



Technische Hochschule Georg Agricola

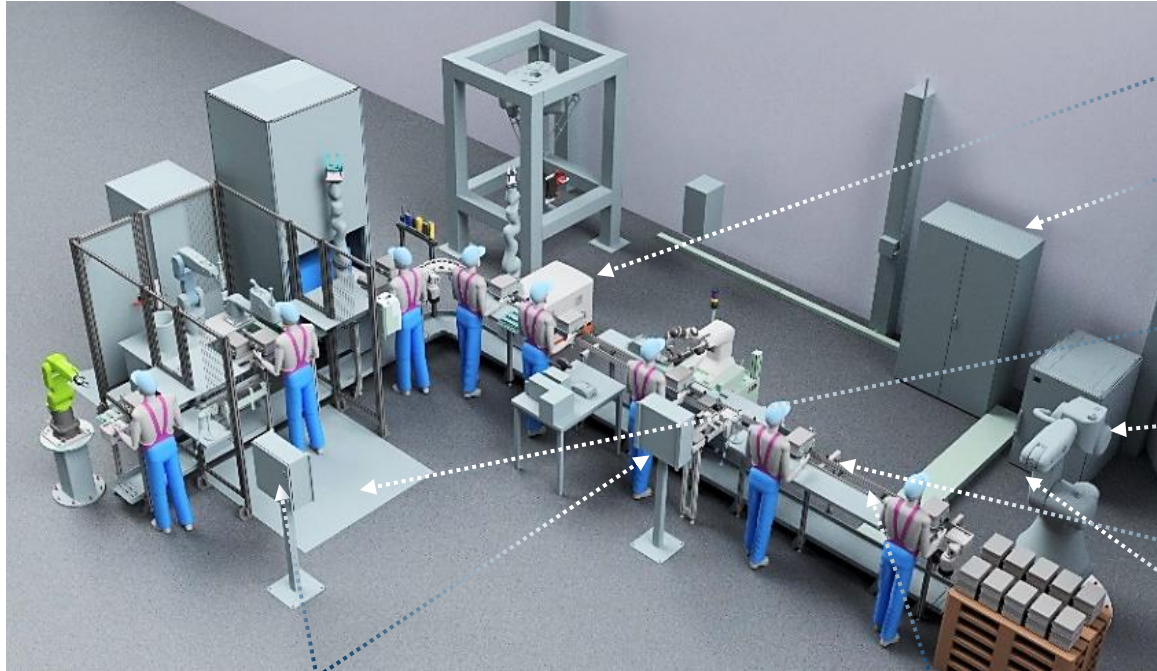
INDUSTRIEAUTOMATION MOBILE ROBOTIK UND MRK

Bochum

Prof. Dr.-Ing. Lars N. Josler

BESTANDTEILE EINES AUTOMATISIERUNGSSYSTEMS

Beispiel: Photovoltaik-Schaltkästen produzieren



Mobile Robotik



SPS und
Bussysteme



Sicherheitstechnik



Handhabungssysteme /
Bewegungskinematiken
(z. B. Roboter)



Sensortechnik und
Wegmesssysteme



Mensch-Maschine-Schnittstelle

MZR



Materialfluss-, Förder- und
Ordnungseinrichtungen

FA



Greifer /
Effektoren

FA



ROBOTIK UND SEINE AUSPRÄGUNGEN



Industrie-
robotik



Mobile
Robotik



Mensch
Roboter
Kollaboration
(MRK)



Service-
robotik



Eventrobotik

ROBOTIK

ROBOTIK UND SEINE AUSPRÄGUNGEN



Industrie-
robotik



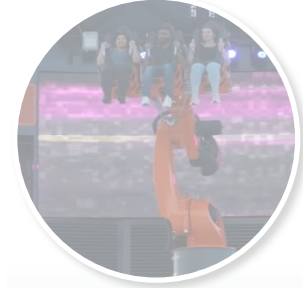
Mobile
Robotik



Mensch
Roboter
Kollaboration
(MRK)



Service-
robotik



Eventrobotik

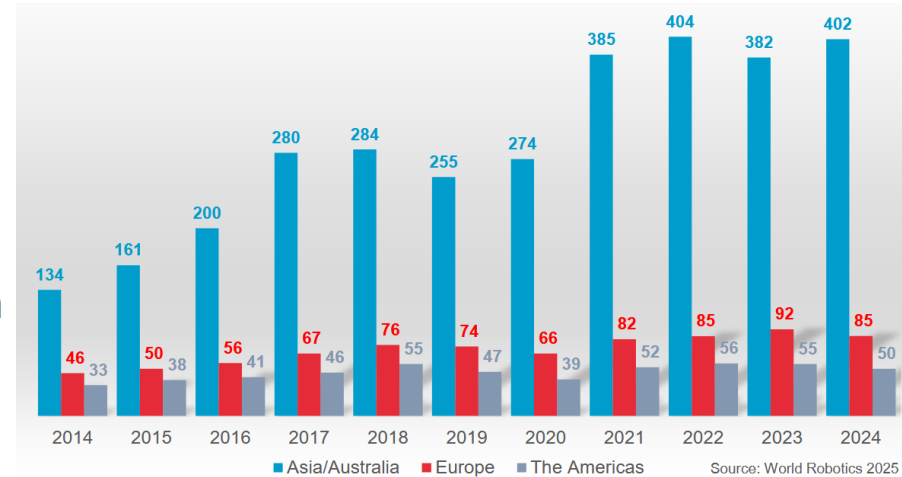
ROBOTIK

ENTWICKLUNG INDUSTRIELL GENUTZTER ROBOTER



- In den vergangenen Jahrzehnten – Automation mit dem Einsatz sensibler Steuerung
- Weiterentwicklung in Form der Kollaboration – Roboter besitzt begrenzte kognitive Fähigkeiten, bspw. Kollisionsdetektion oder Eindringung in humanen Arbeitsraum

Jährliche Installationen an Industrierobotern [1000]



Roboterbasierte
Automation

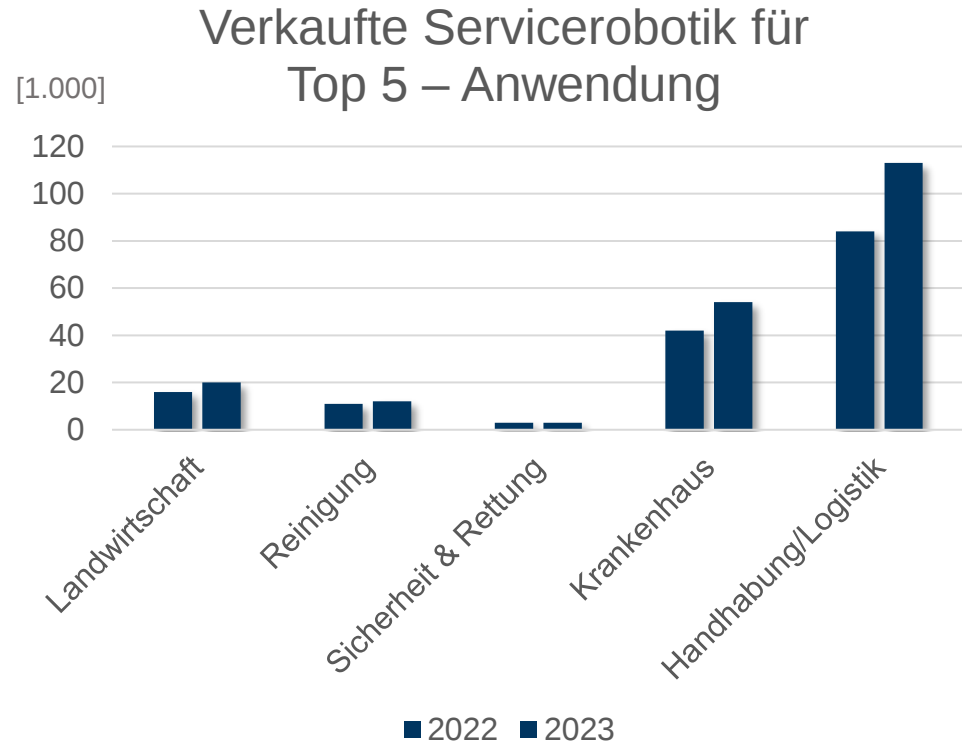
Mobile, sensitive
und sichere
Roboter-basierte
Automation

Sensitive und
sichere Roboter-
basierte
Automation

Kognitive, sensitive
und sichere
Roboter-basierte
Automation



- Arbeit des Roboters erfolgt ebenfalls in Kollaboration mit dem Menschen
- Zunächst als Assistenz der humanzentrierten Arbeit gedacht
- Aufgrund steigender Komplexität der Systeme, ist die Rolle des Menschen in der Zusammenarbeit zu diskutieren

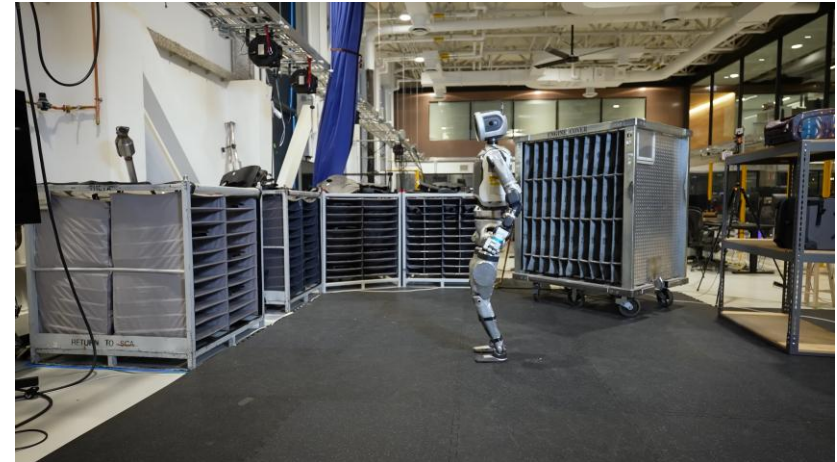


PRODUKTIONSSYSTEM IN MRK VS. HUMANOIDER ROBOTIK IN DER PRODUKTION



**Wie sehen die einzelnen
Bestandteile dieser Systeme
aus?**

**Ist es langfristig sinnvoll die Umgebung
an die Automatisierungssysteme oder
die Automatisierungssysteme an die
Umgebung anzupassen?**



WAS VERSTEHEN SIE UNTER EINEM MOBILEN ROBOTER?



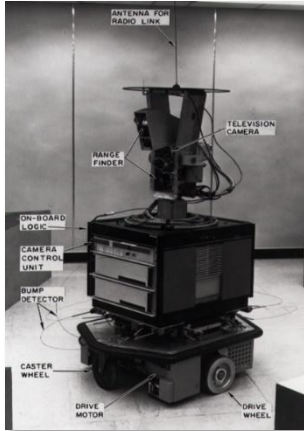
MOBILE ROBOTIK



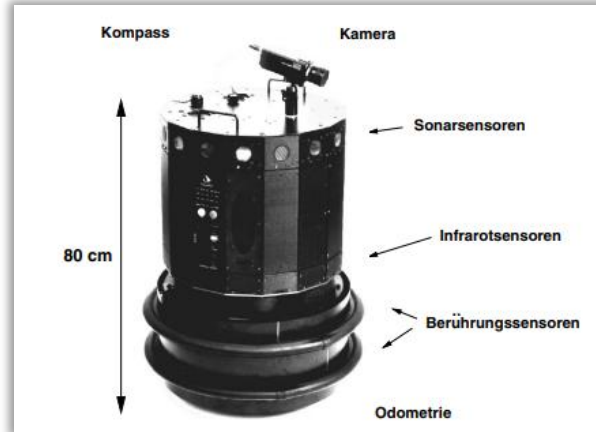


- Die meisten Roboter, die heute in der Industrie verwendet werden („Fließbandroboter“), werden an einem festen Arbeitsplatz eingesetzt und sind nicht mobil. Mobile Roboter unterscheiden sich davon grundlegend: Sie können ihren Standort durch Lokomotion (aktive Ortsveränderung) verändern.

Zeitliche Entwicklung des mobilen Roboters:



1967



1990



Heute

ANWENDUNGSBEISPIELE



Schubmaststapler



Logistik-Drohnen



Logistikroboter



Transportfahrzeug am Hafen



Roboterstaubsauger



Luftbildvermessung



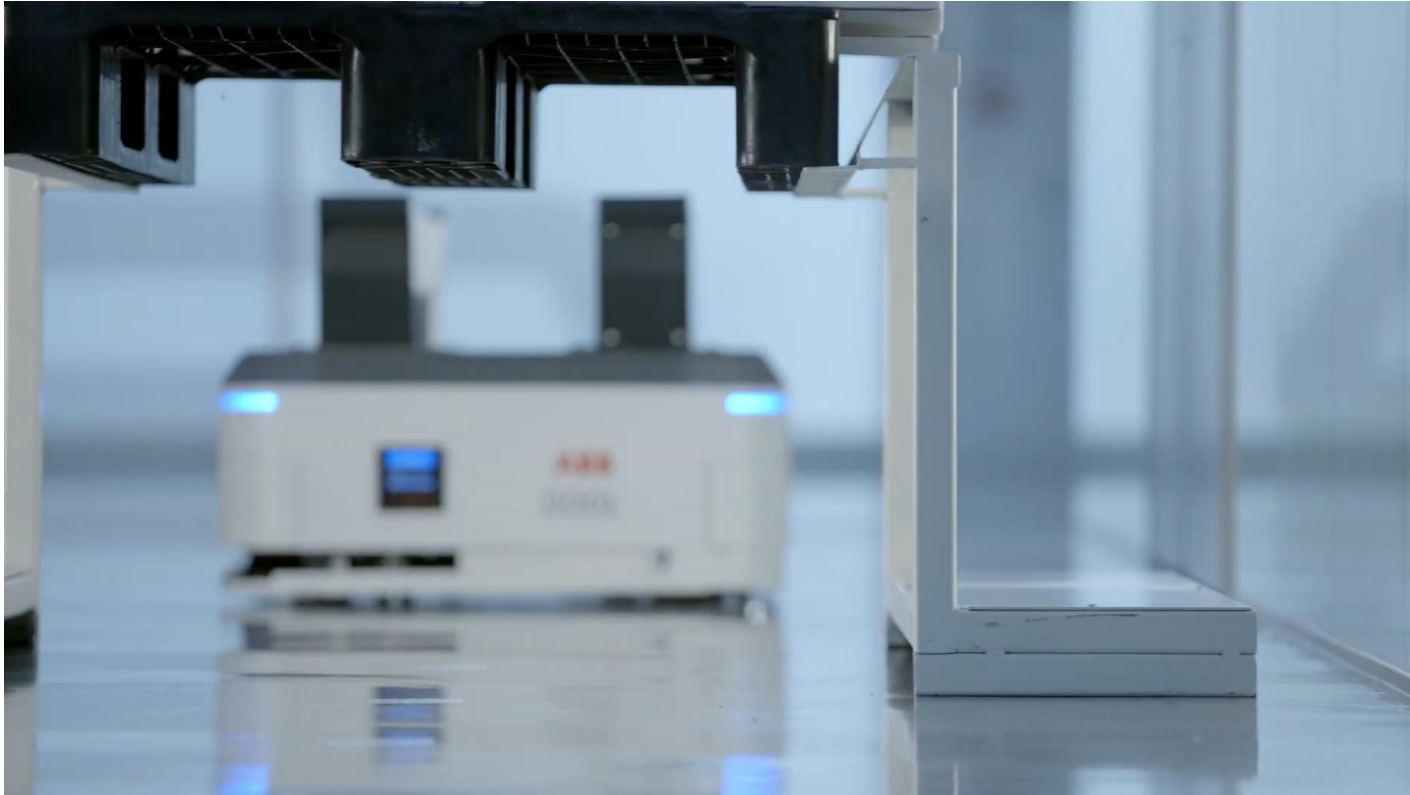
Mobiler Roboter



Roboterhund

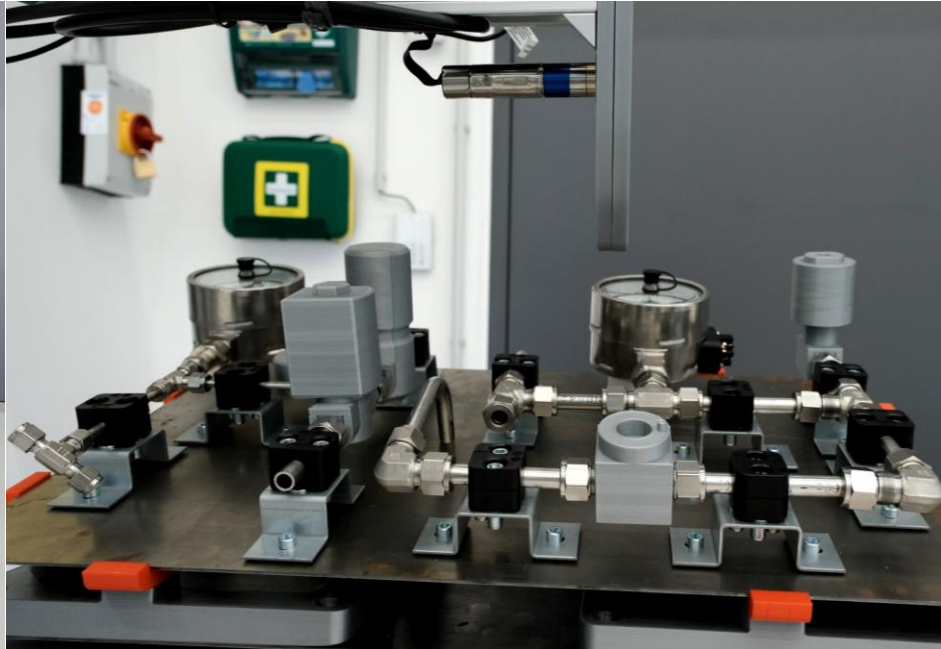








ANWENDUNGSBEISPIELE





Automated Guided Vehicle (AGV)

■ VDI-Richtlinie 2510

- Nach der VDI-Richtlinie 2510 „Fahrerlose Transportsysteme“ wird ein AGV als Fahrzeug definiert, das flurgebunden geführt wird, einen eigenen Fahrantrieb besitzt und dem Zweck des Materialtransports dient. Zur Aufnahme des Materials besitzen die Fahrzeuge passive oder aktive Lastaufnahmemittel. Ein wichtiges Kriterium ist, dass sie einem vorgegebenen Wegenetz folgen, das entweder physisch auf dem Boden angebracht ist (z. B. induktive Spurführung) oder aber virtuell in einer Karte vorgegeben wird.
- AGVs eignen sich dazu, repetitive Aufgaben zu übernehmen und einen konstanten Materialfluss zu garantieren

Autonomous Mobile Robot (AMR)

■ Sara D'Onofrio

- AMR sind in der Lage, Aufgaben mit höherer Komplexität zu lösen ohne dass jeder einzelne Prozessschritt explizit gelehrt werden muss. Die Programmierung solcher Geräte ist im Allgemeinen stärker aufgabenorientiert und regelbasiert (höhere Abstraktionsebene) als Aufgaben von konventionellen Robotern. Lösungen für Probleme werden von Algorithmen in Echtzeit generiert, um mit Variationen in Prozessen zu bewältigen.

UNTERSCHIEDE AGV VS. AMR



AGV	AMR
• Folgt fixen Wegen • Keine oder limitierte Hindernisumfahrung • Folgt definierten Abläufen • Geringe Anzahl an Sensorik • Werden häufig in Flotten verwendet • Hoher Installationsaufwand • Definierte Bewegungsabläufe • Hoher Aufwand, Änderungen einzuführen	• Intelligente Wegeplanung • Dynamische Hindernisumfahrung • Kann autonom Entscheidungen treffen • Hohe Anzahl an höherwertiger Sensorik zur Umgebungswahrnehmung • Können auch einzeln verwendet werden • Geringer Installationsaufwand • Freie Bewegungsplanung • Selbstadaptierendes System





Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

■ Henri Eisenbeiss

- Die Bezeichnung UAV umfasst alle Fahrzeuge, die in der Luft fliegen ohne dass eine Person an Bord ist, die das Fluggerät steuern kann. Dieser Begriff wird häufig in der Informatik und der künstlichen Intelligenz verwendet, aber auch Begriffe wie Remotely Piloted Vehicle (RPV), Remotely Operated Aircraft (ROA), ferngesteuerter Hubschrauber (RC-Helikopter), unbemannte Vehicle Systems (UVS) und Modellhubschrauber werden häufig verwendet.



HERAUSFORDERUNGEN MOBILER ROBOTIK GEGENÜBER INDUSTRIELLER ROBOTIK



- **Navigation und Lokalisierung**
 - Mobile Roboter müssen in dynamischen Umgebungen navigieren, was präzise Lokalisierung und Kartenbildung erfordert.
 - Stationäre Roboter arbeiten in einer festgelegten Umgebung mit begrenzten Variablen und können sich auf vordefinierte Bahnen oder Positionen verlassen.



HERAUSFORDERUNGEN MOBILER ROBOTIK GEGENÜBER INDUSTRIELLER ROBOTIK

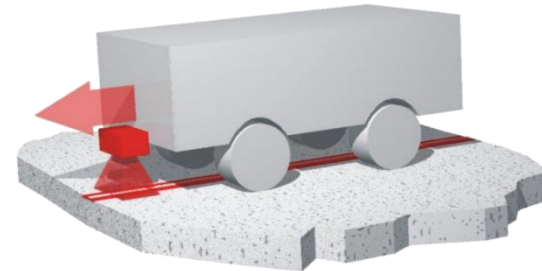


- **Kollisionserkennung und –vermeidung**
 - Mobile Roboter stehen in engem Kontakt zu Menschen, bzw. sind nicht durch Sicherheitszonen von Ihnen getrennt und müssen daher Kollisionen mit anderen Objekten oder Personen erkennen und vermeiden, was eine leistungsfähige Sensorik und Algorithmen zur Kollisionsvermeidung erfordert.
 - Stationäre Roboter sind oft durch ihre feste Position und vorprogrammierten Bahnen vor solchen Kollisionen geschützt, erfordern also nicht zwingend ein Reaktionsvermögen.
- **Sensorik**
 - Mobile Roboter müssen oft verschiedene Sensortypen (z. B. Lidar, Kameras, Infrarotsensoren) kombinieren, um ein umfassendes Bild ihrer Umgebung zu erhalten.
 - Stationäre Roboter verwenden häufig weniger komplexe Sensorkonfigurationen, da sie weniger Variablen berücksichtigen müssen.
- **Energieverwaltung**
 - Mobile Roboter müssen effizient mit Energie umgehen, da sie oft batteriebetrieben sind. Die Einsatz- und Ladezeit sind kritische Faktoren.

FAHRZEUGFÜHRUNGSTECHNOLOGIEN VON AGVS



Leitliniengebunden	Leitlinienfrei
• Induktiv • Optisch • Mechanisch	• Bodenmarkierung • Bodenraster • Gitterraster • Odometrie



WELCHE ANTRIEBSKONZEPTE FÜR MOBILE ROBOTER KENNEN SIE?





Mecanum Räder



Radantrieb



Propeller



Beingemetrie



Kettenantrieb





Mecanum Räder:

- Entwickelt von Bengt Erland Ilon 1972
- Durch besondere Radanordnung und Radgeometrie kann eine Antriebskraft in einem Winkel von 45° erzeugt werden
- Geringe Reibungskraft in Tangentialrichtung durch rotatorischen Freiheitsgrad
- Hohe Kraftübertragung in axialer Richtung

Vorteile	Nachteile
• Hohe Bewegungsradius bei geringem Platzbedarf	• viele bewegliche Teile • weniger Traktion • teuer



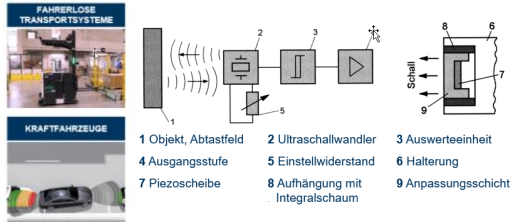
WELCHE SENSOREN AUS DER VERGANGENEN VORLESUNG KÖNNTE MAN FÜR DIE ANWENDUNG MOBILER ROBOTIK VERWENDEN?



WELCHE SENSOREN AUS DER VERGANGENEN VORLESUNG KÖNNTE MAN FÜR DIE ANWENDUNG MOBILER ROBOTIK VERWENDEN?

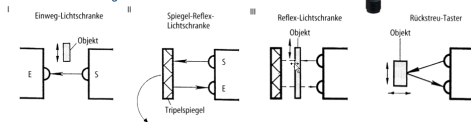


Ultraschallsensoren

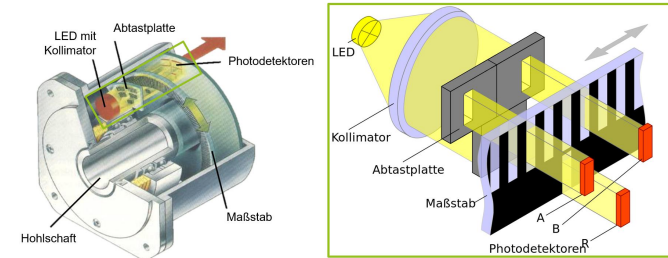


Lasersensoren

- Physikalisches Prinzip:
 - Reflexionsprinzip:** Licht wird ausgesendet und durch einen Reflektor auf ein lichtempfindliches Element zurückgeworfen. Befindet sich ein Objekt zwischen Sensor und Reflektor, wird eine Unterbrechung detektiert.
 - Schrankenprinzip (Einweglichtschranke):** Licht wird ausgesendet und trifft auf ein lichtempfindliches Element. Befindet sich ein Objekt zwischen Sensor und Reflektor, wird eine Unterbrechung detektiert.

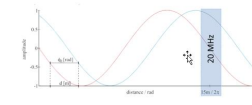
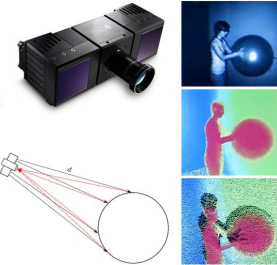


Inkrementalgeber



Tiefenkameras

- Ausweitung des Lichtlaufzeitverfahrens auf 3D
- Eigenschaften:
 - + Schnellere Messung als Scannen
 - + Aktives, robustes Messverfahren
 - Periodizität der Messwerte
 - Fehlmessung bei sekundären Lichtwegen



WELCHE SENSOREN AUS DER VERGANGENEN VORLESUNG KÖNNTE MAN FÜR DIE ANWENDUNG MOBILER ROBOTIK VERWENDEN?

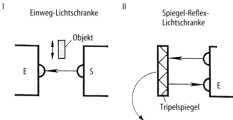


Ultraschallsensoren

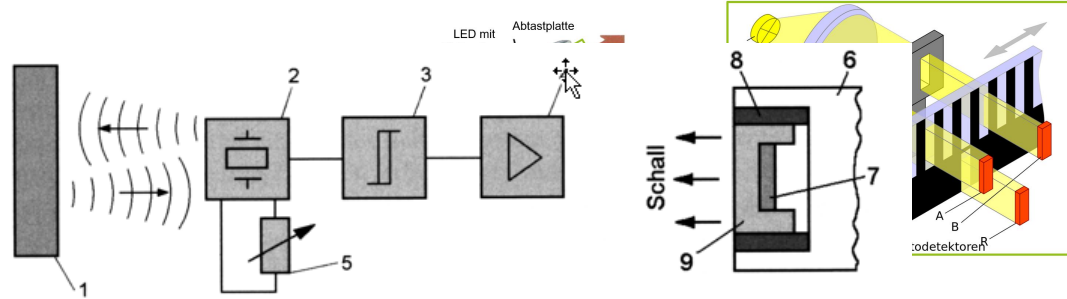


Lasersensoren

- Physikalisches Prinzip:
 - Reflexionsprinzip:** Licht wird ausgesendet Reflektor auf ein lichtempfindliches Element. Befindet sich ein Objekt zwischen Sensor und Reflektor, wird eine Unterbrechung detektiert.
 - Schrankenprinzip (Einweglichtschranke):** Ausgesendet und trifft auf ein lichtempfindliches Element. Befindet sich ein Objekt zwischen Sensor und Reflektor, wird eine Unterbrechung detektiert.



Inkrementalgeber



1 Objekt, Abtastfeld

4 Ausgangsstufe

7 Piezoscheibe

2 Ultraschallwandler

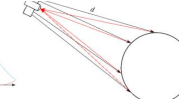
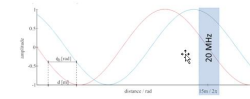
5 Einstellwiderstand

8 Aufhängung mit Integralschaum

3 Auswerteeinheit

6 Halterung

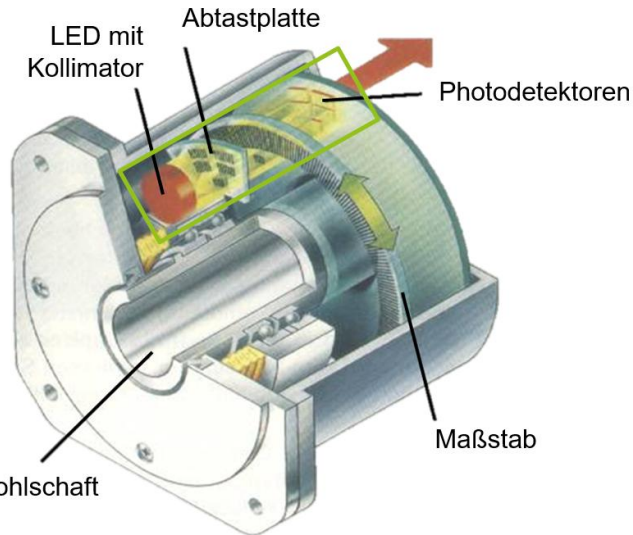
9 Anpassungsschicht



WELCHE SENSOREN AUS DER VERGANGENEN VORLESUNG KÖNNTE MAN FÜR DIE ANWENDUNG MOBILER ROBOTIK VERWENDEN?



Ultraschallsensoren



Lasers

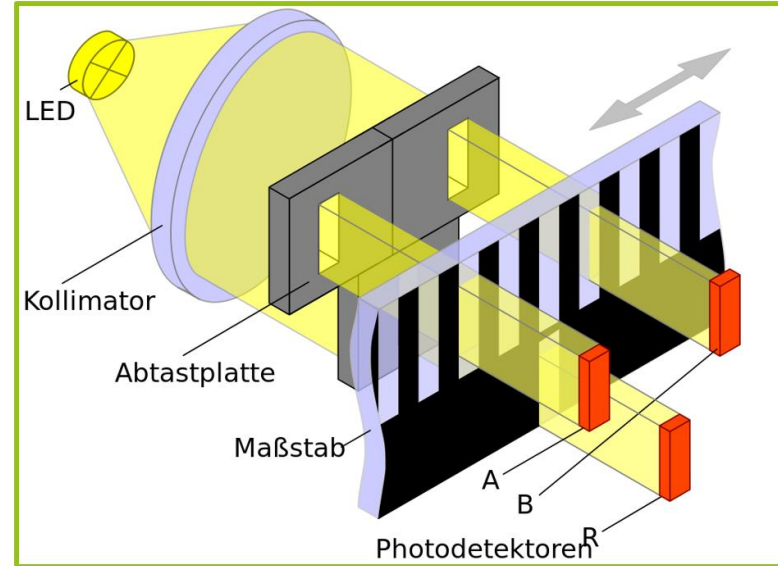
- **Physikalisches P**
- **Reflexionsprinzip:** Reflektor auf ein Licht befindet sich ein Objekt eine Unterbrechung
- **Schrankenprinzip** ausgesendet und tr befindet sich ein Objekt eine Unterbrechung

Einweg-Lichtschranke



Hohlschaft

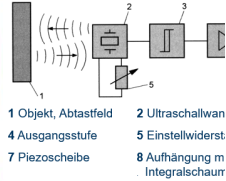
Inkrementalgeber



WELCHE SENSOREN AUS DER VERGANGENEN VORLESUNG KÖNNTE MAN FÜR DIE ANWENDUNG MOBILER ROBOTIK VERWENDEN?

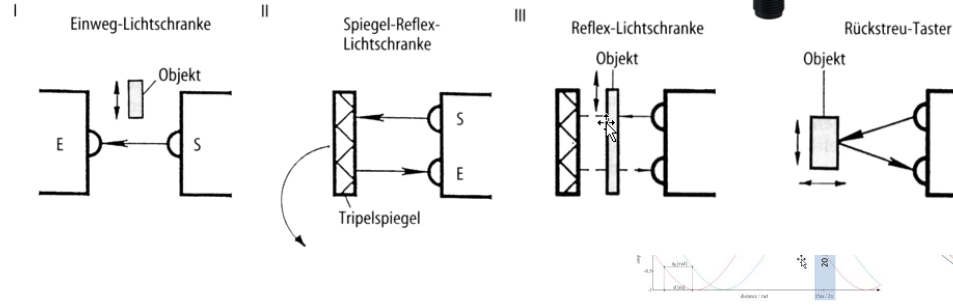


Ultraschallsensoren

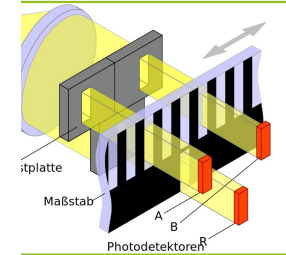


- **Physikalisches Prinzip:**
- **Reflexionsprinzip:** Licht wird ausgesendet und durch einen Reflektor auf ein lichtempfindliches Element zurückgeworfen. Befindet sich ein Objekt zwischen Sensor und Reflektor, wird eine Unterbrechung detektiert.
- **Schrankenprinzip (Einweglichtschranke):** Licht wird ausgesendet und trifft auf ein lichtempfindliches Element. Befindet sich ein Objekt zwischen Sensor und Reflektor, wird eine Unterbrechung detektiert.

Lasersensoren



Inkrementalgeber



WELCHE SENSOREN AUS DER VERGANGENEN VORLESUNG KÖNNTE MAN FÜR DIE ANWENDUNG MOBILER ROBOTIK VERWENDEN?



Ultraschallsensoren

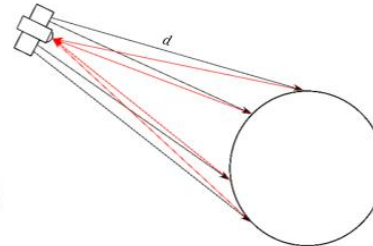
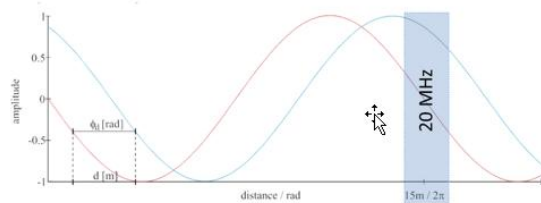
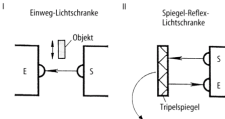


- 1 Objekt, Abtastfeld
- 4 Ausgangsstufe
- 7 Piezoscheibe

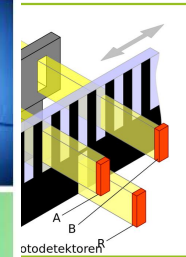
- Ausweitung des Lichtlaufzeitverfahrens auf 3D
- Eigenschaften:
 - + Schnellere Messung als Scannen
 - + Aktives, robustes Messverfahren
 - Periodizität der Messwerte
 - Fehlmessung bei sekundären Lichtwegen

Lasersensor

- **Physikalisches Prinzip:**
 - **Reflexionsprinzip:** Licht wird ausgesendet Reflektor auf ein lichtempfindliches Element. Befindet sich ein Objekt zwischen Sensor und Reflektor, wird eine Unterbrechung detektiert.
 - **Schrankenprinzip (Einweglichtschrank):** ausgesendet und trifft auf ein lichtempfindliches Element. Befindet sich ein Objekt zwischen Sensor und Reflektor, wird eine Unterbrechung detektiert.



Inkrementalgeber



STOßFÄNGER SENSOREN



Prinzip:

- Stoßfänger können physikalischen Kontakt mit einem Objekt feststellen
- Messen einer physikalischen Veränderung (wie z.B. das Umlegen eines Schalters)
- Die einfachsten Berührungssensoren sind Mikroschalter oder Fühlersensoren
- Schließen eines Stromkreises durch Berührung
- Eine weitere Methode ist das Ändern des Widerstandes durch Dehnungsmessstreifen oder piezoelektrischen Sensoren

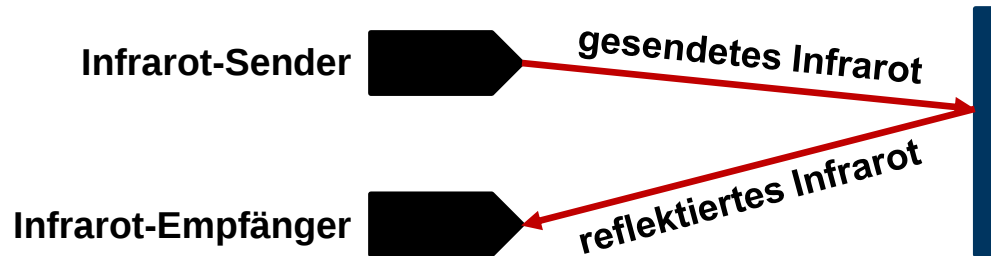
Vorteile	Nachteile
• Kostengünstig • Einfach und zuverlässig • Weniger anfällig für Fehler	• Begrenzte Vorhersagefähigkeit • Abnutzung • Begrenzte haptische Rückmeldung





Prinzip:

- Infrarotsensoren senden ein infrarotes Lichtsignal aus, das von den Oberflächen eines Objekts reflektiert und von den Sensoren am Roboter wieder aufgenommen wird
- Um das ausgesendete Infrarotsignal von der allgemeinen Infrarotstrahlung der Umgebung (Leuchtstoffröhren oder Sonnenlicht) unterscheiden zu können, wird das Signal meist mit einer niedrigen Frequenz erzeugt, sodass der Empfänger zur Detektion nur diese Frequenz berücksichtigt.
- Verschiedene Farben reflektieren Licht unterschiedlich gut → Schwarze Oberflächen sind für Infrarotsensoren praktisch unsichtbar.
- **Beispielaufbau eines Infrarotsensors:**



VOR- UND NACHTEILE VON INFRAROTSSENSOREN



Vorteile	Nachteile
• Anwendung für kurze Reichweiten 50 bis 100 cm • Schnelle Reaktionszeiten • Kompakte Bauweise • Kontaktlose Messung	• Dunkelfarbige Objekte können für Infrarot-Sensoren unsichtbar sein • Die Intensität des Infrarot-Signals zeigt eine exponentielle Abnahme mit zunehmender Entfernung. • Empfindlich gegenüber äußeren Einflüssen (Staub, Nebel, Regen,...)



Prinzip:

- Messen die horizontale Komponente des Erdmagnetfeldes, ähnlich wie ein gewöhnlicher Wanderkompass
- Der meistverwendete Typ ist der Halbleiterkompass: Der Magnetkern des Sensors wird durch kontrollierte Stromimpulse in die Spule hinein- und wieder herausbewegt. Dies verändert das Magnetfeld im Sensor. Das daraus resultierende Magnetfeld interferiert mit dem Erdmagnetfeld.
- Die resultierende Veränderung der magnetischen Feldlinien wird genutzt, um die Orientierung des mobilen Roboters zu bestimmen.

Vorteile	Nachteile
• Kostengünstig • Einfachheit	• Verzerrung der Messergebnisse durch (elektro-) magnetische Objekte • Kalibrierungsbedarf • Temperaturabhängig • Nicht alleinig zur vollständigen Lokalisierung geeignet



- Die **Lokalisierung** bezeichnet die Bestimmung der Position des Roboters in seiner Umgebung. Idealerweise sollte der Roboter zu jedem Zeitpunkt seinen aktuellen Standort übermitteln können.
- Die Fähigkeit zur **Kartierung** ermöglicht es, die Umgebung selbstständig zu erkennen und Änderungen wahrzunehmen. Des Weiteren muss die Karte gespeichert und immer aktualisiert werden.
- Die **Wegeplanung** umfasst die Planung der Routen für die Roboter. Die Fahrzeuge müssen in der Lage sein, von ihrer jeweiligen aktuellen Position zu einer Zielposition zu navigieren. Dabei wird zwischen **globaler** und **lokaler Wegeplanung** unterschieden. Während bei der globalen Planung versucht wird, einen optimalen Weg von Start- zu Zielort zu planen, müssen bei der lokalen Planung zum Beispiel schnell Alternativwege beim Auftreten eines Hindernisses erzeugt werden. Dabei ist gegebenenfalls nicht der optimale Weg relevant, sondern die schnelle beziehungsweise zeitnahe Reaktion.

→ **globale Planung**: der Roboter hat das Wissen zuvor über die Umgebung in Kartenformat. (Start- zu Zielpunkt Planung)

→ **lokale Planung**: Basiert auf dem Input der Sensoren. Schnelle und rechtzeitige Reaktion auf Ereignisse. Wissen über komplette Umgebung unwichtig.

SIMULTANE LOKALISIERUNG UND KARTENERSTELLUNG (SLAM)

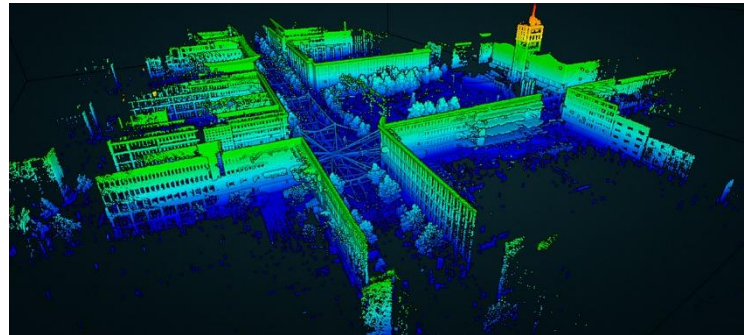


<< >>

SIMULTANE LOKALISIERUNG UND KARTENERSTELLUNG (SLAM)



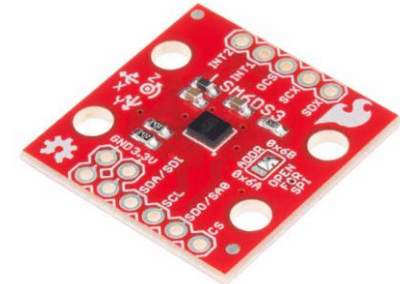
- Die simultane Positionsbestimmung und Kartenerstellung ermöglicht es einem mobilen Roboter, gleichzeitig eine Karte seiner Umgebung zu erstellen sowie seine Position innerhalb dieser Karte zu bestimmen
- Herausforderung: Für eine Positionsbestimmung ist eine Karte erforderlich, während für die Erstellung einer Karte das Wissen um die eigene Position notwendig ist.
- Beide Probleme gleichzeitig zu lösen, erfolgt über die Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten und Algorithmen, sowie mithilfe der Kombination aus verschiedenen Sensoren durch Sensorfusion
- Häufige Sensorpaarung: Lidar und Inertial Measurement Units (IMUs)



SIMULTANE LOKALISIERUNG UND KARTENERSTELLUNG (SLAM) - SENSOREN



- Lidar-Sensoren:
 - Funktionsweise: Lidar (Light Detection and Ranging) verwendet Laserstrahlen, um Entfernungen zu messen. Der Sensor sendet Laserimpulse aus und misst die Zeit, bis das Licht zurückkehrt. Diese Daten werden verwendet, um eine 3D-Karte der Umgebung zu erstellen.
 - Fehlerverhalten: Lidar kann zu Drift führen, wenn sich die Sensorposition während der Messungen verändert oder wenn die Umgebung dynamisch ist. Dieser Drift summiert sich über die Zeit und kann die Genauigkeit beeinträchtigen.
- Inertial Measurement Unit (IMU):
 - Funktionsweise: IMUs bestehen aus Beschleunigungssensoren und Gyroskopen, die Beschleunigungen und Rotationen erfassen. Sie liefern Daten zur Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit des Roboters.
 - Fehlerverhalten: IMUs sind anfällig für Rauschen.



[MRS1000 - LiDAR sensors | SICK](#)
[Best-IMU-Modules-10.jpg \(600x600\)](#)

SIMULTANE LOKALISIERUNG UND KARTENERSTELLUNG (SLAM) - SENSORFUSION



- Sensorfusion ermöglicht die Aggregation von Daten aus verschiedenen Quellen (z. B. Lidar, Kameras, IMUs), um die Informationsqualität zu verbessern und Unsicherheiten zu reduzieren. Indem die Stärken jedes Sensors genutzt werden, kann ein robusteres Gesamtbild erstellt werden.
- Beispiel: Eine häufige Kombination sind Lidar-Sensoren und IMUs. Lidar-Daten werden bei schnellen Bewegungen ungenau, da die Aktualisierungsrate gering ist und es bei rotierenden Systemen zu Motion-Blur kommen kann. IMUs arbeiten dagegen sehr schnell und können Bewegungen mit einer hohen Aktualisierungsrate erfassen, neigen aber zu Rauschen und sind ungenauer als Lidar. Durch die Kombination der Sensoren können mobile Roboter schnell auf Bewegungen reagieren, durch Lidar bei langsameren Bewegungen aber auch präzise navigieren und möglichen Drift eliminieren.

MENSCH- ROBOTER KOLLABORATION

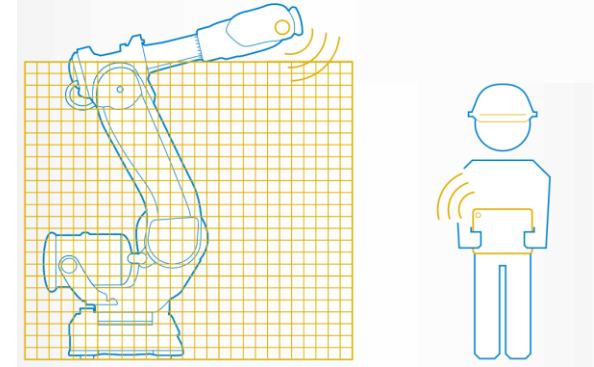


MENSCH ROBOTER KOLLABORATION (MRK)



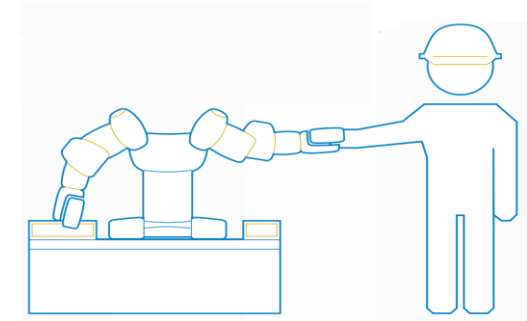
Traditionelle Automatisierung

- Getrennte Arbeitsräume
- Starrer Produktionsablauf
- Hohe Stückzahlen und Wiederholgenauigkeit

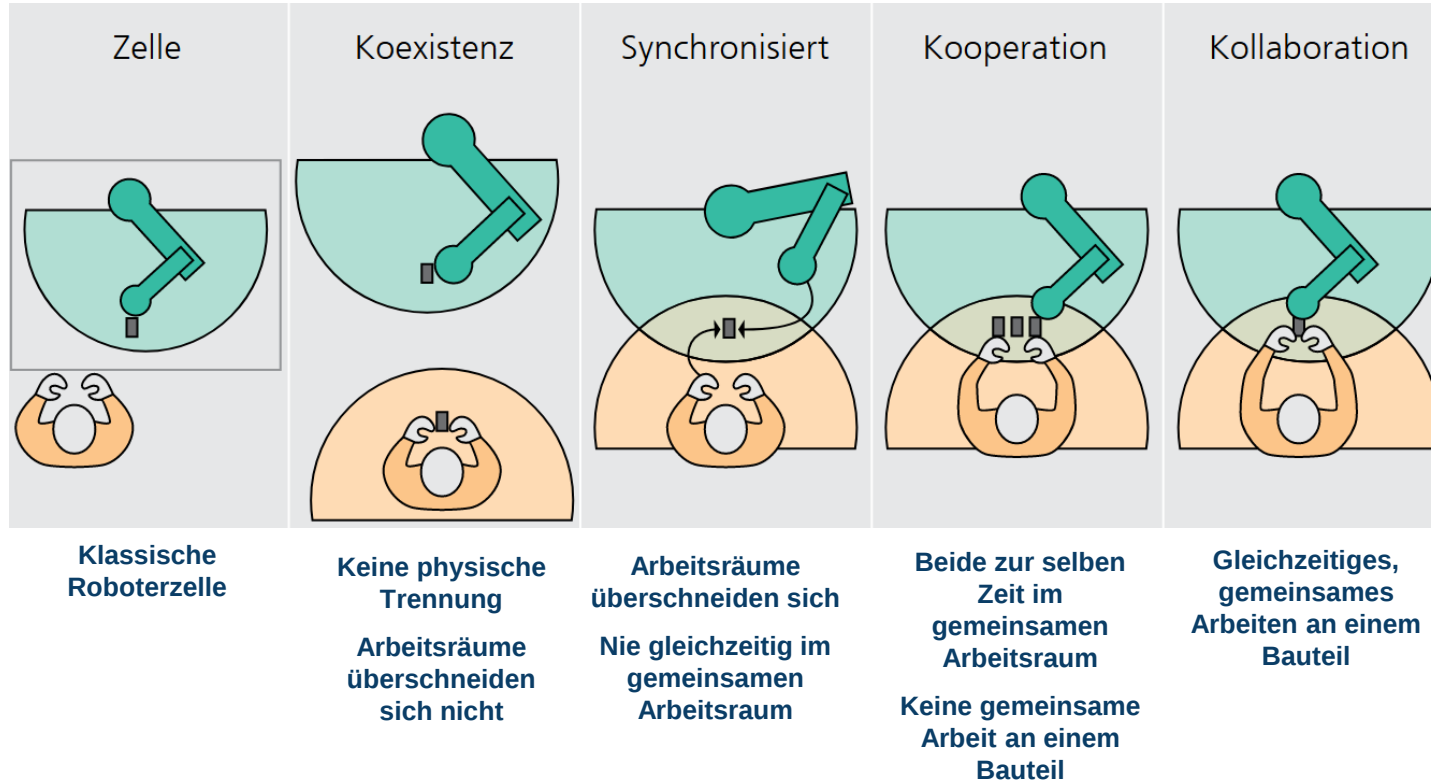


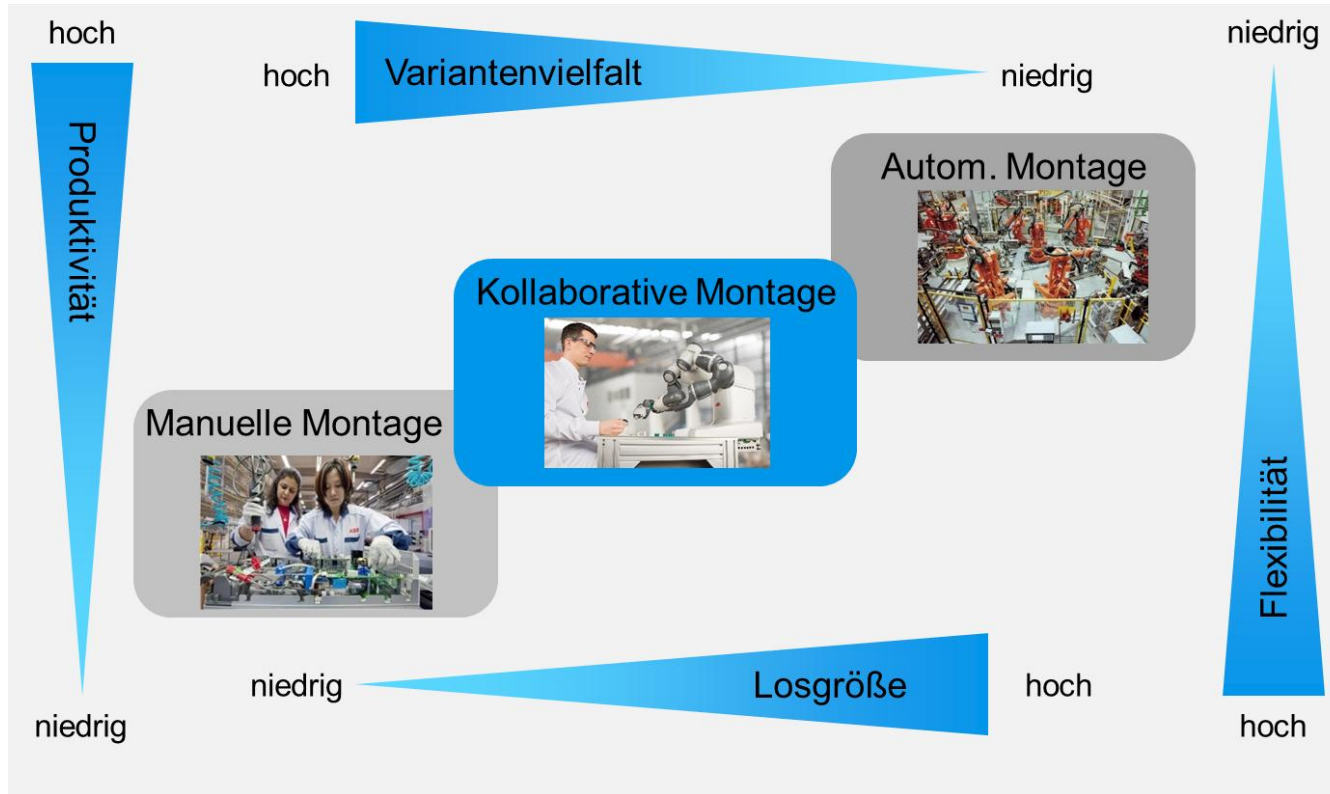
Mensch-Roboter-Kollaboration

- Mensch und Roboter arbeiten zusammen
- Schutzzaunloser Betrieb
- Sichere Erkennung des Menschen
- Überwachter Arbeitsraum
- Individuelle Produktionsabläufe
- Einfache Anpassbarkeit der Prozessabläufe



ZUSAMMENARBEITSGRADE





ANFORDERUNGEN AN KOLLABORATIVE MONTAGE



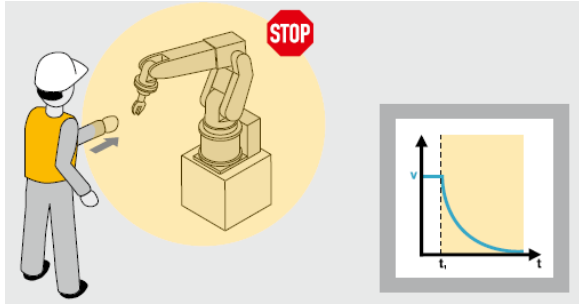
- Umgang mit ungewissen Losgrößen bestimmt durch Produktakzeptanz am Markt
- Oft Losgrößen von 100en bis 10.000en Stück
- Häufiger Varianten- und Modellwechsel in der Produktion
- Kurze Umrüstzeiten
- Flexible Produktion: „Lean Production“ (Zellen, Tische, wenig Fördertechnik)
- Montage fast komplett manuell
- Einsatz von Werkzeugen und Vorrichtungen
- Roboter nur in vor- oder nachgelagerten Prozessschritten



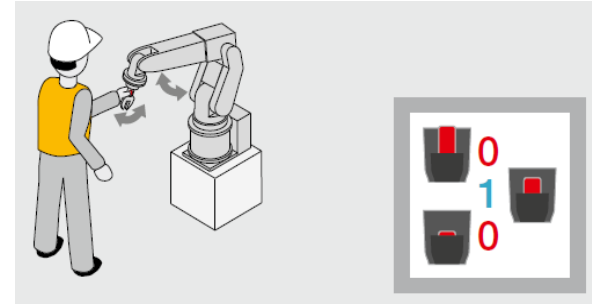
NORMEN UND RICHTLINIEN



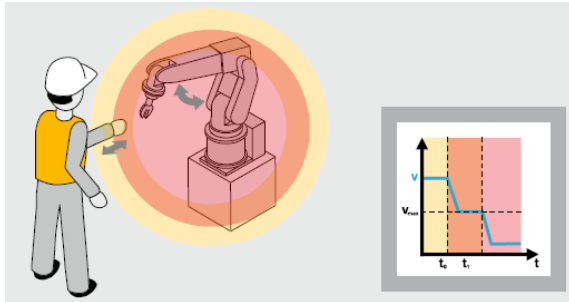
Die DIN/ISO 15066 beschreibt vier Methoden, um das Zusammenwirken von Mensch und Roboter sicher zu gewährleisten:



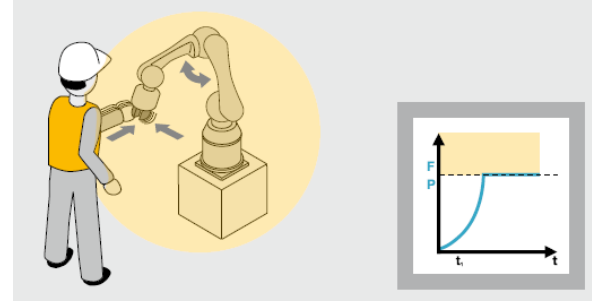
Handführung



Sicherheitsgerichteter Halt



Kraft- und Leistungsreduzierung



Geschwindigkeits- und Abstandsregulierung

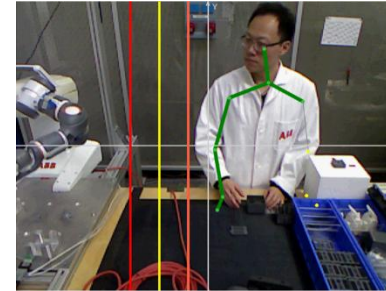


- Leichtgewichtiges Design der Arme
- Polsterung und keine Quetschstellen
- Überwachte Geschwindigkeit
- Kollisionserkennung
- Rückstellbare Bremsen

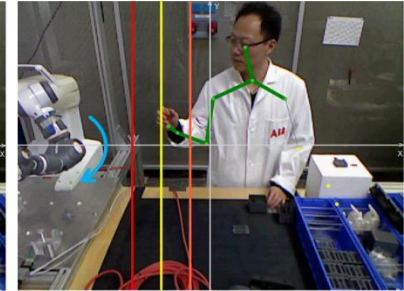




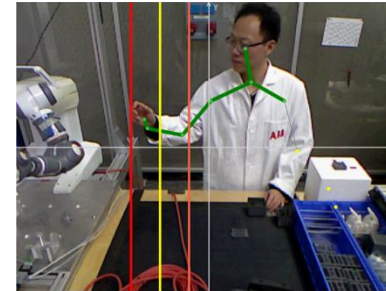
- **Optimierte Bahnplanung durch Arbeitsraumüberwachung**
- **Arbeitsgeschwindigkeit des Roboters passt sich auf die individuellen Bewegungen des Menschen an**
- **Erhöht die Akzeptanz des Werkers**



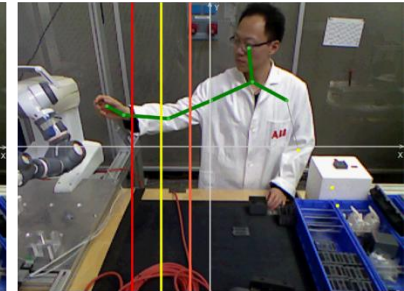
Normaler Betrieb



Anpassung der Bahn



Reduktion der Geschwindigkeit

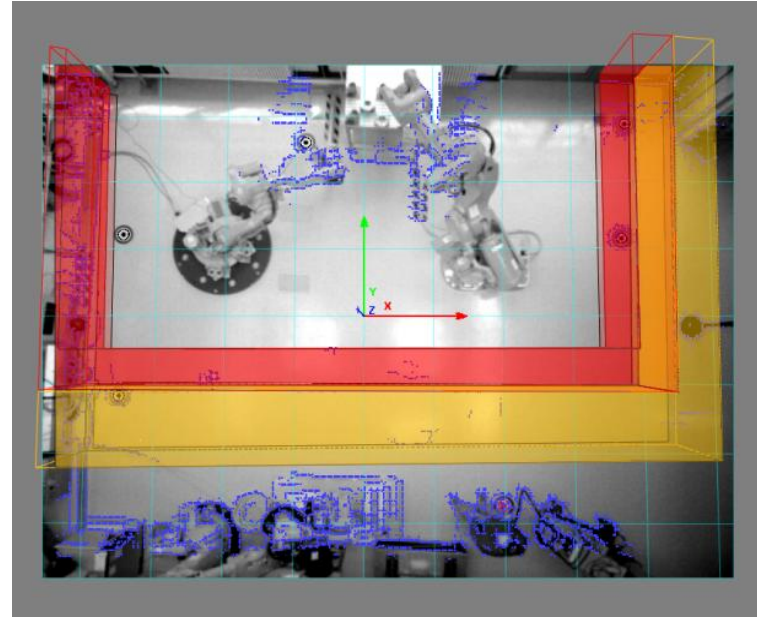
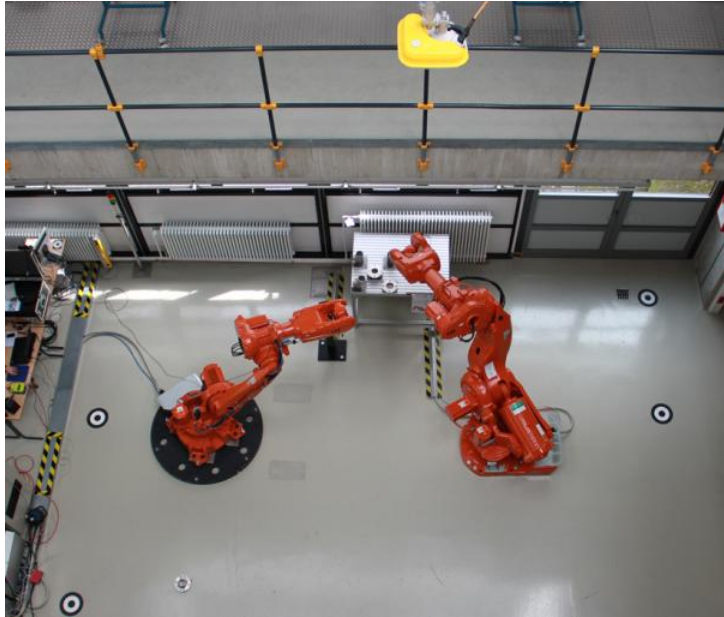


Stillstand





- Kamerabasierte Arbeitsraumüberwachung
- Sicherheitssteuerungen für die Industrieroboter (ABB SafeMove)



Reale Ansicht und Blickwinkel des SafteyEyes

MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD



MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD



MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD



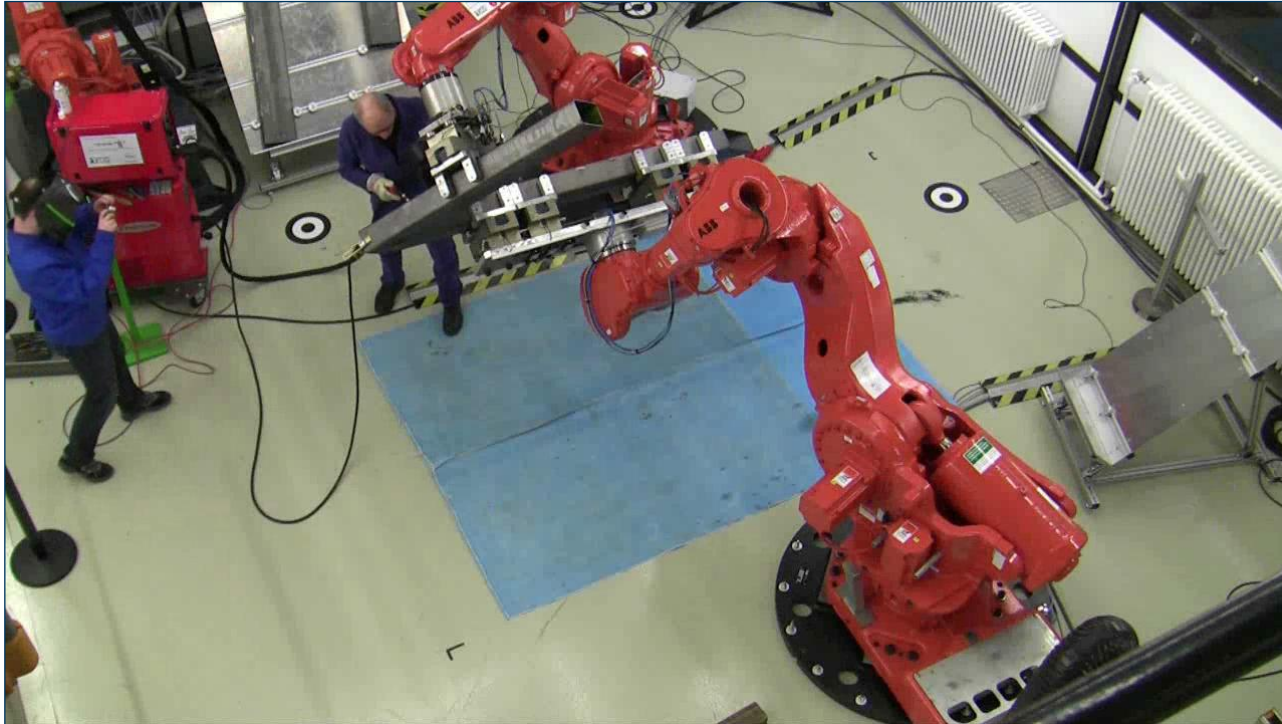
MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD



MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD



MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD



IMPLEMENTIERUNG EINER PROSPEKTIVEN ERGONOMISCHEN BEWERTUNG



Ziel: Systematische Erfassung und Bewertung der während der Tätigkeit auftretenden Körperhaltungen und den damit verbundenen Belastungen für das Muskel-Skelett-System

- **Aufbau und Grundprinzip der Bewertung:**
- **Für ergonomisch ungünstige Arbeitssituationen werden Punkte vergeben. Dies sind im Einzelnen:**
 - Körperstellung, Armhaltungen und zusätzliche Haltungsbelastungen → Haltungspunkte
 - Kräfte und zusätzliche Belastungen → Kraftpunkte
- **In Abhängigkeit von der Punktsomme erfolgt gemäß CEN (EN1050) / ISO Richtlinien (ISO Guide 51) zur Risikoanalyse eine Bewertung nach dem Ampelprinzip (EN614)**
- **In der Simulation verwendetes Bewertungsverfahren:**
 - **OWAS (Ovako Working Posture Analysis System)**

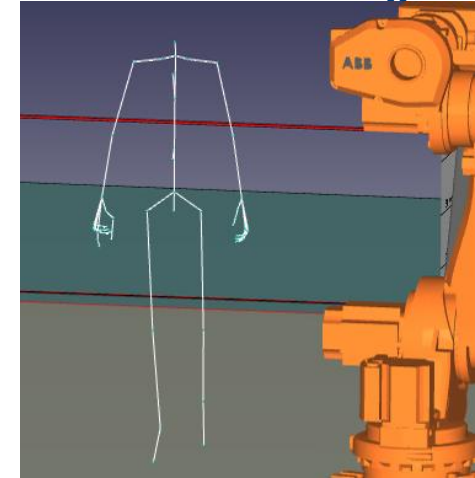


IMPLEMENTIERUNG EINER PROSPEKTIVEN ERGONOMISCHEN BEWERTUNG



Vorgehensweise:

1. Identifizierung der während der Simulation durchlaufenen Körperhaltungen einschließlich deren Haltedauer über die Aufzeichnung bestimmter Gelenkpositionen
2. Erfassung der einzelnen Körperhaltungen und der Haltungskombinationen durch eine eindeutige Kodierung (Haltungscode)
3. Erfassung des zeitlichen Anteils der einzelnen Körperhaltungen (Rücken, Arme, Beine) und der Haltungskombination an der Gesamttätigkeit
4. Identifizierung der Aktionskategorien für die Haltungskombinationen und die einzelnen Körperhaltungen nach OWAS
5. Rückgabe des Analyseergebnisses an FAMOS zur Visualisierung des Bewertungsergebnisses



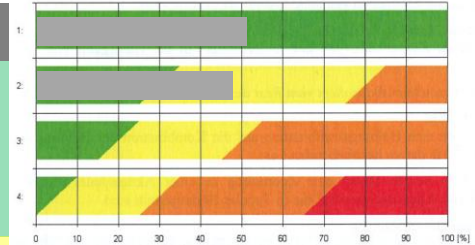
Back	Arms	Legs	Load
2	1	2	1
			

IMPLEMENTIERUNG EINER PROSPEKTIVEN ERGONOMISCHEN BEWERTUNG



Aktionskategorien nach OWAS

- | | |
|---|---|
| 1 | Die einzelnen Körperhaltungen und die Haltungskombinationen der verschiedenen Körperteile sind normal und natürlich. Die Belastung des Muskel-Skelett-Systems ist normal und im akzeptablen Rahmen.
Die Körperhaltungen müssen nicht geändert werden. |
| 2 | Die Belastung durch die einzelnen Körperhaltungen oder durch die Haltungskombinationen können einen gesundheitsgefährdenden Effekt auf das Muskel-Skelett-System haben.
Maßnahmen zur Abhilfe sollten in naher Zukunft ergriffen werden. |
| 3 | Die Belastung durch die einzelnen Körperhaltungen oder durch die Haltungskombinationen haben einen gesundheitsgefährdenden Effekt auf das Muskel-Skelett-System.
Maßnahmen zur Abhilfe sollten so schnell wie möglich ergriffen werden. |
| 4 | Die Belastung durch die einzelnen Körperhaltungen oder durch die Haltungskombinationen haben einen sehr gesundheitsgefährdenden Effekt auf das Muskel-Skelett-System.
Maßnahmen zur Abhilfe sollten sofort ergriffen werden. |

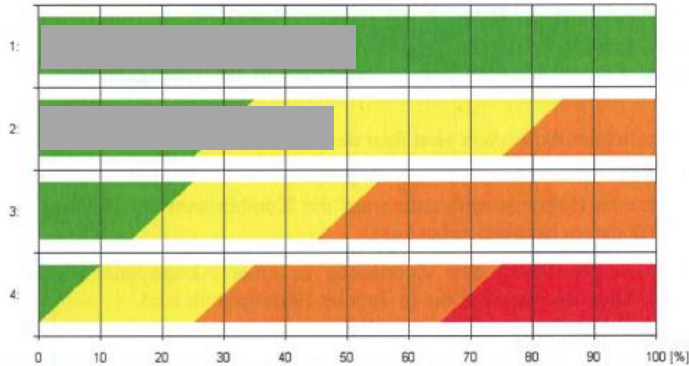


Einordnung nach OWAS (Belastung Rücken)

IMPLEMENTIERUNG EINER PROSPEKTIVEN ERGONOMISCHEN BEWERTUNG



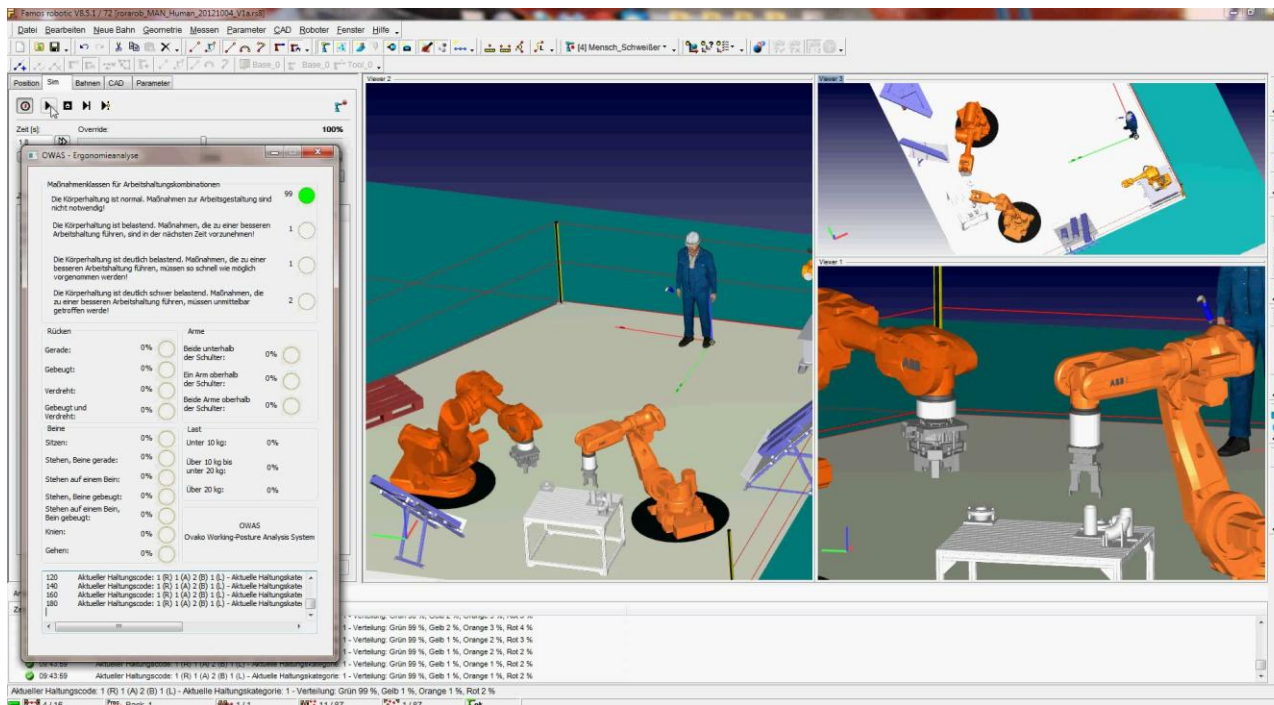
Beispiel: Ergebnis der Auswertung einer Bewegungssequenz für die
Einzelauswertung „Rücken“



Einordnung nach OWAS (Belastung Rücken)

Code	Zeit [s]	Zeitanteil [%]	Körperhaltung
<u>2</u> 121	55,2	49	Vorwärts gebeugt, beide Arme unterhalb Schulter, Beine gerade, Last < 10 kg
<u>1</u> 321	44,1	51	Rücken gerade, beide Arme oberhalb Schulter, Beine gerade, Last < 10 kg
<u>1</u> 161	13,4		Rücken gerade, beide Arme unterhalb Schulter, kniend, Last < 10 kg

MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD - SIMULATION



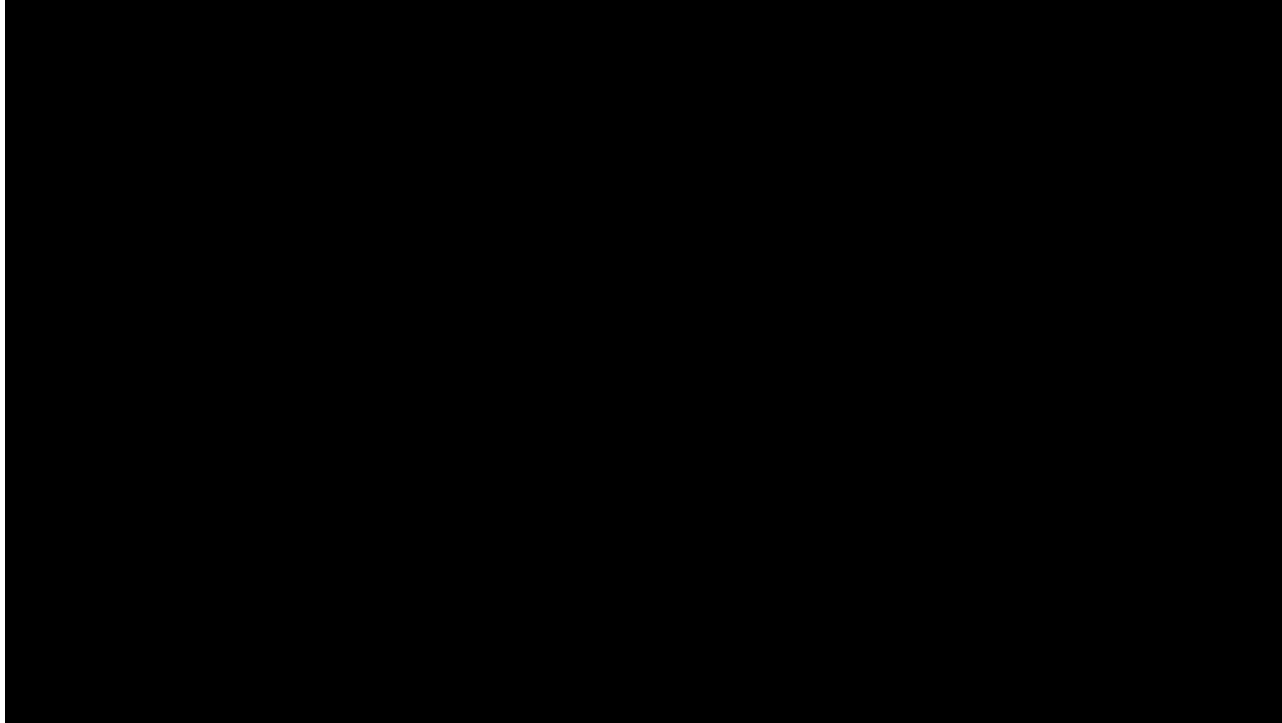
MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD



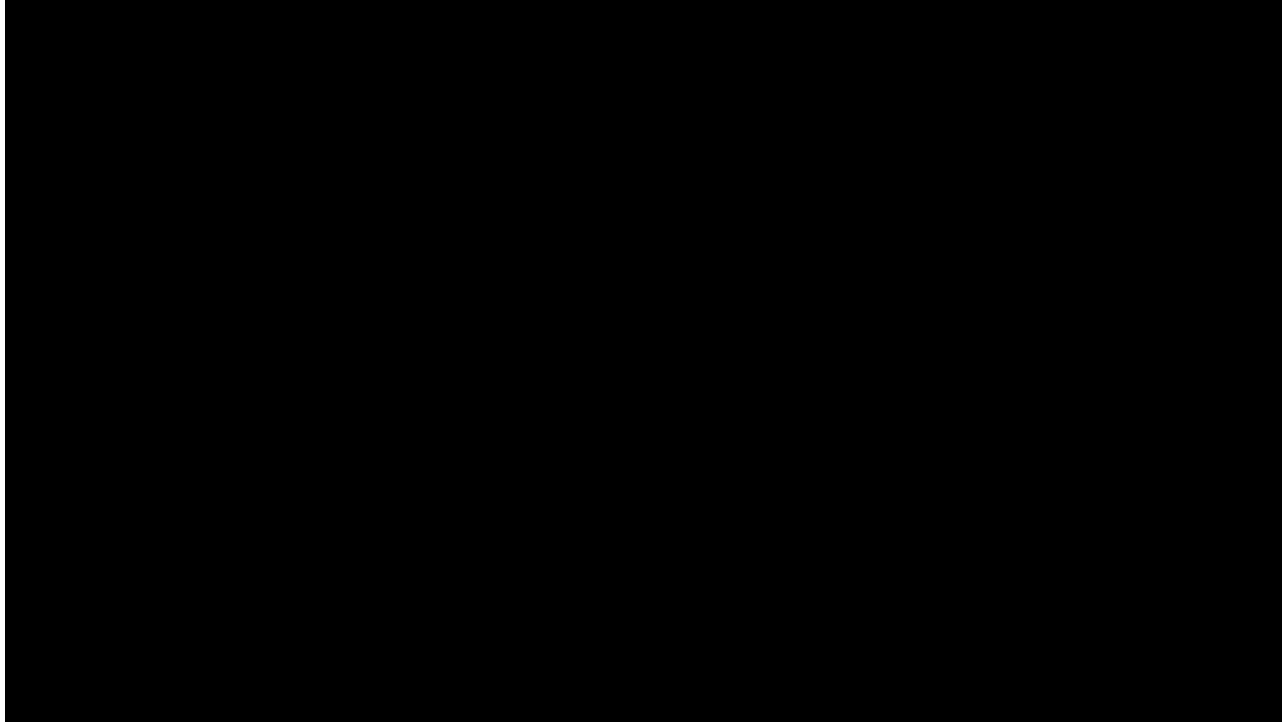
MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD

The KUKA logo, consisting of the word "KUKA" in a bold, orange, sans-serif font, centered on a light gray background with a subtle gradient and a reflection effect below the text.

MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD



MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD



MENSCH – ROBOTER KOLLABORATION IM PRODUKTIONSUMFELD



SERVICE ROBOTIK





- **ISO 8373, 2012, IFR 2020**

- Serviceroboter sind Roboter, die nützliche Aufgaben für Menschen oder Geräte ausführen, ausgenommen industrielle Automatisierungsanwendungen.

- **Untergruppe nach IFR Statistical Department/ISO 8373**

- **Consumer-Roboter**

- Keine Fachliche Kompetenz erforderlich
- nur für nicht-kommerzielle Aufgaben verwendet
- Im Segment der Verbraucherroboter gibt es drei große Anwendungsgruppen: häusliche Aufgaben, soziale Interaktion und Bildung und häusliche Pflege



- **Professional Service Robots**

- für kommerzielle Anwendungen
- Bedienung nur durch ein speziell geschultes Personal
- Im Segment der Professional Service Robots gibt es mehr Anwendungsgruppen: Landwirtschaftlich; Inspektion und Wartung; Bau- und Abbruchroboter; Logistik- und Transportroboter; medizinischer Roboter; Such- und Rettungsroboter; Brandbekämpfung; Katastrophenhilfe



WELCHE ANWENDUNGSBEISPIELE KENNEN SIE IM KONTEXT DER SERVICE ROBOTIK?





Industrieroboter

- Stellen mit Abstand den größten Teil auf dem Markt da
- Erfüllen eine eng begrenzte Aufgabe im Produktionsprozess
- Ihre Handlungen umfassen einen einzigen Prozess, der mit klar definierten Umgebungsbedingungen auszuführen ist



Wie würden Sie nun, im Gegensatz zu Industrierobotern, Serviceroboter definieren?

Quelle: beschaffung-aktuell.industrie.de, m-tool.eu



Serviceroboter

- I.d.R. Roboter, die nicht im vollautomatisierten Umfeld eingesetzt werden
- Agieren in einer sich ständig ändernden Umgebung
- Agieren (teil-)autonom und kollaborieren mit dem Menschen
- Lernfähigkeit, Anpassung und Korrektur eigener Fehler sind Grundsätze





Rasenmähroboter



Gastronomie-Roboter



Fensterputzroboter



Roboterstaubsauger



Gesundheitsfürsorgeroboter



Abbruchroboter



Operationsroboter

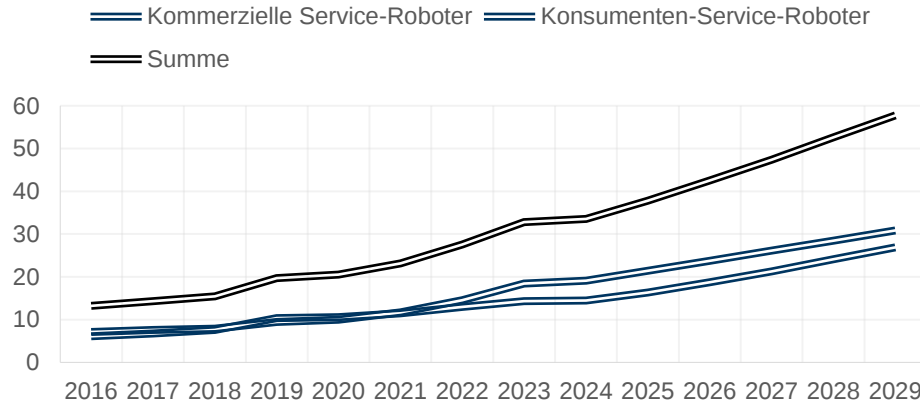


Melkroboter



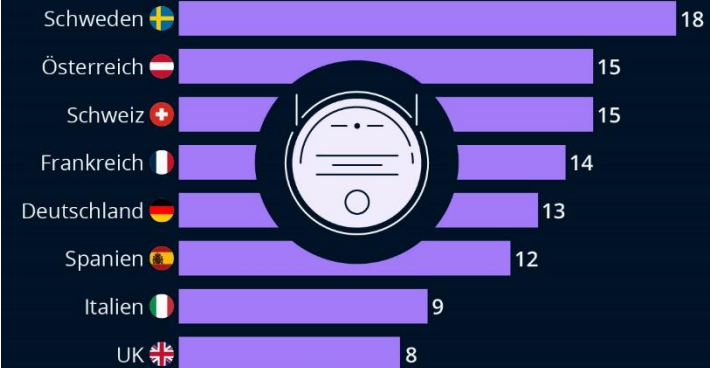


UMSATZ IN MILLIARDEN EUR



So verbreitet sind Haushaltsbots

Anteil der Befragten, die Saug- oder Mähroboter im Haushalt haben (in %)



Basis: 1.700 bis 6.000 Befragte (18-64 Jahre) je Land; Apr 2023- Mrz 2024

Quelle: Statista Consumer Insights



statista

BEISPIELE: SERVICE ROBOTIK IM KLINIKUMFELD



BEISPIELE: SERVICE ROBOTIK IM PRODUKTIONSUMFELD



BEISPIELE: SERVICE ROBOTIK IN DER GASTRONOMIE



BEISPIELE: SERVICE ROBOTIK IN DER BIBLIOTHEK



HUMANOIDE ROBOTER



- **Dem menschlichen Körperbau nachempfundene Maschinen**

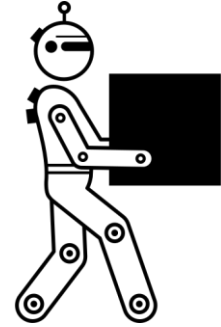
- Imitieren kognitive und motorische Fähigkeiten
- Bestehen aus Vielzahl an hochentwickelten Sensoren und Aktoren
- Können Daten in Echtzeit verarbeiten

- **Motivation**

- Welt ist auf die menschliche Wahrnehmungs-, Fortbewegungs- und Manipulationsmöglichkeiten optimiert
→ Öffentliche Plätze, Innenräume, Möbel, Werkzeuge, etc.

- **Anwendung**

- Primär zur Erfüllung von menschlichen Aufgaben
→ Montage, Erkundung, Medizin und Pflege, Gastronomie, etc.

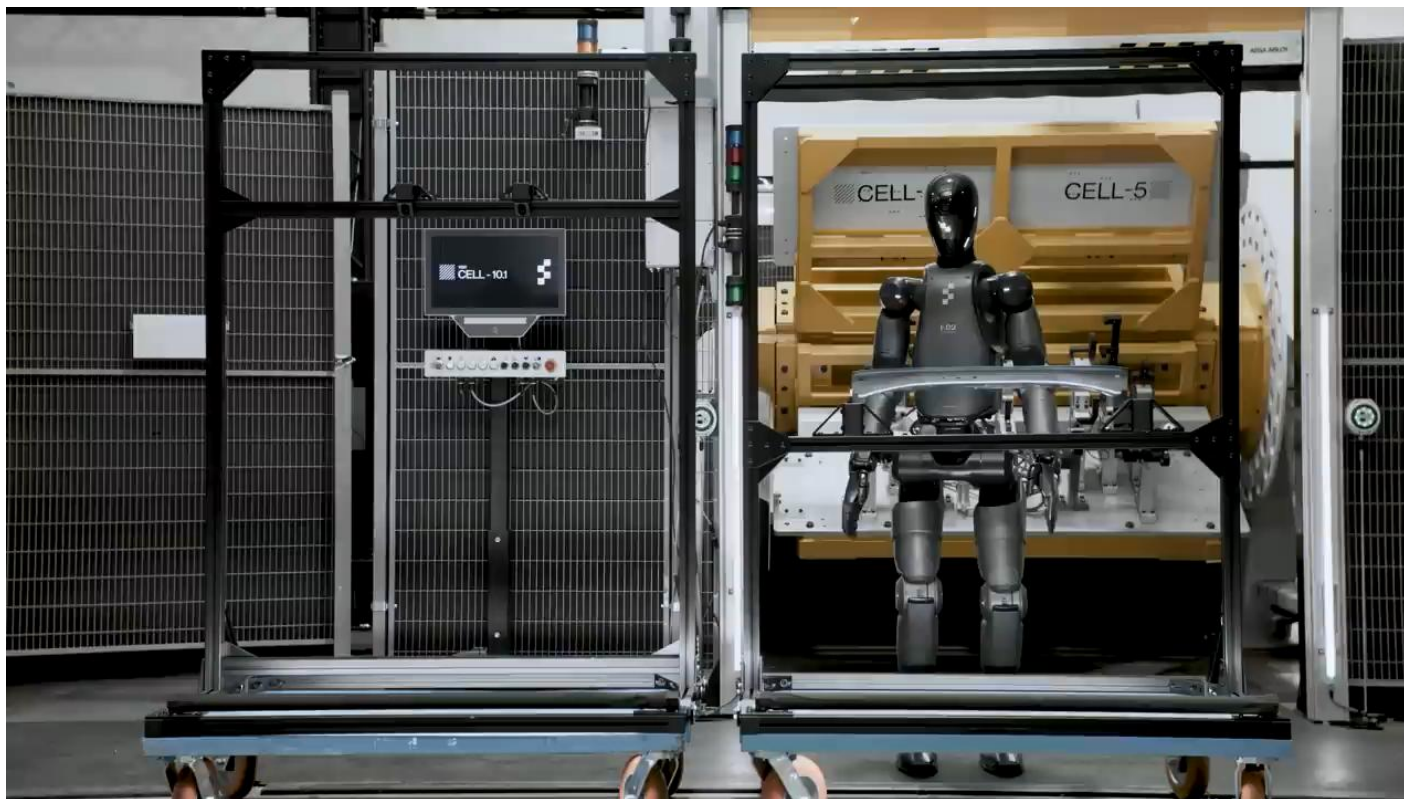


BEISPIELE: HUMANOIDE ROBOTER IN DER PRODUKTION



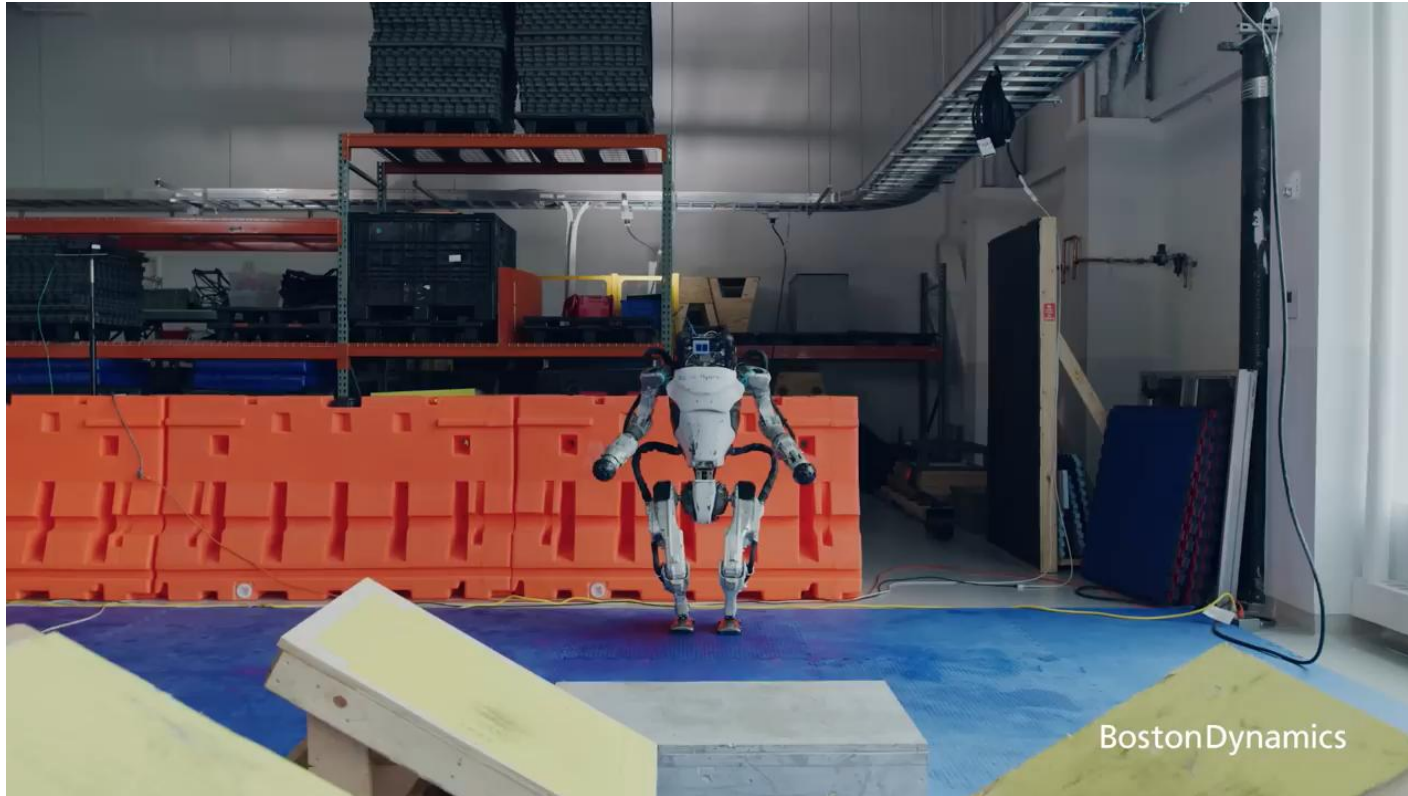
<https://www.youtube.com/watch?v=DrNcXgoFv20>

BEISPIELE: HUMANOIDE ROBOTER IN DER PRODUKTION



<https://www.youtube.com/watch?v=WlUFoZstcWg&t=1s>

BEISPIELE: HUMANOIDE ROBOTER ZUR ERKUNDUNG



<https://www.youtube.com/watch?v=tF4DML7FIWk>

BEISPIELE: HUMANOIDE ROBOTER IM HAUSHALT



KOMMUNIKATION



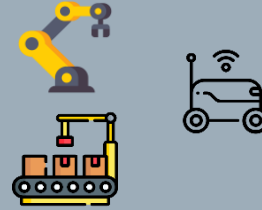
MENSCH VS TECHNIK



Konventionelle Interaktion des Menschen mit Technik



Direkte Programmierung,
Steuerung und Anpassung



	Konventionelle Methoden	Digital-gestützte Ansätze
Datenbereitstellung	Manuelle Dateneingabe und punktuelle Anpassungen	Automatische Bereitstellung aktueller Planungsdaten aus dem BIM-Modell
Programmierung der Roboter	Zeitaufwändige, separate Programmierung	Automatisierte Generierung von Roboterpfaden basierend auf BIM-Daten
Flexibilität bei Änderungen	Änderungen erfordern manuelle Neuplanung	Dynamische Anpassung an Änderungen im BIM-Modell
Visualisierung	Keine oder begrenzte Visualisierungsmöglichkeiten	Echtzeit-Visualisierung der Roboterbewegungen in einem digitalen Zwilling



Building Information Modeling (BIM)

■ Borkowski

- BIM ist eine digitale Darstellung der physikalischen und funktionalen Eigenschaften eines Objekts. Als solche dient sie als gemeinsame Wissensressource für Informationen über ein Objekt und bildet eine verlässliche Grundlage für die Entscheidungsfindung während des gesamten Lebenszyklus eines Objekts, von seiner Entstehung an.

Feldbus zur Gebäudeautomation (KNX)

■ EN 50090

- Die Normen der Reihe EN 50090 behandeln das Offene Kommunikationssystem und beinhalten eine Spezifikation für ein Kommunikationsnetzwerk für Heim und Gebäude, z. B. für die Steuerung von Beleuchtung, Heizung, Energiemanagement, Wasserverbrauch, Brandmeldung
- KNX ist ein offener Standard. Er wird weltweit verwendet und von vielen Hersteller unterstützt.
- Geräte verschiedener Hersteller, die KNX zertifiziert sind, können problemlos miteinander kommunizieren und zusammenarbeiten.
- KNX verwendet ein Bus-System

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)



Vorhänge



Sicherheits-
systeme



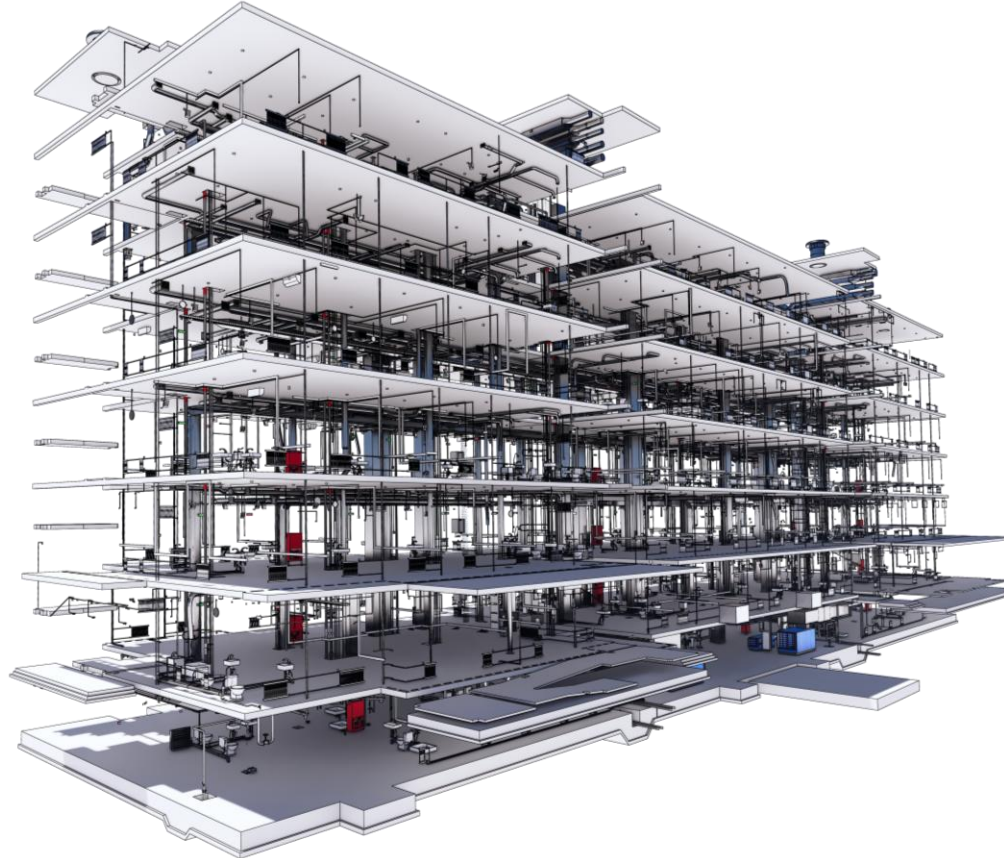
Türen



Beleuchtung



Energie



Türen &
Fenster



Belüftung



Temperatur



Abfall



Steuerung

MENSCH UND TECHNIK IN DER ZUKUNFT

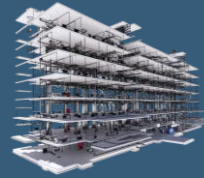


Inwieweit partizipiert der Mensch in zukünftigen technischen Implementierungen?

Mensch - Kontrollschicht



BIM - Mittelschicht



Anwendungsschicht



Mobile
Robotik



Industrie-
roboter

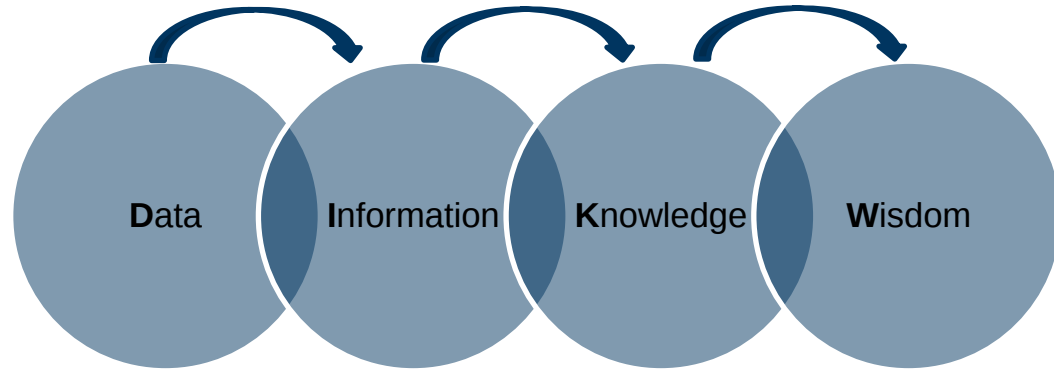


Förder-
technik



Gebäude-
technik

VERARBEITUNG VON BIM-DATEN: DIKW-SCHEMA



■ 3 Wichtige Aspekte:

- Wissens- und Informationsressource geschaffen
- Daten werden, wenn sie angemessen strukturiert und rechtzeitig geliefert werden, zu Informationen
- Informationen liefern das notwendige Wissen und Wissen ergibt Weisheit
- **Daten:** Unverarbeitete Fakten, die erstmal keine Bedeutung haben
- **Information:** Verarbeitete Daten, die in einen Kontext gesetzt wurden. Information entsteht, wenn Daten interpretiert werden.
- **Wissen:** Wissen durch Informationen, die verknüpft werden.
- **Weisheit:** Wissen in Kontexten anzuwenden - Entscheidungsfindung

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)



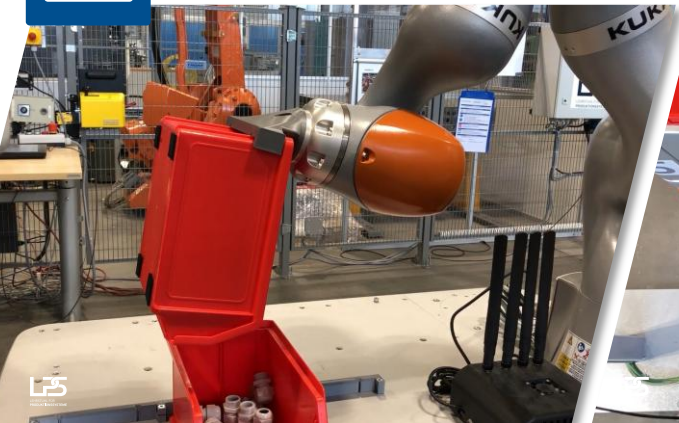
ZESS

**FORSCHUNGSZENTRUM FÜR DAS ENGINEERING
SMARTER PRODUKT-SERVICE SYSTEME**

SERVICEROBOTIK IM INDUSTRIELLEN KONTEXT



Autonome Referenzierung



Materialtransport

Unterstützung in der Produktion

DYNAMISCHE INTERAKTION MIT DEM GEBÄUDE



Intralogistische Wertschöpfung



Navigation im Gebäudemodell



Interaktion mit dem BIM-Modell

BEISPIELE: BIM/ KNX UND SERVICE ROBOTIK



Roboter fährt durch ZESS und steuert verschiedene Gebäudefunktionen



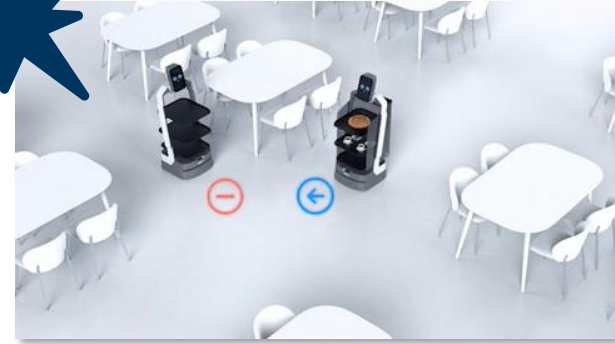
BEISPIELE: BIM/ KNX UND MOBILE ROBOTIK



Roboter fährt durch ZESS und steuert verschiedene Gebäudefunktionen



DIE ALLTÄGLICHEN DINGE ...



© Boston Dynamics, WYZE, 123bot, Adobe Stock

SWEETSPOT SERVICEROBOTIK VS. GEBÄUDEAUTOMATION

