

Flexible Demontageautomatisierung mit Robotern – Wirtschaftliche Perspektive oder Science Fiction?

REWIMET-Symposium 2021

26.08.2021



Dr.-Ing. Hendrik Poschmann
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften
Institut für Produktionstechnik (IPT)

- Geboren 1992, in Braunschweig
- Duales Studium Bachelor of Engineering (B. Eng.) Maschinenbau, 2015
- Master of Engineering (M. Eng.) Automotive Production, 2018
- Promotion 2021 am Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik (IFAD), Prof. Dr.-Ing. D. Goldmann
- Projektleitung Änderungsmanagement Volkswagen AG, 2015 bis 2018
- Freiberufliche Ingenieurberatung seit 2018
- Wiss. Mitarbeiter Ostfalia Hochschule 2018-2021, EFRE-Projekt „Recycling 4.0“
- Projektleitung Lifecycle MEB und Softwareprozesse Volkswagen AG seit Juni 2021
- Expertise: Robotik (Industrieroboter), Bildverarbeitung und KI, Softwaresysteme im Automotive-Bereich, Automobilproduktion, Projektmanagement und agile Arbeit



- Robotik und Demontage?
- Demontageautomatisierung – Problemfelder
- Moderne Robotiksysteme als Lösung?!
- Kognitive Robotik und Information
- Das Projekt Recycling 4.0
- Systemkonzept und Fallstudie aus dem Teilprojekt Demontage 4.0
- Wirtschaftliche Perspektiven
- Fazit und Take-Home Message



[<https://www.pexels.com/de-de/foto/person-arbeiten-funken-schweissen-73833/>]

Transformation notwendig!



Ist-Situation Demontage:

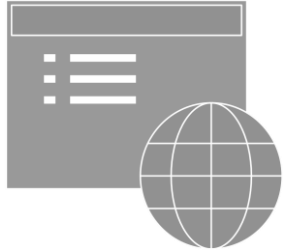
- Niedriger Technisierungsgrad, viel manuelle Tätigkeit im Vergleich zur produzierenden Industrie
- Oft keine Verknüpfung zwischen Produktdaten und Demontageprozess
- Hohe Variantenvielfalt macht Automatisierung oft unwirtschaftlich
- Qualifizierungsunterschiede

Forschungsziele:

- Automatisierung von Demontageprozessen
- Optimierung von Demontageprozessen
- Erfassung und Nutzung relevanter Daten zu Produkt und Prozess
- Konzepte für adaptive Handhabung unterschiedlicher Varianten und Produktzustände
- Untersuchung des Einsatzes von:
 - Leichtbaurobotern
 - Mensch-Roboter-Kooperation
 - Kamerasystemen und Sensorik zur Bauteilbeurteilung
 - Adaptiver Greifertechnik
 - Integrierten Werkerführungssystemen
 - KI

Vision: Demontage 4.0

- Robotik und Ansätze aus dem Bereich Industrie 4.0 mit Demontage verknüpft
- Durchgängige Nutzung der Produkt- und Prozessinformationen
- Aktiver Beginn von Kreislaufwirtschafts-Ansätzen bereits bei der Demontage

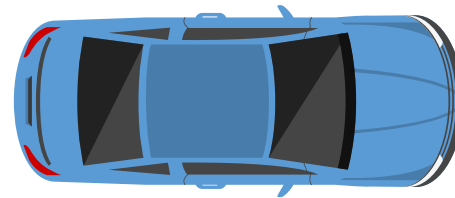


Information:

- Bedarfe
- Unzureichende Bauteilhistorie
- Marktpreise für Material und Allokation in den Komponenten
- Prozessinformationen

Produkt:

- Variantenvielfalt
- Zustandsvielfalt
- Mangelnde Demontierbarkeit
- Unterschiedliche Verbindungsarten
- Schadensrisiko
- Konstruktiver Aufbau und stoffliche Zusammensetzung



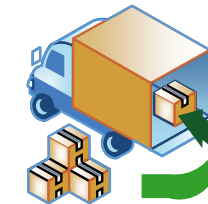
Prozess:

- Hoher Planungsaufwand
- Geringe Technisierung
- Niedrige Maschinenauslastung
- Keine Retromontage



Mitarbeiter:

- Hoher Personalaufwand
- Hohe Fluktuation
- Geringes Qualifikationsniveau

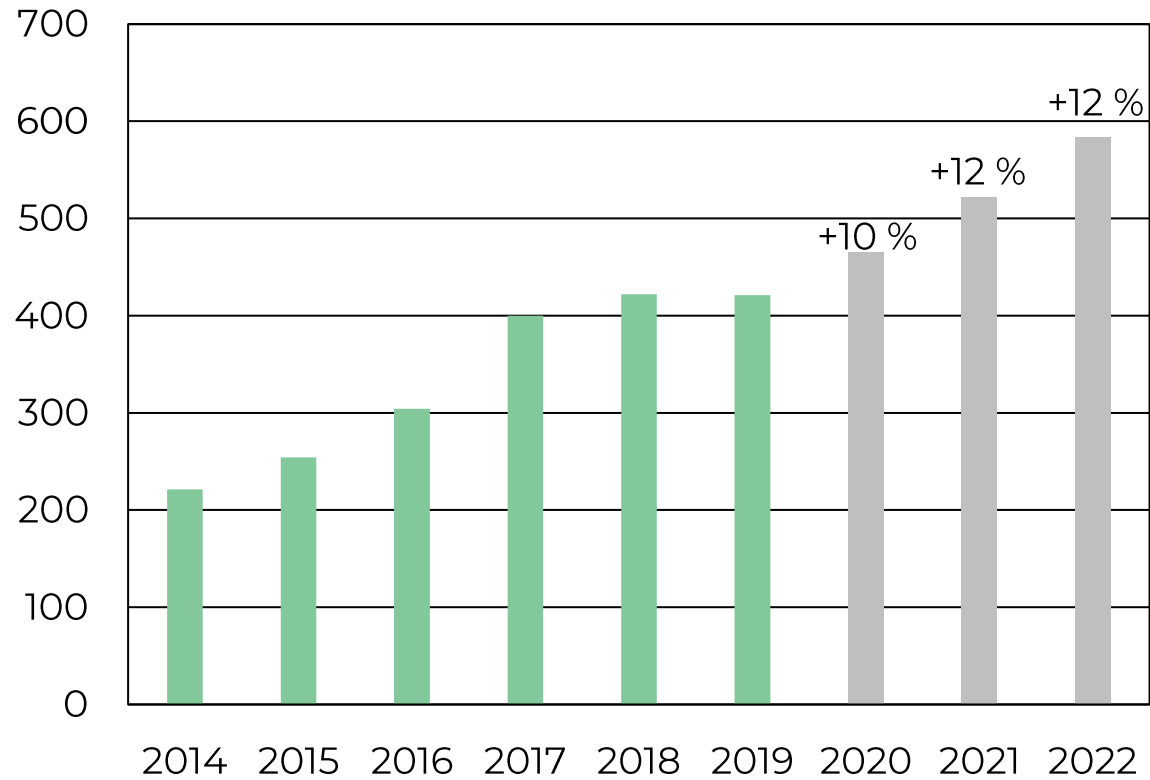


Logistik:

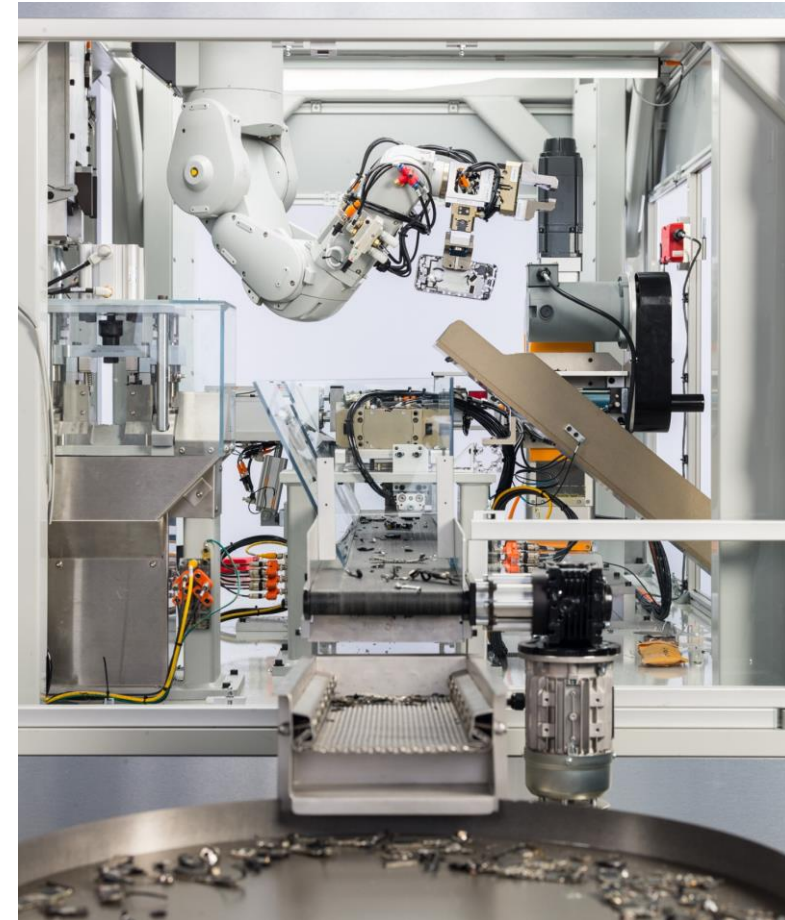
- Transparenz
- Kosten
- Core-Verfügbarkeit
- Abnahmewege für Endprodukte
- Gefahrgut

Moderne Robotersysteme als Lösung?!

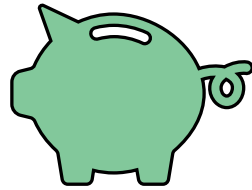
Weltweite Installation von Industrierobotern [in Tausend]



[IFR World Robotics Presentation 2019, 18.09.2019, siehe <https://ifr.org/free-downloads/>]



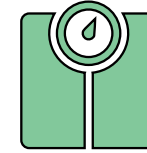
[© Apple Inc., 2018]



Kosteneffizienz



**Künstliche
Intelligenz (KI)**

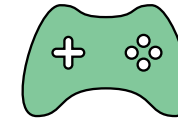


Leichtbaurobotik

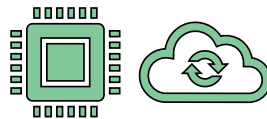
Aktuelle Trends in der Robotik



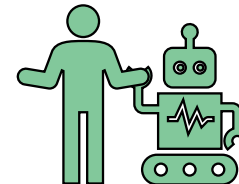
Adaptive Greifer



**Intuitive Benutzer-
schnittstellen**



**Sensorik und
Netzwerktechnologie
(Industrie 4.0)**



**Mensch-Roboter-
Kollaboration**

Die Anforderungen an eine automatisierte Robotiklösung im Recyclingbereich müssen sich mit den grundlegenden Vorteilen menschlicher Arbeitskräfte messen!

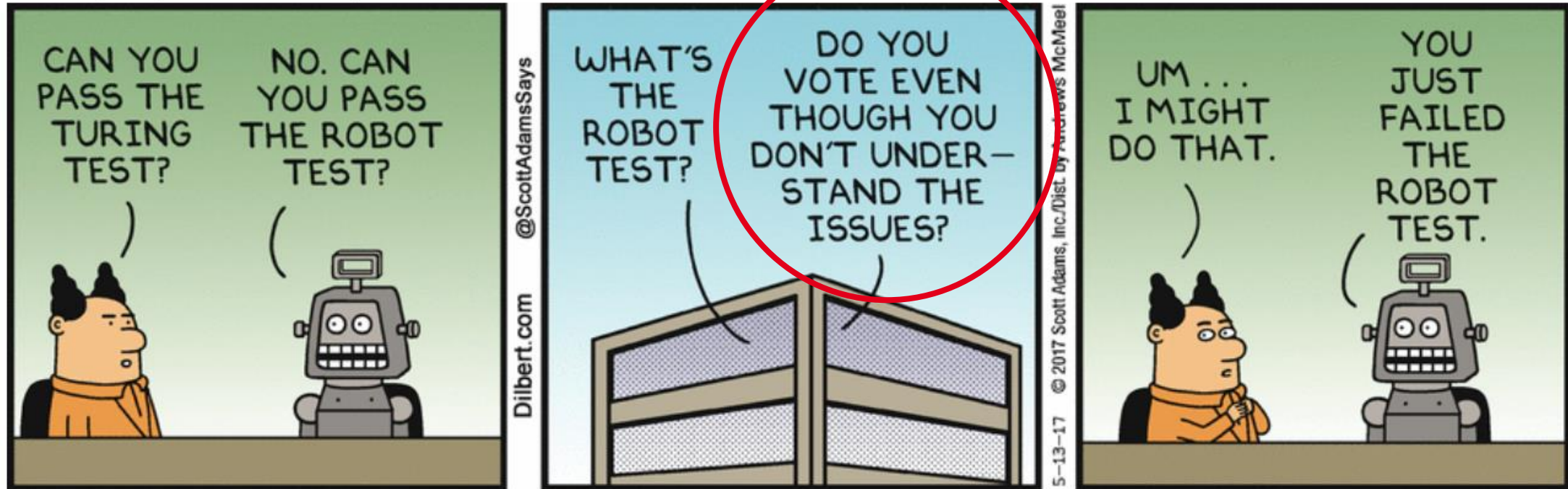
Aktuelle Herausforderungen für die Forschung:

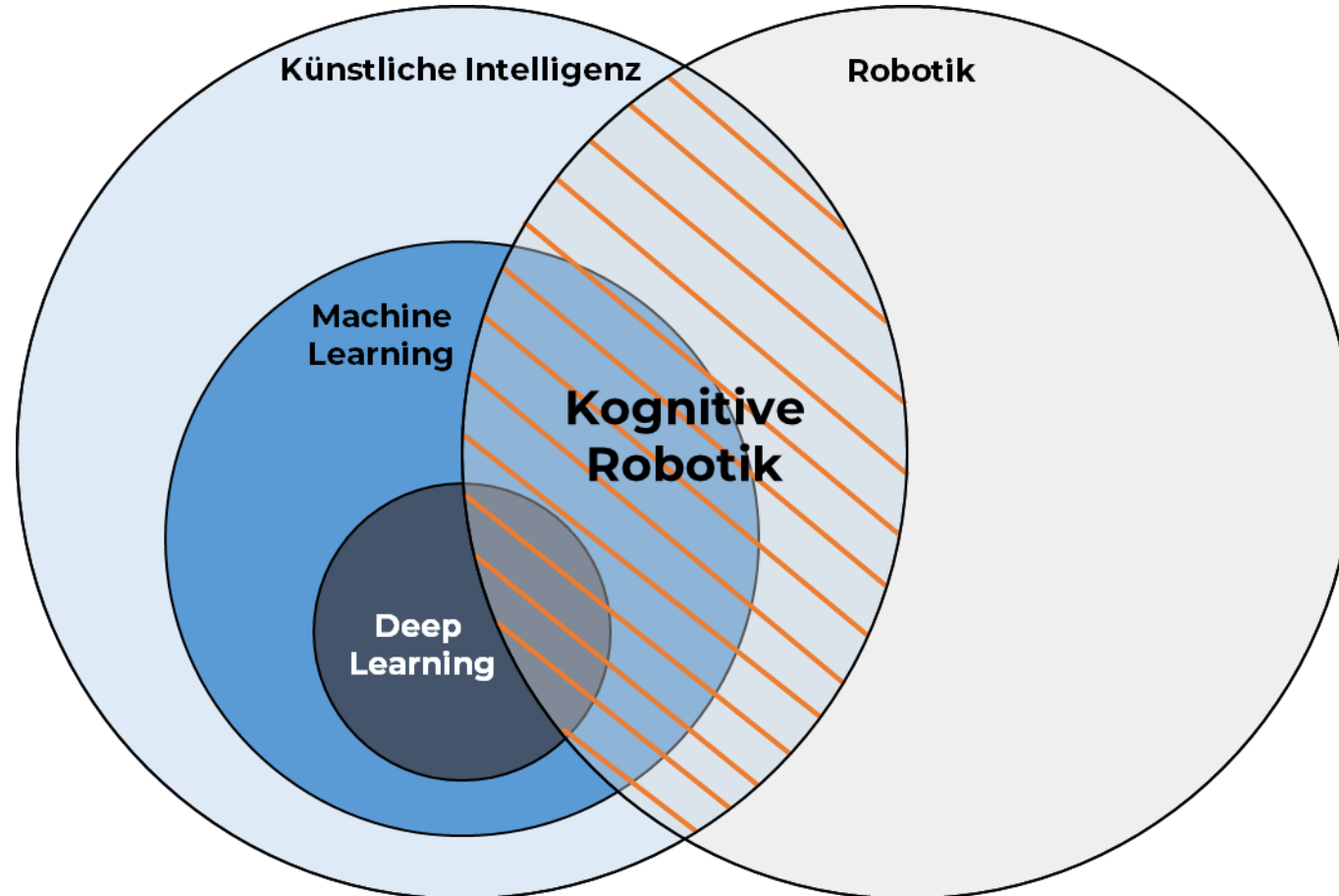
- die Bestimmung der Bewegungssequenz und der optimalen Reihenfolge
- der optimale Demontagegrad (technisch machbar vs. wirtschaftlich sinnvoll)
- die mehrdimensionale Variantenvielfalt (Derivate und Zustände)
- der Einbezug der Marktvolatilität für Cores, Rohstoffe und Teilkomponenten
- aktuell unzureichende Werkzeuge für die optimale Trennung aller Verbindungsformen
- die Berücksichtigung von Produktänderungen und Lebenszyklusinformationen

Voraussetzung: ein **durchgängiger und umfassender Informationsfluss**, da die **Datenverfügbarkeit und -qualität** das Fundament eines modernen Robotiksystems bildet

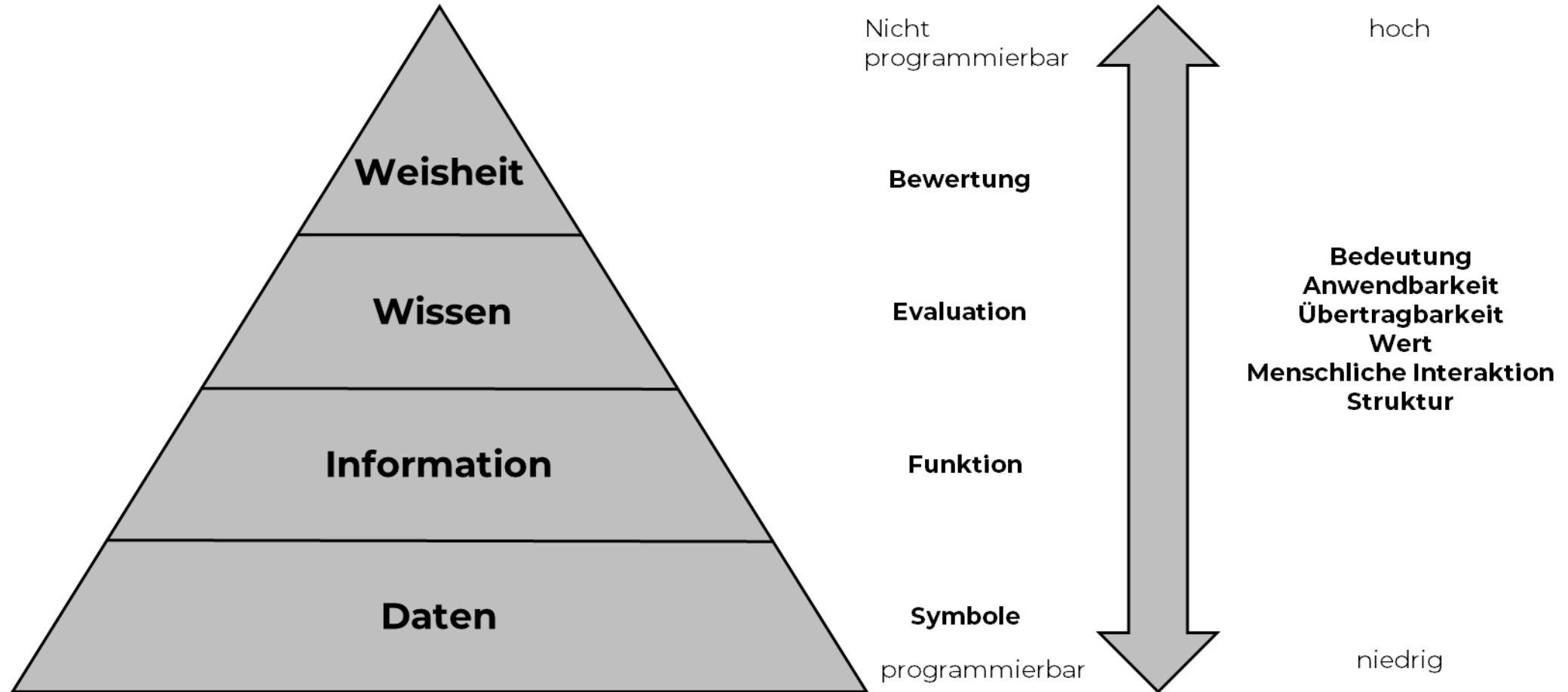
Eine Lösungsstrategie:
Kognitive Robotik

Saturday May 13, 2017 *Failing The Robot Test*

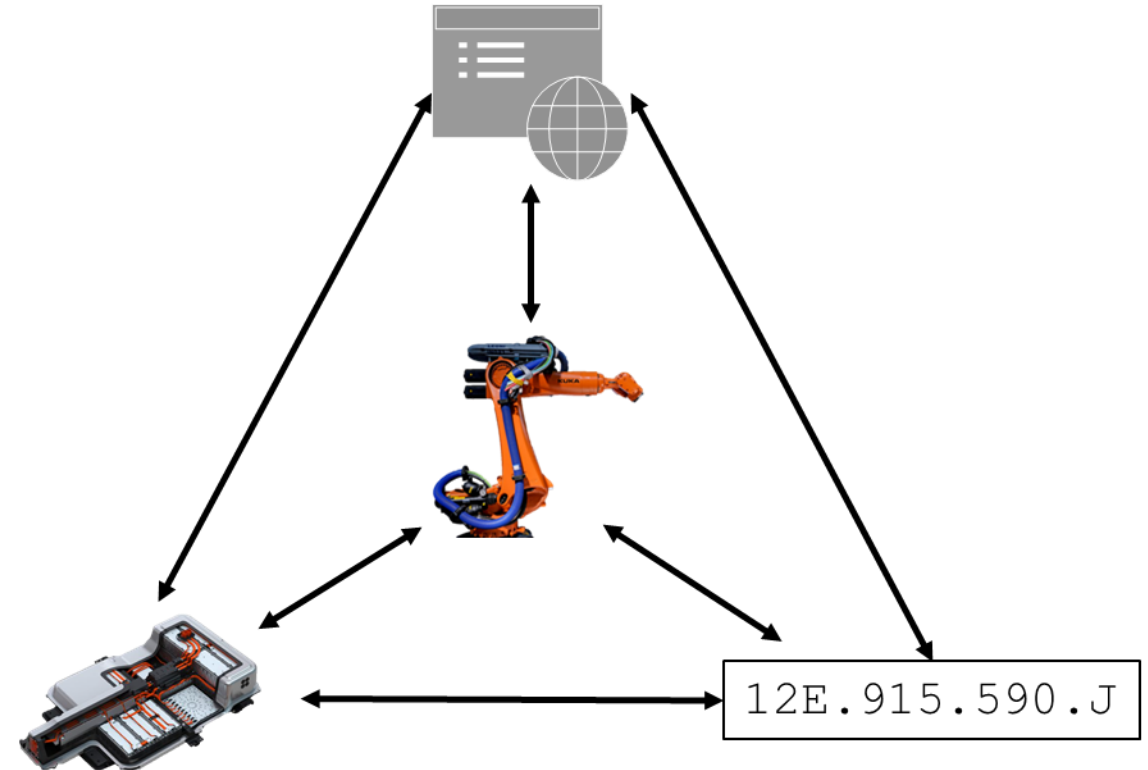
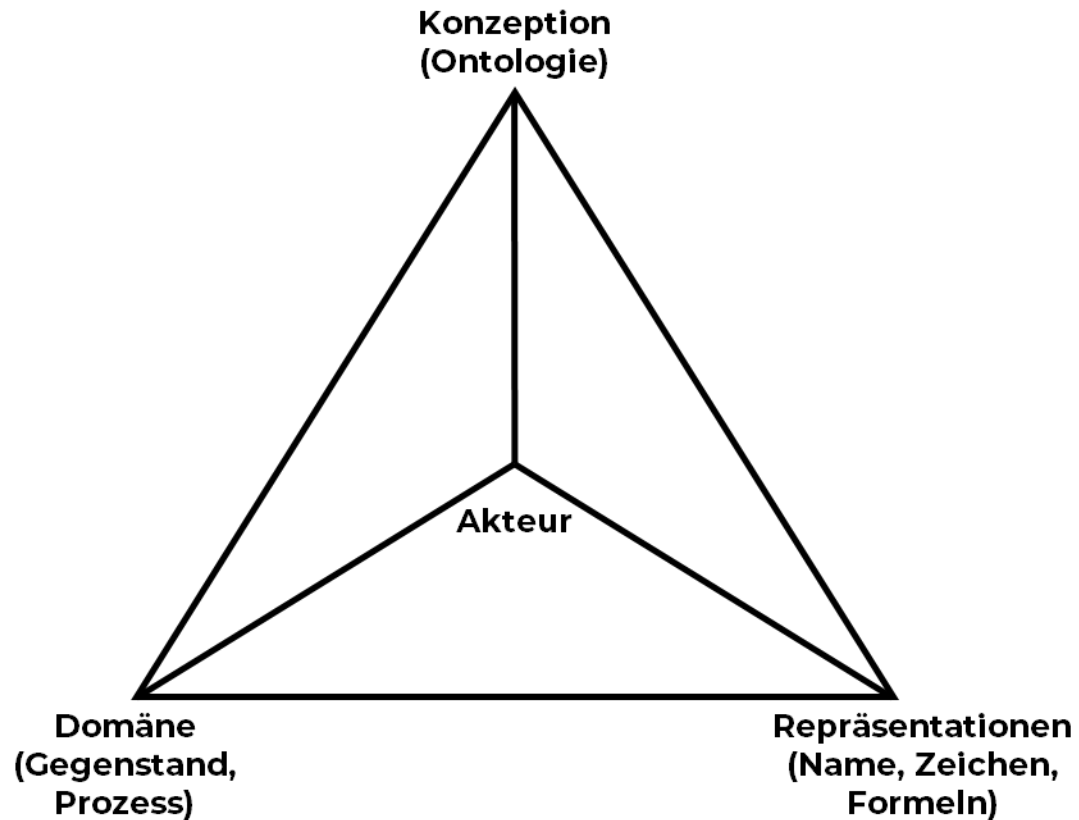


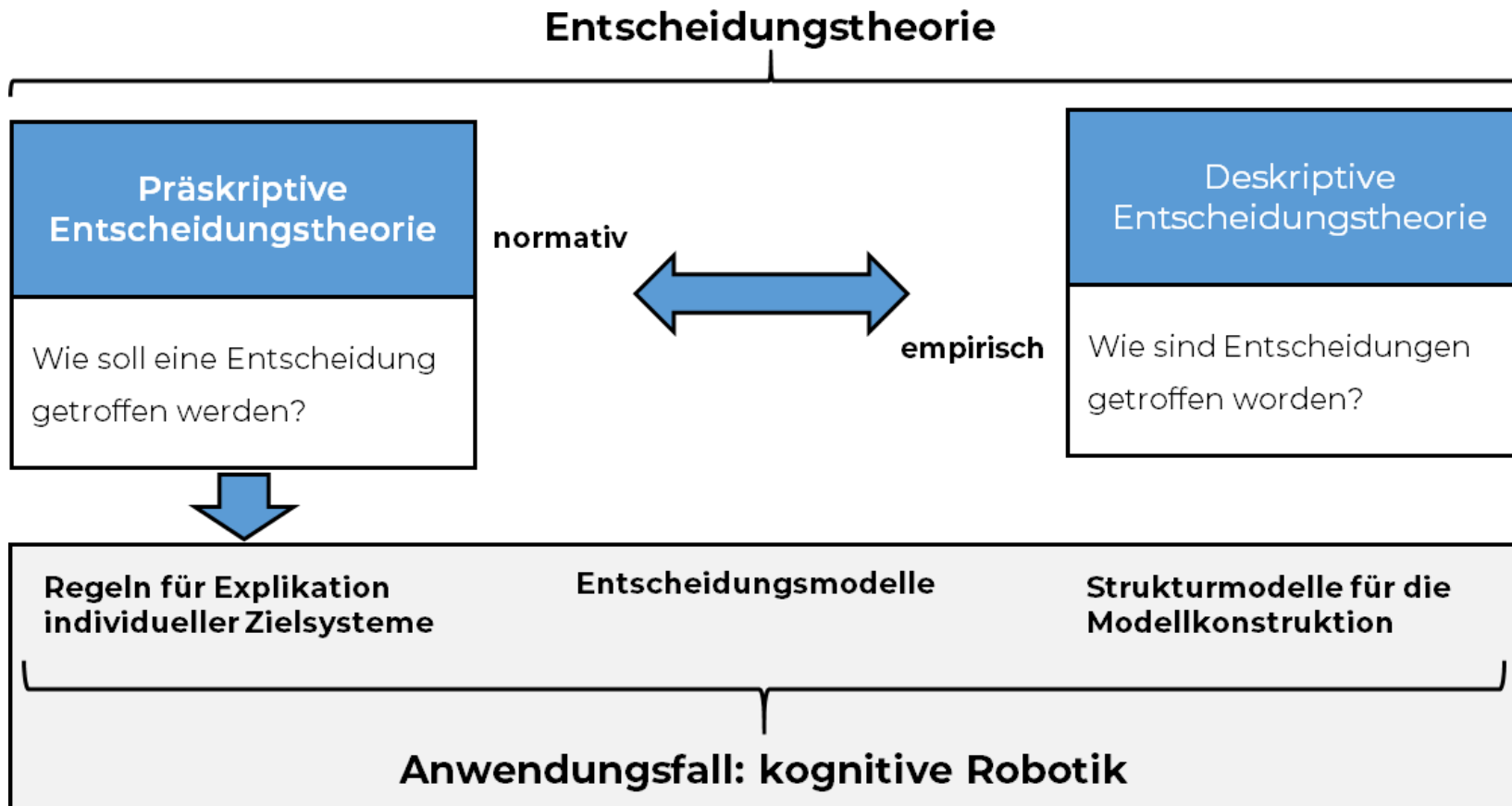


Let's talk about information....



Warum es wichtig ist, zu wissen, was Sache ist.





Recycling 4.0

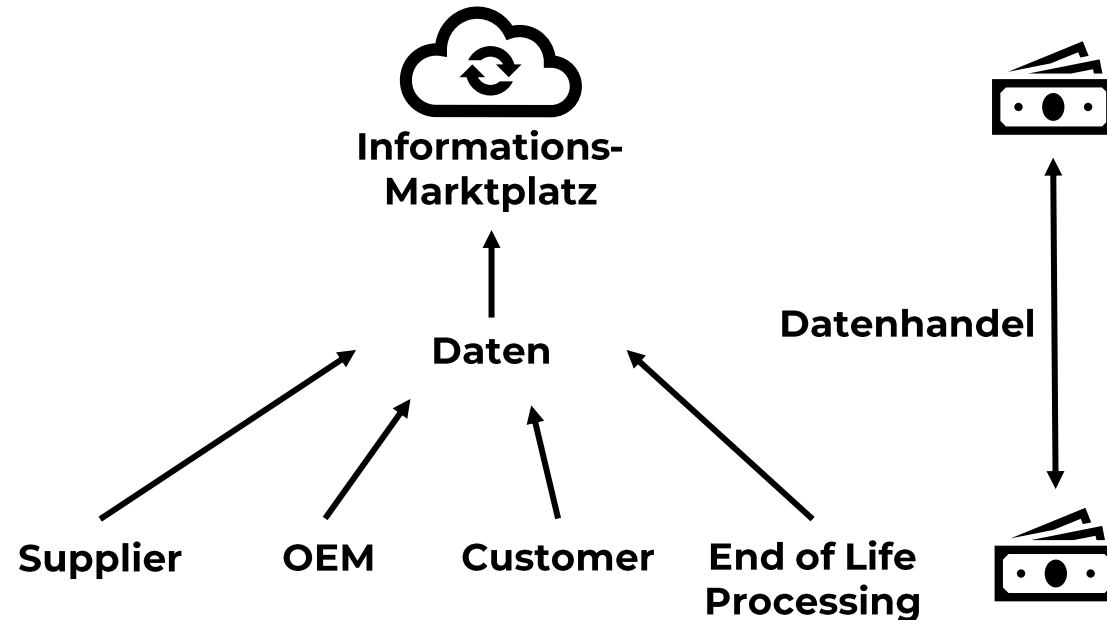


+ Industriepartner
(MAN, Bosch, VW, u.v.m.)

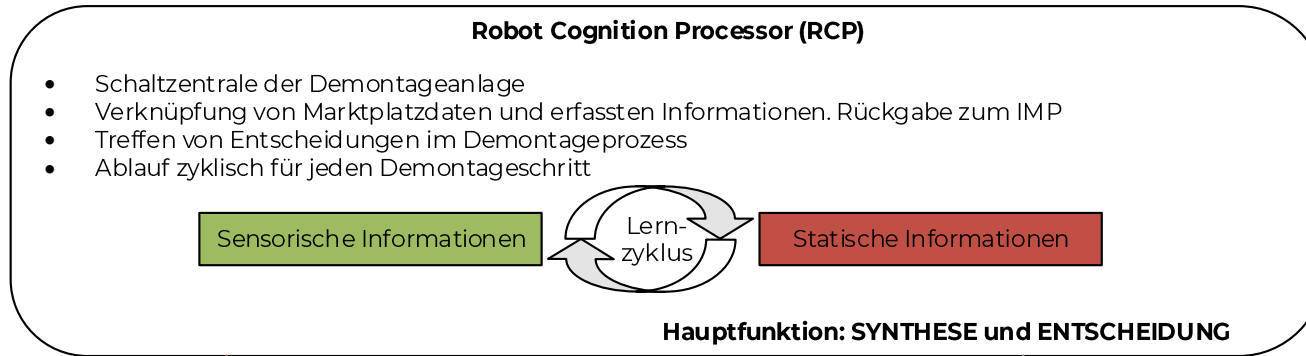
**Beispiel: Innovative
Fahrzeugsysteme
(Traktionsbatterie)**



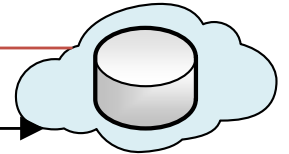
[© Volkswagen AG, 2019]



Ziel: Advanced Circular Economy auf Grundlage von Informationsintegration entlang der Forward und Reverse Supply Chain



Semantische Informationen:
Technische Dokumentationen,
Anleitungen, Demontageinformationen, **Informations-Marktplatz**,
wirtschaftlicher Fokus (Markthistorie)



Validiertes Wissen zum Demontageprozess,
Informationen zum demontierten Produkt

Top Level

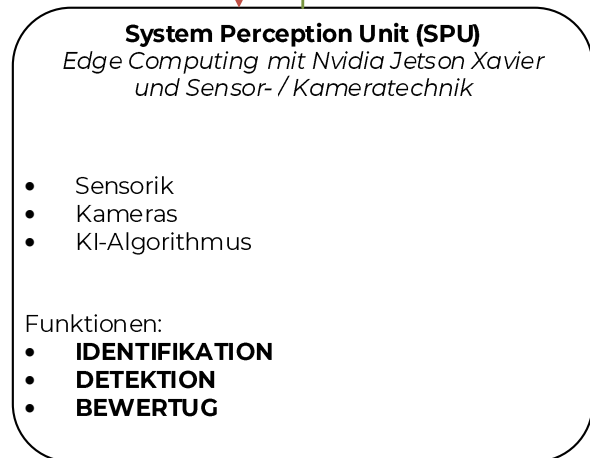
Vorhandene Daten für jeweiligen Typ

Erfasste Informationen und optische Bewertung

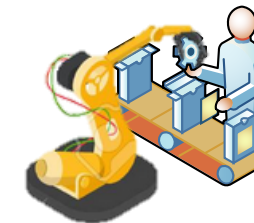
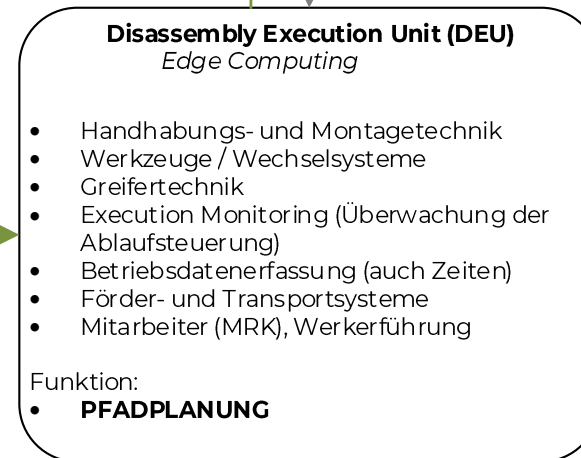
Betriebsdaten und Execution Monitoring

Demontageanweisungen und Sequenz auf Basis der RCP Entscheidung

Shopfloor Level

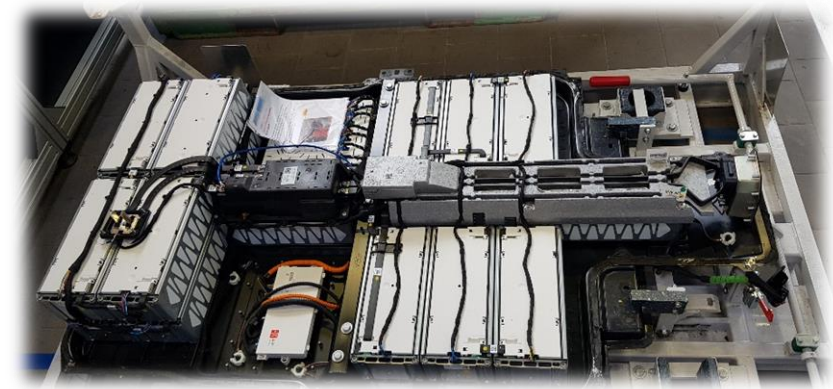
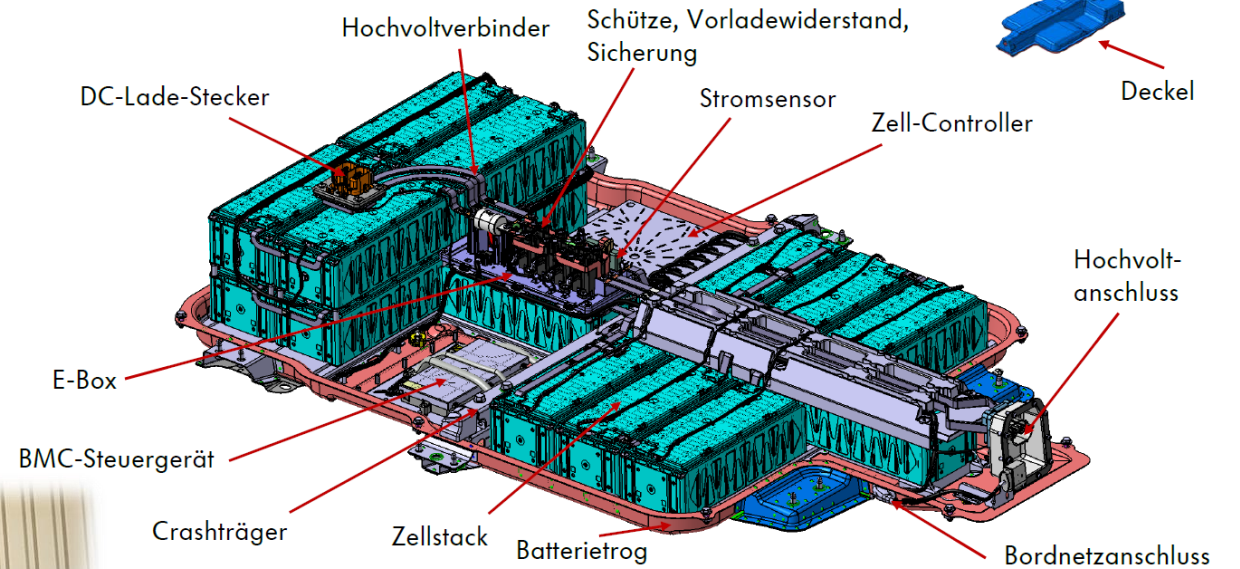


Sensorische Informationen





Explosionsdarstellung



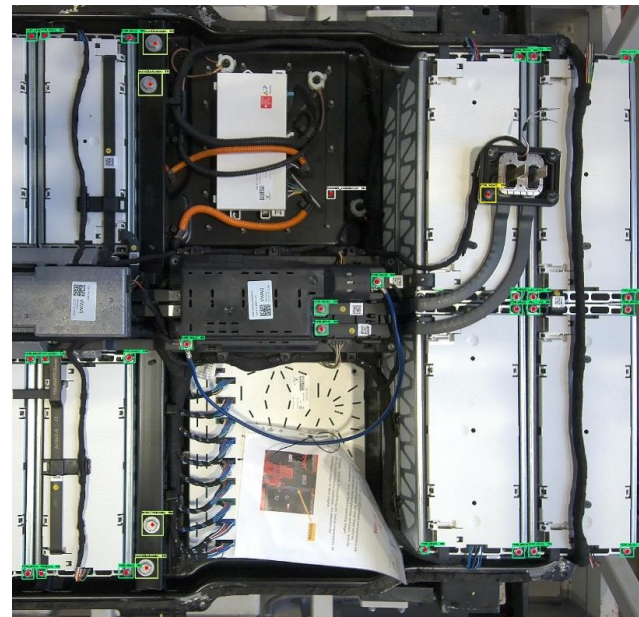
Experiment mit VW e-up! Batterie



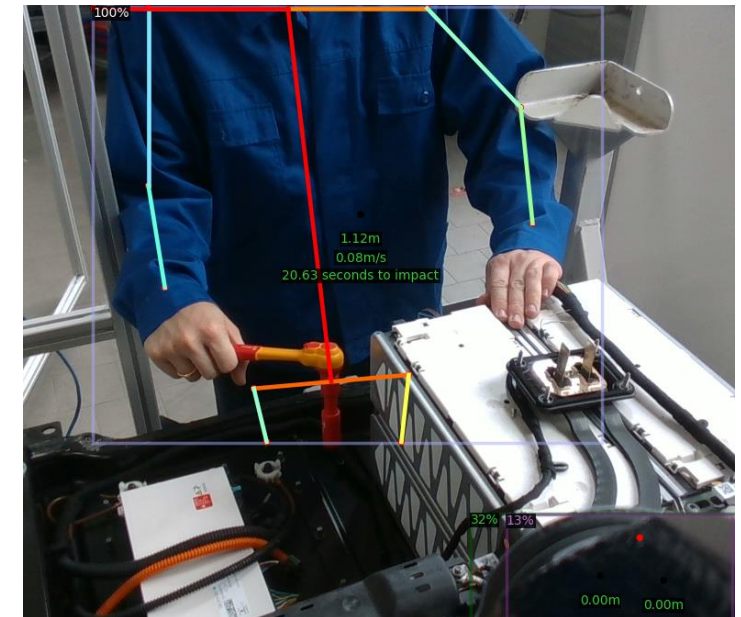
Simulative Evaluation des Kognitionsprozessors

- 1200 generische Datenmodelle von Batteriesystemen für Training und Evaluierung
- Direkte Verknüpfung von Simulation und Experiment via OPC Modell und MQTT Protokoll
- Datentransfer zwischen Shopfloor und Cloud
- Genauigkeit des Entscheidungsprozessors bei 81.1% (+- 1.7% mit 9-facher Kreuzvalidierung)

CNN Objekterkennung und Bewertung



Flanschkamera für Sicherheitseinrichtung



- Versuchsergebnisse zeigen:
 - Die Demontage durch eine Mensch-Roboter-Kollaboration ist für die Fallstudie etwa **35% schneller**
 - Die Erfolgsquote der Roboteroperationen liegt bei ca. **90%**
 - Der Entscheidungsprozessor erreicht in der Simulation aus OEM Perspektive **82%** des wirtschaftlichen Optimums (da auch Nachhaltigkeitsaspekte von der KI berücksichtigt werden)
- Durch die produktspezifische Einsparung der Demontagezeit rechnet sich die Automatisierung stückzahlabhängig (Investition hier ca. 250 Tsd. € pro Zelle für Moduldemontage)
- Gerade für kostenintensive Produkte mit hohen Wertanteilen in den Komponenten schon jetzt ein lohnender Schritt
- Einsatz von KI ermöglicht flexible Anpassung an Varianten und Zustände

- Demontage beeinflusst die Wirtschaftlichkeit von Recyclingprozessen maßgeblich
- Einsatz von Robotik und KI-Technologien ermöglicht eine realistische, ökologisch und ökonomisch sinnvolle Automatisierungsstrategie in der Demontage
- Datenkonsistenz und Vernetzung stellen Schlüsselherausforderung an die Realisierbarkeit dar
- KI hat viele Facetten und ist ein sehr altes Forschungsgebiet in der Informatik
- Beim Einsatz von KI: Nicht um jeden Zweck einsetzen, vieles geht mit einfachen Statistikbeziehungen (z.B. Regressionsmodelle)
- Einzelfallbetrachtung für Produkt und Unternehmen notwendig. Nicht immer sinnvoll!



Um Robotik in der Demontage gewinnbringend einzusetzen ist sowohl Fachwissen als auch Prozesswissen im Anwendungsgebiet erforderlich!

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!
Noch Fragen? Diskussionsbedarf?



... auch gerne später persönlich oder per E-Mail: hendrik.poschmann@gmx.de