  - Breite Anwendungsgebiete: Produktion, Instandhaltung, Support
  - Qualitätsverbesserung und Fehlervermeidung
- Nachteil: Meist für repetitive Aufgaben ausgelegt

Smartwatch zur  
Mitarbeiterunterstützung





# Umsetzung eines kognitiven Assistenz Systems



- Step-byStep Anleitung
- Anleitung durch Text, Bilder und Videos
- Freigabe erst bei korrekt abgeschlossenem Arbeitsschritt
- Integration von Drehmoment- Gewichts- oder anderen Prüf- und Messdaten



- Anzeige, den Karton auf der Fläche zu platzieren



- Auf der Packliste wird dem Mitarbeiter aufgelistet, was bereits im Karton verpackt wurde.



- Nach jedem Packvorgang werden Bilder des gepackten Kartons aufgenommen.



# Planungsschritte zur Entwicklung eines digitalen Assistenzsystems

**1.** Im ersten Schritt werden die Unterstützungsbedarfe in der Produktion identifiziert – dies erfolgt in einem Team aus Führungskräften und Mitarbeitern der betroffenen Produktionsbereiche. Basierend auf den digitalen Tools und Technologien werden Problemstellungen definiert, die durch digitale Technologien bewältigt werden können

**Ergebnis:** Einsatzbereiche und zu lösende Problemstellungen

**2.** Basierend auf den Einsatzbereichen und zu lösenden Problemstellungen wird im zweiten Schritt ein Lastenheft erstellt. Hierbei sind die folgenden Fragestellungen zu beantworten:

- Welche Funktionen/Services soll das System bieten?
- Was soll es bewusst nicht tun?

Hierbei von zentraler Bedeutung: Wer wird das System nutzen und welche Fähigkeiten und Einschränkungen bringt diese Person mit?

**Ergebnis:** Lastenheft

**3.** Basierend auf dem Lastenheft erfolgt im dritten Schritt die technische Planung und Technologieauswahl. Hierbei müssen zwei wesentliche Entscheidungen getroffen werden:

- Make or Buy, gibt es am Markt ein System, welches die Anforderungen erfüllt oder muss es selbst entwickelt werden?
- Wird das System Stand Alone sein oder ist eine Integration in die Unternehmens IT (ERP, MES etc.) erforderlich?

**Ergebnis:** technisches Konzept

**4.** Parallel zur Systementwicklung erfolgt die Roll-Out Planung. Idealerweise wird schrittweise vorgegangen. Hierzu wird zuerst eine Pilotanwendung/Demonstrator in einem Bereich implementiert. Dies ermöglicht einen System Test und Feedback der Anwender. Wenn die Pilotanwendung die Anforderungen erfüllt erfolgt eine schrittweise Einführung in weitere Bereiche. Die Mitarbeiter des Pilotprojekts, können als Multiplikatoren in Schulungen ihr Wissen weitergeben und zur Akzeptanz der neuen Technologie beitragen.

**Ergebnis:** Pilotanwendung

# Mögliche Fragestellungen im Zusammenhang mit der Auswahl eines geeigneten Assistenzsystems

Fragestellungen zur Auswahl eines geeigneten Assistenzsystems, welches bei der Gewinnung, Verarbeitung und Bereitstellung von Informationen im Produktionsumfeld unterstützt, können sein:

- Welche Informationen sind bereitzustellen?
- Wie und in welcher Form sind Informationen am Arbeitsplatz bereitzustellen?
- Wann sollen diese Informationen bereitgestellt werden?
- Wie sollen Informationen vom Mitarbeiter zurückgemeldet werden können?
- An wen oder welches System sollen diese Informationen zurückgemeldet werden?
- In welcher Form soll die Kommunikation zwischen Mitarbeitern unterstützt werden?
- Wie kann die Koordination von Aufgaben unterstützt werden?

# Risiken bei der Einführung von Mitarbeiterassistenzsystemen

Auf Seiten der Mitarbeiter und Kunden sind Hemmnisse zur Anschaffung digitaler Assistenz-Systeme häufig:

- Keine Zeit, neue Funktionen zu erlernen und umzudenken
- System wird als überflüssig und kompliziert betrachtet
- Vorurteile gegenüber der Fehlerhaftigkeit des Systems
- Ausbruch aus bestehenden und funktionierenden Prozessen
- Kostenfaktor (seitens Kunden, die das digitale Assistenzsystem z.B. im Servicefall nutzen sollen)

# Agenda

- Der Mensch in der digitalen Fabrik und Anforderungen an die Zukunft der Arbeit
- Einordnung und Beschreibung digitaler Assistenzsysteme
- ➔ **Einführungsstrategien und Einbindung des Menschen**
- Praxisbeispiele zur Ausführung von digitalen Assistenzsystemen

# Mensch – Technik – Organisation sind bei der Entwicklung von I4.0 Technologien und der Vernetzung zu berücksichtigen

## Mensch

- Rolle des Menschen im Produktionsprozess
- Mitarbeiterqualifikation
- Einbindung und Sensibilisierung



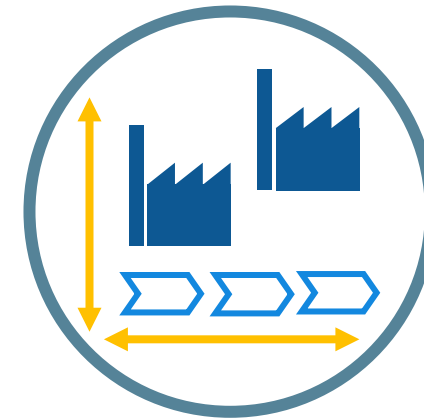
## Technik

- Die Aufgabenverteilung als auch Schnittstellengestaltung zwischen Mensch und Maschine
- Menschzentrierte Entwicklung und Einsatz innovativer Technologien



## Organisation

- Organisations- und Prozessgestaltung unter Berücksichtigung vernetzter Systeme
- Integration der horizontalen und vertikalen Ebene



# Bei der Einführung neuer Technologien müssen Unterschiedliche Mitarbeiterrollen und –Interessen berücksichtigt werden



## ■ Management

- Zukunftsvision
- Strategische Entscheidungen
  - Integration neuer Technologien
  - Neue Produktvarianten

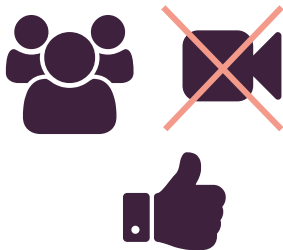


## ■ Meister und Ausbilder

- Überblick über aktuelle Systeme – Beste Practice und Verbesserungen
- Operative Entscheidungen

## ■ Facharbeiter

- Bedarfsgerechte Assistenz
- Beherrschbare Assistenz

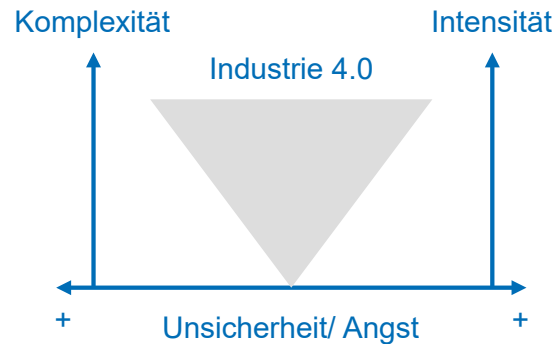


## ■ Betriebsrat/ Meinungsbildner

- Mitarbeiterprofile
- Kommunikation mit Mitarbeitern in der Montage
- Auswirkung auf das Lohnniveau

# Notwendigkeit von Einführungsstrategien

Industrie 4.0 führt zu Veränderungen im gesamten Unternehmen



- Industrie 4.0 ist mit Chancen und Risiken verbunden
- Risiken sorgen für Unsicherheit bei den Mitarbeitern



Mitarbeiter stehen Veränderungen prinzipielle skeptisch und ablehnend gegenüber



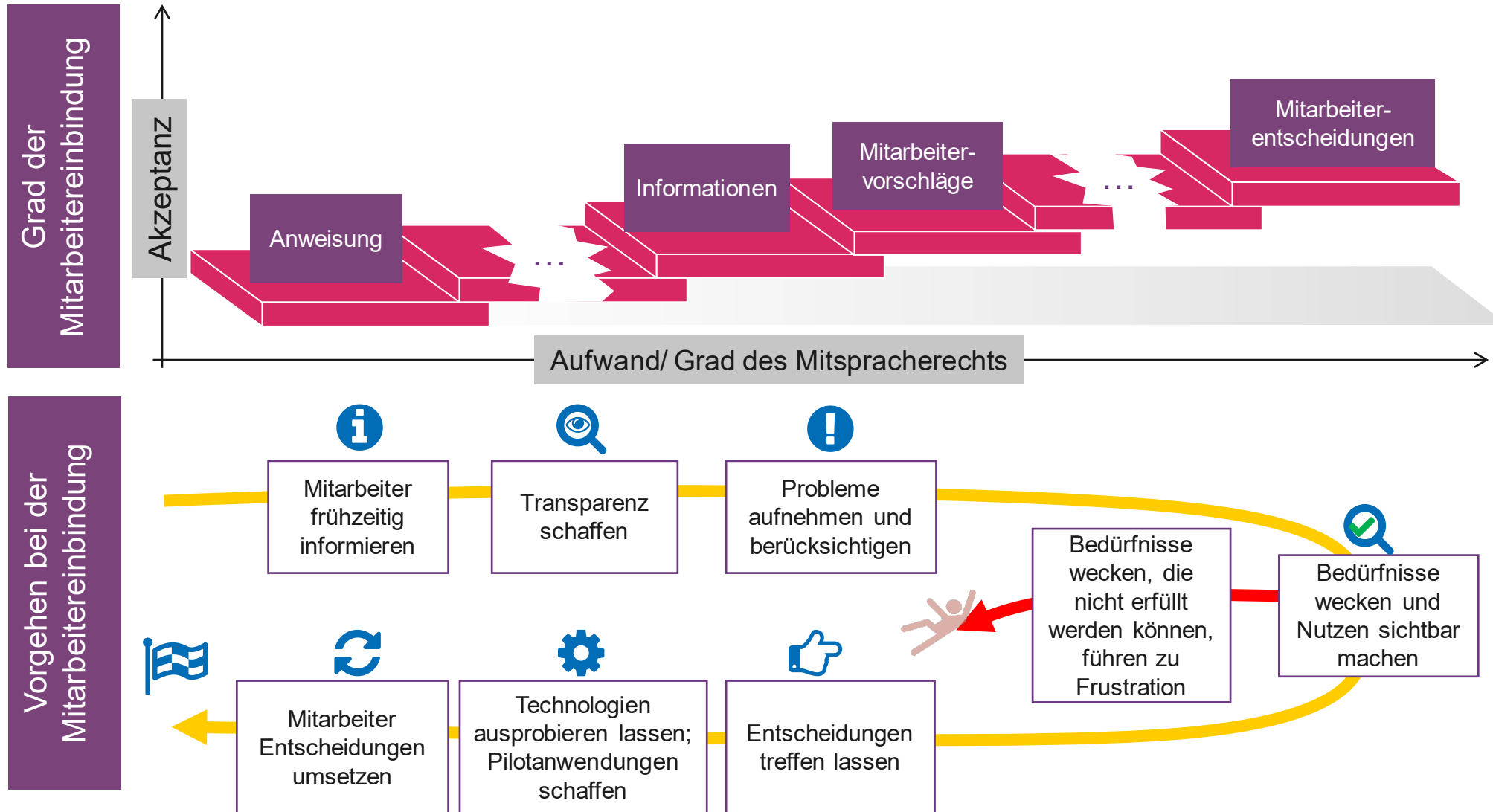
- Vorbehalten gegenüber Veränderungen
- Rationalisierungsbefürchtungen  
Angst vor Ersatz durch Maschinen/ Automatisierung
- Angst vor Kompetenzverlusten

Sensibilisierung von Mitarbeitern



- Einbindung der Mitarbeiter
- Erarbeitung der Ziele unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Mitarbeiter

# Bei der Einführung von I4.0 Technologien und Veränderung der Organisation ist auf die Mitarbeiterakzeptanz zu achten



# Maßnahmen für eine erfolgreiche Einführung neuer Technologien am Arbeitsplatz durch Einbindung der Mitarbeiter

Information	Information in Mitarbeiterbesprechung
Transparenz	Ergebnisse und aktuelle Themen an Infotafelaushängen, Einladen des Betriebsrats zu Besprechungen
Probleme aufnehmen	Mitarbeiter befragen mit Fragebogen und Mitarbeiter die Möglichkeit geben jederzeit Bedarfe mitteilen zu dürfen (mit zeitlicher Begrenzung)
Bedürfnisse wecken	Nutzen in Mitarbeiterbesprechung erläutern. Zeigen von Best Practices und wie andere Betriebe es umgesetzt haben.
Entscheiden lassen	Bei Alternativen Systemen Vor- und Nachteile erläutern und Auswahl den Mitarbeitern überlassen
Technologien ausprobieren	Aufbau eines Demonstrators und sukzessive Inbetriebnahme der Technologien; Mitarbeiter an neue Technik herantasten lassen
Entscheidungen umsetzen	Entwickelte Lösung wird implementiert und eingesetzt

## Agenda

- Der Mensch in der digitalen Fabrik und Anforderungen an die Zukunft der Arbeit
- Einordnung und Beschreibung digitaler Assistenzsysteme
- Einführungsstrategien und Einbindung des Menschen
- ➔ **Praxisbeispiele zur Ausführung von digitalen Assistenzsystemen**

# Anforderungen an das Assistenzsystem zur Assistenz, Prozessführung und Dokumentation



Informieren

Parametrieren



Absichern und Prüfen

Dokumentieren

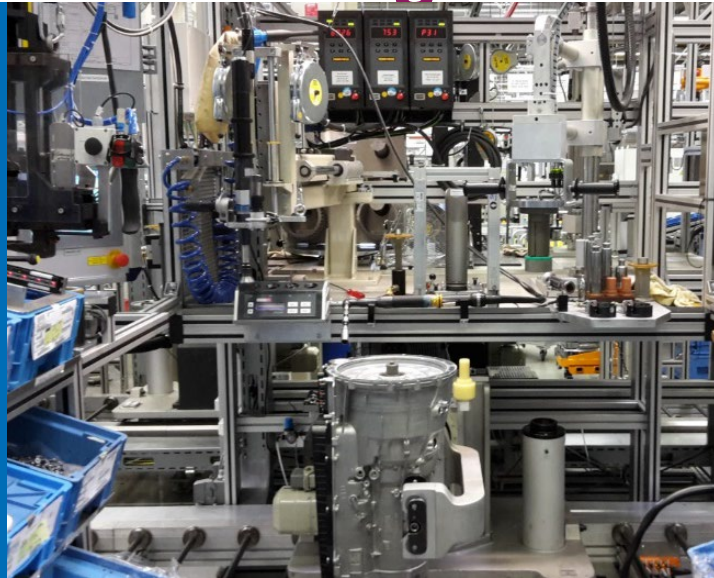


- Information über durchzuführende Prozesse
  - Anweisungen zum Prozessverlauf
- Parametrierung der Betriebsmittel
  - Automatisierte Einstellung von Betriebsmittel
  - Vorbeugende Prozessabsicherung
- Verifikation kritischer Prozesse
  - Automatisiertes Ansteuern der Betriebsmittel zur Überprüfung des Prozesses
- Dokumentation der Prozesse
- Assistenz unter Berücksichtigung der Mitarbeiterqualifikation
- Flexibilität im Arbeitsprozess
  - Mitarbeitergetriebene Änderungen im Prozessablauf

# Problemstellung



Automatisierter  
Arbeitsplatz



## ■ Hochgradig (automatisierter) abgesicherter Endmontagearbeitsplatz

- Zwischenprüfungen während der Montage
- Prüfung von Schraubwerten
- Vollständigkeitsprüfungen



Manueller  
Nacharbeitsplatz



## ■ Manueller Nacharbeitsplatz:

- Vollumfänglicher Arbeitsplatz
- Keine Variantenbindung
- Ohne vergleichbare Absicherungsstrategien
- Qualität im Prozess in  
Mitarbeiterverantwortung

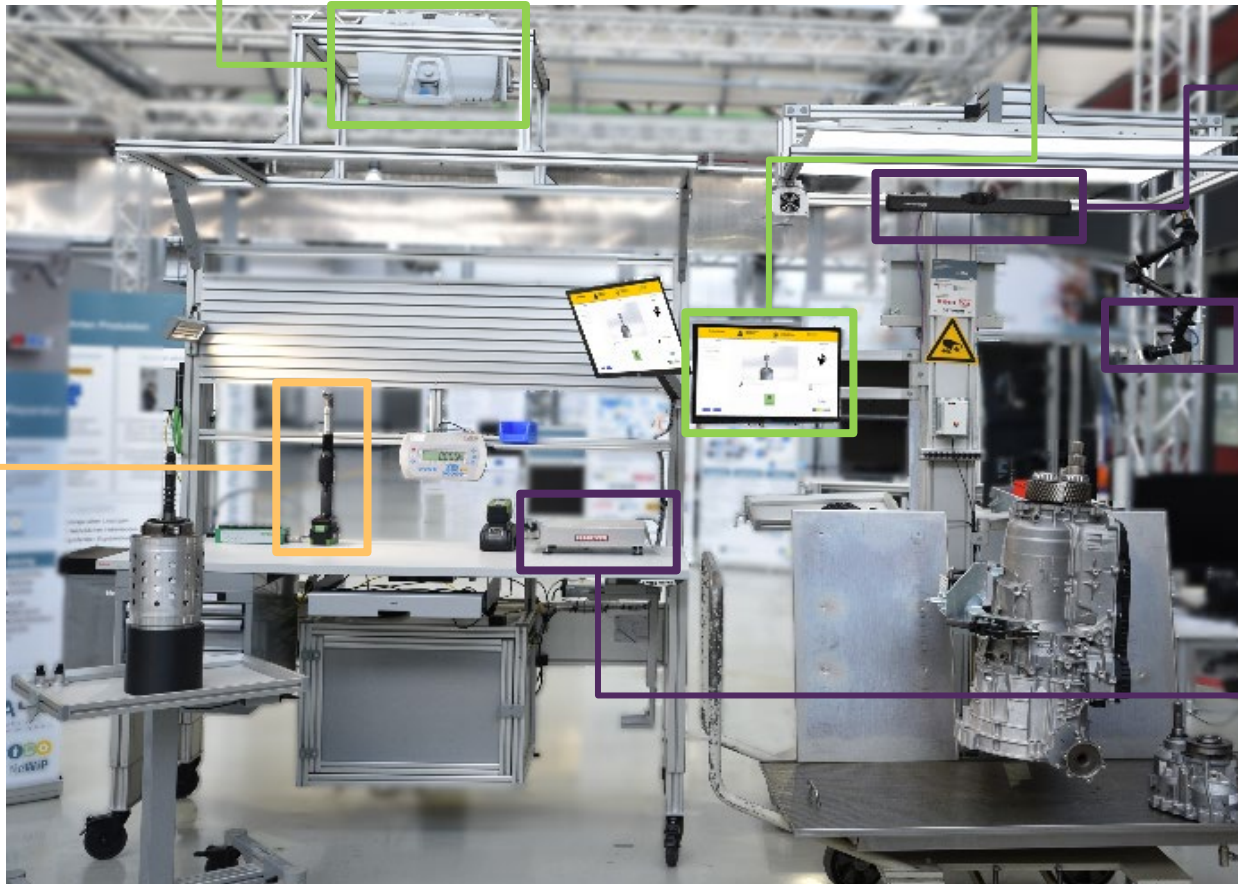
# Entwicklung und Aufbau des Pilotarbeitsplatzes zur assistierten Reparatur



Projektionssysteme



Mitarbeiterführungssystem



Optische Prüfungssysteme



Tracking system



Waagen



Schrauber

# Werkerführung als Anleitung und Schnittstelle zwischen Mensch und Assistenzsystem

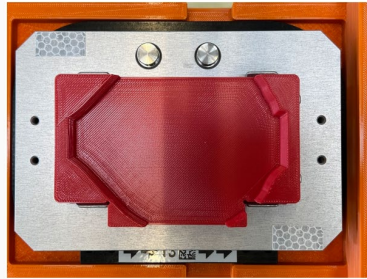
The screenshot shows a worker guidance interface with the following elements:

- Header (Yellow Bar):**
  - Werkerführung** (Worker Guidance)
  - Mitarbeiter:** 0033256, **Profil:** Anfänger (Employee: 0033256, Profile: Beginner) - Callout 6
  - Variante:** 8HP TÜ, **Stückliste:** 000.000.00 (Variant: 8HP TÜ, Bill of Materials: 000.000.00) - Callout 7
  - Datum:** 2017-10-16, **Uhrzeit:** 14:01:28 (Date: 2017-10-16, Time: 14:01:28)
- Process List (Left):**
  - 1. Turm Positionieren (Tower Positioning)
  - ✓ Radsatz1 entnehmen (Remove wheel set 1)
  - ✓ Radsatz1 auf Ablage absetzen (Place wheel set 1 on tray)
  - Sonnenrad1-2 entnehmen (Remove sun wheel 1-2)
  - Sonnenrad entsorgen (Dispose sun wheel)
  - Neues Sonnenrad einsetzen (Insert new sun wheel)
  - Radsatz1 aufnehmen (Receive wheel set 1)
  - Radsatz1 einsetzen (Insert wheel set 1)
  - Job erfolgreich erledigt (Job successfully completed)
- Product View (Center):**
  - 2. Visual representation of the product (Sun wheel assembly) - Callout 2
  - 3. Instruction: "Sonnenrad\_1-2 entnehmen und auf überprüfen." (Remove sun wheel 1-2 and check) - Callout 3
  - 5. "Prozess quittieren" (Process completed) button - Callout 5
- Operating Resources (Right):**
  - 4. "Betriebsmittel Manuell" (Operating Resources Manual) with a hand icon - Callout 4
  - Information icon: "Achtung! Vorsicht vor scharfen Kanten!" (Warning! Caution sharp edges!)
  - Logos: ZeMA and NeWiP
- Navigation:** "SHOW MENU" and "OPEN DIALOG" buttons at the bottom left.

1. Prozessliste
2. Prozessdarstellung am Produkt
3. Prozessbeschreibung
4. Betriebsmittelangaben
5. Überstimmungsmöglichkeit
6. Angaben zum angemeldeten Mitarbeiter
7. Angaben zum Produkt

# Cyber-physisches Montagesystem mit sensorischer, kognitiver und physischer Assistenz

## Mitarbeiterführungssystem



Carrier aus  
Wareneingang  
nehmen und auf  
Halterung  
legen. Taster zum  
Start drücken



AUFTRAG

RFID LESEN/SCHREIBEN

LOGISTIK

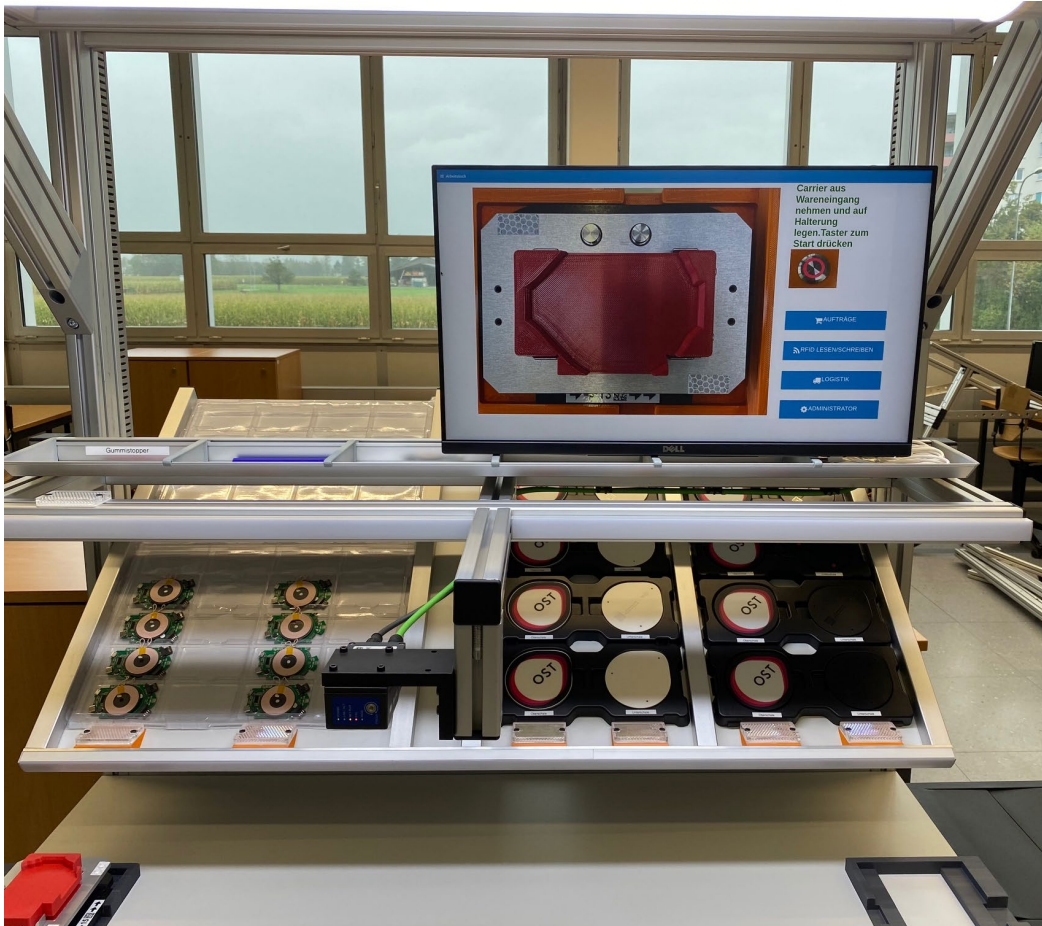
ADMINISTRATOR

## Pick-By Light



Feedbacksystem

# Sensorische und Kognitive Assistenz durch skalierbares Mitarbeiterführungssystem



Assistenz durch Mitarbeiterführungssystem

Individualisierbare Anzeigen und Modi für die Mitarbeiter (Varianten, Anfänger bis Experte)

Information zu den durchzuführenden Prozessen in Form von Bildern, Animationen, Texten

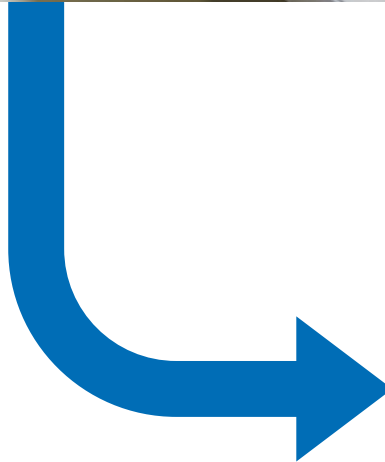
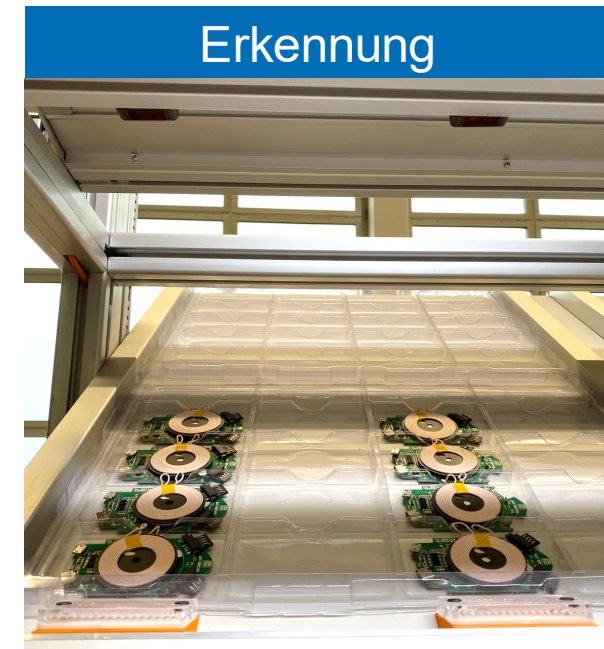
Rückverfolgbarkeit und Feedback zu bereits montierten Produkten



# Physische und Sensorische Assistenz in der Materialbereitstellung

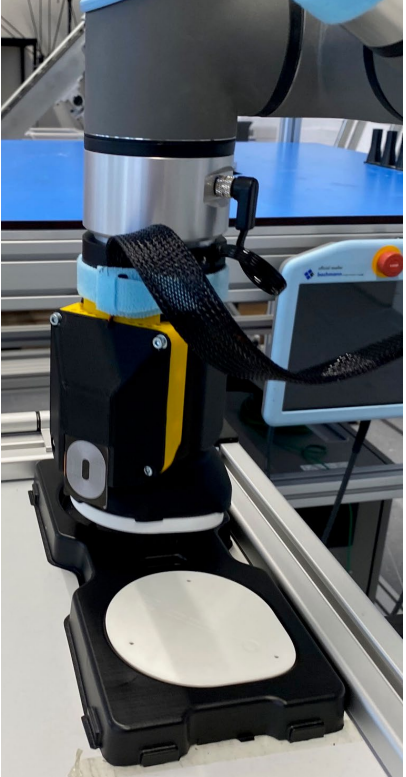


- Materialbereitstellung durch Kombination von Pick-by Light und Lichtschranken
- Erkennung, ob Material aus dem richtigen entnommen wurde



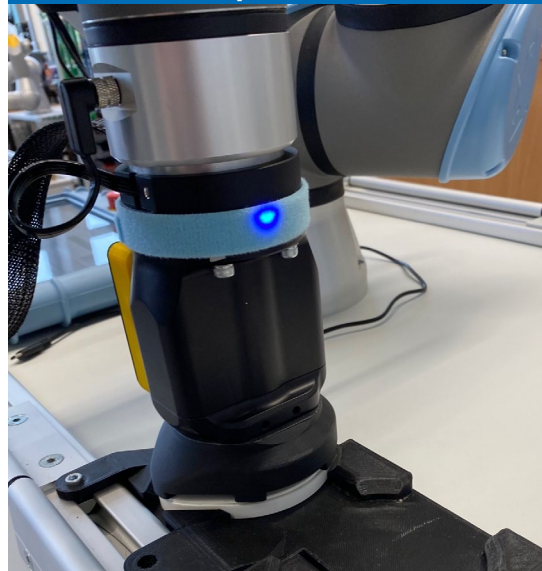
# Physische und Sensorische Assistenz durch MRK (Mensch-Roboter-Kooperation) und Prozessüberwachung

Anreichen Gehäuse



- Ein MRK-fähiger Roboter reicht dem Werker prozessbegleitend immer das Gehäuse des Elektronikbauteils an.
- Roboter übernimmt unergonomische Aufgaben
- Überwachung des Ablaufs und Ergebnisses des Prüfprozesses
- Dokumentation des Prüfprozesses

Ergonomie: Verpressen

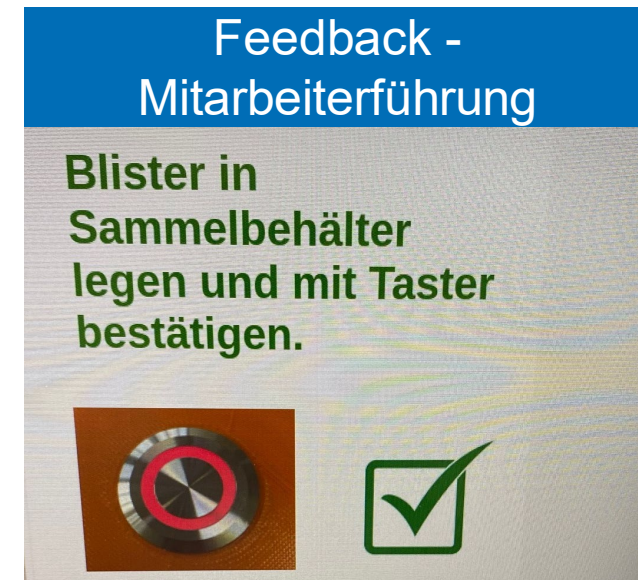
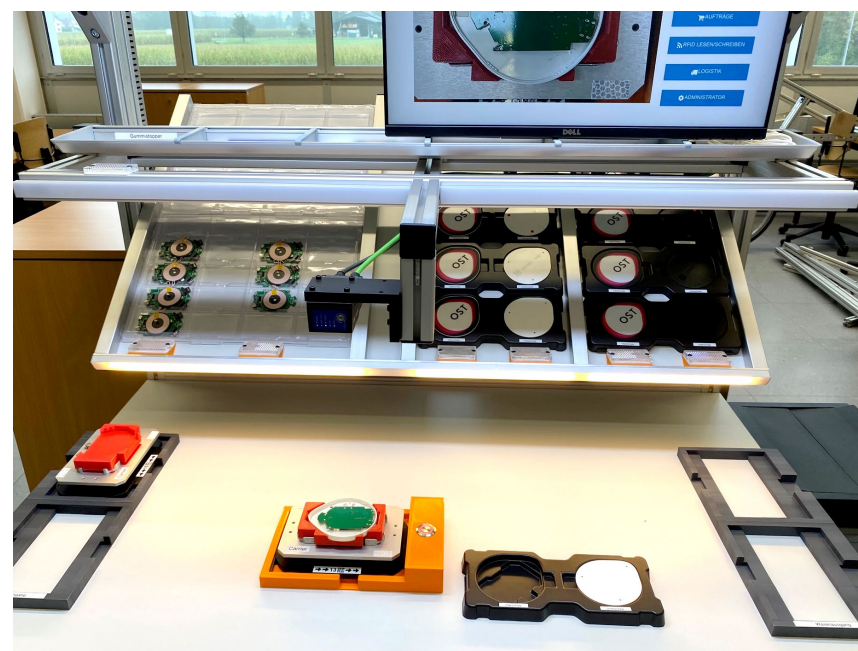


MRK Prüfprozess



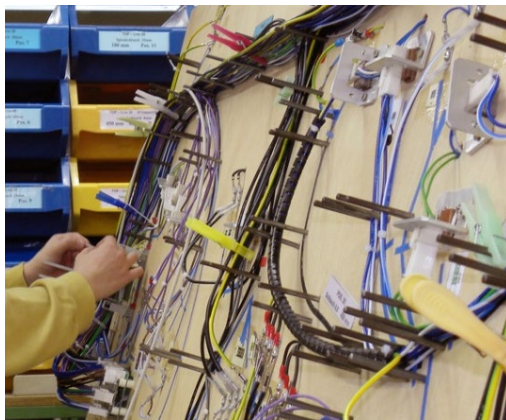
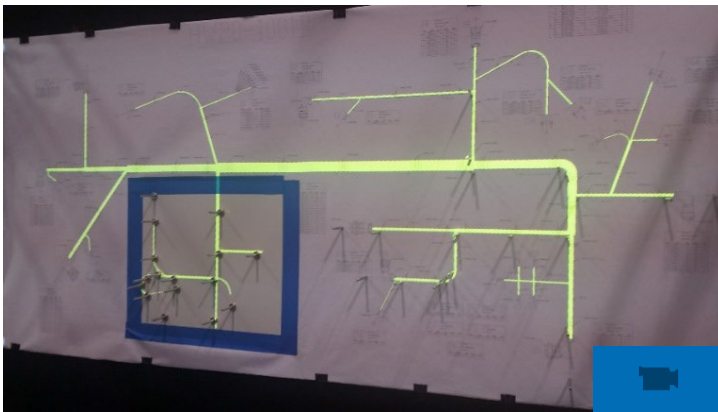
# Station 4: Sensorische und Kognitive Assistenz durch Feedback System

- Überwachung des Aufbauzustandes mittels Kamera
- Visuelles Feedback durch Leuchten und Mitarbeiterführungssystem



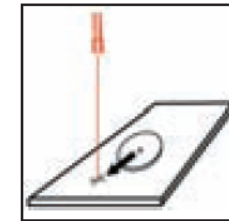
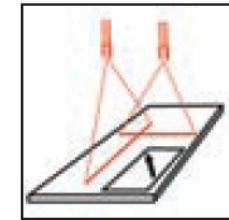
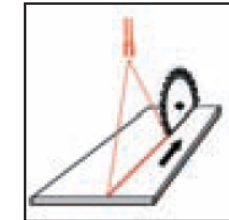
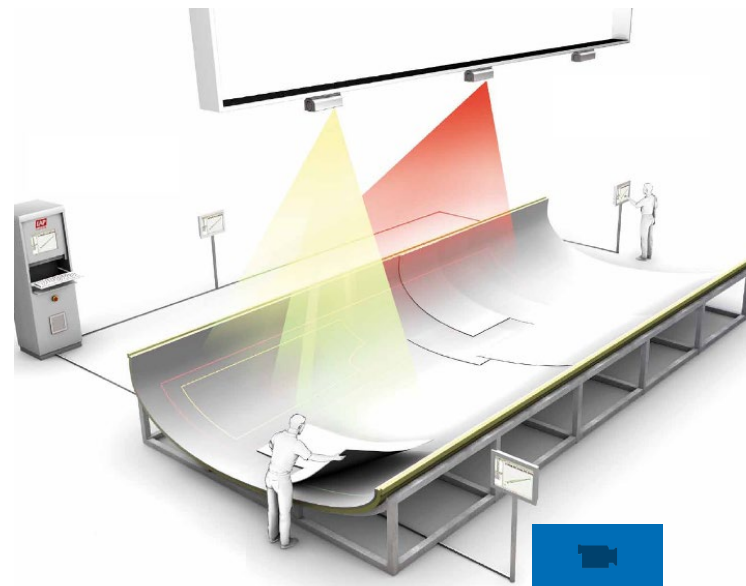
# Assistenzsysteme in der manuellen Produktion – Lichtstrahlunterstützung für Bestückung und Positionierung

Arbeitsanweisungen zur Montage  
biegeschlaffer Bauteile mittels  
Lichtstrahlen



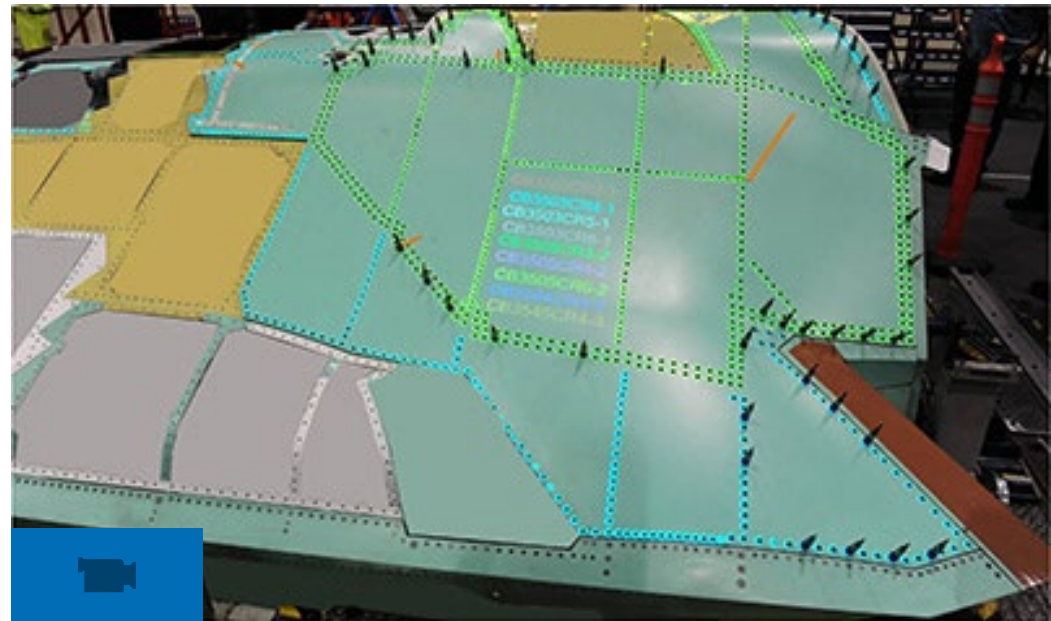
Laserprojektoren zur Geometriedarstellung:

- optische Unterstützung zur Bauteilpositionierung
- komplexe Geometrien möglich
- maßstabsgetreue Abbildung
- an gewölbte Flächen anpassbar
- Erzeugung direkt aus CAD-Daten



# Assistenzsysteme in der manuellen Montage – Werkerführung und Projektionsassistentz

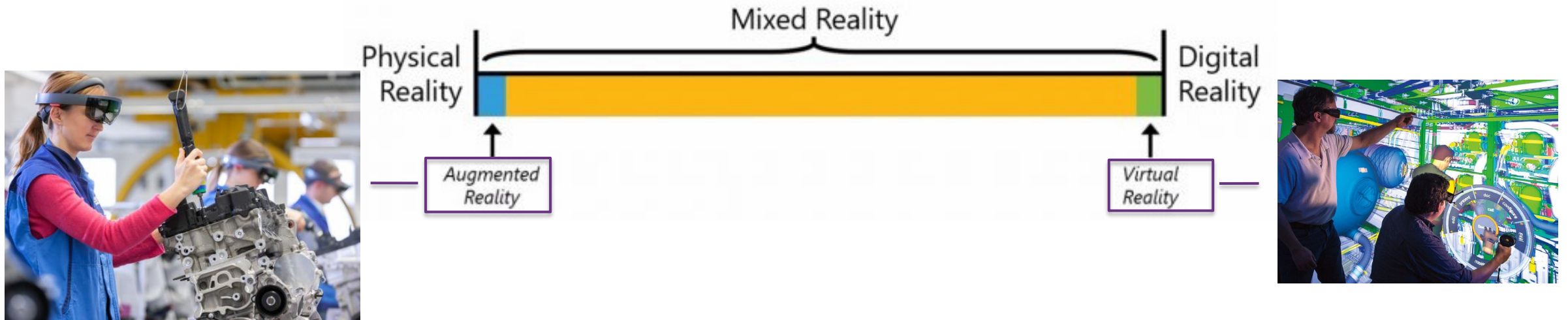
Überblendung der Realität mit  
zusätzlichen Informationen



Beispiel: AssemblyWorks Installation Task Overview

Bildquelle: projectionworks

# Augmented und Virtual Reality in der digitalen Produktion



- Virtual Reality (virtuelle Realität) ist eine komplett digitale Welt, in die Menschen mithilfe von VR-Brillen eintauchen können.
- Als Augmented Reality (erweiterte Realität) bezeichnet man das Einblenden räumlich-zugeordneter virtueller Objekte innerhalb der realen Welt beispielsweise über Datenbrillen oder Tablets.
- Alle diese Realitätsformen fallen unter den Begriff Mixed Reality, dieser bezeichnet Systeme, welche die natürliche Wahrnehmung mit einer künstlichen computererzeugten Wahrnehmung vermischen.

# Virtual Reality in der digitalen Produktionsplanung



- VR-Technologie kann zur Planungsunterstützung eingesetzt werden bspw. Zur Gebäude und Layoutplanung oder zur Prozessplanung (Erreichbarkeitsuntersuchungen oder Kollisionsanalysen)
- In einem frühen Planungsstadium (ohne physische Anlagen oder Prototypen) kann VR zur Mitarbeiterschulung und –trainings aber auch zur Einbindung von Mitarbeitern und Durchführung von Optimierungsmaßnahmen genutzt werden.

# Augmented Reality zur Planung und Mitarbeiterschulung



- In der BMW-Produktionsakademie trainiert ein Mitarbeiter Verschraubungen am Zylinderkopf eines Motors
- Die Augmented-Reality-Brille unterstützt ihn dabei, die richtigen Schrauben auszuwählen.

# Nutzung von Mixed Reality zur Mitarbeiterunterstützung bei der Mensch-Roboter Kooperation



- Mitarbeiter hat durch Mixed/Virtual Reality Technologie Zugriff auf Produkt- und Prozessinformationen
- Der Informationsumfang kann Situations- und Erfahrungsabhängig angepasst werden
- „Röntgenblick“ möglich
- Visualisierung des Roboters und seines Pfades zusammen mit Prozessführung

# Literaturverzeichnis

- Apt W. et. al. (2018): Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb. Hg. v. Institut für Innovation und Technik. Im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales. Online verfügbar unter [https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb502-einsatz-von-digitalen-assistenzsystemen-im-betrieb.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb502-einsatz-von-digitalen-assistenzsystemen-im-betrieb.pdf?__blob=publicationFile&v=1), zuletzt geprüft am 23.09.2020.
- Botthof, Alfons; Hartmann, Ernst Andreas (2015): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Orsolits, Horst; Lackner, Maximilian (2020): Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Schmertosch, Thomas (2021): Strukturierte Automatisierungssysteme, elektro technik Fachbuch
- Wild, Anette (2019): Wie Augmented Reality bereit für den Produktionsalltag wird. In: Produktion. Online verfügbar unter <https://www.produktion.de/trends-innovationen/wie-augmented-reality-bereit-fuer-den-produktionsalltag-wird-308.html>, zuletzt geprüft am 23.09.2020.