



Technische Hochschule Georg Agricola

VORLESUNG - ROBOTIK EINFÜHRUNG

24.09.2025 Bochum

Dr.-Ing. Lars N. Josler

VORSTELLUNG

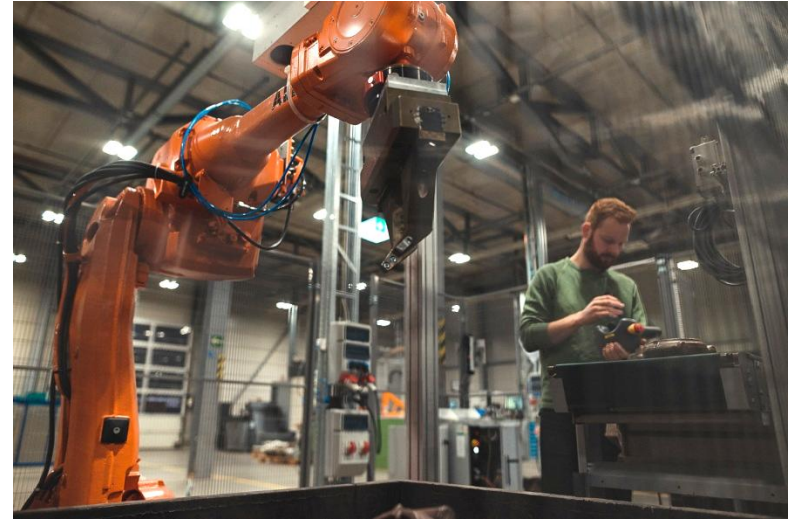


- **2013 – 2015 Studium Maschinenbau B.Eng. an der THGA**
- **2015 – 2018 Studium Maschinenbau M.Sc. an der RUB**
- **2018 – 2023 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktionssysteme**
- **2023 – 2026 Expert Automatisierung und Digitalisierung bei Evonik**
- **Ab 03.2026 Professur für Automatisierungstechnik an der THGA**

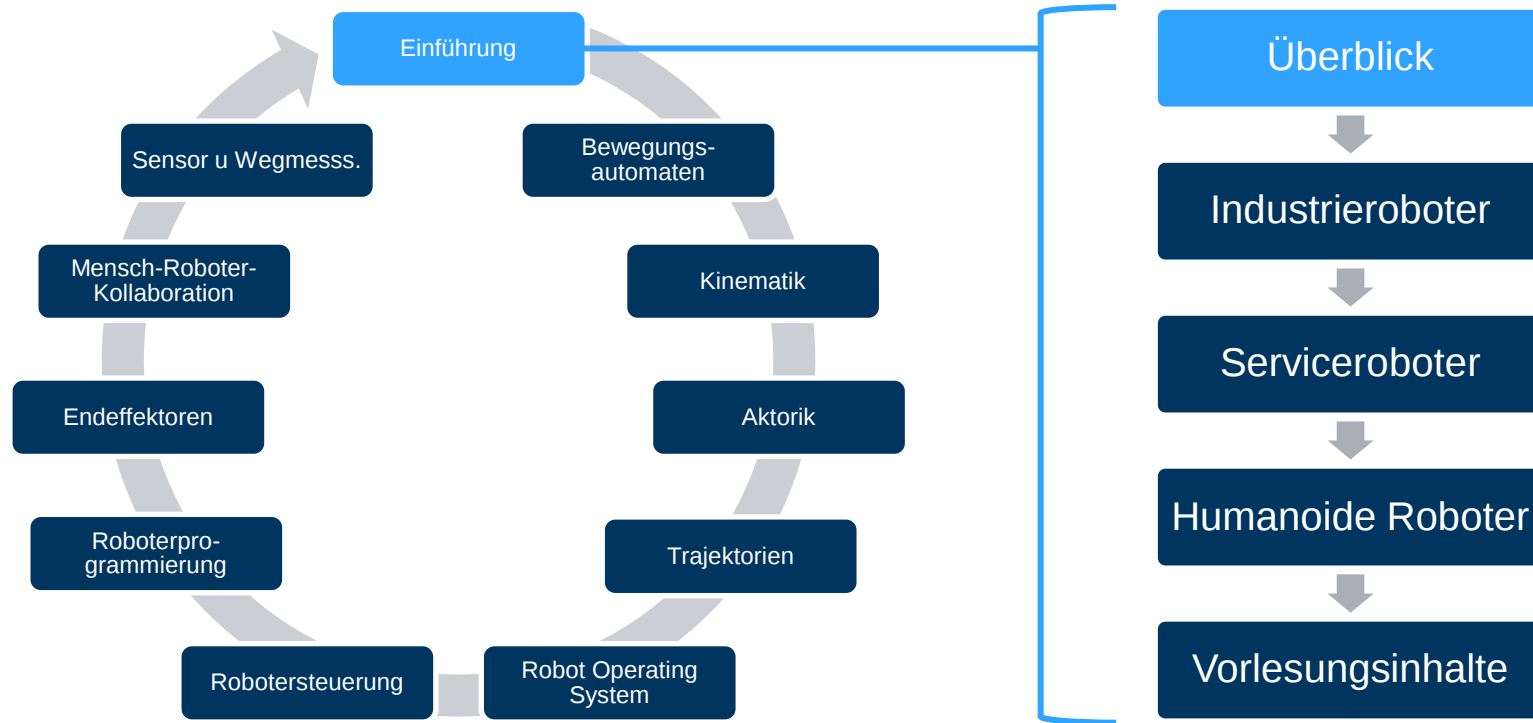
Dr.-Ing. Lars Niklas Josler

Lars.josler@thga.de

Gebäude 7, Raum 206



VORLESUNGSINHALTE



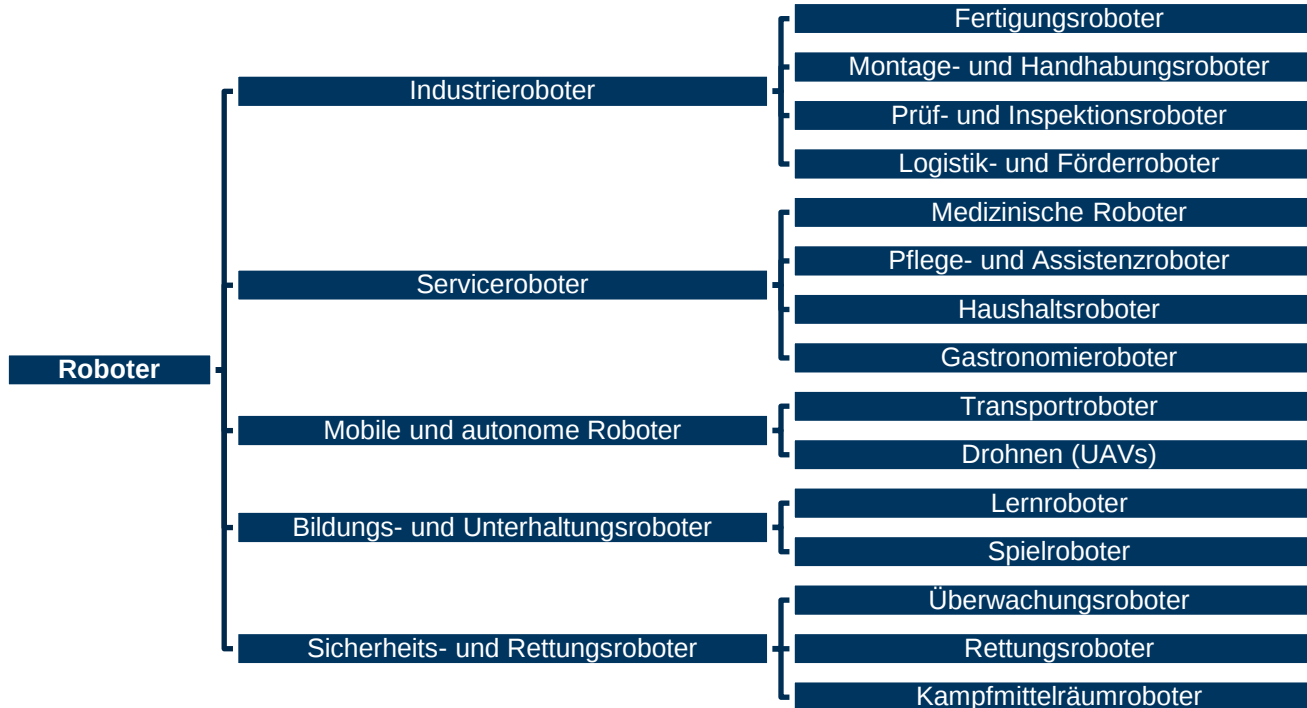
WELT DER ROBOTIK



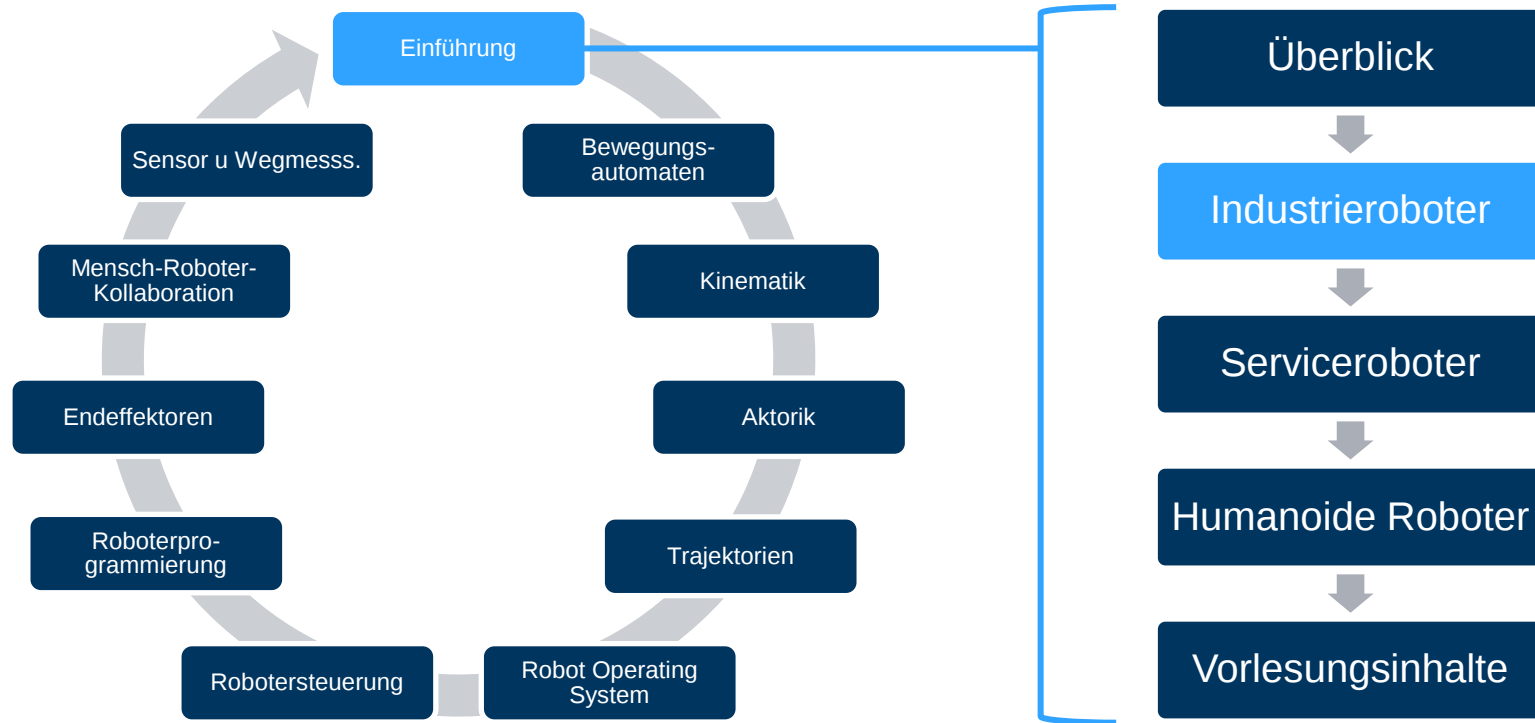
- Aufgaben und Einsatzgebiete
- Unterschiedliche Formen, Mobilität, Größen
- Was ist ein Roboter?



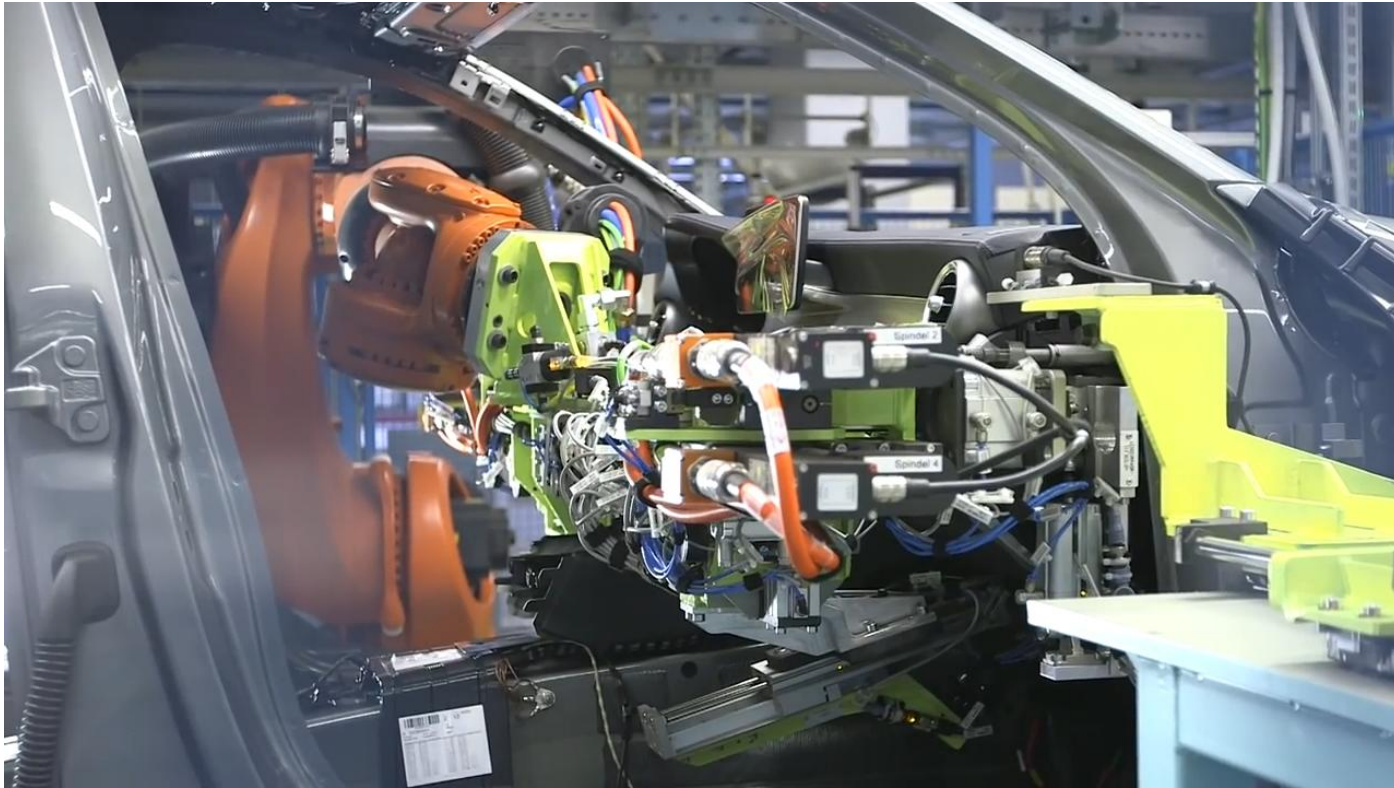
ROBOTERARTEN NACH EINSATZGEBIET



VORLESUNGSIHALTE



PRODUKTION DER MERCEDES-C-KLASSE



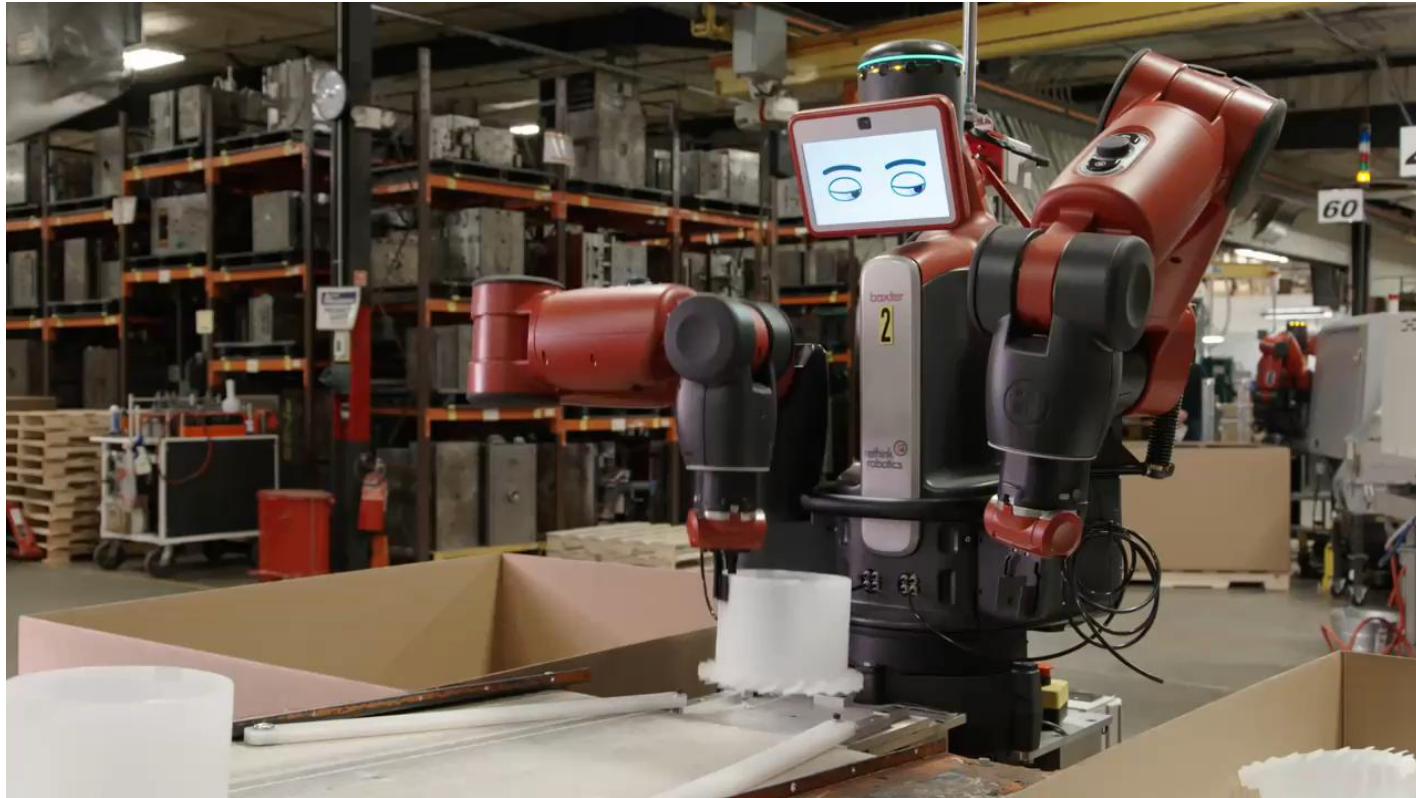
Quelle: Lutenus Cars (https://www.youtube.com/watch?v=AS_5X9jNu7c)

ROBOTEREINSATZ IN DER GIEßEREI



[Quelle: KUKA]

SERVICEROBOTER IN DER PRODUKTION



Quelle: Stuttgarter Zeitung & Stuttgarter Nachrichten

DER MENSCH ALS VORBILD DES ROBOTERS



Mensch	Roboter
Gehirn	Steuerung
Sinne	Sensoren
Muskeln	Antriebe
Skelett	Kinematik
Hüfte	Achse 1
Schulter	Achse 2
Elbogen	Achse 3
Rotation des Handgelenks	Achse 4
Beugen des Handgelenks	Achse 5
Finger	Achse 6

<https://www.youtube.com/watch?v=6LdGZ4yFu-8>



BEGRIFFSBESTIMMUNG „INDUSTRIEROBOTER“



Der Begriff **Roboter** (*robota*, westslawisches Wort, mühselige Arbeit, ursprünglich Arbeit allgemein) wurde 1917 vom tschechischen Schriftsteller Karel Čapek in seinem utopischen Roman R.U.R (Rossums Universal Robots) geprägt. Der Roman handelt von einem Imperium das „Roboter“ baut.



RIA - Robot Institute of America

„Ein Roboter ist ein programmierbares Mehrzweck-Handhabungsgerät für das Bewegen von Material, Werkstücken, Werkzeugen oder Spezialgeräten. Der **frei programmierbare Bewegungsablauf** macht ihn für verschiedene Aufgaben einsetzbar.“

VDI-Richtlinie 2860

„Ein Roboter ist ein universell einsetzbarer Bewegungsautomat **mit mehreren Achsen**, dessen Bewegungen [...] **frei programmierbar** und **ggf. sensorgeführt** sind.“

ISO 8373 Manipulating industrial robots (1994-12-01, frei übersetzt)

Automatisch gesteuerter, umprogrammierbarer Mehrzweckmanipulator. Programmierbar in **drei oder mehr Achsen**, die entweder **feststehend oder beweglich** für den Einsatz in industriellen Automatisierungsanwendungen sein können.

INDUSTRIEROBOTER - DEFINITION NACH DER EUROPÄISCHEN NORM EN 775



*Ein **Industrieroboter** ist automatisch gesteuertes, wiederprogrammierbares, vielfach einsetzbares Handhabungsgerät mit mehreren Freiheitsgraden, das entweder ortsfest oder beweglich in automatisierten Fertigungssystemen eingesetzt werden kann.*

- Besteht im Allgemeinen aus
 - dem Manipulator
 - der Steuerung
 - Effektor (Werkzeug, Greifer, etc.).
- Oft mit verschiedenen Sensoren ausgerüstet
- Einmal programmiert ist diese Maschine in der Lage, einen Arbeitsablauf autonom durchzuführen, oder die Ausführung der Aufgabe abhängig von Sensorinformationen in Grenzen zu variieren



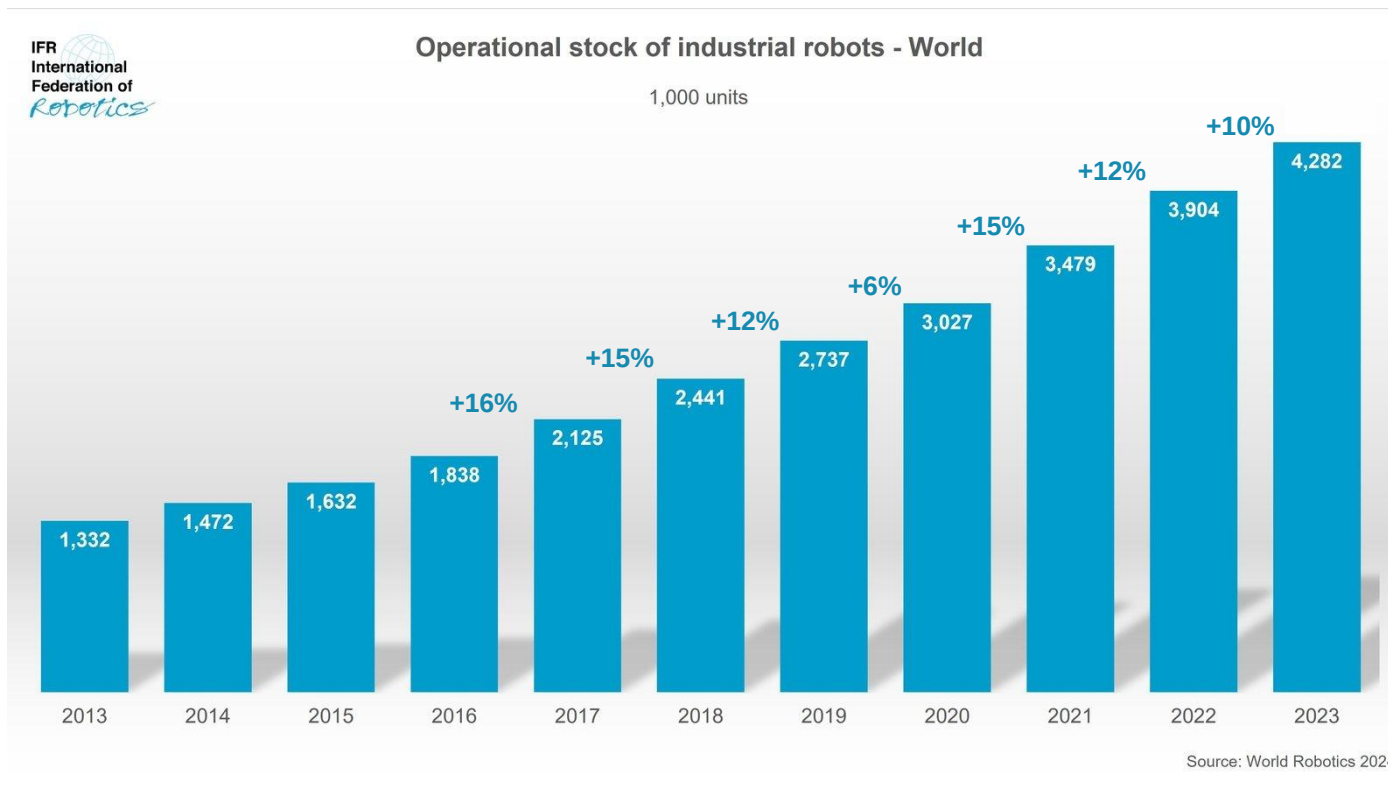
Quelle: ABB

DEFINITION ROBOTERSYSTEM NACH EN 775



- **Ein Robotersystem umfasst:**
 - den Roboter (Hardware und Software), bestehend aus dem Manipulator, ortsfest oder beweglich, der Energieversorgung und dem Steuersystem;
 - den Werkzeugaufnahmeflansch;
 - alle Ausrüstungen, Geräte oder Sensoren, die der Roboter zur Ausführung seiner Arbeit benötigt;
 - jede Kommunikationsschnittstelle, die den Roboter versorgt und kontrolliert, solange diese Peripheriegeräte durch das Steuergerät des Roboters überwacht werden.





Quelle: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-of-4-million-robots-working-in-factories-worldwide>



■ Vorbehalte gegen Robotik:

- hohe Investitionskosten
- Schulungen & Fortbildungen notwendig
- spezielle Anforderungen an Arbeitssicherheit
- verdrängen Mitarbeitende aus Tätigkeitsfeldern
- fördert das Freisetzen von Arbeitsplätzen
- ...

■ Chancen durch Robotik:

- Handhaben hoher Lasten
- dynamisch einsetzbar
- weitgehend unabhängig von Raumluft, Lärm und Lichtverhältnissen
- unterstützen Menschen z.B. durch kooperierendes Arbeiten
- hohe Wiederholgenauigkeit und Präzision
- schaffen neuer Arbeitsplätze und neuer Tätigkeitsfelder
- ...

GRÜNDE ZUR ANWENDUNG VON ROBOTERN



- Steigender Bedarf an verschiedenen Typen und Versionen, bei gleichzeitiger Beschleunigung des Produktzyklus (Flexible Fertigung)
- Höhere Qualitätsstandards für die Produkte
- Sicherheit/Ergonomie bzgl. Verschmutzung, Wiederholung und gesundheitsschädlichen Arbeitsbereichen
- Wirtschaftlicher Druck z. B. steigende Kosten, Produktmengen, Arbeitskräftemangel

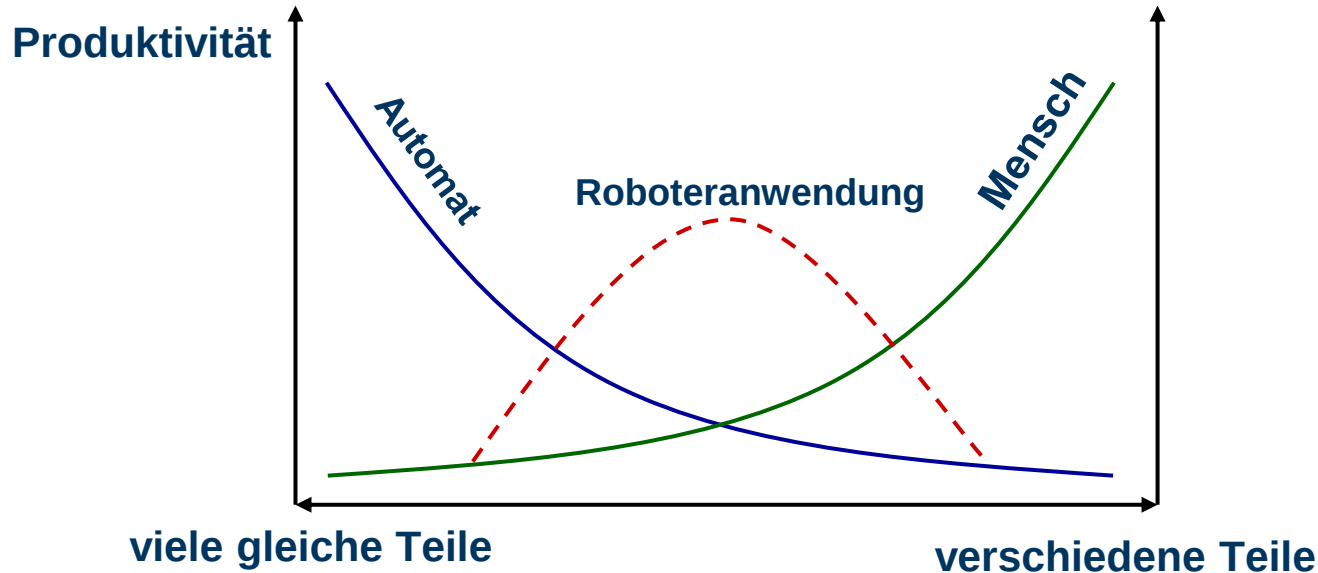


Quelle: [Waferherstellung mit 17 Reinraum-Robotern - KUKA AG](#), [BMW](#)

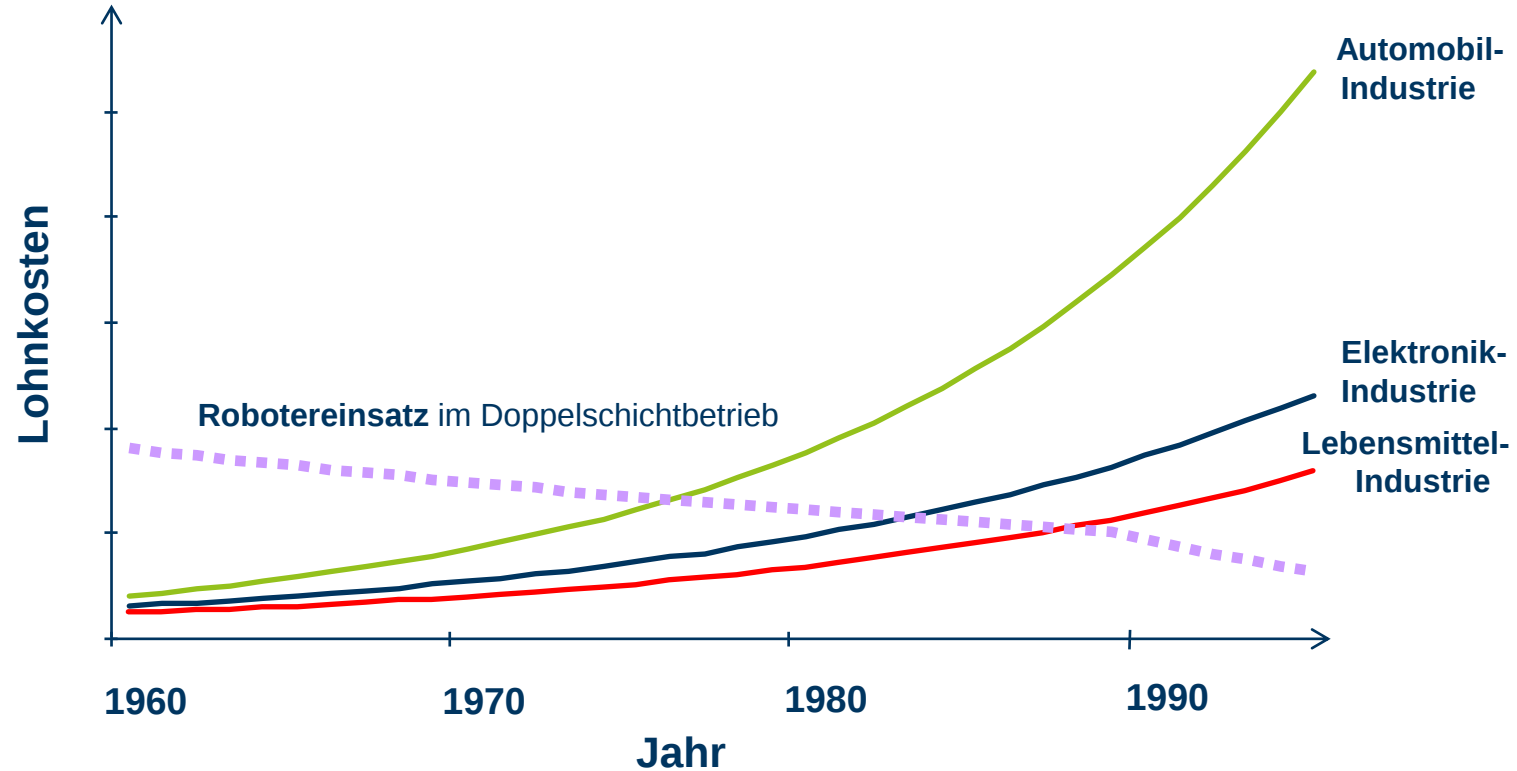
GRÜNDE ZUR ANWENDUNG VON ROBOTERN



- Kombinieren der Effizienz von Automatisierungs-Anlagen mit der Flexibilität des Menschen
- Hauptsächlich für komplexe und ermüdende Aufgaben mit überschaubarer Anzahl an Teilen

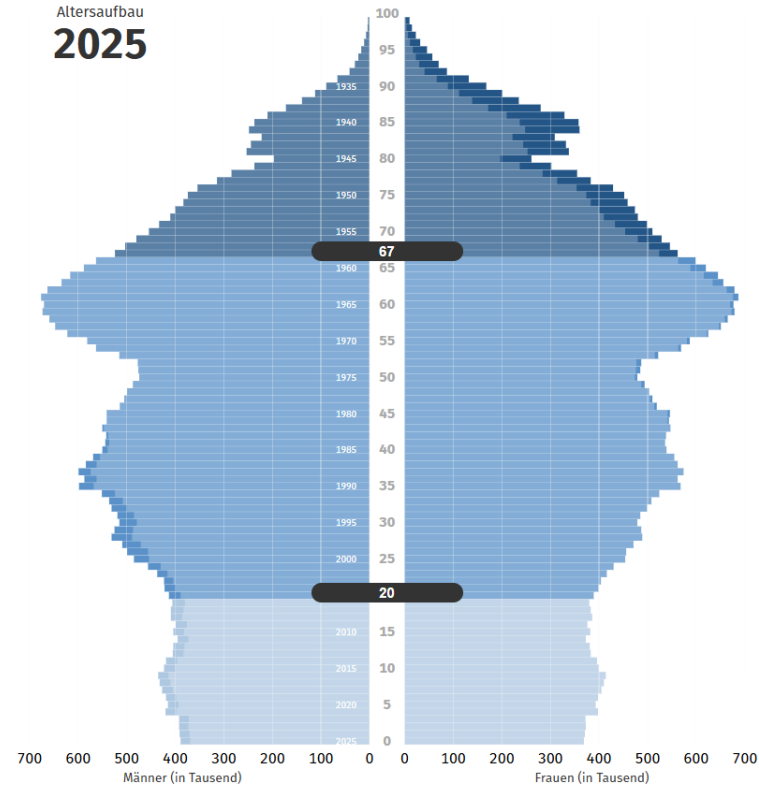


WIRTSCHAFTLICHKEIT VON ROBOTERN



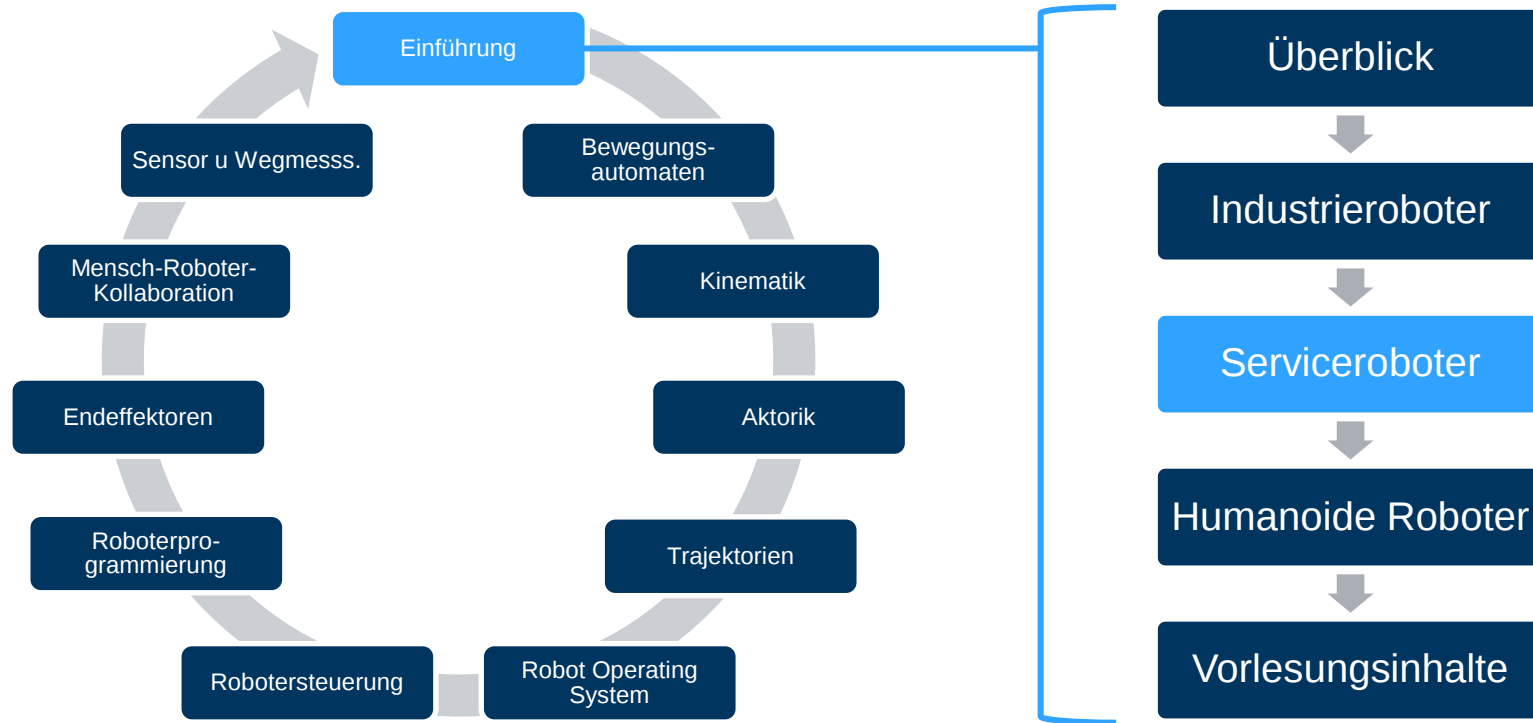
[Quelle in Anlehnung an: U.S. Department of Labor, Robotic Industries Association]

BEVÖLKERUNGSPYRAMIDE IN DEUTSCHLAND



Quelle: [Bevölkerungspyramide: Altersstruktur Deutschlands von 1950 - 2070](#)

VORLESUNGSINHALTE

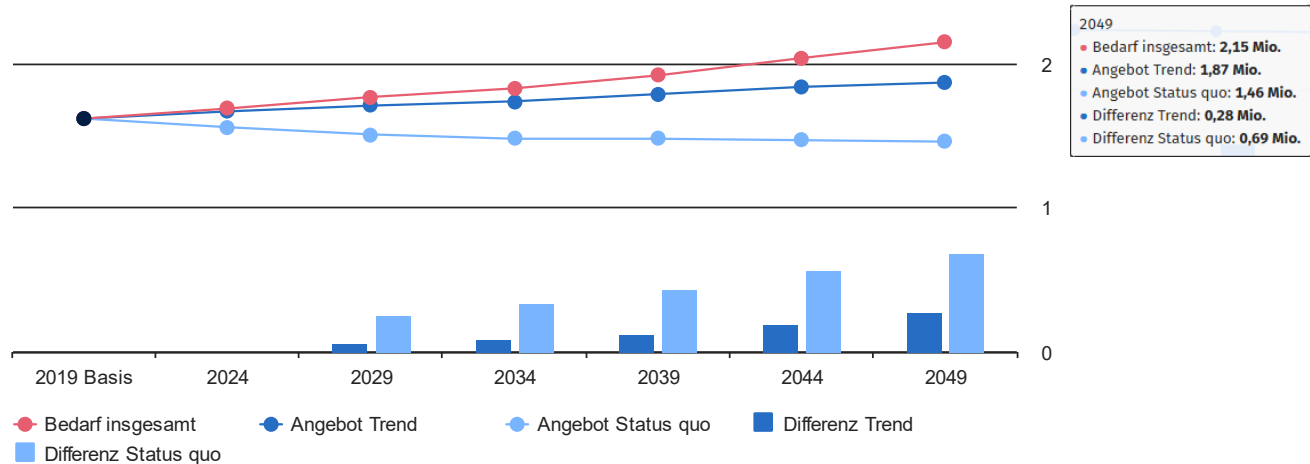


BEDARF PFLEGEKRÄFTE



Engpassbetrachtung des vorausgerechneten Bedarfs und Angebots von Pflegekräften

in Millionen



Datenbasis 2019: Mikrozensus 2019

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2025

https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/01/PD24_033_23_12.html

UNTERSCHIED ZWISCHEN INDUSTRIE- UND SERVICE ROBOTER



Industrieroboter (Merkmale)

- 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: m-tool.eu

Quelle: beschaffung-aktuell.industrie.de

UNTERSCHIED ZWISCHEN INDUSTRIE- UND SERVICE ROBOTER



Service Roboter (Merkmale)

- Alle 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



ROBOTER FÜR DEMENZKranKE



SERVICEROBOTER IN DER STADTBIBLIOTHEK



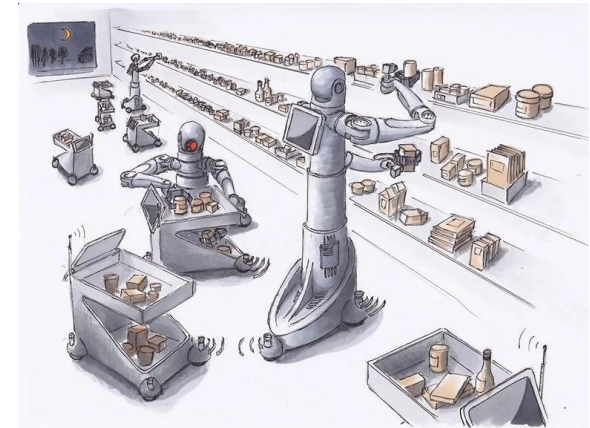
Quelle: Stuttgarter Zeitung & Stuttgarter Nachrichten



Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung

„Ein Serviceroboter ist eine frei programmierbare Bewegungseinrichtung, die teil- oder vollautomatisch Dienstleistungen verrichtet. Dienstleistungen sind dabei Tätigkeiten, die nicht der direkten industriellen Erzeugung von Sachgütern, sondern der Verrichtung von Leistungen für Menschen und Einrichtungen dienen.“

- Meist mobil
- Dienstleistungen werden in direkter Kollaboration mit dem Nutzer oder völlig autonom erbracht.
- besondere Fähigkeiten (z . B . Umfeld Erfassung und Interpretation, Lernfähigkeit, einfache Instruierbarkeit).
- generell große Flexibilität und hohe Autonomie.



AUTONOME STAUBSAUGROBOTER



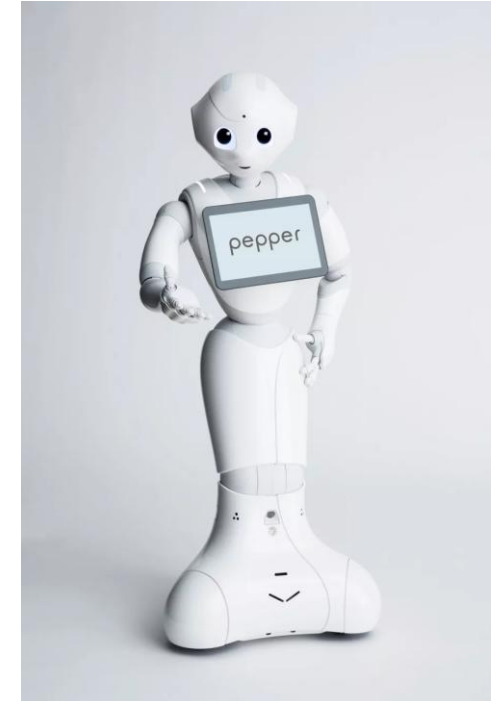
- **Verschiedene einfache Bewegungsmodi**
 - Zufall, Wandverfolgung, Wand-zu-Wand, spiralförmig, ...
- **Bodensensorik zur Erkennung von Unebenheiten und Stufen**
- **Navigation und Kamera oder Laser**
- **Kartierung und kartenbasierte Navigation**



BEISPIEL SERVICEROBOTER: PEPPER



- **Eckdaten**
 - 120 cm, 28kg, Traglast 0,5 kg, 20 Freiheitsgrade, Laufzeit 12h .
- **Kopf**
 - Vier Mikrofone, zwei HD-Kameras (Mundes, Stirn) und ein 3D-Abstandssensor (hinter den Augen).
- **Torso**
 - Ein Gyrosensor und der Kopf und die fünffingerigen Hände verfügen über Berührungssensoren
- **Basis („Bein/Fußbereich“):**
 - Zwei Sonarsensoren, sechs Laserscanner, drei Stoßfängersensoren und einen weiteren Gyrosensor.
- **Stimme und Ausdruck:**
 - voice synthesizer, 2 Lautsprecher, LED Leuchten.
- **Fortbewegung:**
 - Drei im Fußteil befindlicher und verdeckter Allseitenräderflachem auf flachem Boden mit maximal 3 km/h



<https://media.renault.com/wp-content/uploads/2024/01/6956d75d9338c4a5bbc0ccce639ac160-l.jpg.webp>

BEISPIEL MOBILER ROBOTER: TURTLEBOT 4



- **Eckdaten**
 - 34 × 34 × 35 cm, 3,9 kg Traglast 9 kg, Laufzeit: 4 Stunden
- **Betriebssystem:**
 - Ubuntu 20.04 mit ROS 2
- **Sensorik**
 - OAK-D-Pro mit 4K-RGB-Kamera (IMX378), Stereo-Monokamera (OV9282)
 - 3D-LiDAR: SLAMTEC RPLiDAR A1 (360°-Scan, 8 kHz, 1° Auflösung)
 - 3D-Gyroskop
 - 3D-Beschleunigungssensor
 - Optischer Flow-Sensor Encoder: 2 Rad-Encoder
 - Cliff-Sensoren: 4 IR-Sensoren zur Absturzerkennung
 - Stoßsensoren: 2 Front-Bumper-Zonen
- **Fortbewegung:**
 - 2 Antriebsmotoren, 0,46 m/s
- **Kommunikation**
 - Audio: 1 Lautsprecher
 - Visuelle Anzeige: 6 RGB-LED-Ringe 5 Status-LEDs 2 User-LEDs 128×64 OLED-Display



AUSZÜGE AUS EINER SICH ENTWICKELNDEN SERVICEROBOTIK



- **Charakteristikum der Servicerobotik:**
 - Komplexität steigt aufgrund der notwendigen „Alltagstauglichkeit“ erheblich:
 - Umgebung ist variantenreicher
 - „User“ ist kein Spezialist

Schneeräumen



Musizieren



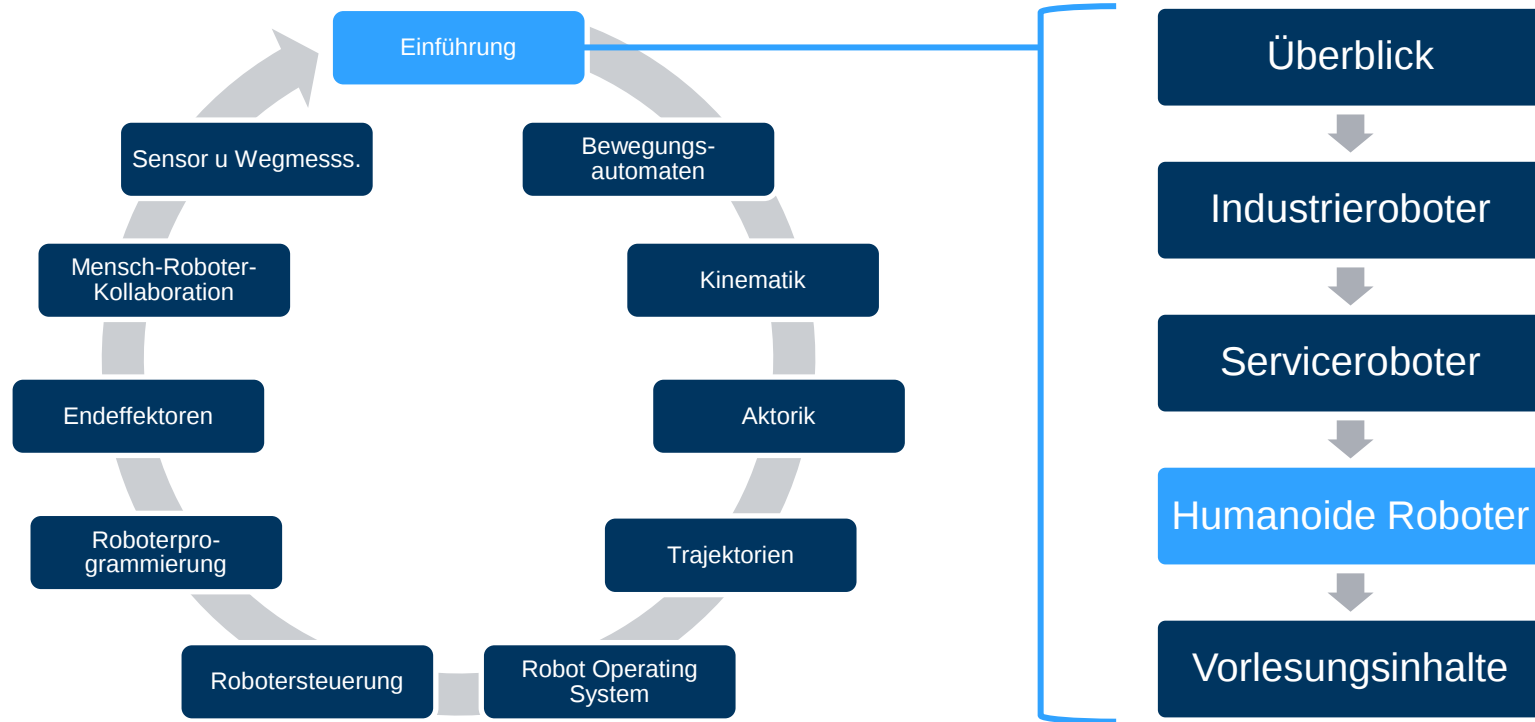
Staubsaugen



Kochen



VORLESUNGSINHALTE



HUMANOIDE ROBOTER



- **Roboter mit menschenähnlicher Gestalt und Bewegungsfähigkeit**
- **Ziel: Interaktion mit Menschen in natürlicher Umgebung**
- **Laufroboter**

Roboter
Girl
AIST
(Japan)



Kismet
MIT (Brooks)
(USA)



LOLA
TUM (Ulbrich)
(Deutschland)



WAMOT-2
Waseda
Universität
(Japan)



Asimo
Honda
(Japan)



Geigenspieler
Toyota
(Japan)



Kojiro
Univ. Tokyo
(Inaba)
(Japan)



Atlas
Boston
Dynamics
(USA)

NAO
Aldebaran
(Frankreich)



HOAP 1
Fujitsu
(Japan)

ASIMO (HONDA, JAPAN)



- **Eckdaten:**

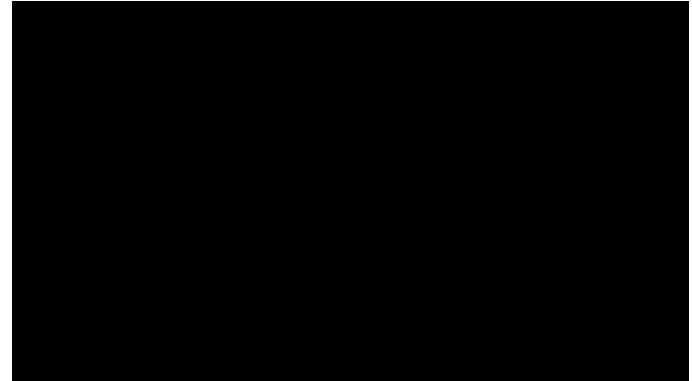
- Größe: 120 cm, 34 Freiheitsgrade, Laufzeit 40min, 6 km/h
- Sensorik: visuelle Sensoren, Bodenoberflächen-Sensoren, Ultraschall-Sensoren, IC-Ferninteraktions-Kommunikationskarte, kinästhetische Kraftsensoren, Audio-Sensoren, ...
- Gesichts- und Gestenerkennung

- **Entwicklung seit 1986**

- Entwicklung Asimo seit 1999, erste Vorstellung 2004.

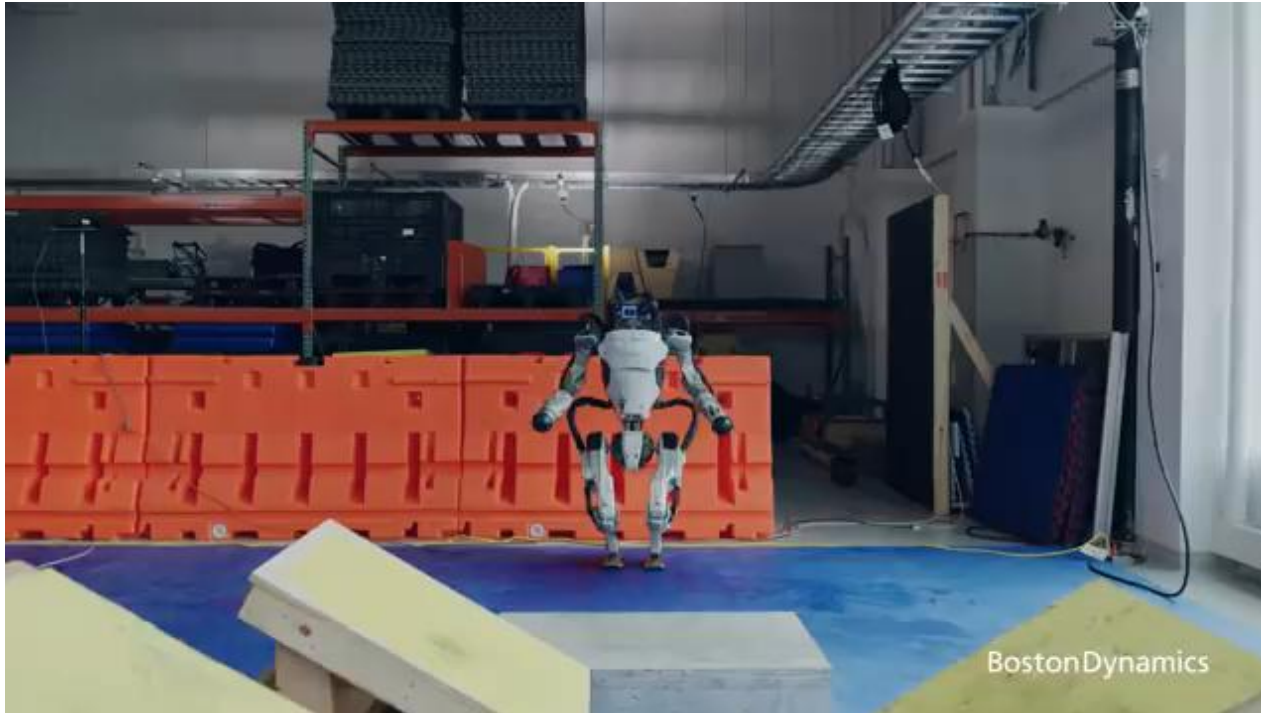
- **Klar als Forschungsprojekt definiert –**

- dennoch: Grundlage für andere Technologien
- Kraftfahrzeug-Sicherheit
- Erkennungstechnologien
- Leichtbau



<http://asimo.honda.com/gallery/>

ATLAS - BOSTON DYNAMICS



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

ATLAS - BOSTEN DYNAMICS



https://www.youtube.com/watch?v=l44_zbEwz_w

ATLAS - BOSTEN DYNAMICS



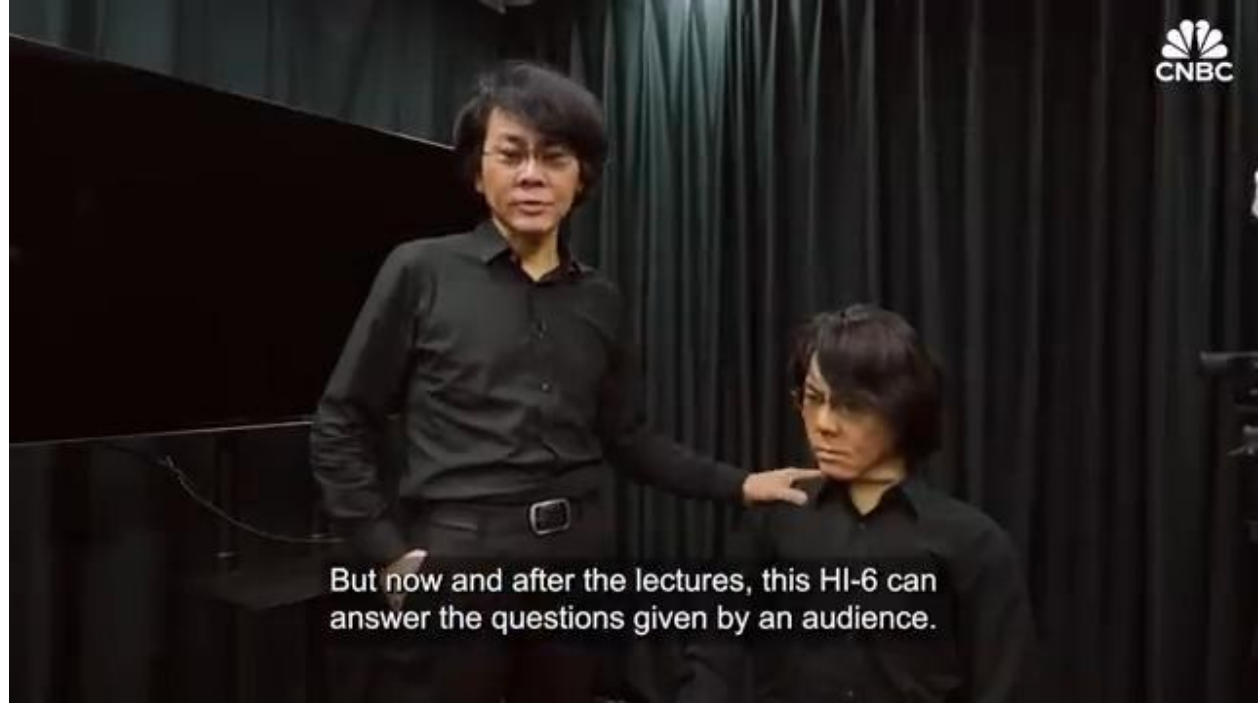
<https://www.youtube.com/watch?v=HYwekersccY>

MENSCHLICHE GESICHTSZÜGE BEI ROBOTERN



https://www.youtube.com/watch?v=pWTTzR_wXuQ

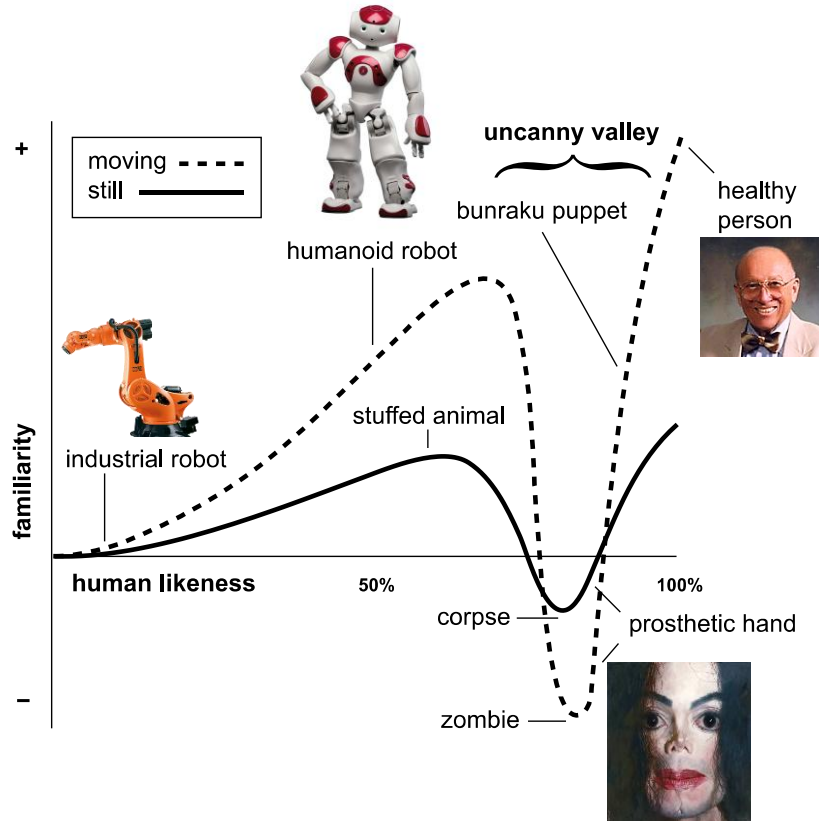
HIROSHI ISHIGURO: „MY ROBOTIC DOPPELGÄNGER“



http://www.bartneck.de/publications/2009/roboticDoppelgangerUncannyValley/figures/bartneck_fig4.jpg

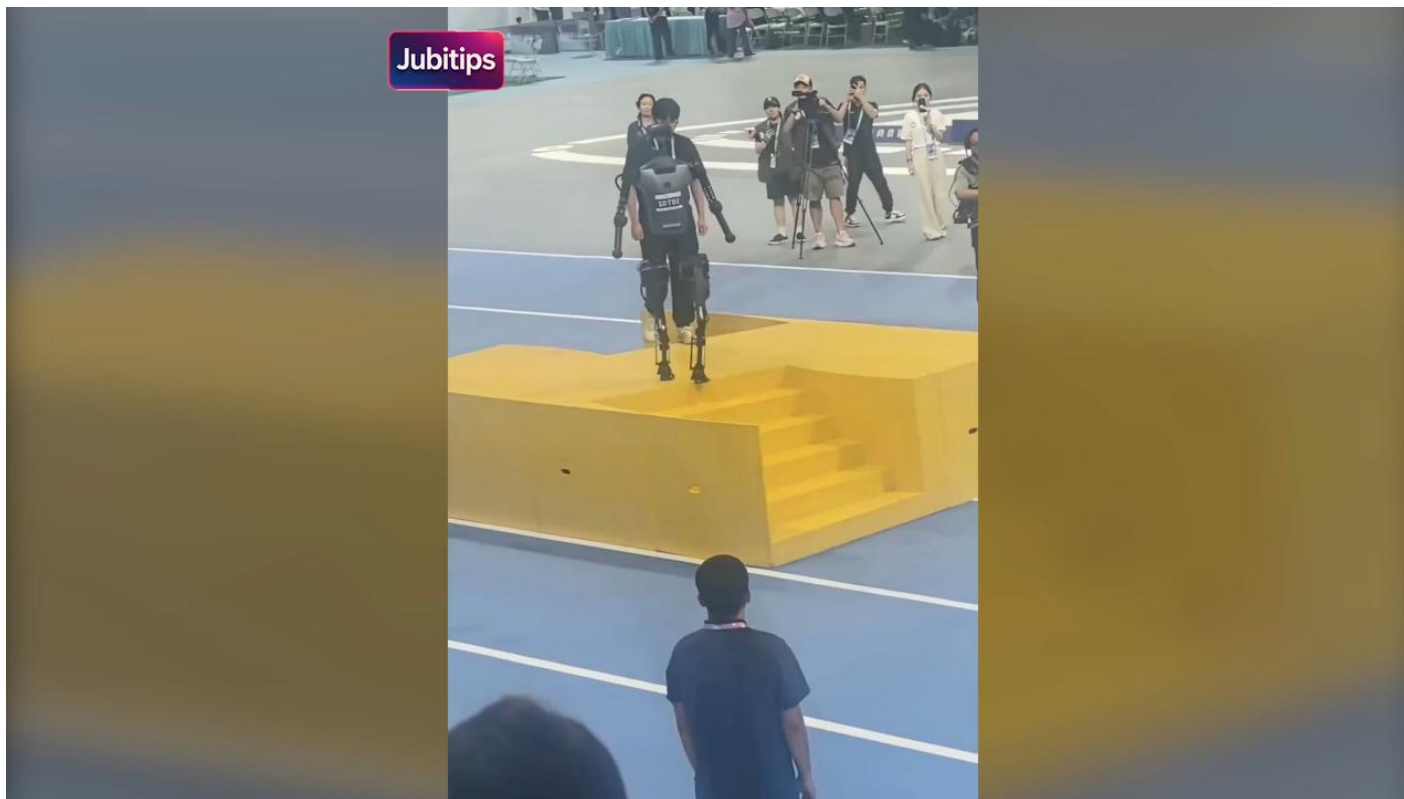
<https://www.youtube.com/watch?v=RfXZexRpic4>

NEGATIVE WIRKUNG: DAS UNHEIMLICHE TAL (UNCANNY VALLEY)



M. Mori, "The Uncanny Valley," Energy, vol. 7, no. 4, pp. 33–35, 1970 (in Japanese).

HUMANOIDE ROBOTER IN DER REALEN WELT



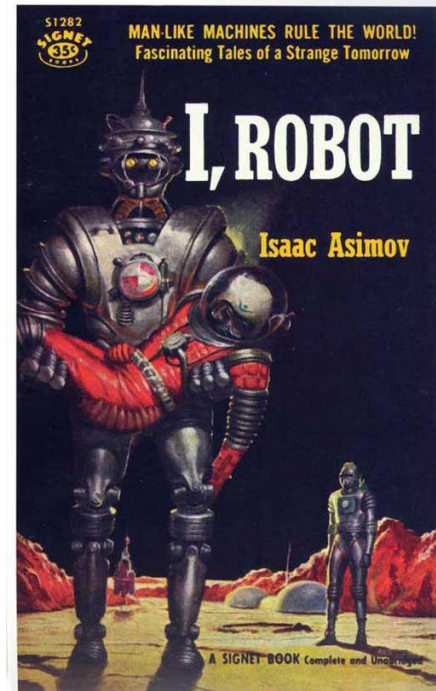
Quelle: [Robot Fails Compilation 2025 \(Versuchen Sie, nicht zu lachen!\) - YouTube](#)

ROBOTERGESETZE NACH ISAAC ASIMOV

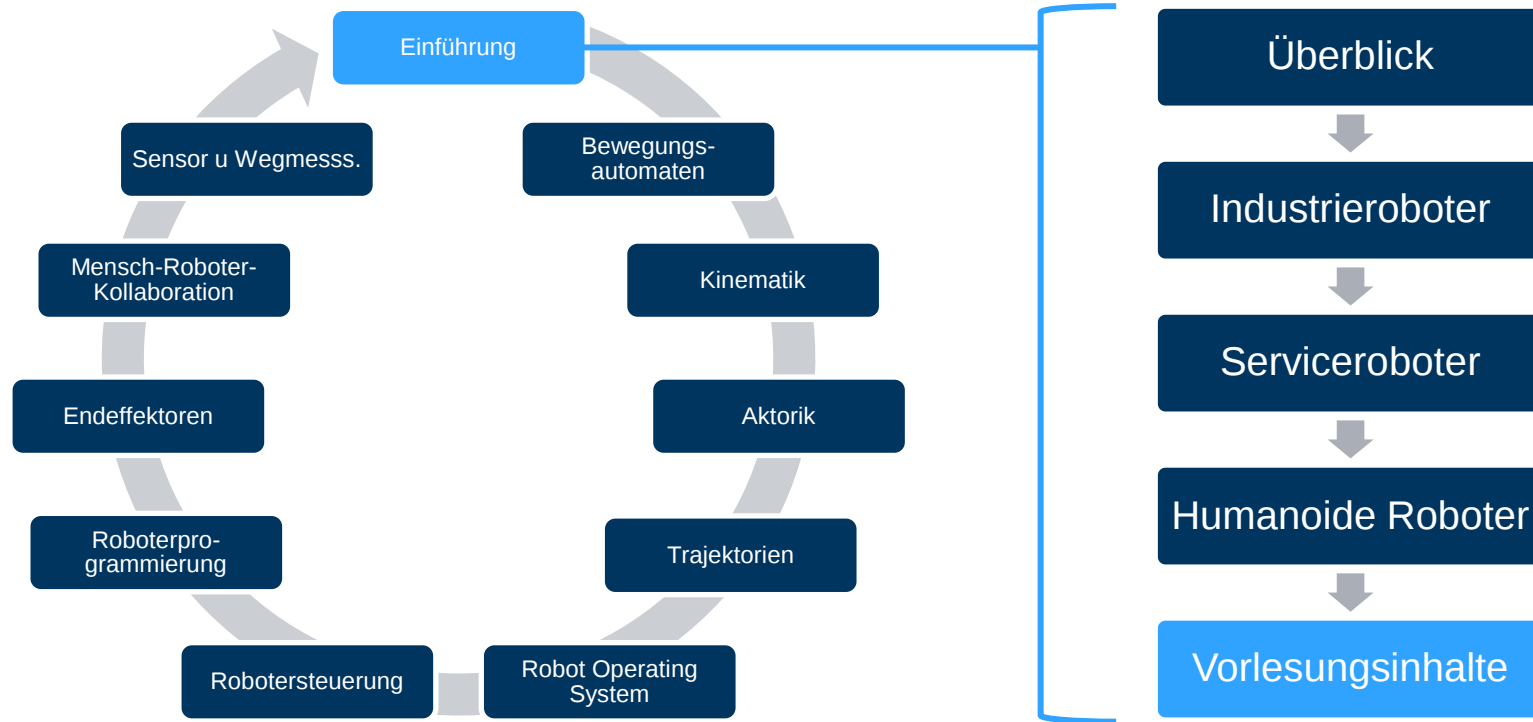


Drei Gesetze der Robotik:

- 1. Ein Roboter darf keinen Menschen verletzen oder durch Untätigkeit zulassen, dass ein Mensch zu Schaden kommt.*
- 2. Ein Roboter muss den Befehlen eines Menschen gehorchen, es sei denn, solche Befehle widersprechen dem ersten Gesetz.*
- 3. Ein Roboter muss seine eigene Existenz schützen, solange dieser Schutz nicht dem ersten oder zweiten Gesetz widerspricht.*



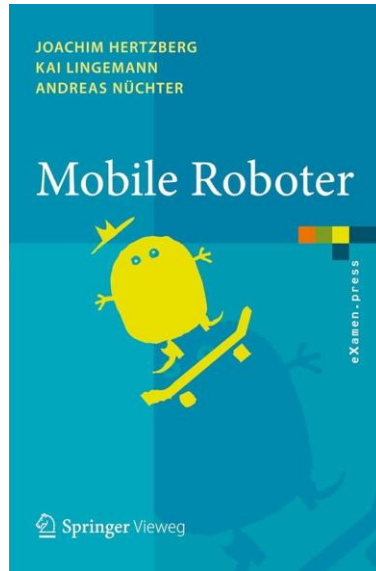
VORLESUNGSIHALTE





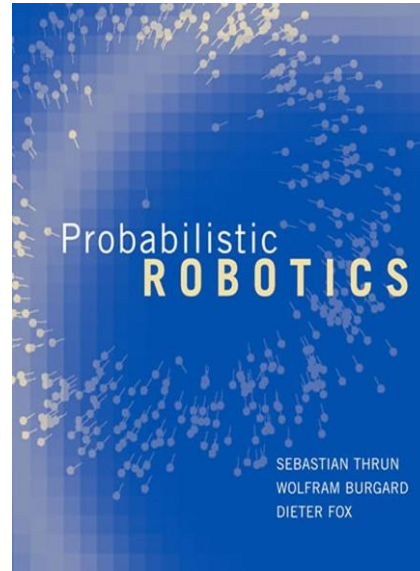
Moodle Kurs: Robotik WiWe 2526

Datum	Thema Vorlesung	Übung
24. Sep	Einführung	Einführungsveranstaltungen Praktika
1. Okt	Bewegungsautomaten	Bewegungsautomaten
8. Okt	Kinematik	Kinematik
15. Okt	Aktorik	Aktorik
22. Okt	Trajektorien	Trajektorien
29. Okt	ROS	ROS
5. Nov	<i>Praktikum</i>	
12. Nov	Robotersteuerung	Robotersteuerung
19. Nov	<i>Praktikum</i>	
26. Nov	Roboterprogrammierung	Roboterprogrammierung
3. Dez	<i>Praktikum</i>	
10. Dez	Endeffektoren	Endeffektoren
17. Dez	Gastvortrag	-
24. Dez	-	-
31. Dez	-	-
7. Jan	Mensch-Roboter-Kollaboration	Mensch-Roboter-Kollaboration
14. Jan	Sensortechnik	Sensortechnik
21. Jan	Wegmesssysteme	Wegmesssysteme
28. Jan	Klausurvorbereitung	-



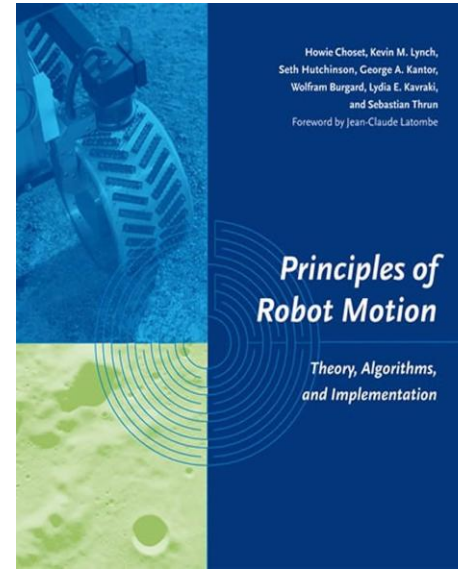
Hertzberg, Lindemann und Nüchter; Mobile Roboter: Eine Einführung aus Sicht der Informatik; Springer-Vieweg, 2012.

Standardwerk adressiert an Studierende



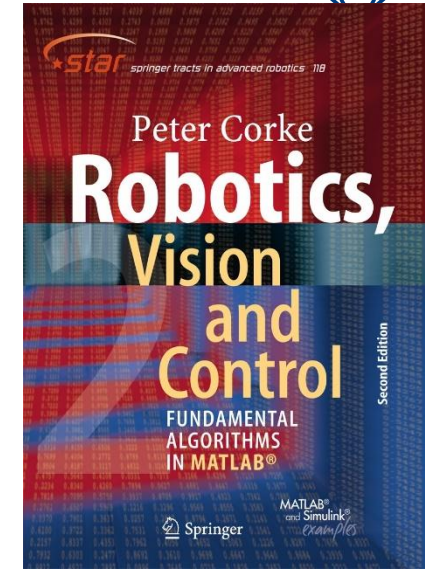
Thrun, Burgard und Fox; Probabilistic Robotics; MIT Press, 2005

Standardwerk, sehr umfangreich



Choset, Lynch, et al.; Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations; MIT Press, 2004

Standardwerk



Corke; Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB; Springer Tracts in Advanced Robotics, 2011;

Standardwerk