
Robotik, KI und Kreislaufwirtschaft

Prof. Dr.-Ing. H. Brüggemann

Dezember 2024



Inhalt

- Einführung
- Entwicklung Roboter
- Roboter und KI
- KI gestützte Roboter in der Kreislaufwirtschaft



Standorte der Ostfalia mit Fakultäten

Salzgitter



- Verkehr-Sport-Tourismus-Medien

Suderburg



- Bau-Wasser-Boden
- Handel und Soziale Arbeit (i.Gr.)

Wolfsburg



- Fahrzeugtechnik
- Gesundheitswesen
- Wirtschaft

Wolfenbüttel



- Elektrotechnik
- Informatik
- **Maschinenbau**
- Recht
- Soziale Arbeit
- Versorgungstechnik

Niedersächsische Lernfabrik für Ressourceneffizienz (NiFaR)

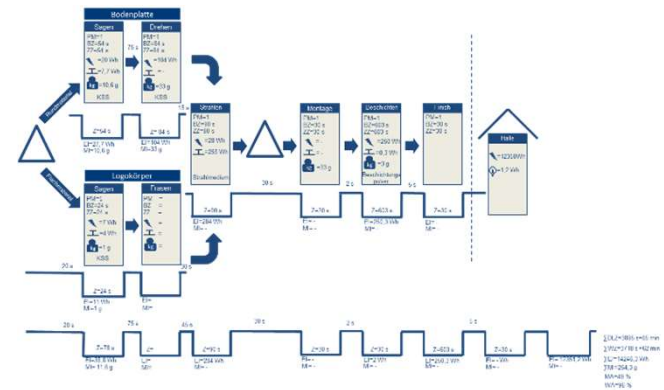
- Förderung durch EFRE 2011-2014
- **Kompetenzzentrum für Ressourceneffizienz** in der Produktion in der Region **Südost-Niedersachsen**
- Gründung des gemeinnützigen Vereins NiFaR e.V.
- Ziel: Weiterbildung von Mitarbeitern aus Unternehmen zu den Themen Energie- und Materialeffizienz
- Training in einer realen Fabrikumgebung
- Philosophie: **Einsparpotenziale erleben!**



Schulungen

Schulungsangebot:

- Energieeffizienz in der Produktion - Grundlagen
- Energieeffizienz in Produktion
- Energieeffiziente Prozessoptimierung – Energiewertstrom
- Energieeffiziente Roboterprogrammierung
- Über Lean Management zur materialeffizienten Produktion
- Digitalisierung und Ressourceneffizienz
- Transformationsberatung KMU Solar



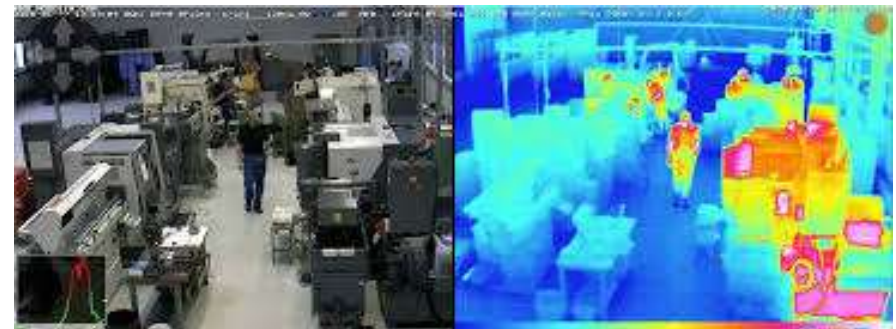
Weitere Angebote

- Unterstützung von Energieeffizienznetzwerken
- Inhouse-Schulungen, z.B. zum Thema Druckluft mit einem mobilen Druckluftstand
- Verleihung von Messkoffern
- Durchführung von Energie-Quickchecks
- Unterstützung von Energieberatern, z.B. Besuche mit Kunden



Energieeffizienz - Quick Check

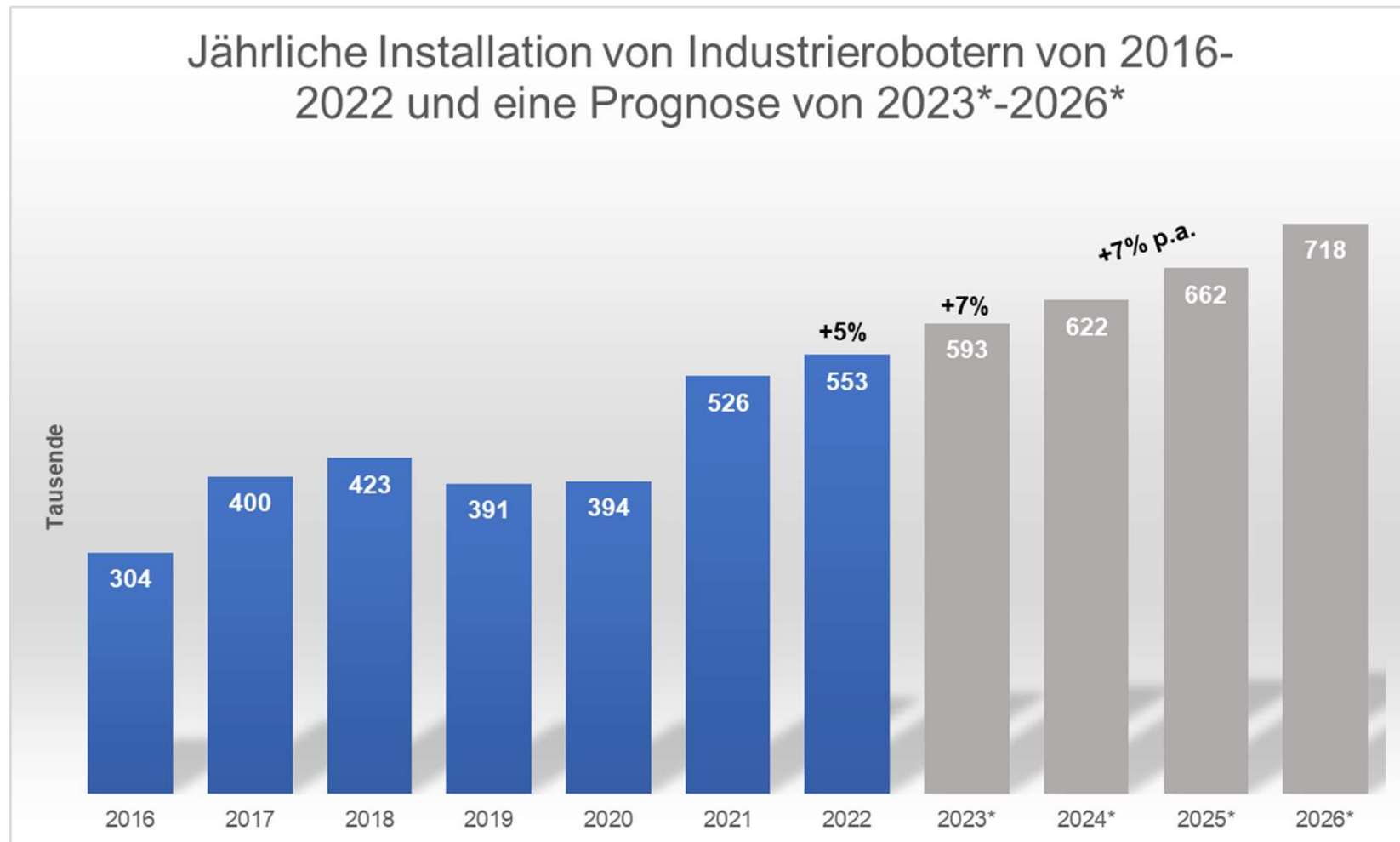
- Begehung des Produktionsbereiches
- Erarbeitung von Vorschlägen zu
 - Energieeffizienten Gebäuden (Halle, Lüftung, Heizung)
 - Energiebereitstellung (PV)
 - Querschnittstechnologien (Druckluft, Beleuchtung)
 - Logistik und Produktionsabläufen

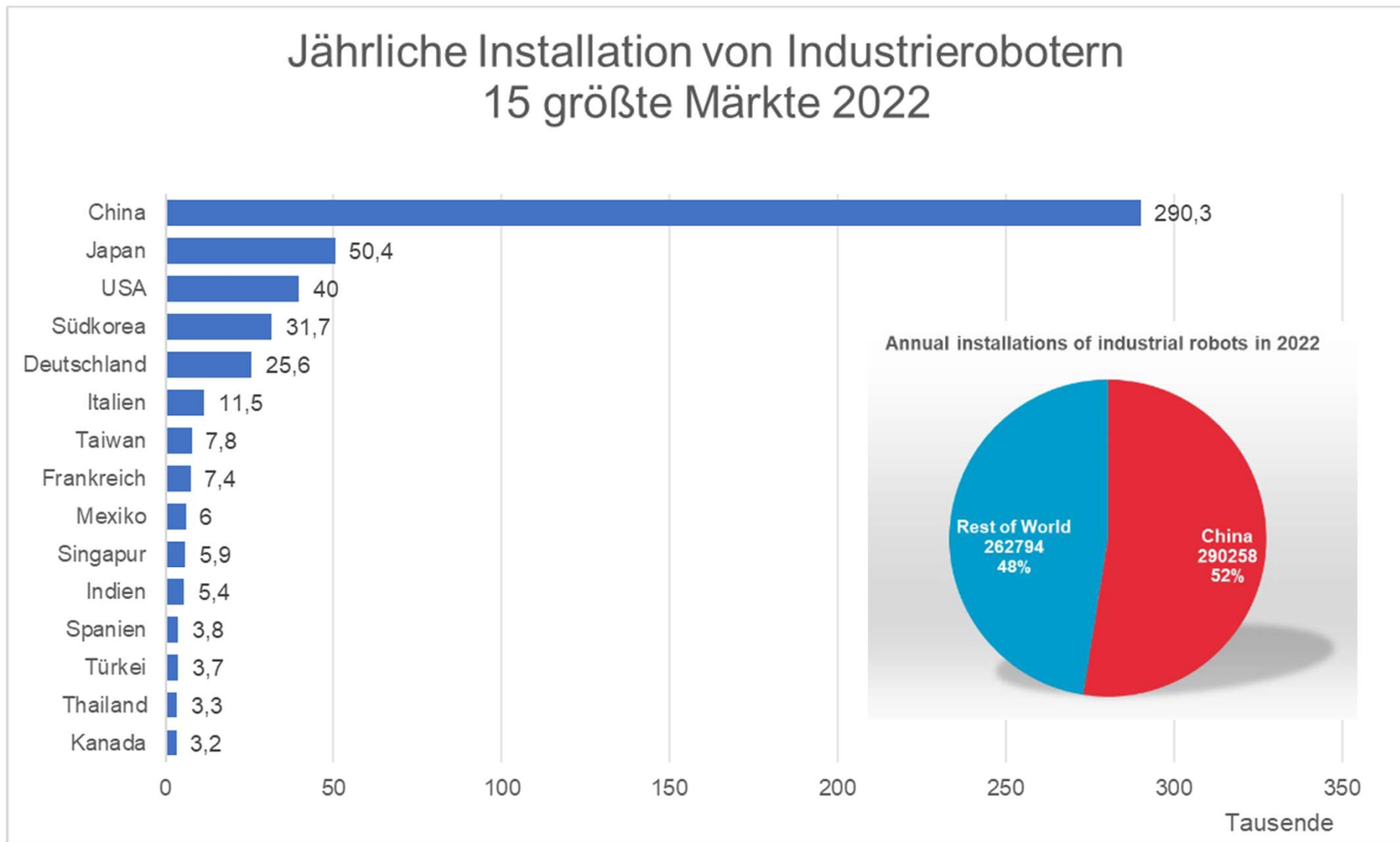




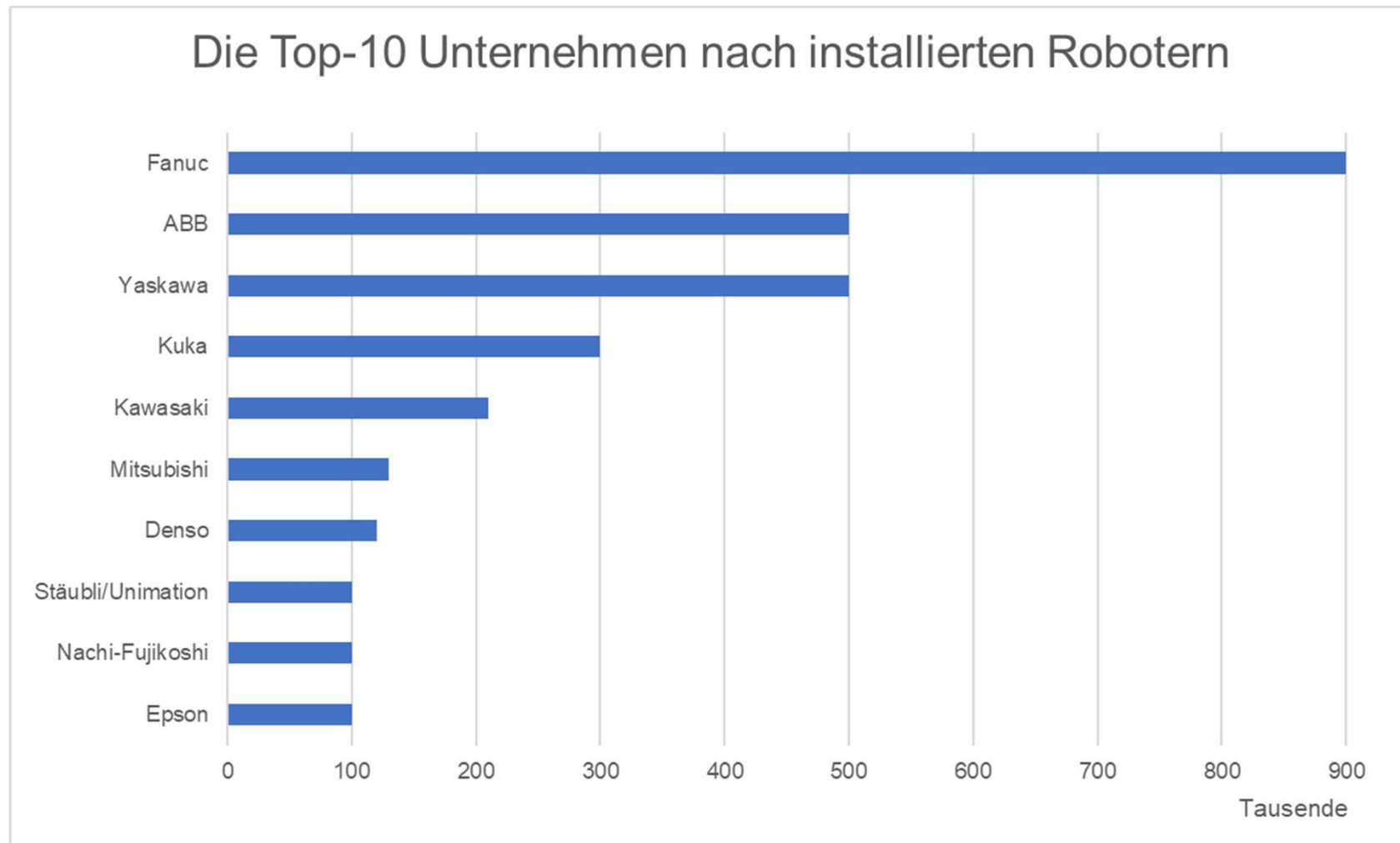
Teilprojekt im Rahmen des Transformationsnetzwerkes ReTraSON mit dem **Ziel**:

Aufbau eines Netzwerkes zur Förderung von Robotik-Anwendungen sowie dem Erfahrungsaustausch zwischen Unternehmen und der Wissenschaft im Bereich Robotik in der Region Südost-Niedersachsen.



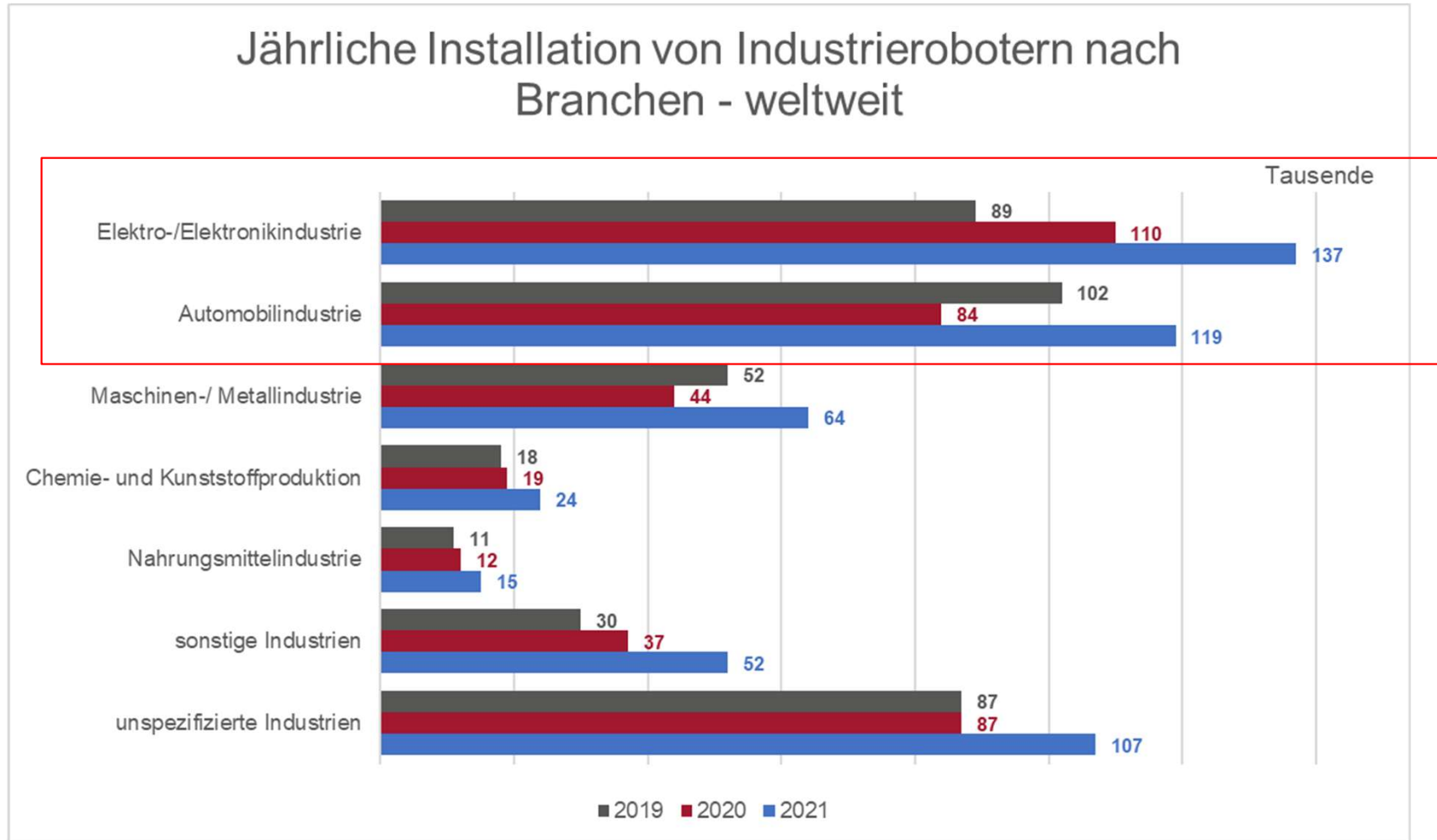


Hersteller von Industrierobotern

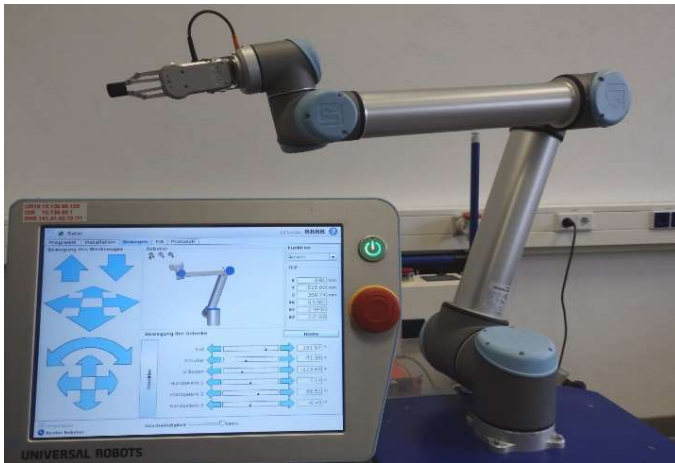


Roboterhersteller in China

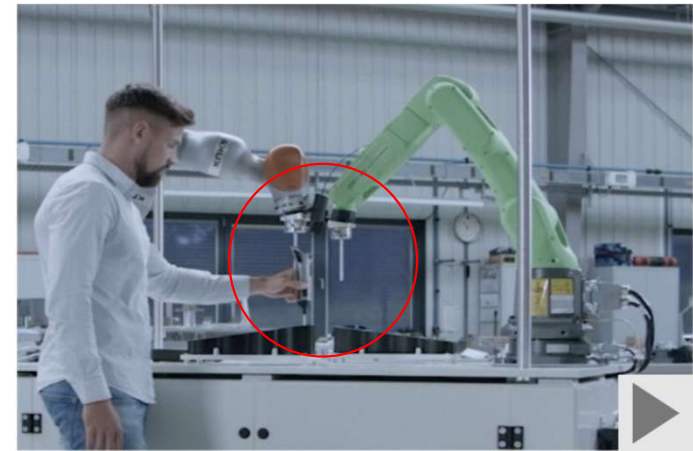




Neue Bedienkonzepte



„I-pad“-orientiertes Handheld



Stifteingabe von *Wandelbots*

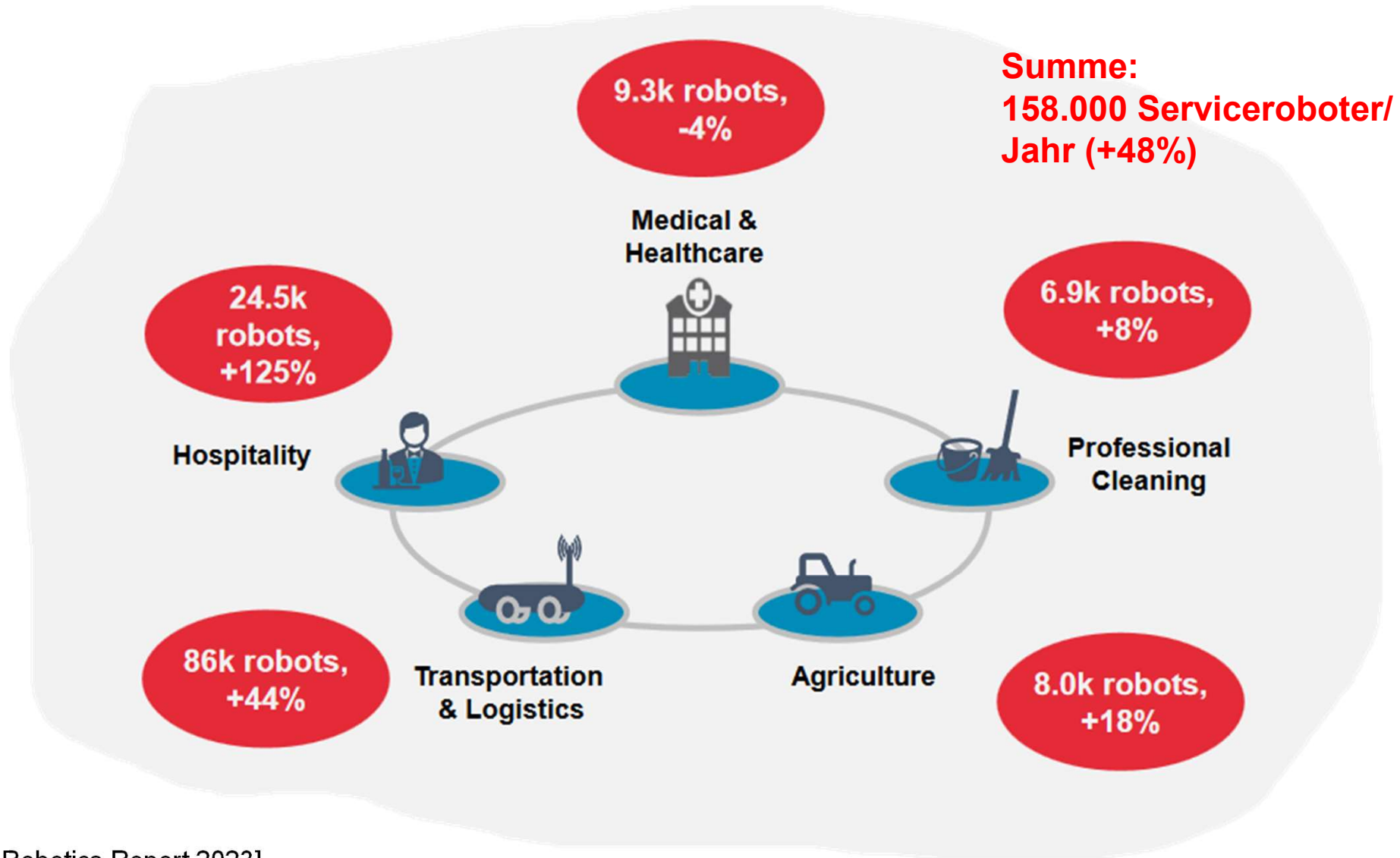


App-orientierte Programmierung



CAD-abgeleitete Programmierung

Einsatzbereiche professioneller Serviceroboter



[World Robotics Report 2023]

Mobile Roboterplattformen

Amazon hat 2012 kiva systems gekauft. Die **kiva** – Roboter werden im Logistik-Bereich eingesetzt.



- Das automatisierte Plattformfahrzeug C-MATIC von **Linde Material Handling** eignet sich optimal für den Materialtransport über kurze und mittlere Strecken.
- Traglast bis max. 1.500 kg
- Fahrrouten und -aufträge werden per Software gesteuert. Im Raum orientieren sich die Plattformfahrzeuge entlang von am Boden angebrachten QR-Codes.

Mobile Serviceroboter



Autostadt Wob:
Kleine mobile Roboter
transportieren
Nummernschilder der
Neufahrzeuge
von der Abholerwelt
ins KundenCenter

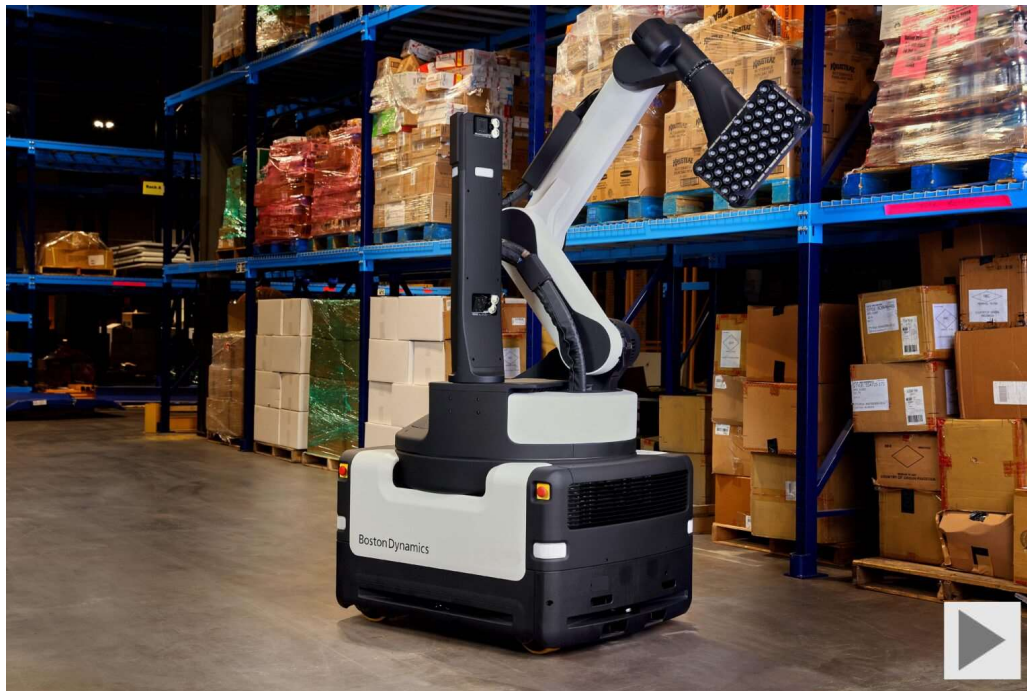
Mobile Roboter in der Lagerlogistik



Magazino:

- Logistik-Roboter Soto kann bis zu 24 KLT transportieren
- Automatisiert die Teileversorgung.
- KLT bis 20 kg
- Zu den Investoren gehören die Jungheinrich AG, Körber AG, Zalando und Fiege Logistik

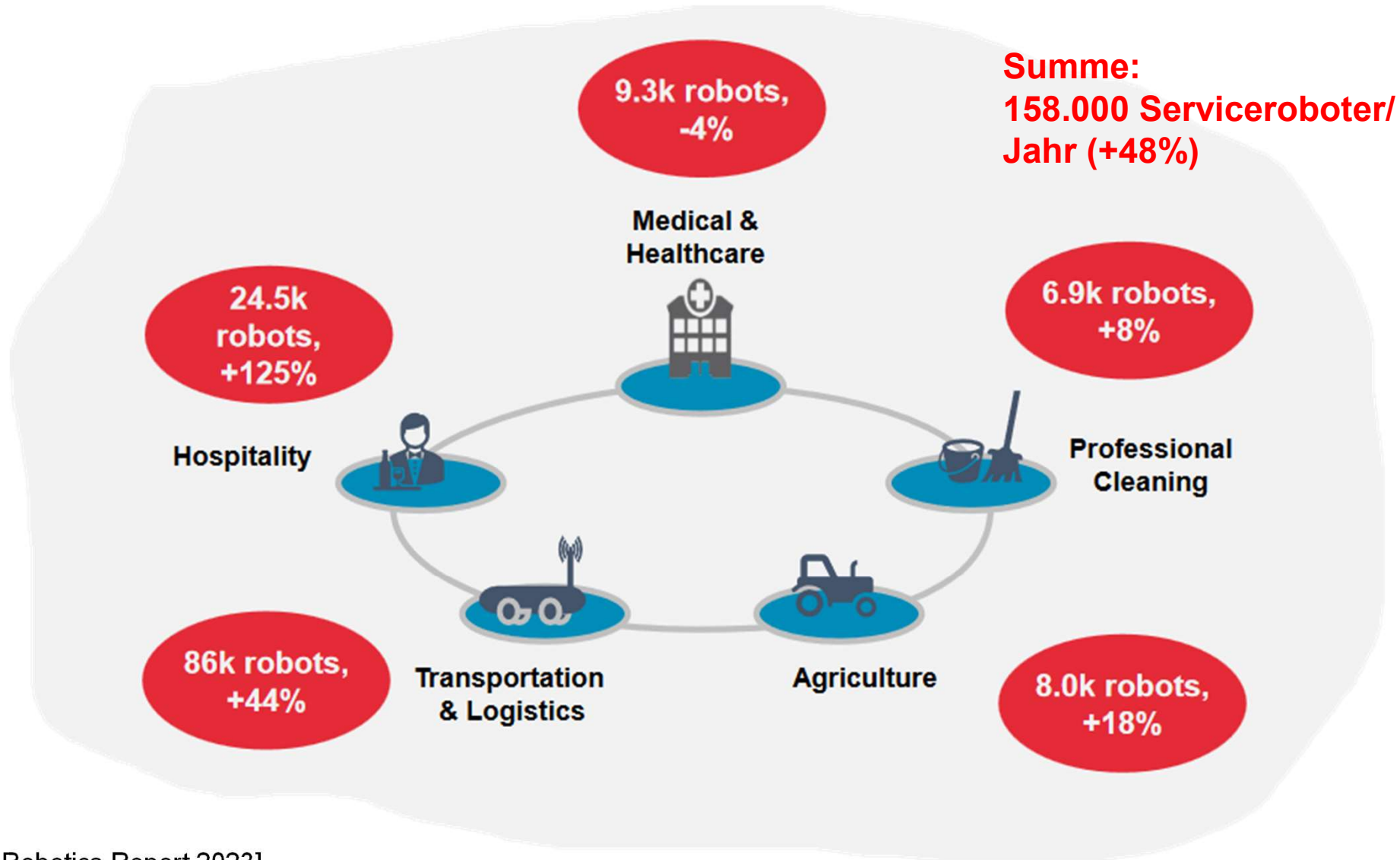
Mobile Roboter in der Lagerlogistik



Boston Dynamics:

- Roboter Stretch kann Pakete bis 22,5 kg heben
- Einsetzt bei DHL, H&M, OTTO

Einsatzbereiche professioneller Serviceroboter




[World Robotics Report 2023]

Beispiele für Serviceroboter



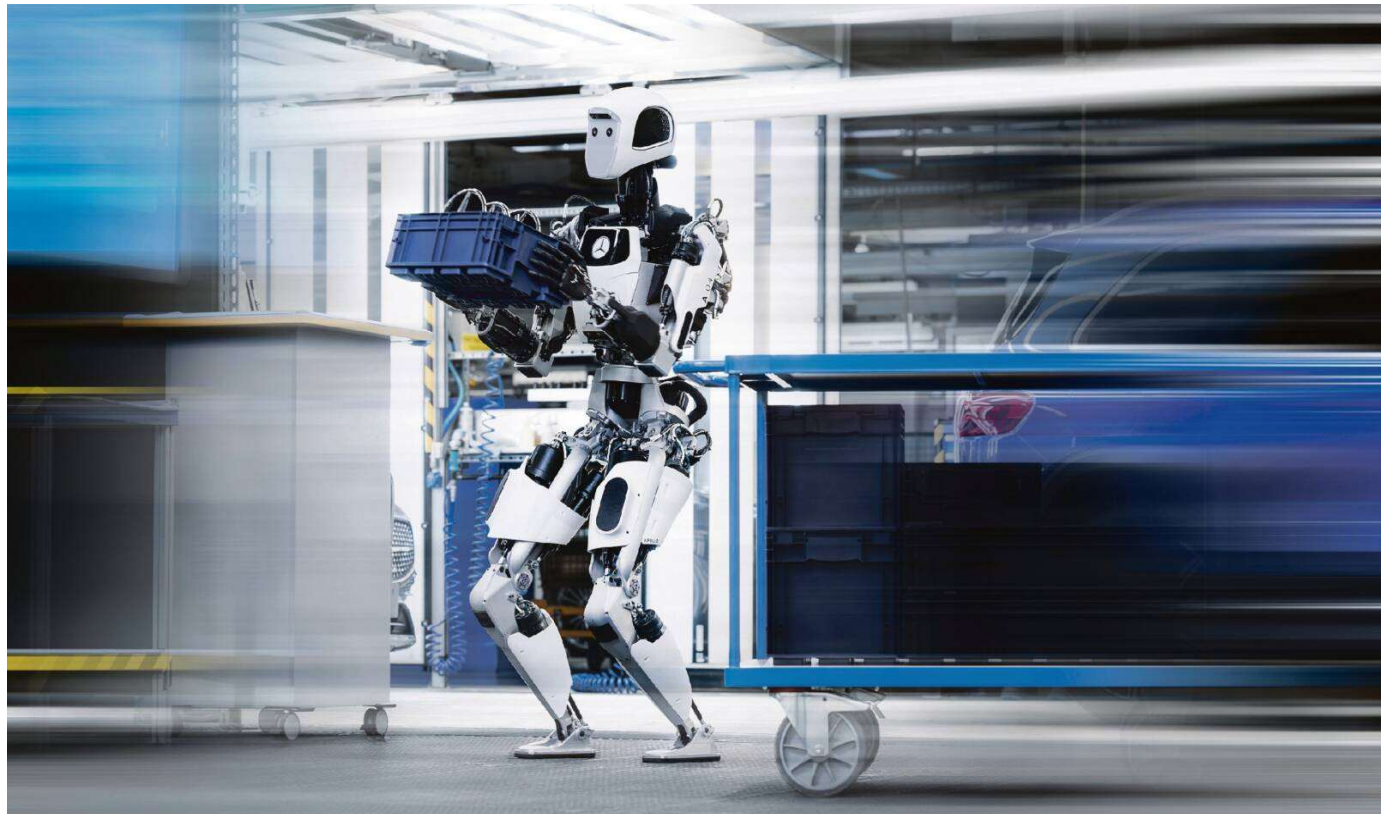
TOP 5 Global Robotics Trends in 2024



The infographic displays five global robotics trends for 2024, each with a corresponding icon:

- AI AND MACHINE LEARNING**: Icon of a robotic arm with 'AI' on its base.
- COBOTS IN NEW APPLICATIONS**: Icon of a collaborative robot arm reaching for a stack of items.
- MOBILE MANIPULATORS**: Icon of a robotic arm mounted on a mobile base.
- DIGITAL TWIN**: Icon of a robotic arm interacting with a computer monitor displaying a digital twin.
- HUMANOIDS**: Icon of a humanoid robot, which is circled in red.

Humanoide Roboter



Mercedes testet aktuell den 1,70 m großen und 75 kg schweren Zweibeiner „Apollo“ vom US-Hersteller **Apptronik**. Dieser Roboter kann knapp 25 kg heben und dank seiner einzigartigen Kraftsteuerungsarchitektur in unmittelbarer Nähe zu Menschen agieren.

Humanoide Roboter



Nvidia will das **Training von humanoiden Robotern** beschleunigen. Nvidia bietet KI-basierte Microservices und -Frameworks für die Simulation und das Lernen von Robotern der Nvidia-NIM-Reihe sowie der Orchestrierungsdienst Nvidia Osmo für die Ausführung von mehrstufigen Robotikarbeitsprozessen an. Ein Anwender ist der deutsche Hersteller **Neura Robotics**.

Humanoide Roboter

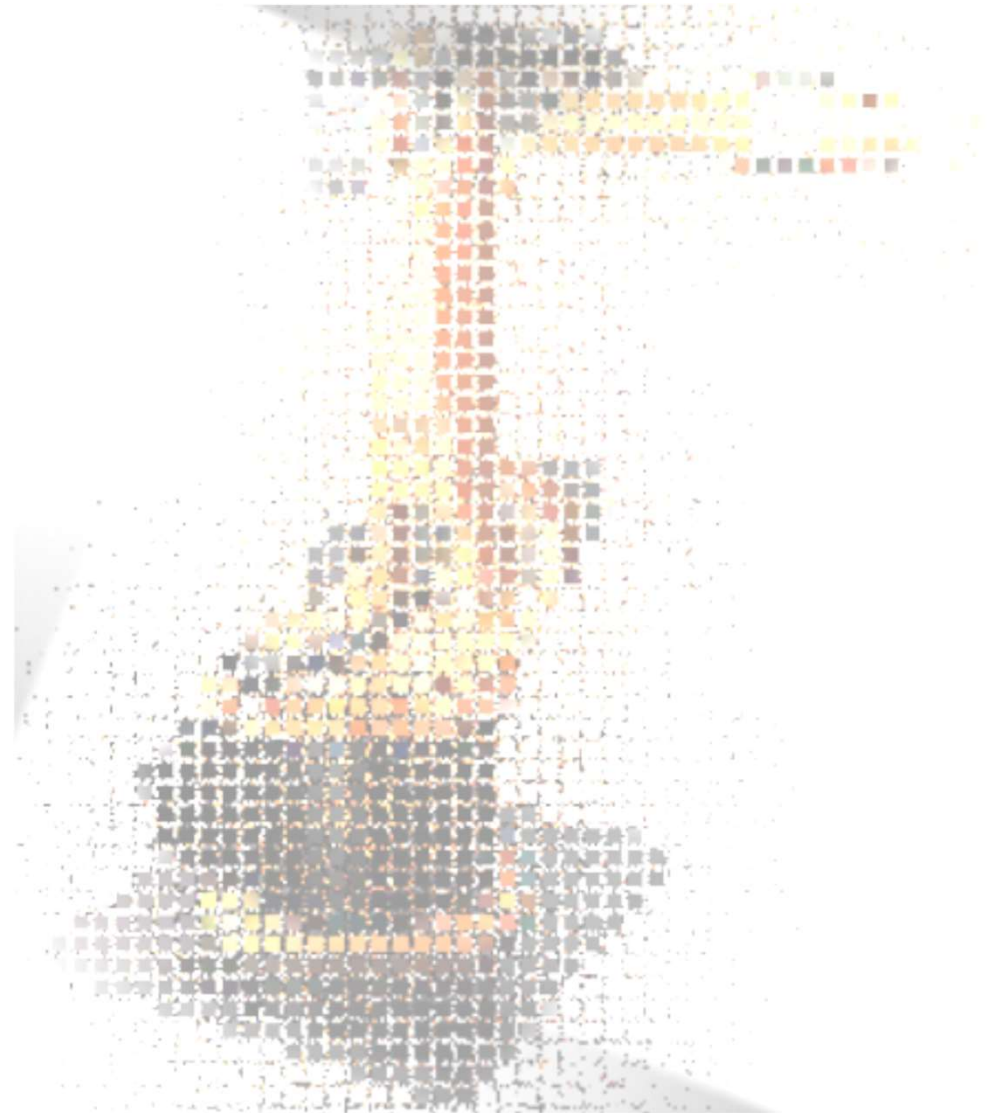


[Bild: Naval]

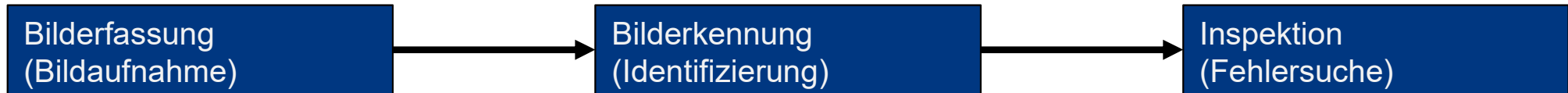
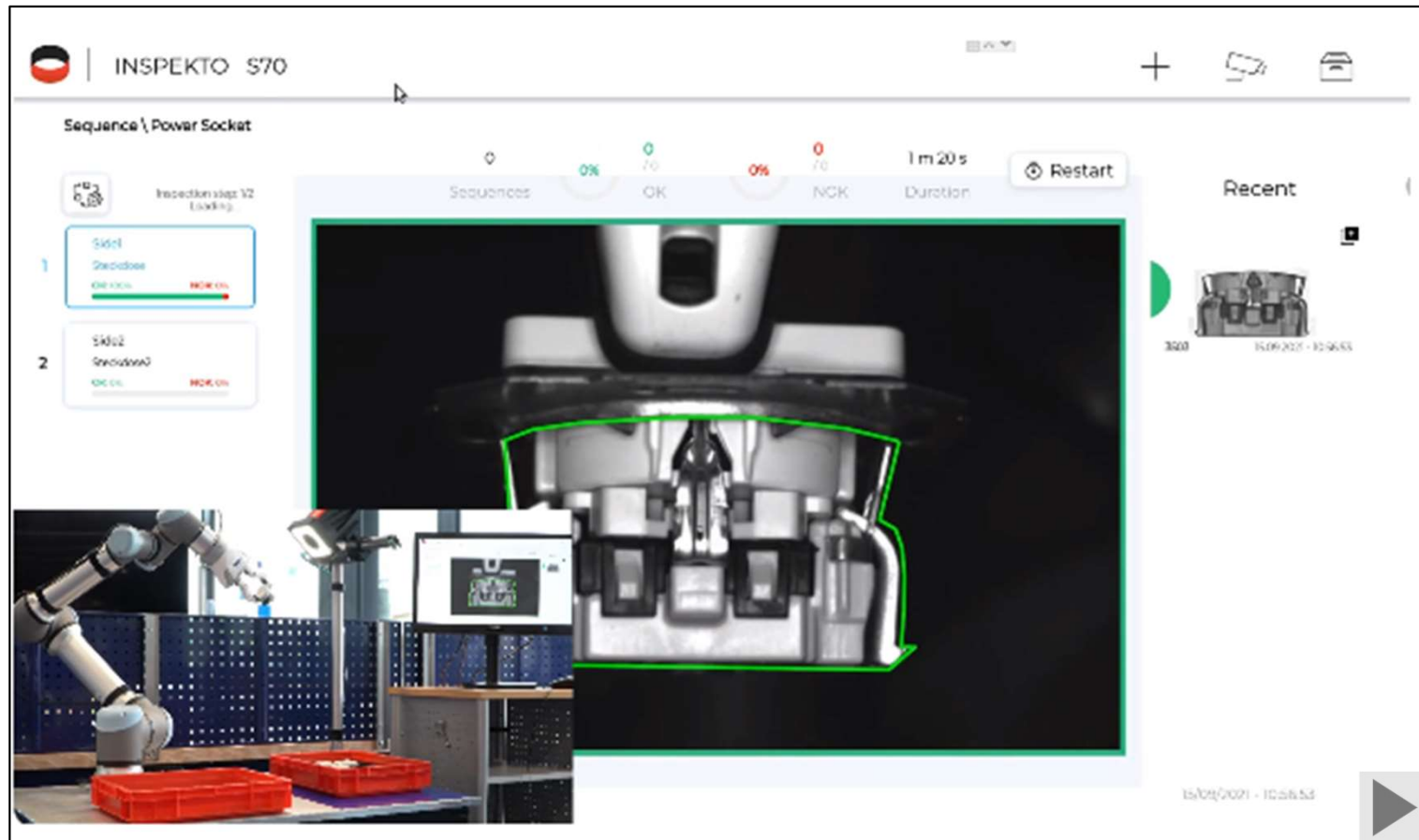
Roboter in der Altenpflege:
Pflegeroboter „Emma“ und „Naval“

Verbreitete Anwendungsbereiche:

- Intelligente Bildverarbeitung für
 - Objekterkennung
 - Oberflächeninspektion
- Lernen von Greifvorgängen, z.B. Bin Picking-Prozess
- Predictive Maintenance
- Unterstützung/ Optimierung der Bahnplanung bei stationären Robotern
- Routenplanung bei mobilen Robotern
- Unterstützung bei der Roboterbedienung



KI in der Bildverarbeitung - Intelligente Objekterkennung

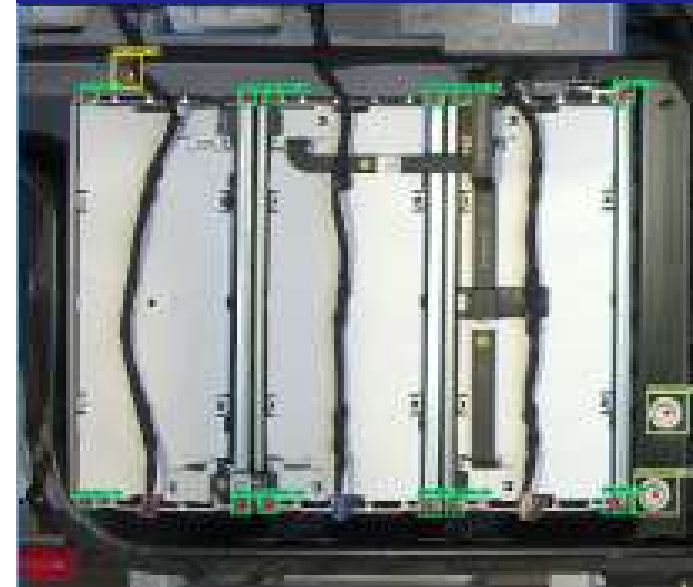


KI in der Bildverarbeitung – Automatisierte Demontage

Automatische Demontagestation



Bildaufnahme der Batterie



- Erkennung der Schraubstellen (Deep Learning)
- Entscheidung über die Demontage (Entscheidungsbäume)
- Übergabe der Schraubkoordinaten an den Roboter und Start des Demontageprozesses

Einsatz bei der Roboterbedienung



Bild: Fruitcore Robotics

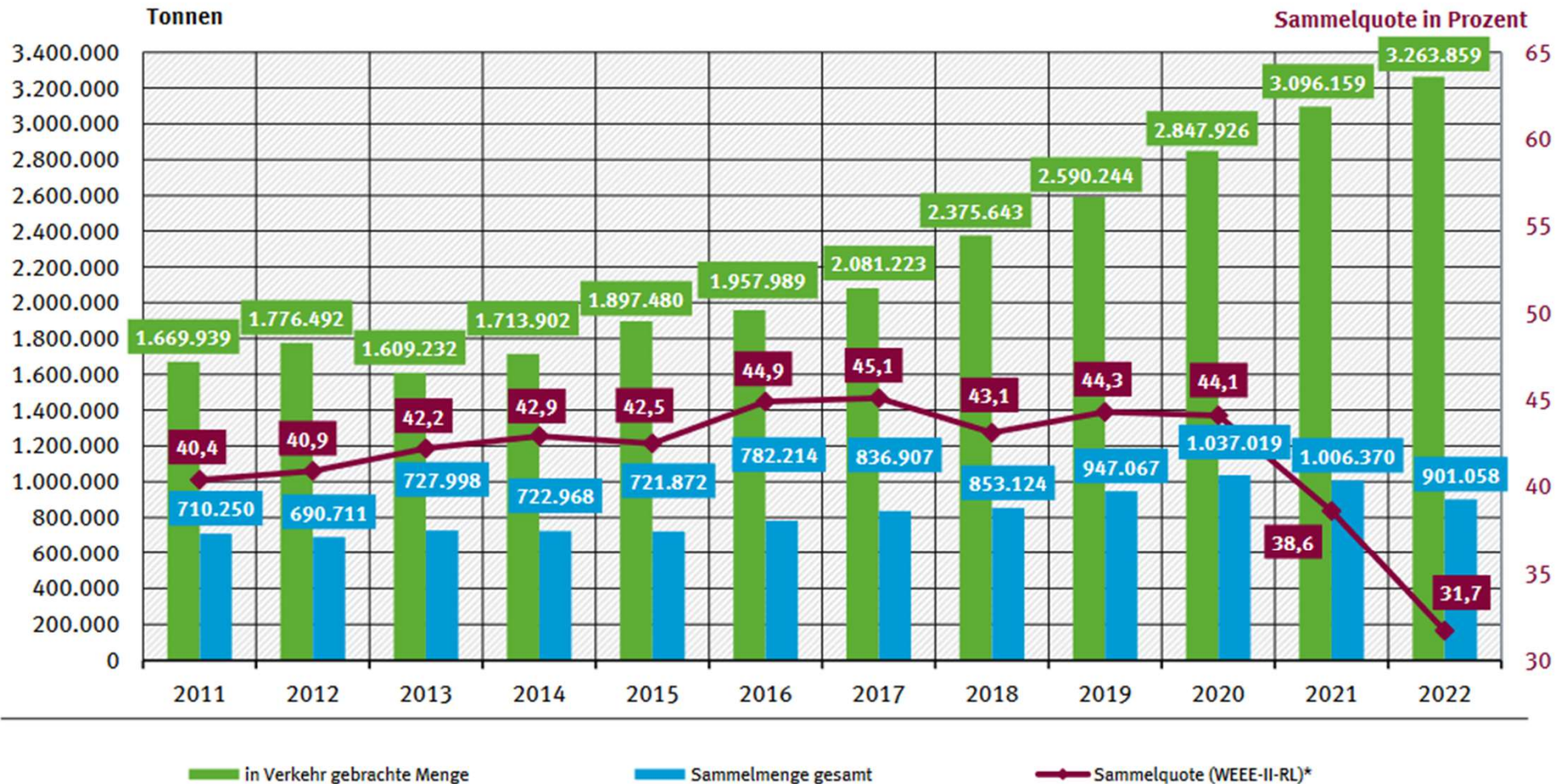


Bild: Fruitcore Robotics

- Fruitcore Robotics setzt bei seinem Roboter „Horst“ einen KI-Assistenten ein.
- Mit dem **ChatGPT**-basierten AI Copiloten erhalten die Anwender einen intelligenten KI-Assistenten, der sie in **natürlicher Sprache** bei der Einrichtung des Roboters und der Komponenten, bei der Fehlerbehebung oder bei der Erstellung von Programmbausteinen unterstützt.
- Das Motto: „Ask Horst Anything“

Herausforderung Recycling

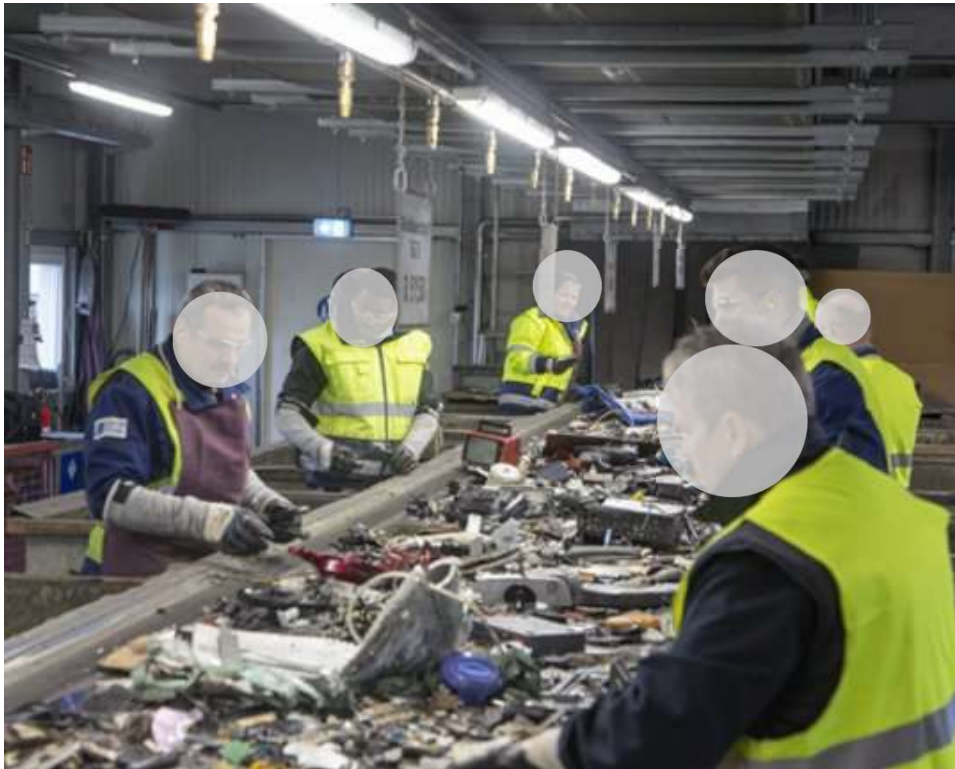
In Verkehr gebrachte Mengen, Sammelmengen und -quoten bei Elektroaltgeräten



*bezogen auf den Durchschnitt der in den 3 Vorjahren in Verkehr gebrachten Menge

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
<https://www.bmu.de/themen/wasser-ressourcen-abfall/kreislaufwirtschaft/statistiken/elektro-und-elektronikaltgeraete>

Herausforderung Recycling



Ist-Situation

- Steigende Stückzahlen
- Niedriger Automatisierungsgrad in Sortierung und Demontage
- Viel Handarbeit
- Niedriger Qualifikationsstand
- Fachkräftemangel

Herausforderungen

- Aufgrund steigender Stückzahlen sowie des fehlenden Personals steigt der Bedarf an Automatisierung.
- Digitalisierungslösungen/ Robotereinsatz müssen an das Recycling angepasst werden.
- Arbeitsprozesse müssen an die Automatisierung angepasst werden.
- Mitarbeiter*innen müssen für die zunehmende Automatisierung qualifiziert werden.

Forschungsprojekt KREIS

Forschungsprojekt mit TU BS, Ostfalia und TU Clausthal

Teilprojekt Robo4work



Projektziel

Ziel des Teilprojektes ist es, die Transformation im Bereich der **Demontage** zu unterstützen. Im Projekt soll aufgezeigt werden, welche Anforderungen an den Einsatz von digitalen Technologien und kollaborativen **Robotern** bestehen, in welchem Umfang Mitarbeiter*innen qualifiziert und wie Arbeitsplätze zukünftig gestaltet werden müssen.

Teilziele:

- Klärung der Anforderungen an eine Automatisierung im Demontagebereich.
- Konzept für eine menschenzentrierte Automatisierung im Demontagebereich.

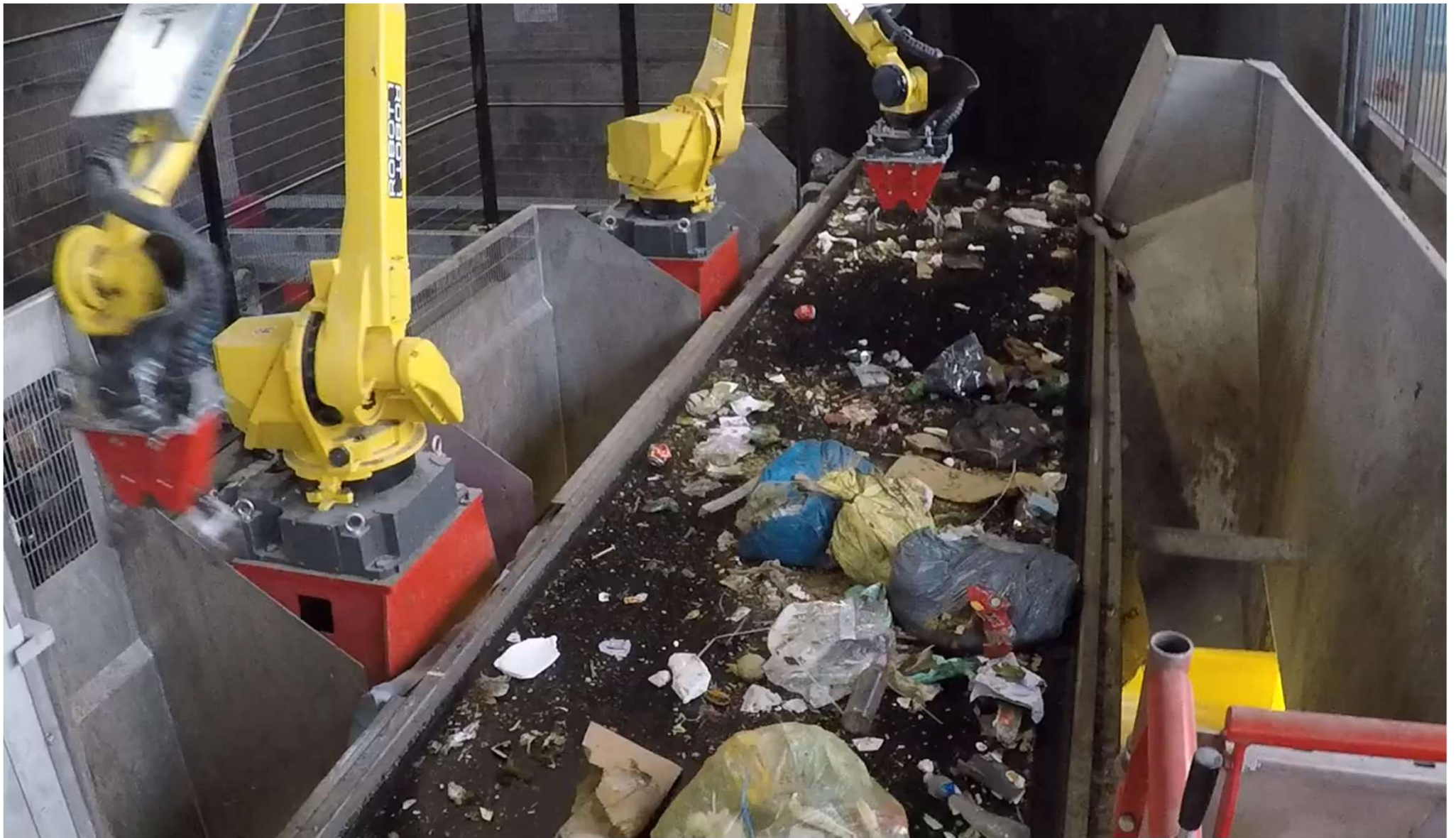
Projektpartner

- Electrocyling und ELPRO

Projektlaufzeit

- 01.01.24 – 31.03.28

Beispiel Sortierung

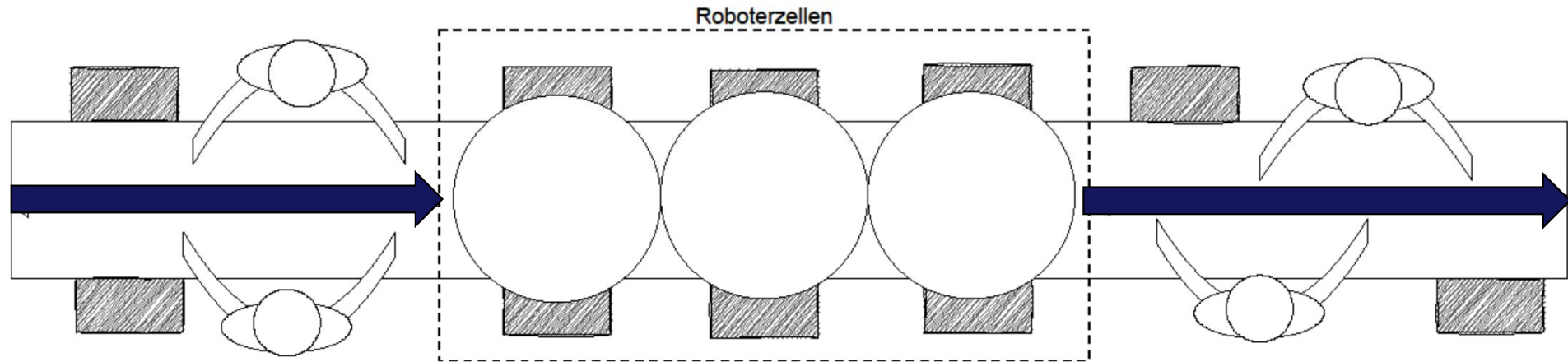


Nutzwertanalyse Automatisierbarkeit im Bereich Elektrogeräte

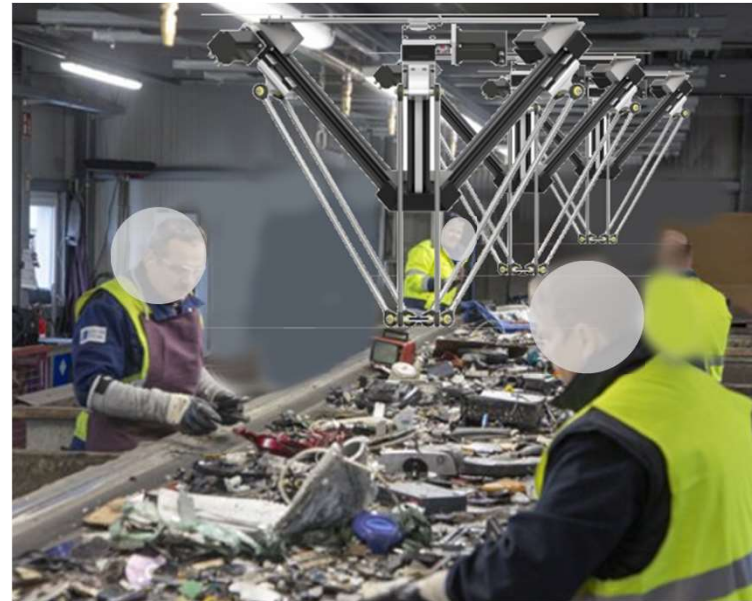
Prozessbewertung nach Automatisierbarkeit mithilfe von Robotik bei Electrocycling GmbH

		Gewichtung	Sortierung								Auspacken		Demontage	
			Batterie		spezifische Geräte aus Hauptmassenstrom elektrischer Kleingeräte						Verschiedene Pakete (bspw. Amazon)	gleiche Pakete (Router)	Berylliumhaltige Leiterplatten	Router
			oxidierte	nicht oxidierte	Rauchmelder	Rasierer	Handy	elektrische Zahnbürste	Tablet					
Produkt	Stückzahl	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2
	Laufzeit	2	3	3	3	3	2	3	3	2	2	1	1	
	Erkennbarkeit	2	2	3	3	2	2	2	2	1	2	3	2	
	Variantenanzahl	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	3	3	
	Produktbeschädigung	2	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	
Prozess	Wirtschaftlichkeit	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	
	Integration in Fertigung	1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	
	Umgebungseinflüsse	1	3	3	2	2	2	2	2	3	3	1	3	
	Einfachheit -> technische Umsetzbarkeit	3	3	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	
Mensch	Sicherheit	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	
	Attraktivität	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	1	1	
	Akzeptanz	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	
	Ergonomie	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	
	notwendiger Qualifizierungsstand	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
Gesamtbewertung	Nutzwert		67	64	76	72	70	72	72	61	61	58	54	
	Nutzwert / maximaler Nutzwert		77,01%	73,56%	87,36%	82,76%	80,46%	82,76%	82,76%	70,11%	70,11%	66,67%	62,07%	

Vision Aussortieren von Elektroschrott

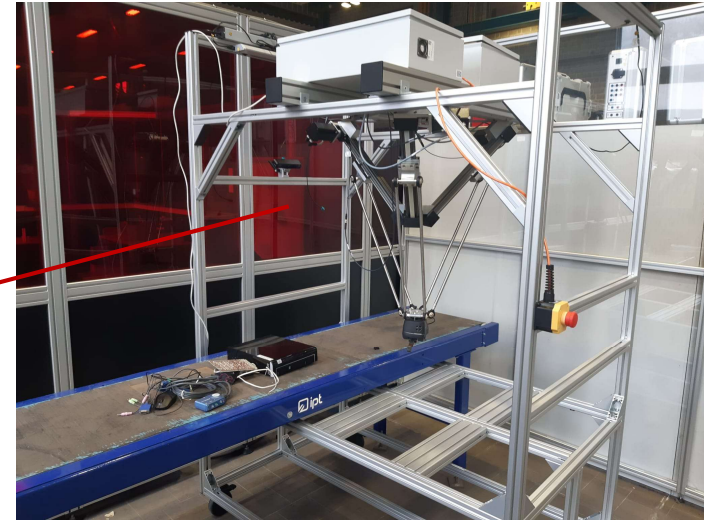
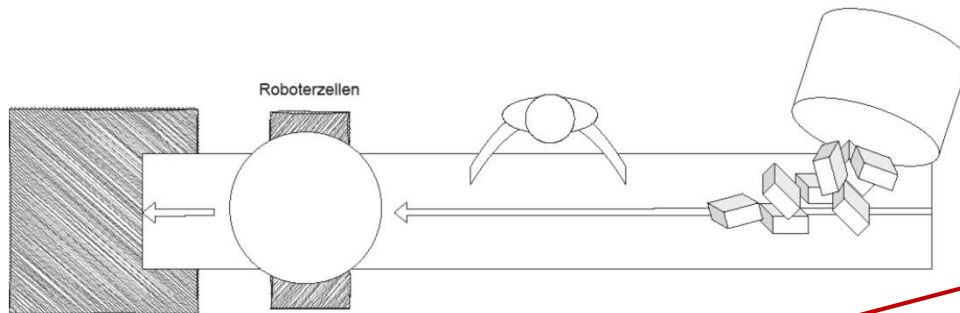


Mitarbeiter*innen zur
Vorvereinzelung



Mitarbeiter*innen zur
Sortierung
der „Restteile“

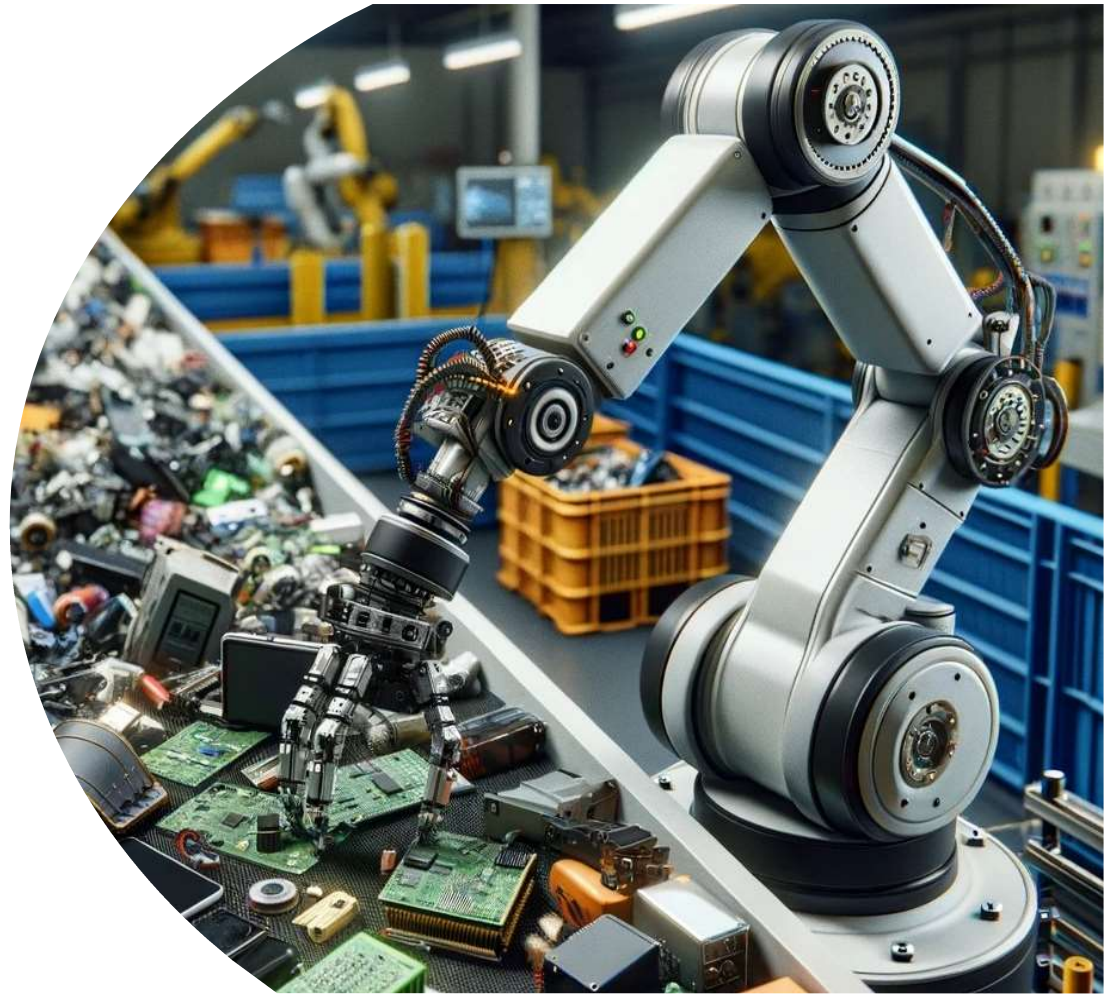
Versuchsaufbau



- 3-Achs Delta-Roboter von Igus:
 - Traglast: 5 kg
 - Reichweite: 660 mm
- Anwendung läuft unter ROS2
- Bildverarbeitung mit KI-Unterstützung
- Adaptiver Greifer (Formhand-Greifer)

Zusammenfassung

- Die Robotik entwickelt sich rasant weiter – häufig in Kombination mit KI
- Die zu recycelnden Mengen nehmen zu, Fachkräfte sind knapp -> die Automatisierung wird steigen
- Aufgrund der Teilevielfalt, verschmutzter oder kaputter Teile ist eine hohe Flexibilität und Adaptierbarkeit notwendig
- Dies wird dazu führen, dass sich KI-unterstützte Roboter im Recyclingbereich verbreiten



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Kontakt:
Prof. Dr.-Ing. Holger Brüggemann
holger.brueggemann@ostfalia.de

