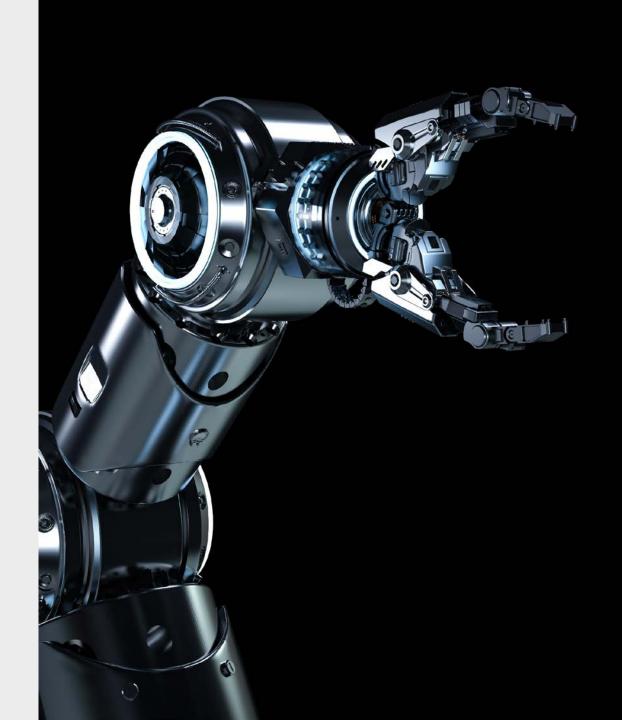






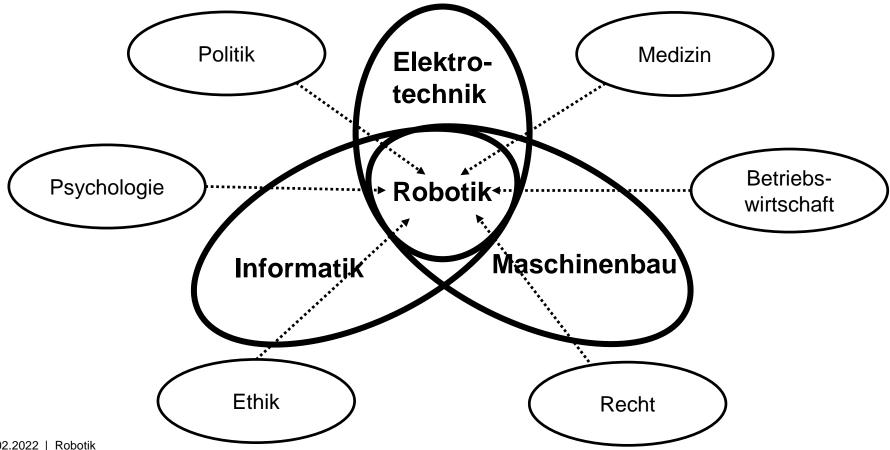
Definitionen



Robotik als Querschnittsdisziplin

Robotik ist die wissenschaftliche Disziplin der Entwicklung und Anwendung von Robotern.

Überschneidungsbereich von Elektrotechnik, Maschinenbau und Informatik, zus. Einflüsse aus anderen Fachdisziplinen



Was ist eigentlich ein Roboter?

Definitionen

Begriff 'Roboter' stammt vom slawischen 'robota' (= Arbeit, Frondienst), erstmal verwendet 1920.

Verein Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA):

"Industrieroboter sind universell einsetzbare Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wegen bzw. Winkeln frei (d. h. ohne mechanischen bzw. menschlichen Eingriff) programmierbar und gegebenenfalls sensorgeführt sind. Sie sind mit Greifern, Werkzeugen oder anderen Fertigungsmitteln ausrüstbar und können Handhabungs- und/oder Fertigungsaufgaben ausführen."

International Federation of Robotics (IFR)

Ein <u>Service</u>roboter ist ein Roboter, der nützliche Aufgaben für Menschen oder Equipment erbringt <u>exklusive</u> industrieller Automationsanwendungen."

"I can't define a robot, but I know one when I see one." (Joseph Engelberger, "Vater" der modernen Robotik)

Verschiedene Unterscheidungsmöglichkeiten

- Industrie(fertigung) vs. Dienstleistung
- Privater vs. professioneller Einsatz
- Mobil vs. fester Standort
- Kollaborativ vs. Betrieb mit Schutzeinrichtung

Und was ist der Unterschied zw. Automation und Robotik?

Keine klare Abgrenzung

- Ein Unterscheidungsversuch: Mind. 3 gesteuerte Achsen = Roboter
- Automation = Einsatz von Software und Geräten zum Erfüllen von Aufgaben

Vereinfacht: Roboter sind eine Untergruppe von (komplexen) Automaten



Bsp. eines Industrieroboters (1)



Bsp. eines Serviceroboters (2)

Im Weiteren nicht betrachtet

- Militärroboter
- Weltraumroboter
- Medizinroboter
- Nanoroboter
- Maritime Roboter
- Animatronics

Wirtschaftlichkeit zweitrangig

Keine relevanten Anwendungen für Handel



RoboThespian, ein komplexer Android (5)



OP-Roboter CyberKnife (3)



Roboterarm Canadarm2 (4)





Antike und Mittelalter

- erste mechanische Automaten schon in der Antike, meist eher Spielzeugcharakter
 - Berichte von androiden (menschenförmigen) Automaten bereits ca. 1000 v. Chr.
 - Heron von Alexandria zählt zahlreiche Automaten in seinem Buch "Automata" auf (1 Jh. v. Chr.)
- ab Spätmittelalter ausgefeiltere Automaten, z.B. eine mechanische Ente (18. Jh.)

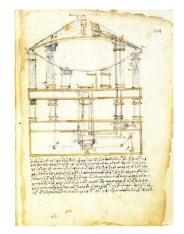
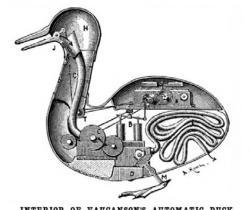


Abb. aus "Automata" (6)



INTERIOR OF VAUCANSON'S AUTOMATIC DUCK.

A, clockwork; B, pump; C, mill for grineing grain; F, intestinal tube

L, bill: H, head: M, feet.

Mechanische Ente (7)

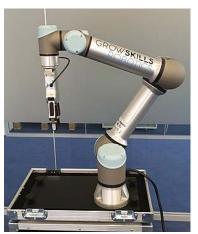
- erste Industrieroboter in den 50/60ern (Unimate von General Motors war der 1. Industrieroboter)
- erste Serviceroboter in den späten 80ern (Helpmate von Helpmate Robotics gilt als 1. Serviceroboter)
- erster kollaborativer Roboter ('Cobot') 1997 entwickelt von Profs. Peshkin und Colgate an der Northwestern University (USA)



Unimate, der erste Industrieroboter (8)



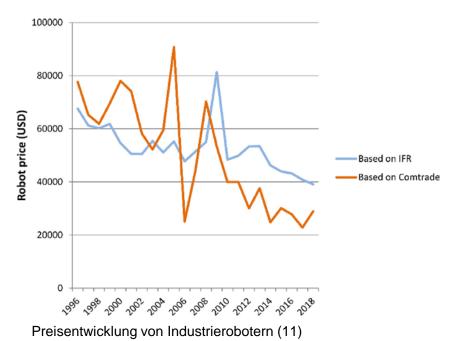
Helpmate, der erste Serviceroboter (9)

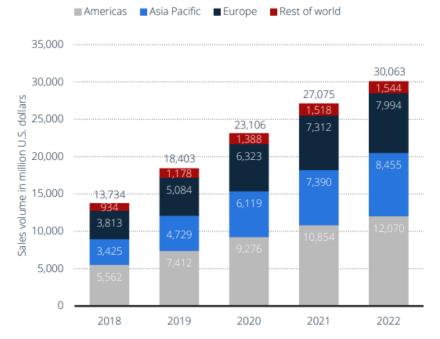


Cobot UR-5 von Universal Robots (10)

Jüngere Entwicklung

- Preise fallen stetig
- Ausbreitung nimmt weltweit bei Industrie- und Servicerobotern kontinuierlich zu
- viele neue Robotik-Start-ups





Absatz von Servicerobotern nach Regionen (12)

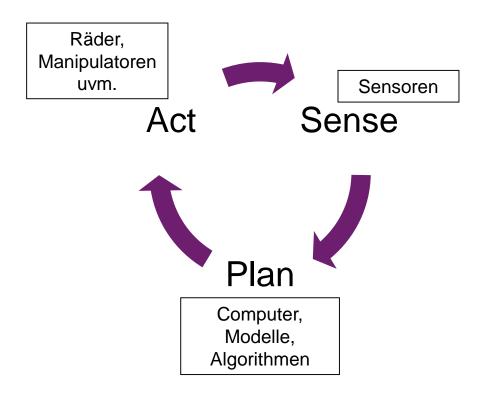


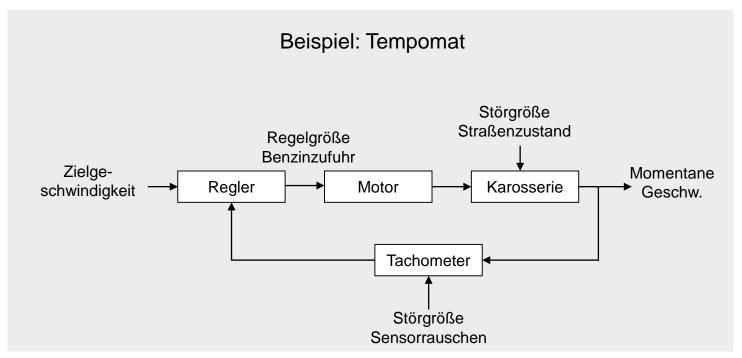
Funktionsweisen



Wie ein Roboter "denkt"

Grundsätzlich immer Sense-Plan-Act, also ein sog. Entscheidungszyklus oder Regelkreis





Wie sich ein Roboter bewegt

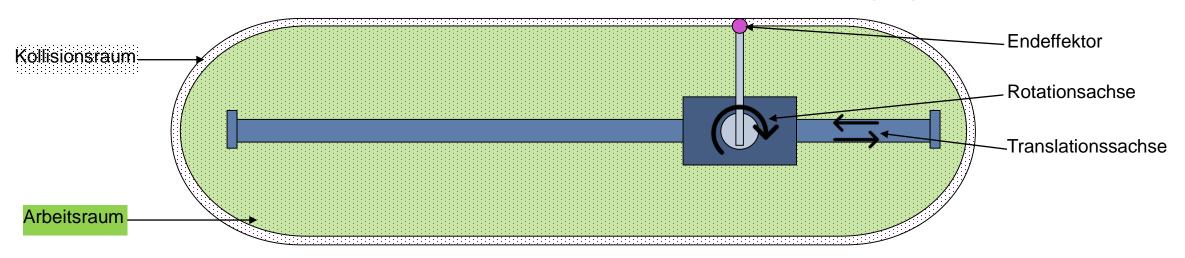
Zentrale Begriffe

Achse = Gerade, die eine Drehung (Rotationsachse) oder Verschiebung (Translationsachse) beschreibt

Freiheitsgrade (Degrees of Freedom ,DOF') = (vereinfacht) Anzahl der unabhängigen Achsen bzw. Bewegungsrichtungen. Frei im Raum beweglich = 6 DOF (3 Rotationsachsen + 3 Translationsachsen)

Arbeitsraum = Gesamtheit aller Punkte im Raum, die der Roboter mit seinem Effektor erreichen kann

Kollisionsraum = Gesamtheit aller Punkte im Raum, die der Roboter bei seinen Bewegungen durchfahren kann



Sicherheit

Einhaltung von Sicherheitsvorgaben für Mensch, Maschine und Arbeitsumgebung = absolute Grundvoraussetzung!

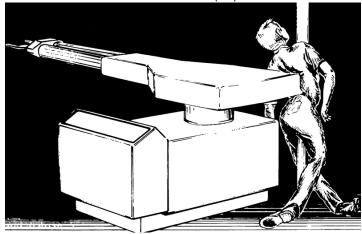
Normen = Vorgaben zu Bau- und Funktionsweise sowie Gestaltung der Arbeitsumgebung, z.B. Bewegungsgeschwindigkeiten, Mindestabstände, Schutzvorrichtungen.

Herausforderung: Herausfinden, welche Normen Anwendung finden – nicht alle Vorgaben stimmen überein!

Schulung der Mitarbeiter ebenfalls wichtig!



Not-Aus-Schalter (13)



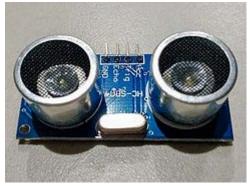
Darstellung eines tödlichen Roboterunfalls (14)

Sensoren

Die am häufigsten verwendeten Sensoren sind

- Laserscanner/LIDAR (teuer, aber hochpräzise)
- Kameras (gute Allroundsensoren, aber aufwändige Auswertung)
- 3D-Kameras (Structured Light, Stereo, Time-of-Flight; rel. preiswerte 3D-Erfassung)
- Ultraschallsensoren (extrem preiswert, aber eingeschränkte Funktionalität)

Faustregel: Je ungenauer die Sensorik, desto aufwändiger ist die Entwicklung der Software für den Roboter.



Ultraschallsensor (15)



Laserscanner (16)

Manipulatoren

Manipulator = Werkzeug des Roboters zur Interaktion mit der physischen Welt

Typische Beipiele: Greifer (sehr viele Untergruppen), Schweißgerät, Lackierpistole

Reichen von extrem simpel (z.B. Haken zum Aufnehmen von Behältern) bis hochkomplex (z.B. 5-Finger-Hand)



Sauggreifer der Firma Schmalz (17)



Klauengreifer (18)



Roboterhand der Firma Schunk (19)

Roboterarten

Beispiele verschiedener Robotertypen

Manipulation



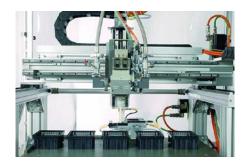
SCARA-Roboter (20)



Parallelkinematik-Roboter (22)



Vertikal-Knickarm-Roboter (21)



Portal-Roboter (23)

Fortbewegung



AGVs (24)



Vierbeiniger Roboter (26)



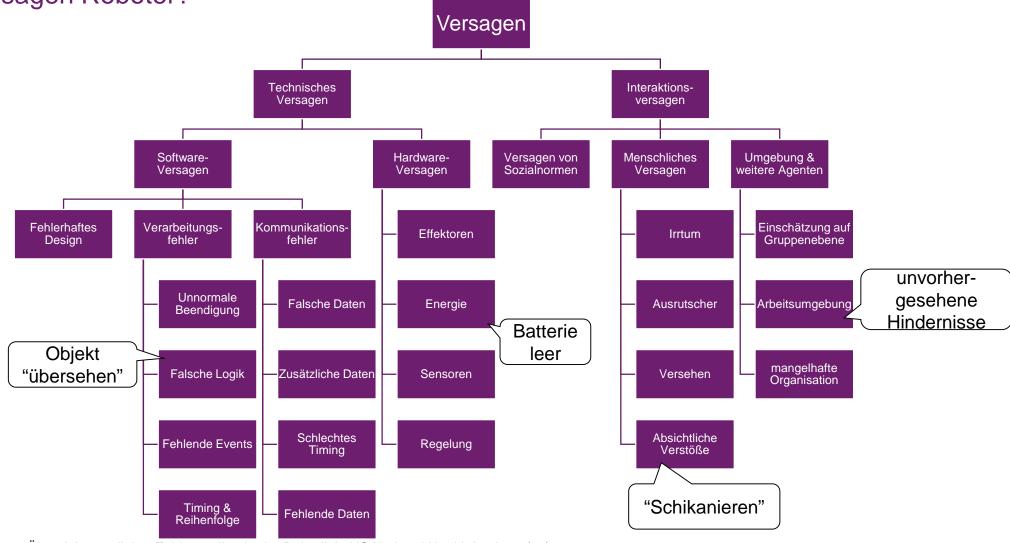
Drohne (25)



Schlangenroboter (27)

Fails

Wann versagen Roboter?

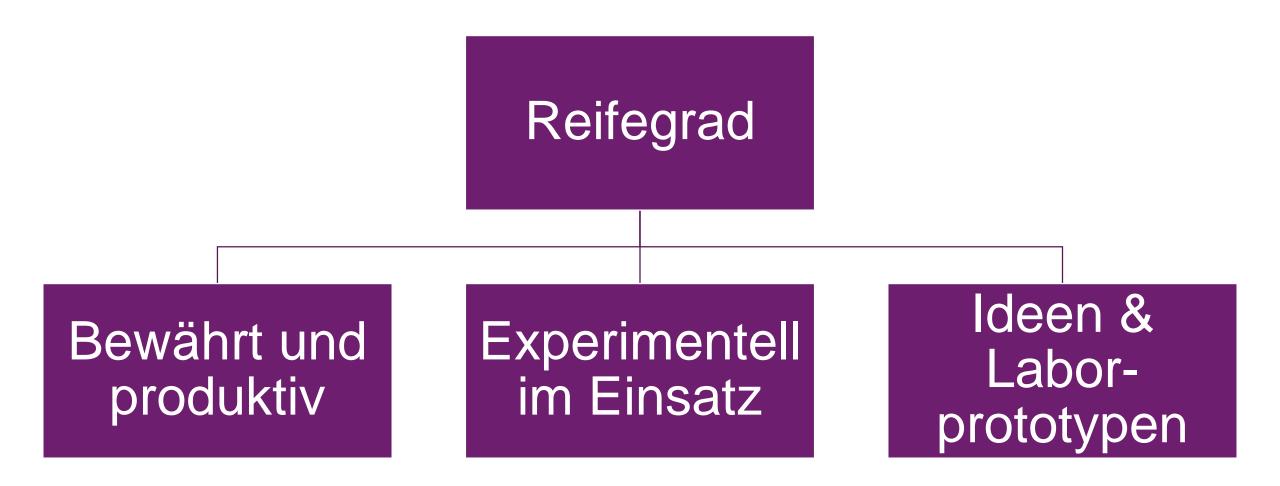


Übersicht möglicher Fehlerquellen in der Robotik It. US National Health Institute (28)





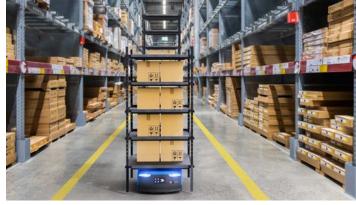
Was ist, was geht, was kommt?



Bewährt und produktiv

Primäres Einsatzfeld: Intralogistik

- AGV/AMR für Transport von Ladungsträgern (Paletten, Behälter, Regale)
 - Goods-to-Person
 - Person-to-Goods
- Autonome Gabelstapler
- Komplexe Lagerautomationssysteme
 - Autostore-Varianten
 - Autom. Hochregale + "Läufer"-Roboter
- Entladeroboter
- Drohnen zur Lagerüberwachung/ -kontrolle



Goods-to-Person-Roboter (29)



Autostore-Roboter (30)

Experimentell im Einsatz

Roboter in Trials bei Einzelhändlern

Lieferroboter und -drohnen

Autonome LKW

- Shelf Compliance Robots
- Reinigungsroboter
- Warenausgabe
- Social Robots
- Einkaufsassistenten
- Überwachungsroboter
- Exoskelette



Überwachungsroboter von Knightscope (31)



Shelf-Compliance-Roboter von Simbe Robotics



Lieferdrohne (29)

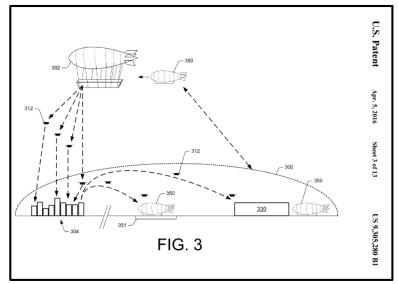


Lieferroboter von Starship Technologies (32)

Ideen & Laborprototypen

In frühen Forschungsphasen oder bislang nur Idee

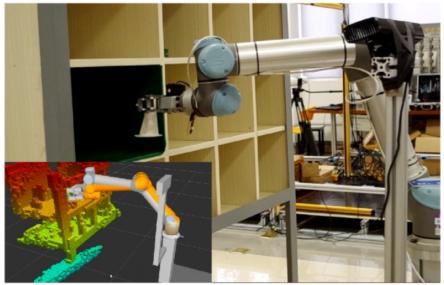
- Verräumroboter
- mobiles Picking (Zusammenstellen von Warenkörben)
- autonomes, fliegendes Warenlager inkl. Drohnenschwarm
- **?**



Auszug aus Amazons Patent zum fliegenden Warenlager (33)



Verräumroboter EU-Projekt Refills (34)



Roboter beim Picking aus einem Regal (35)

Warum ist Robotik im Handel nicht stärker verbreitet?

Aktuell ist die größere Herausforderung nicht die <u>technische Lösung (Invention)</u>, sondern diese <u>wirtschaftlich</u> <u>attraktiv</u> zu gestalten (<u>Innovation</u>):

- Niedrige Stückzahlen verhindern (noch) starke Skalenökonomien
- Fachkräfte tendenziell (noch) rar und daher teuer
- Technologien sind oft komplex, Entwicklung daher aufwändig
- Schlecht strukturierte und dynamische Umgebung
- Handelsmarge im Vergleich zu anderen Branchen dünn (= hohe Anforderungen an Effizienz)
- Mangelnde Erfahrungen in Unternehmen = hohe Unsicherheit bzgl. Rentabilität
- z. T. verhindert auch die aktuelle Gesetzeslage großflächigen Einsatz von Robotik (öffentl. Verkehrsordnung, Sicherheitsvorschriften)



Anhang

Quellenangaben und weiterführende Links



Interessante Links zum Stöbern

Robohub - Connecting the robotics community to the world

Lots of Bots – mobile Roboter & AGVs einfach vergleichen

Robot Hall of Fame – Wikipedia

A History Timeline of Industrial Robotics - Futura Automation (futura-automation.com)

Robot Fail Compilation – YouTube

Quellen

- 1) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KUKA robot for flat glas handling.jpg -
- 2) Metralabs GmbH,Ilmenau
- 3) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robotic CyberKnife at St. Marys Of Michigan.jpg -
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISS-32 HTV-3 Canadarm2 grapples the Exposed Pallet.jpg -
- 5) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Innorobo 2015 engineered arts RoboThespian.jpg -
- 6) https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Hero of Alexandria, Automata, Venice, Gr. 516.jpg -
- 7) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Digesting Duck.jpg -
- 8) https://www.automate.org/a3-content/joseph-engelberger-unimate
- 9) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1993_Helpmate_robots.jpg -
- 10) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cobot.jpg -
- 11) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954349X21000321 -
- 12) https://www.statista.com/study/64326/robotics/ -
- 13) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emergency Stop.jpg -
- 14) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Industrial robot accident.png -
- 15) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ultrasound_distance_sensor.jpg
- 16) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Velodyne Lidar Alpha Prime Ultra Puck Puck Sensor Family.jpg -
- 17) https://automationspraxis.industrie.de/allgemein/sauggreifer-fuer-cobot/ -
- 18) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robotic_Claw_ROV_Gripper.png -
- 19) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robotic Hand at Hannover Messe 2016.JPG -
- 20) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KUKA Industrial Robot KR10 SCARA.jpg -
- 21) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robot_per_a_la_soldadura_per_punts.png -
- 22) https://www.yaskawa.de/produkte/roboter/pick-place/productdetail/product/mpp3h 745 -
- 23) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2 komponenten einfachdosierer auf portal.ipg -
- 24) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Automated_Guided_Vehicles.jpg -
- 25) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2015 Dron DJI Phantom 3 Advanced.JPG -
- 26) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Huntsman-spider-inspired-quadruped-robot-a-walking-form-and-b-rolling-form.jpg
- 27) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SnakeBot4.jpg -
- 28) https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6013580/ -
- 29) Adobe Stock
- 30) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Euro-friwa-autostore.jpg -
- 31) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:K5 in SF.jpg -
- 32) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Delivery_rover_by_starship.xyz, June_2017.jpg -
- 33) https://pdfpiw.uspto.gov/.piw?PageNum=0&docid=09305280&IDKey=6E617CF3C605&HomeUrl=http%3A%2F%2F patft1.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-
 - Parser%3FSect1%3DPTO1%2526Sect2%3DHITOFF%2526d%3DPALL%2526p%3D1%2526u%3D%25252Fnetahtml

- %25252FPTO%25252Fsrchnum.htm%2526r%3D1%2526f%3DG%2526l%3D50%2526s1%3D9305280.PN.%2526OS %3DPN%2F9305280%2526RS%3DPN%2F9305280 -
- 34) https://www.youtube.com/watch?v=dx1QKRg64xQ&list=PLn-84vcDmHfh5InRSL93LjKK6le-2Jday&index=2&t=16s -
- 35) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AIMM-is-picking-up-a-working-part-form-the-warehouse.jpg -



