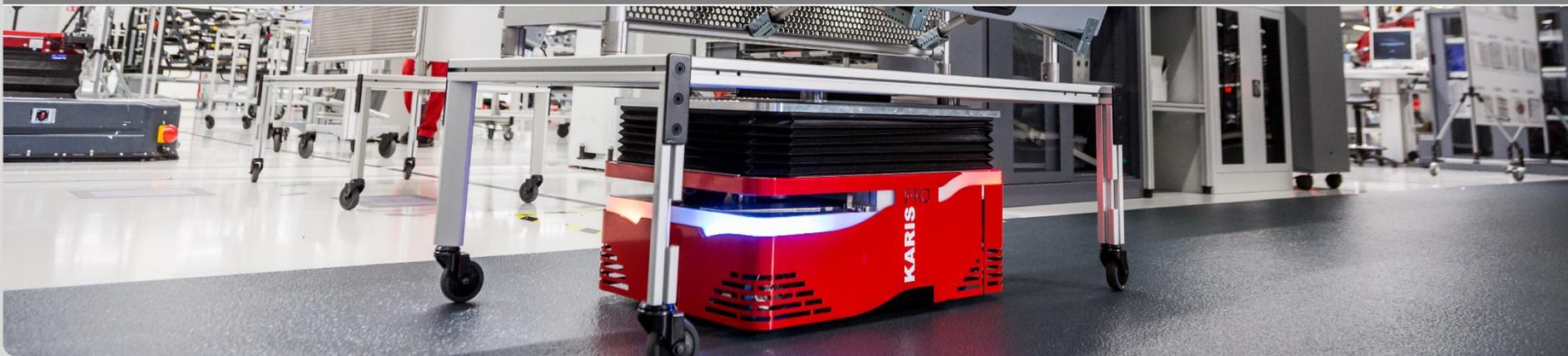


Industrie 4.0, AI und der ganze Rest

– wo stehen wir heute?

Prof. Dr.-Ing. Kai Furmans, Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL)



Es findet statt



Quelle: Daimler

Factory 56, Daimler, Sindelfingen

Amazon eröffnet umgebautes Logistikzentrum in Bayern mit Roboterbetrieb

🕒 Heute, 01:31 Lesezeit: 1 Min.



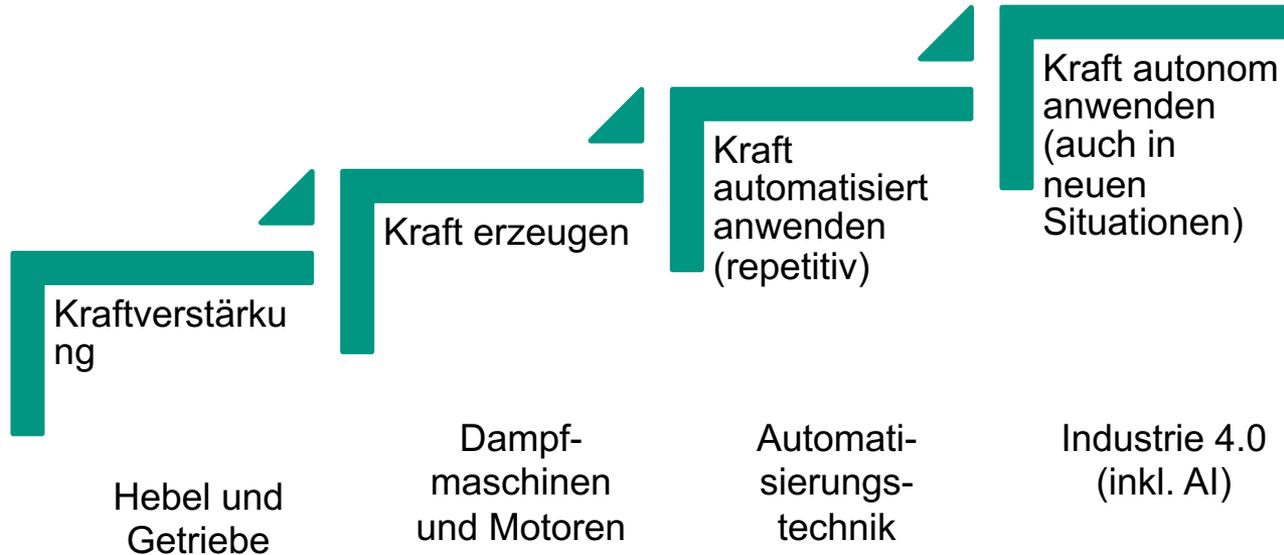
(Bild: Amazon)

Das Logistikzentrum in Graben bei Augsburg wurde für rund 150 Millionen Euro umgerüstet. Ab heute unterstützen Transportroboter die 1900 Mitarbeiter.

Von dpa

Quelle: heise

Unterstützung des Menschen in der Logistik



Was benötigen wir dazu?

Kraftverstärkung

- Hebelgesetze
- Geeignete Materialien



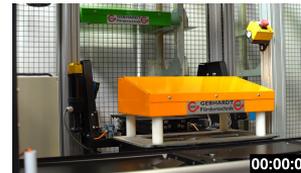
Kraft erzeugen

- wie zuvor +
- Energie, Energiewandlung (Aktoren)



Kraft automatisiert anwenden (repetitiv)

- wie zuvor +
- Sensoren, Status- Informationsverarbeitung



Kraft autonom anwenden (auch in neuen Situationen)

- wie zuvor + "Situatives Handeln" = Situation erkennen und flexibel, angepasst handeln



Hier wird es spannend!

Fazit 2018

Herausforderung für Europa:

- Kooperationen (Industrie – Industrie, Industrie – Wissenschaft)
- Verteilung des Mehrwerts zwischen Datenerzeuger und Datenauswertung



Chancen bei **B2B**
(B2C schwierig)

Aufbauen auf unseren Erfolgsfaktoren
(gute technische Ausbildung, viele dezentrale Akteure)

Agenda

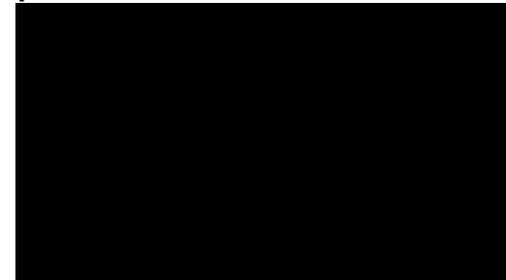
- Fortschritte bei situativen Handeln am Beispiel der urbanen Logistik
- Zusammenarbeit von Maschinen und Unternehmen am Beispiel VDA 5050



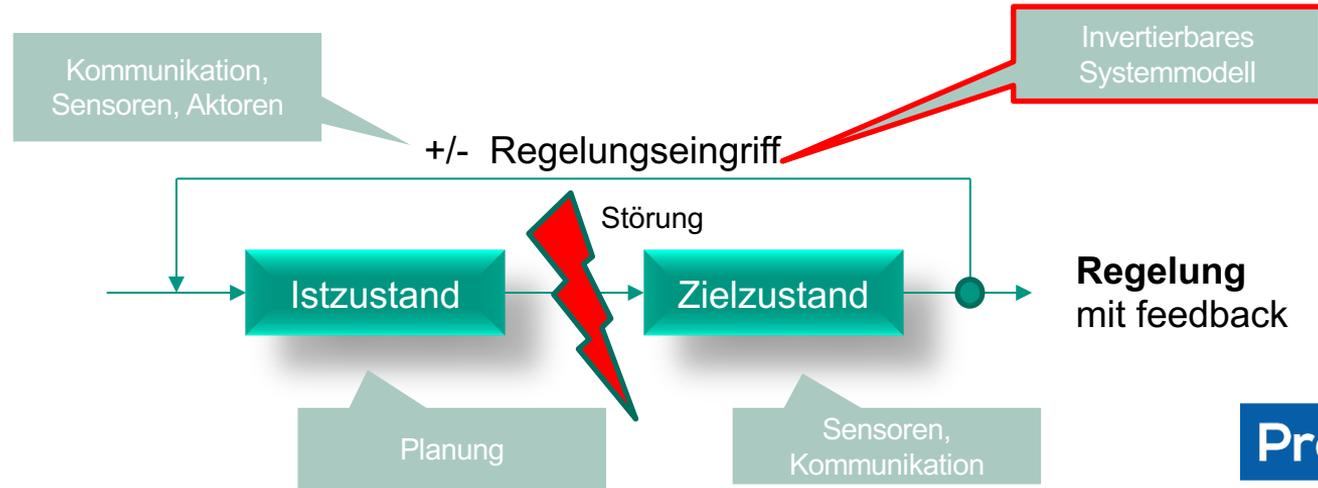
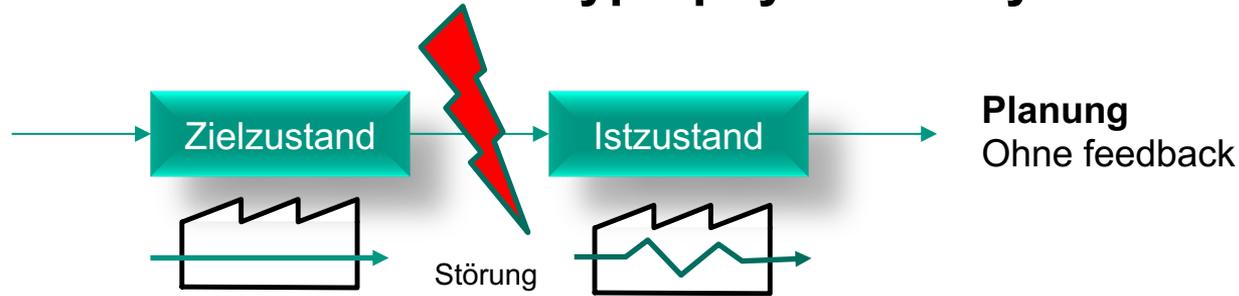
- Fortschritte bei der Zusammenarbeit am Beispiel Kommissionieren (bzw. des Greifens)

Morrison, Cork and Leitner (2018)

<https://arxiv.org/abs/1804.05172>



Beitrag zu Industrie 4.0 – Cyperphysische Systeme

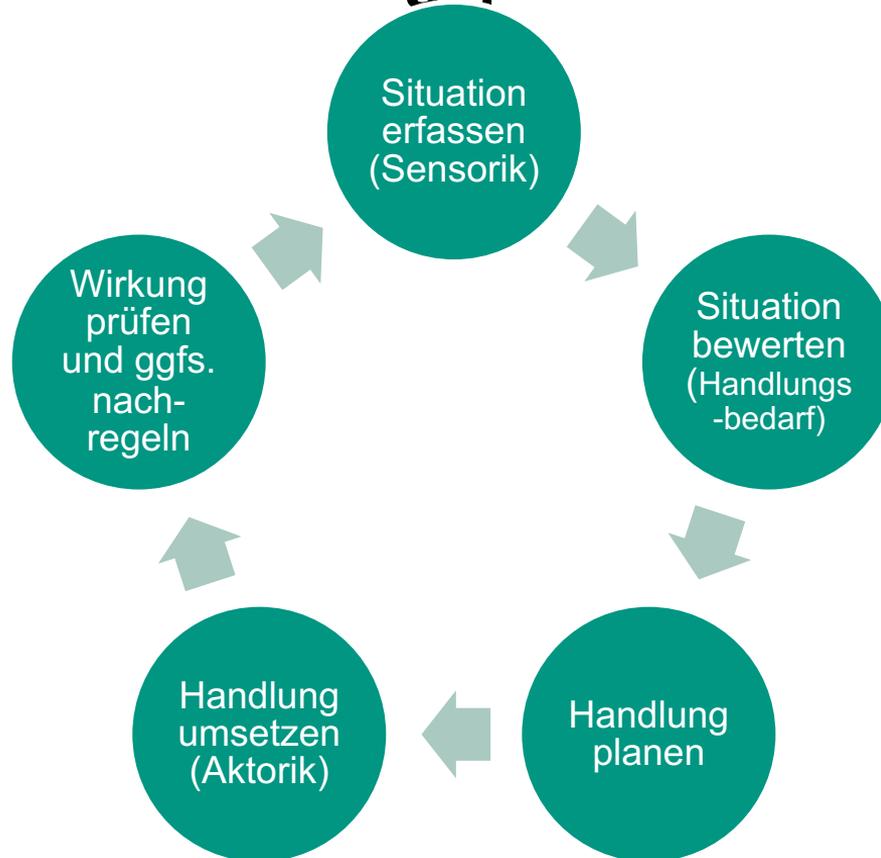


Productive 4.0

Situatives Handeln (im kleinen Umfang)



Was heißt situationsangepasst zu entscheiden?



- Einzel

- Als Verbund von Akteuren

Aufgabe:

- Auslieferung von Sendungen im urbanen Umfeld
- Einsammeln von Sendungen
- Z.B, Erweiterung auf Recycling, Remanufacturing, Abfallentsorgung

Charakteristika:

- Viele Stops
- Geringe Fahrgeschwindigkeit möglich und erwünscht
- Überschaubare Distanzen

Zwei Ansätze:



UNICARagil



efeuCampus

UNICARagil autoCARGO



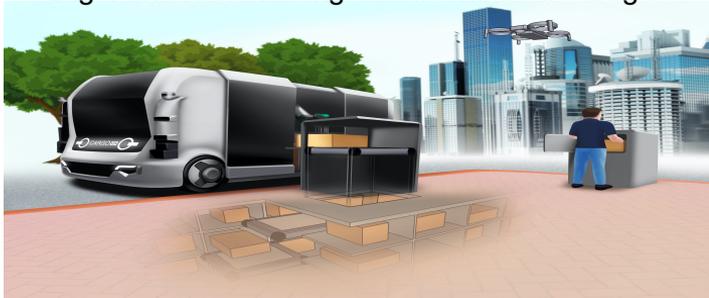
Motivation

- Paketzustellung für den urbanen Raum
- Elektrischer Betrieb - lokal emissionsfrei
- Empfang und Versand unabhängig von der Anwesenheit der Kunden
- Paketübergabe und -abholung an privater oder öffentlicher Paketbox
- Paketversand per App buchen
- Induktives Laden, z.B. im Paketzentrum
- Lager und Handhabung statt Interieur für Fahrgäste

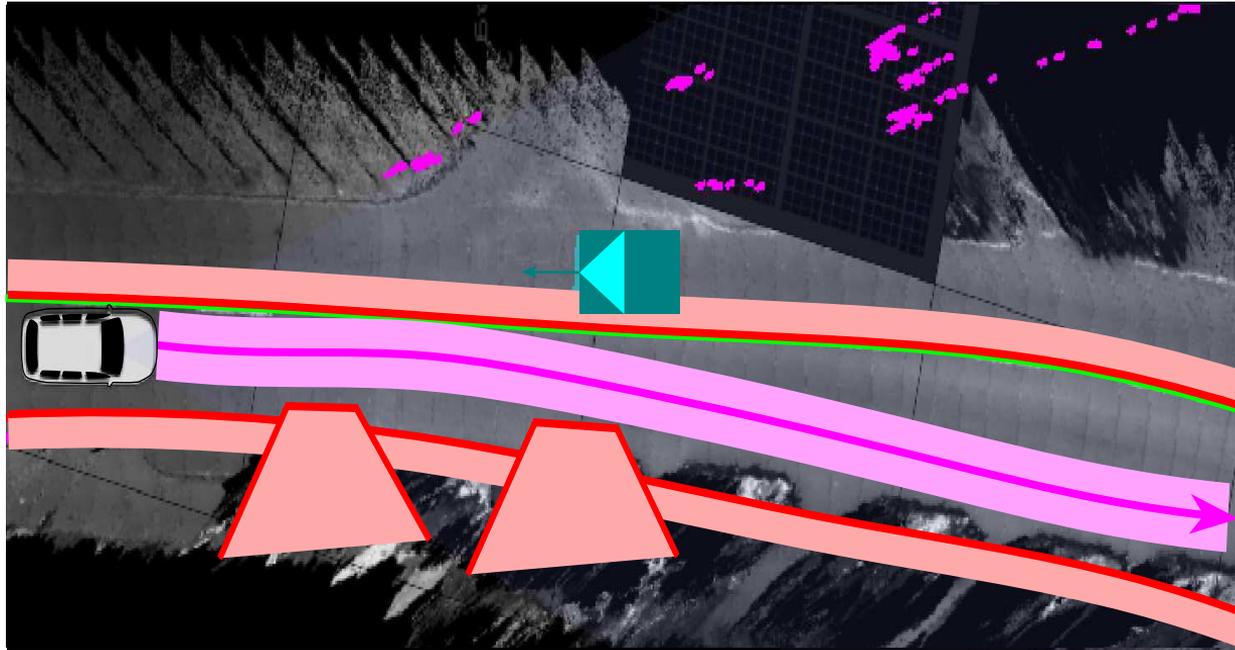


Paket-Ladecontainer im Paketzentrum wechseln
Fahrzeug-Batterien induktiv laden

- Hochdichte Paketlagerung im Fahrzeug
- Transportoptimierte Stapelalgorithmen
- Autonome Pakethandhabung

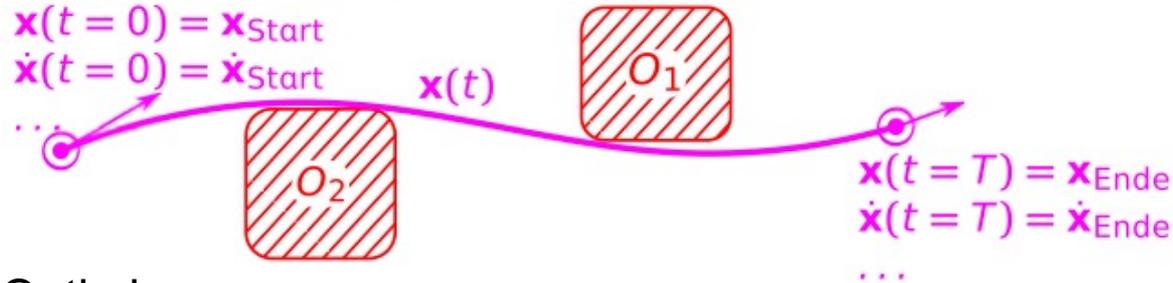


Korridor eines Fahrzeugs auf der Straße



[Ziegler et al.2009-2013]

Trajektorienplanung



Optimiere

$$E[x(t)] = \int_0^T J(\mathbf{x}, \dot{\mathbf{x}}, \ddot{\mathbf{x}}, \ddot{\mathbf{x}}) dt$$

$$\begin{aligned} J(\mathbf{x}, \dot{\mathbf{x}}, \ddot{\mathbf{x}}, \ddot{\mathbf{x}}) &= w_{\text{lat}} \left| \frac{d_{\text{left}}(\mathbf{x}) - d_{\text{right}}(\mathbf{x})}{2} \right|^2 \\ &+ w_{\text{vel}} |(\mathbf{v}_{\text{ref}}(\mathbf{x}) - \dot{\mathbf{x}})|^2 \\ &+ w_{\text{acc}} |\ddot{\mathbf{x}}|^2 \\ &+ w_{\text{jerk}} |\ddot{\mathbf{x}}|^2 \\ &+ w_{\text{jawr}} \dot{\theta}^2 \end{aligned}$$

Mit Nebenbedingungen

Innerer Zustandsraum

Fahrbarkeit,

e.g.:

$$\|\ddot{\mathbf{x}}(t)\| < a_{\text{max}}^2$$

Äußerer Zustandsraum

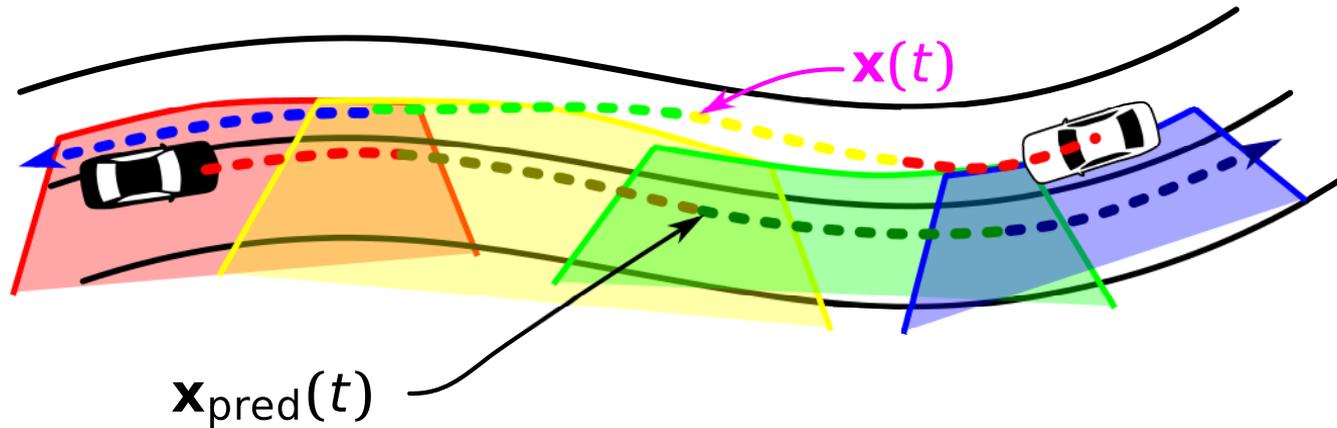
Integritätsbedingungen,

e.g.: $d(\mathbf{x}(t), O_1) > 0$

Stiller, KIT

Und die Anderen?

Wir müssen für uns planen...
... und für die anderen Verkehrsteilnehmer



$t \in [t_0, t_1)$ $t \in [t_1, t_2)$ $t \in [t_2, t_3)$ $t \in [t_3, t_4)$

Stiller, KIT

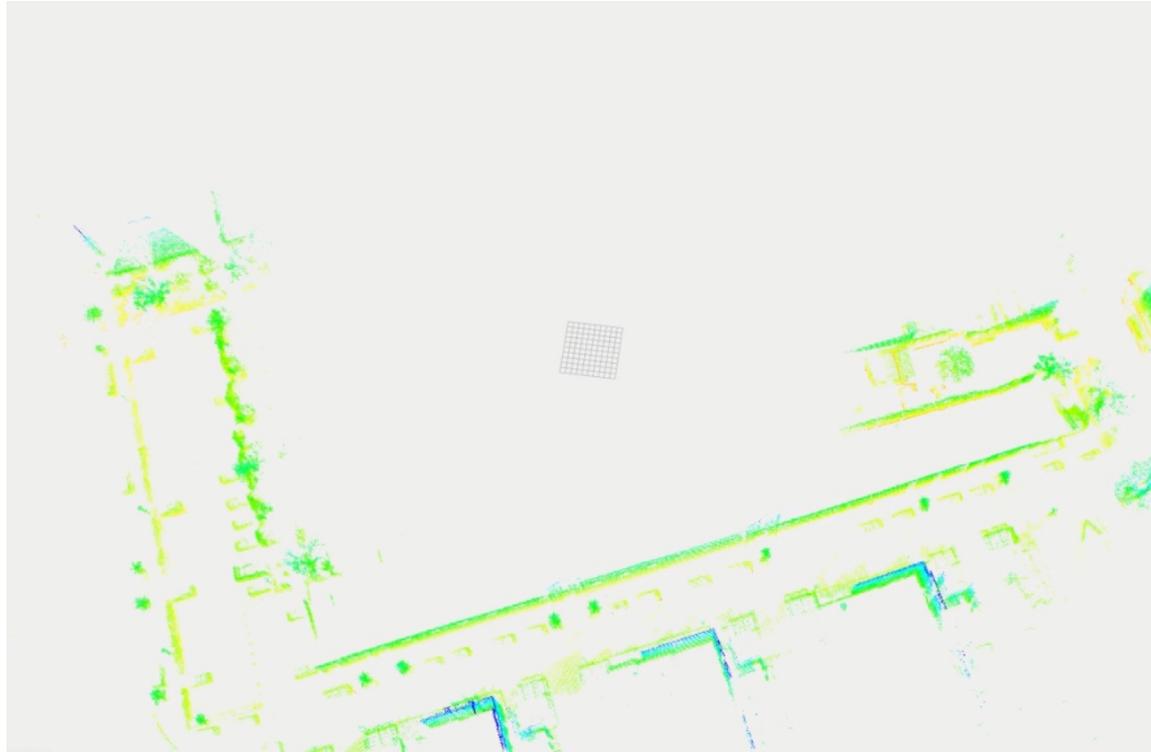


- Entkopplung des Straßentransports von der Feinverteilung im Quartier durch Mikro-Depot
- Zeitliche entkoppelte Feinverteilung durch urbanes FTS



<https://efeucampus-bruchsal.de>

3D Kartenerstellung (mit GPS)



Navigation



Situationserkennung und Situatives Handeln



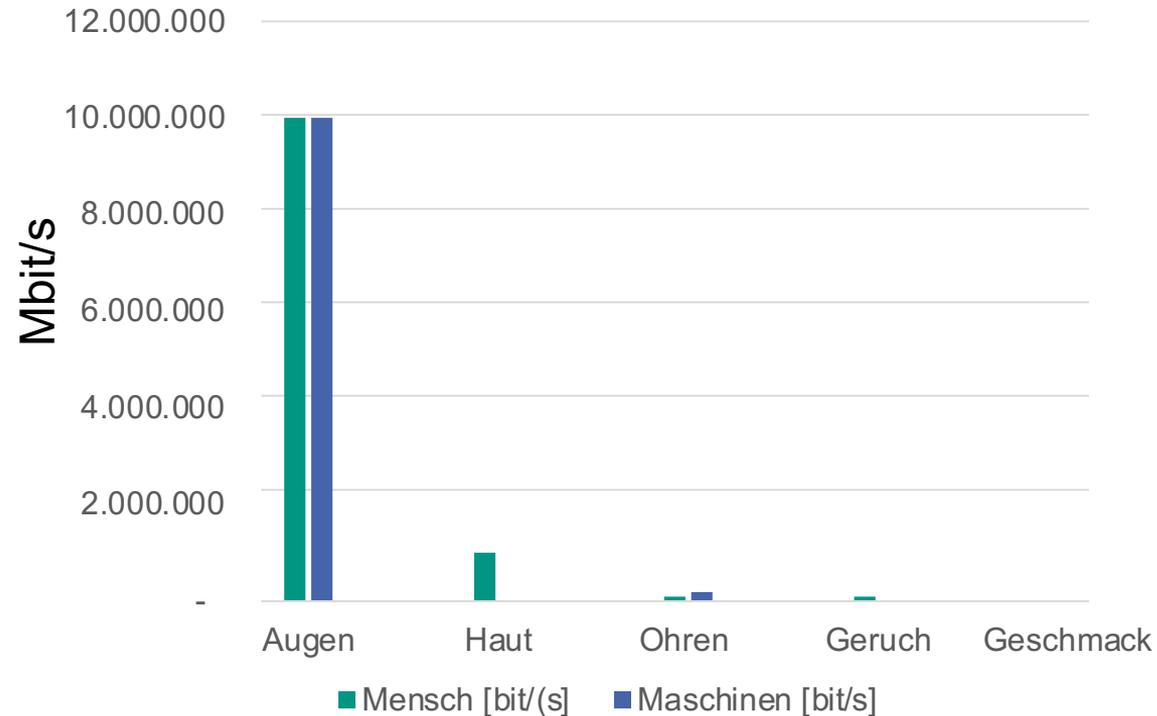
- Situationserkennung:
Herausforderung Filterung
der Informationen

Planung der Alternativen

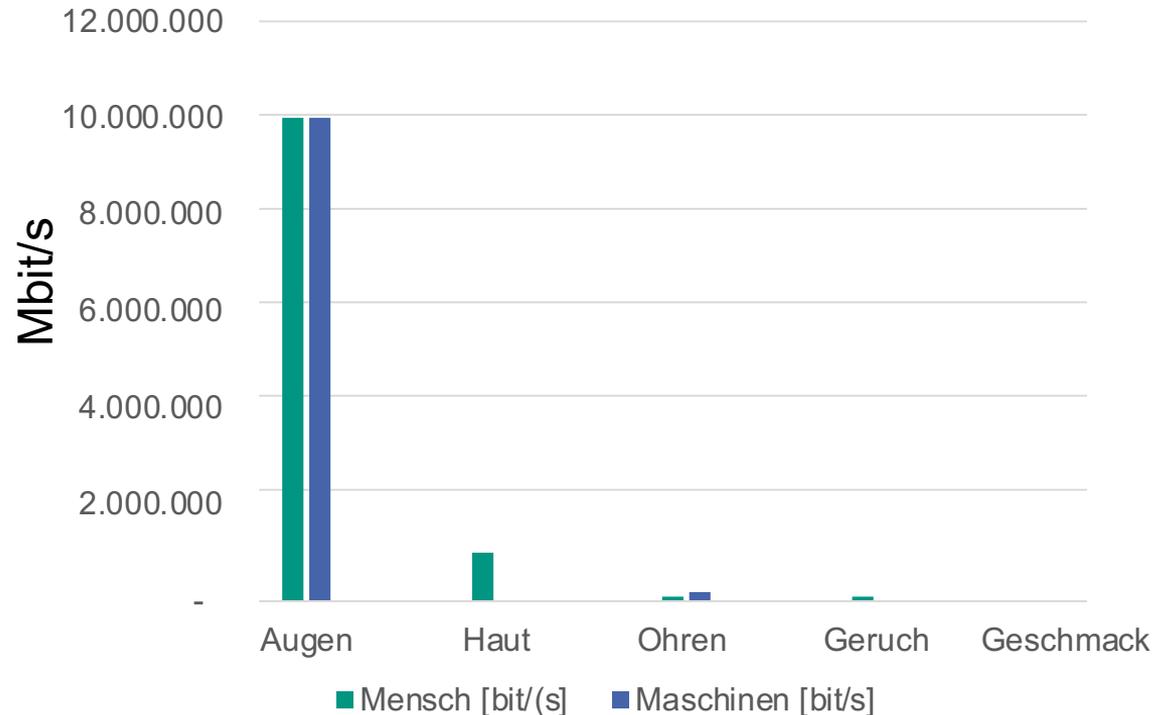
unter Berücksichtigung der
Handlungen Anderer
Akteure

Warum scheint das schwierig zu sein?

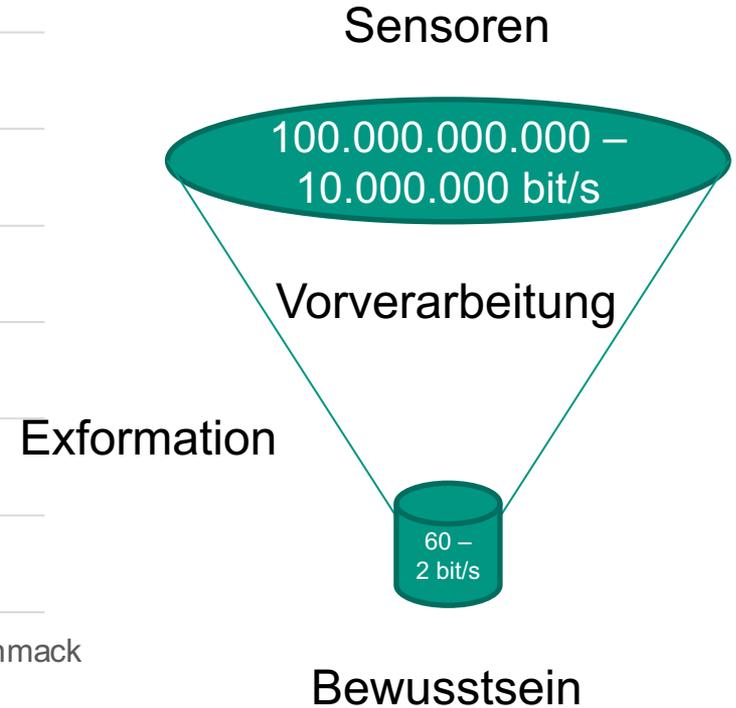
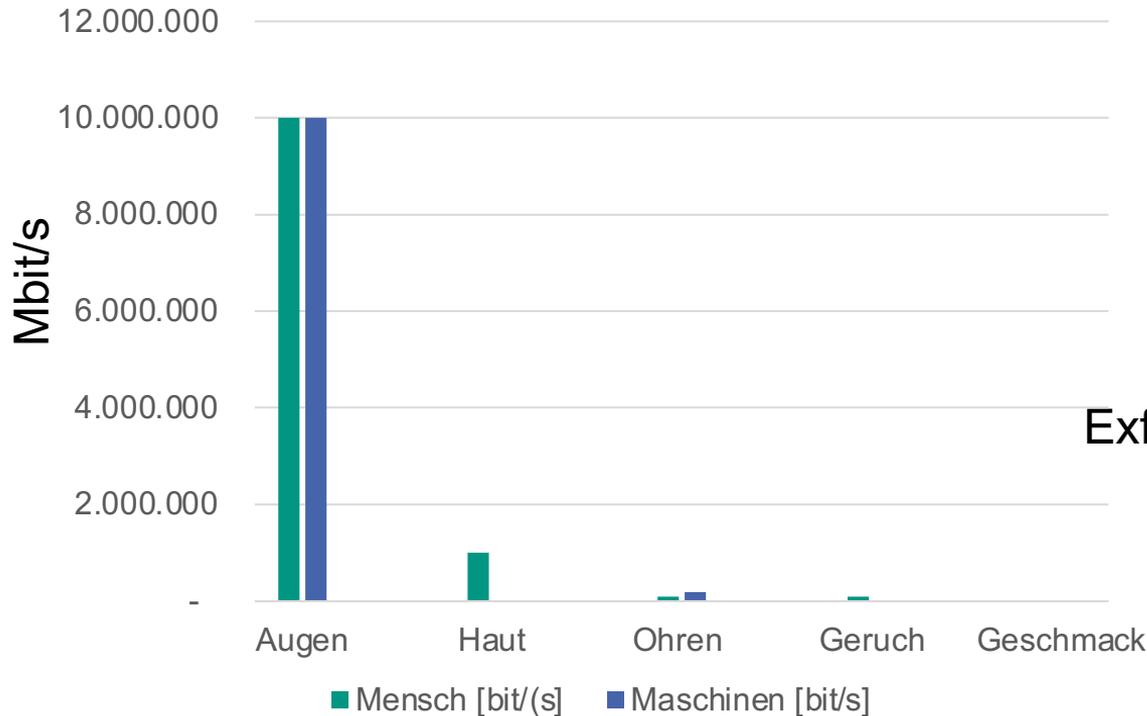
Menschenähnlich heißt in etwa: Bandbreite der Informationserzeugung



Menschenähnlich heißt in etwa: Bandbreite der Informationserzeugung



Menschenähnlich heißt in etwa: Bandbreite der Informationsverarbeitung



Agenda

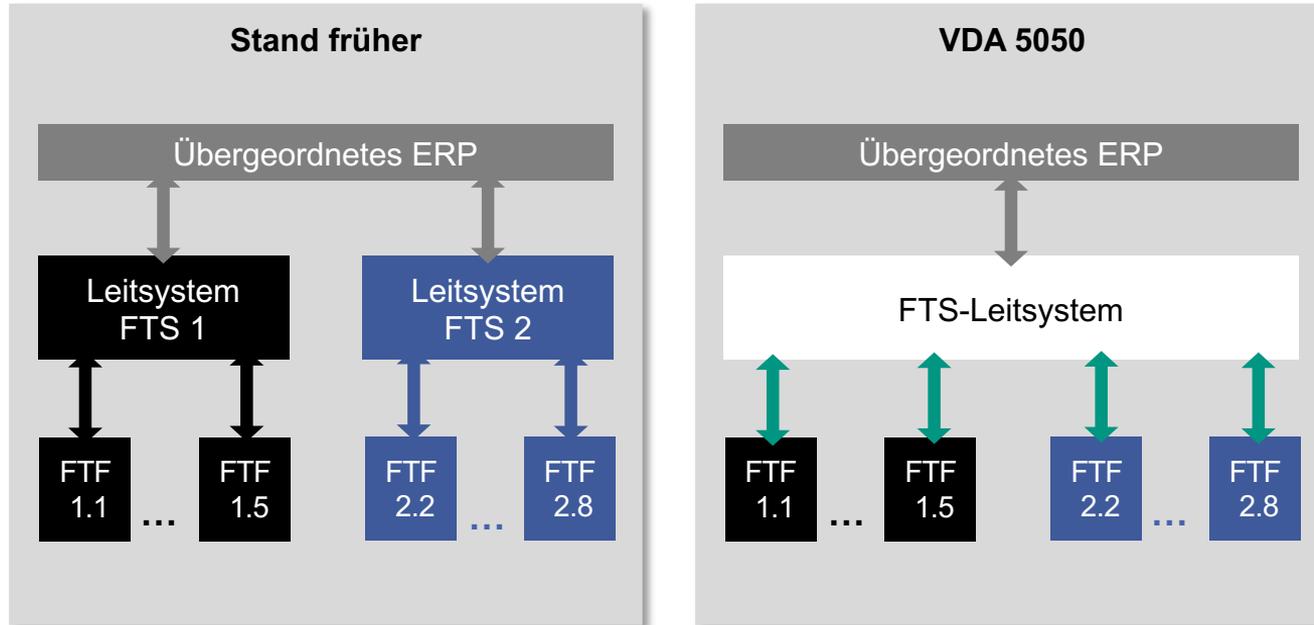
- Fortschritte bei situativen Handeln am Beispiel der urbanen Logistik
- Zusammenarbeit am Beispiel VDA 5050
- Fortschritte bei der Zusammenarbeit am Beispiel Kommissionieren (bzw. des Greifens)



Morrison, Cork and Leitner (2018)
<https://arxiv.org/abs/1804.05172>



Problemstellung FTS-Leitsysteme



Schnittstellendefinition nach VDA 5050

Die Schnittstelle ermöglicht:

- das **Verteilen von Aufträgen** an Fahrzeuge **beliebiger Hersteller**
- das Empfangen von **Statusinformationen** dieser Fahrzeuge
- die Beschreibung eines **Wegenetzes**
- das Verteilen von **Kartendaten**

Technische Anforderungen

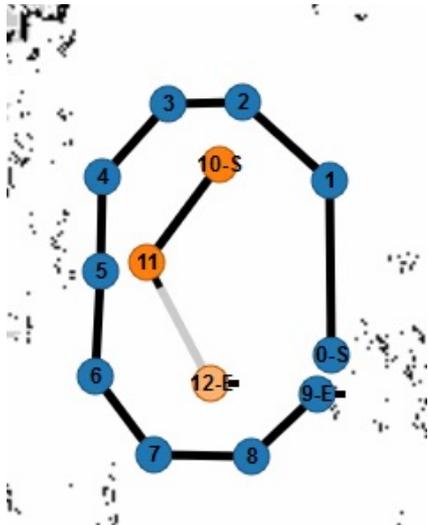
- 500 FTF sollen angesteuert werden
- FTF Statusupdate etwa alle 2 Sekunden
- IP-basierte Kommunikation per W-LAN



Auftragskommunikation

Verwendete Technologie

- Datenaustausch über M2M Protokoll MQTT 3.1.1
- Datenaustauschformat: JSON



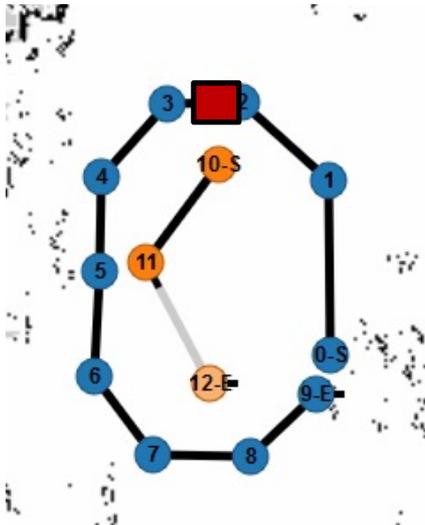
```
JSON
{
  "actions": [
    {
      "actionId": "dropS_0",
      "actionName": "drop",
      "actionDescription": "kLT ablefern",
      "actionParameter": {
        "key": "blockingType",
        "value": "hard"
      }
    }
  ],
  "version": "0.8.10",
  "orderId": "Route 0",
  "sequenceId": 0,
  "timestamp": "2019-09-17T13:24:55.286Z",
  "replaceBase": false,
  "nodes": [
    {
      "nodeId": "0",
      "nodeDescription": "0",
      "position": {
        "x": -1.9569583333333345,
        "y": -5.884166666666669,
        "theta": 1.5636022063046042,
        "mapId": "base_map"
      },
      "actionList": [],
      "released": true,
    }
  ]
}
```



FTF-Statuskommunikation

Verwendete Technologie

- Datenaustausch über M2M Protokoll MQTT 3.1.1
- Datenaustauschformat: JSON



```
JSON
{
  "actions": [
    {
      "actionId": "dropS_0",
      "actionName": "drop",
      "actionDescription": "KLT ablefern",
      "actionParameter": {
        "key": "blockingType",
        "value": "hard"
      }
    }
  ],
  "version": "0.8.10",
  "orderId": "Route 0",
  "sequenceId": 0,
  "timestamp": "2019-09-17T13:24:55.286Z",
  "replaceBase": false,
  "nodes": [
    {
      "nodeId": "0",
      "nodeDescription": "0",
      "position": {
        "x": -1.9569583333333345,
        "y": -5.884166666666669,
        "theta": 1.5636022063046042,
        "mapId": "base_map"
      },
      "actionList": [],
      "released": true,
    }
  ]
}
```



IFL Tests Q1 2020

- Zwei Leitsysteme
 - SuperFROG (Oceaneering)
 - Siemens Leitsteuerung
- Vier Fahrzeuge
 - Oceaneering Unimover
 - SSI Schäfer Weasel
 - IncubedIT Shuttle
 - KARIS
- Lasthanhabung und Auftragsvergabe

- Alle Leitsysteme mit allen Fahrzeugen, erster Proof of Concept



IFOY Award Q1 2021

- Ein Leitsystem
 - Dematic Fleet Controller
- Sechs Fahrzeuge
 - SSI Schäfer Weasel
 - Siemens
 - Still iGo Neo
 - DS Automation
 - Safelog
 - Arculus
- Inklusive Verkehrssteuerung
- Industrietauglichkeit bewiesen

- "Erster Praxisbeweis gemeinsamer Philosophie" – DS Automation



VDA 5050 – ein Standard mit Zukunft

- Weiterentwicklung der Schnittstelle im OpenSource Modus
 - www.github.com/VDA5050/VDA5050
- Mittlerweile viele Fahrzeug- und Leitsystemhersteller VDA5050 kompatibel
- IFL weiter federführend bei Protokollentwicklung, mindestens für die nächsten zwei Jahre
 - Beauftragt von VDA und VDMA
 - Kooperation mit:



und vielen
anderen...

- Fortschritte bei situativen Handeln am Beispiel der urbanen Logistik
- Zusammenarbeit am Beispiel VDA 5050

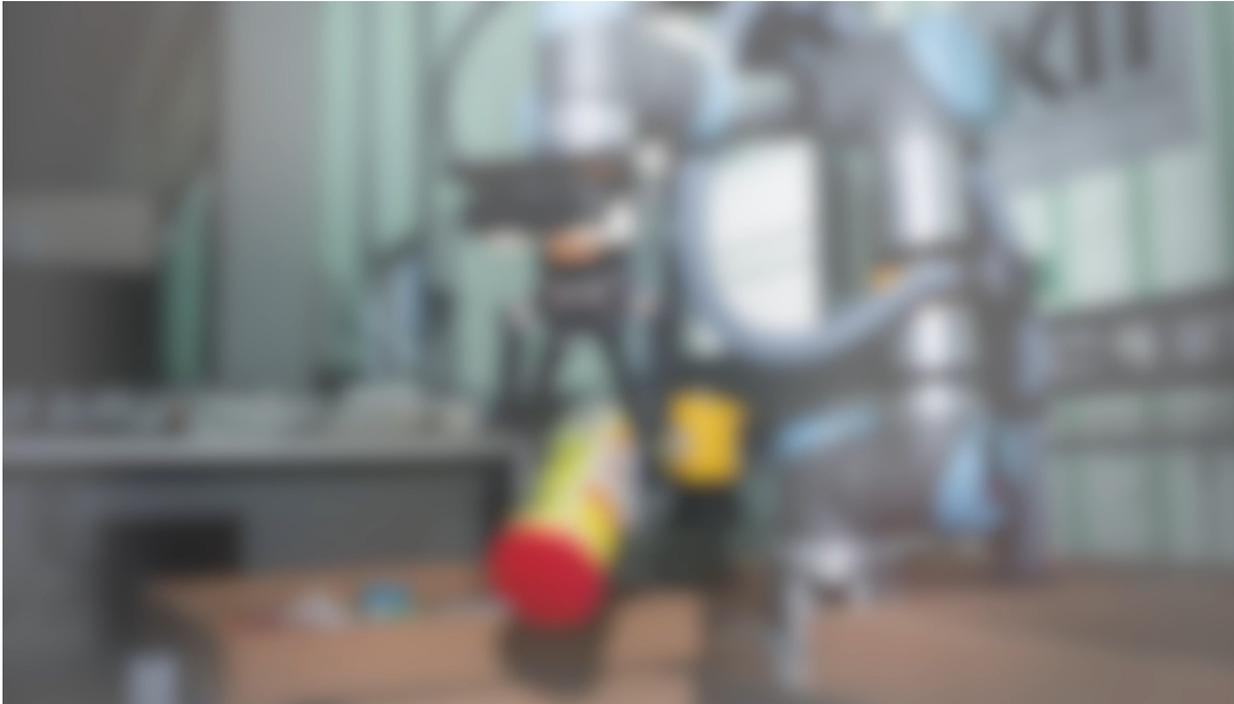


- Fortschritte bei der Zusammenarbeit am Beispiel Kommissionieren (bzw. des Greifens)

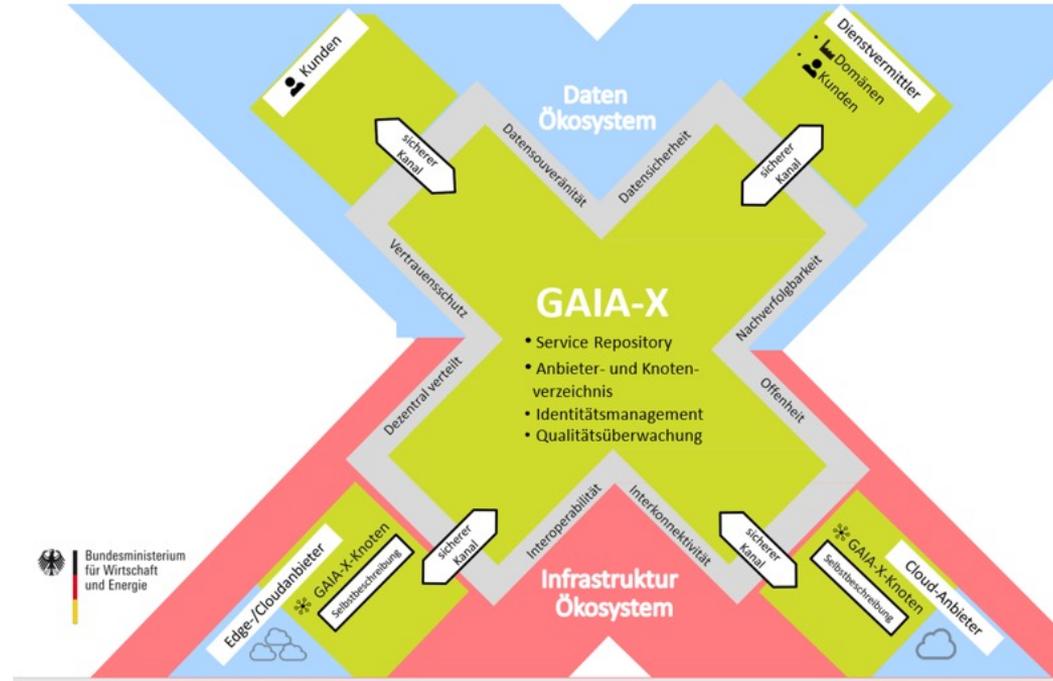
Morrison, Cork and Leitner (2018)
<https://arxiv.org/abs/1804.05172>



Automatisiertes Picken

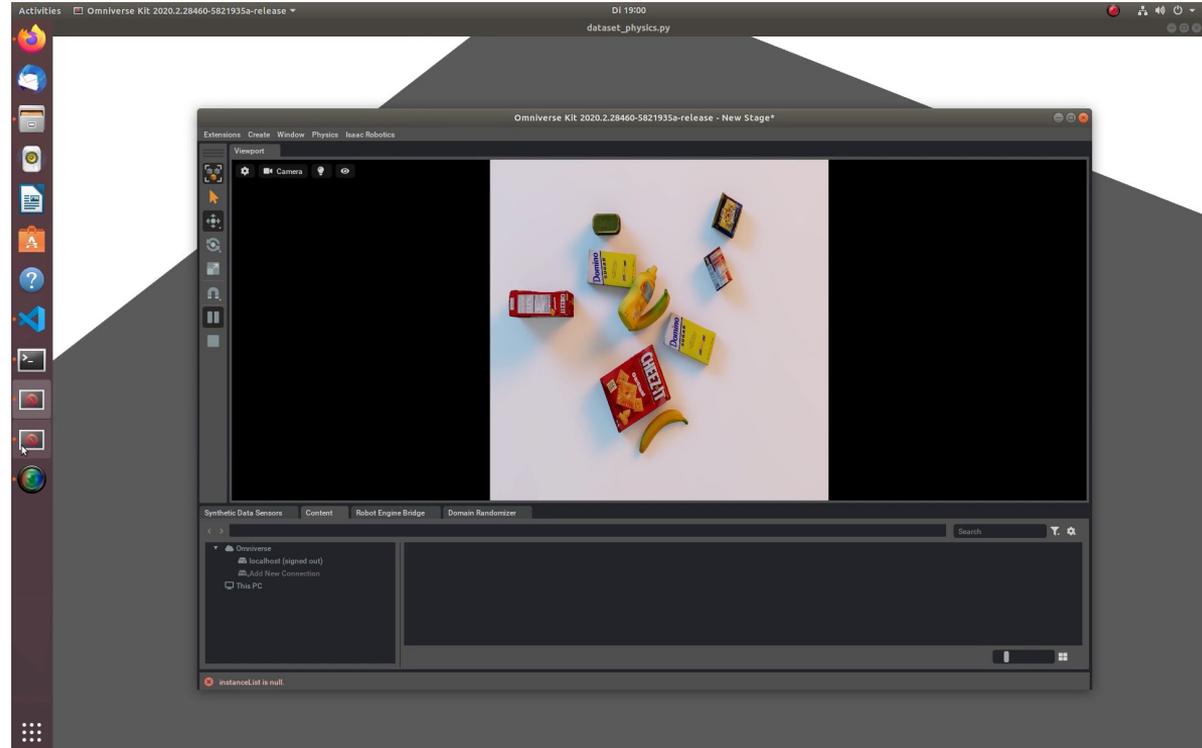


- Was hat sich seit dem getan?
- Kommt in die Praxis
- Herausforderung Greifen Lernen
- Jeder für sich oder gemeinsam?
- „Federated Learning“

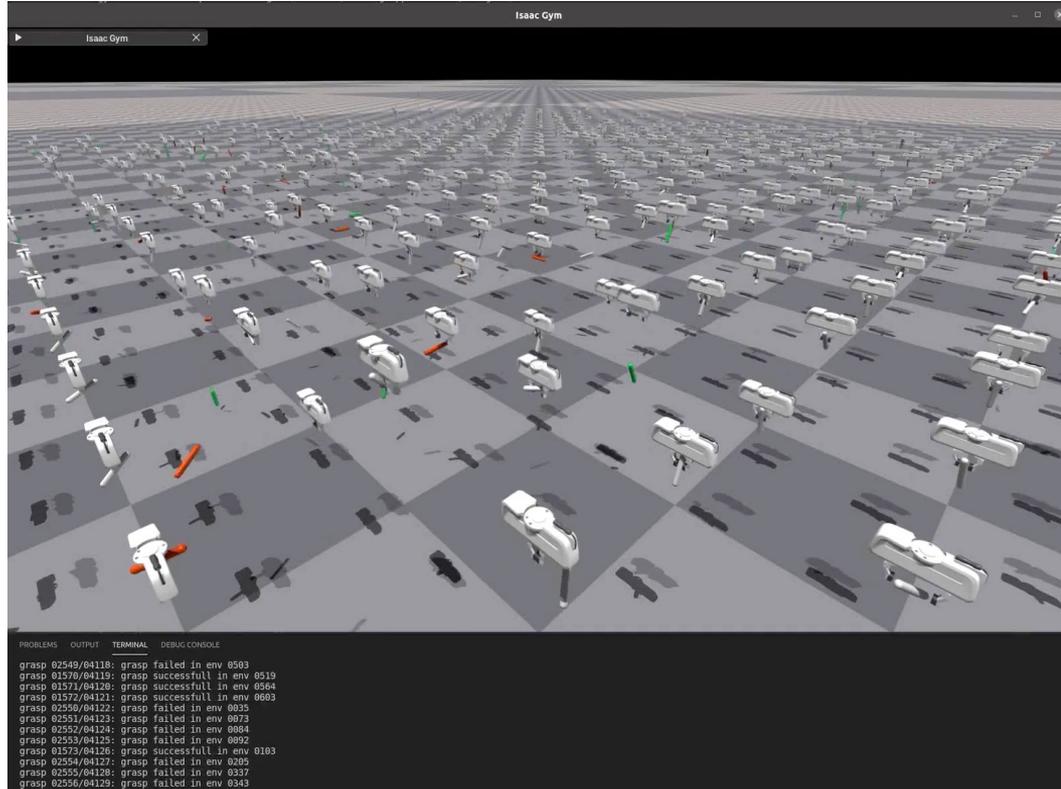


Federated Learning – verteiltes Lernen

- Am Beispiel deutsch-kanadisches Projekt FLAIROP
- KI-Lösung unter Wahrung der Datenschutzbestimmungen
- Kein Austausch von Trainingsdaten
- Nutzung der gelernten Ergebnisse

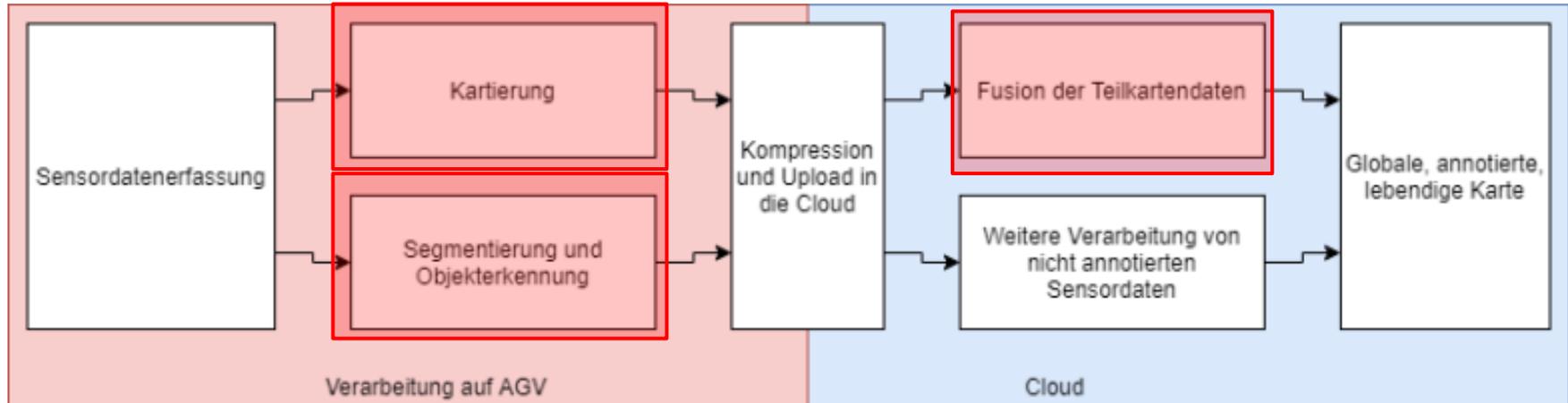


Federated Learning – massiv parallel



Was nützt die Cloud?

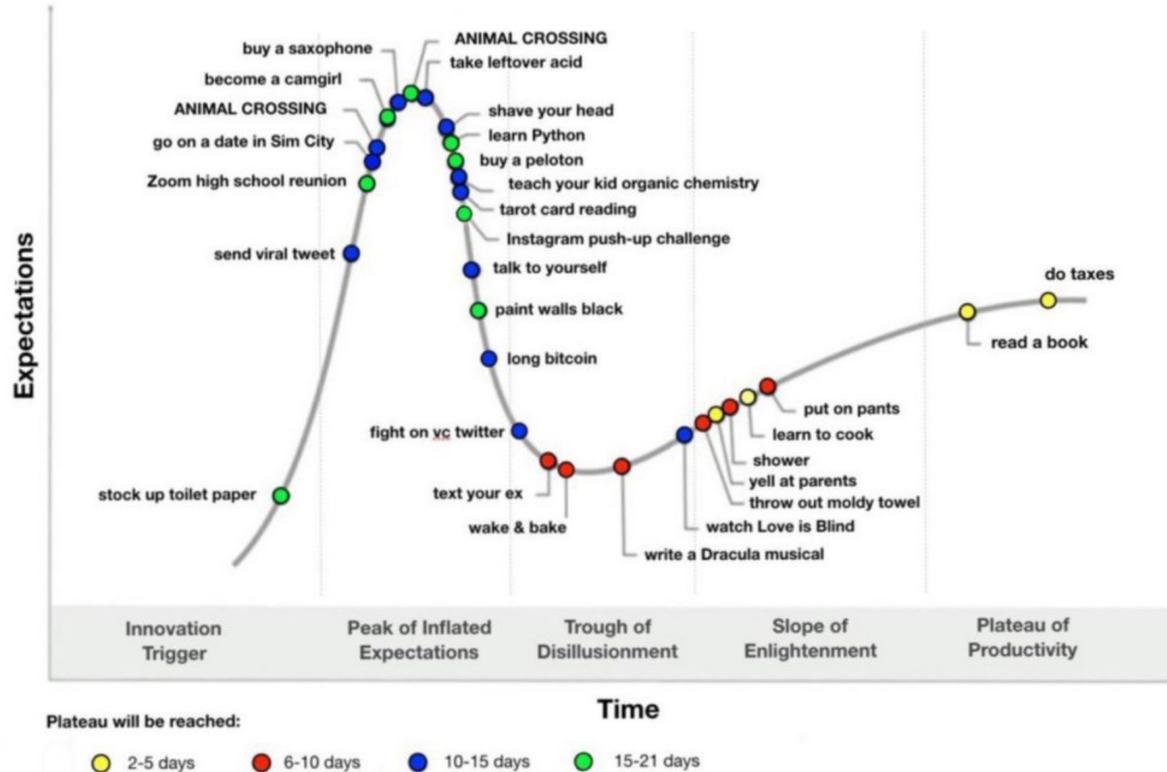
- Am Beispiel der gemeinsamen Nutzung von Sensordaten zur Kartierung



Zusammenfassung

- Wir haben uns auf den Weg gemacht
- Vereinfachung hilft!
- Konzentration auf das Wesentliche

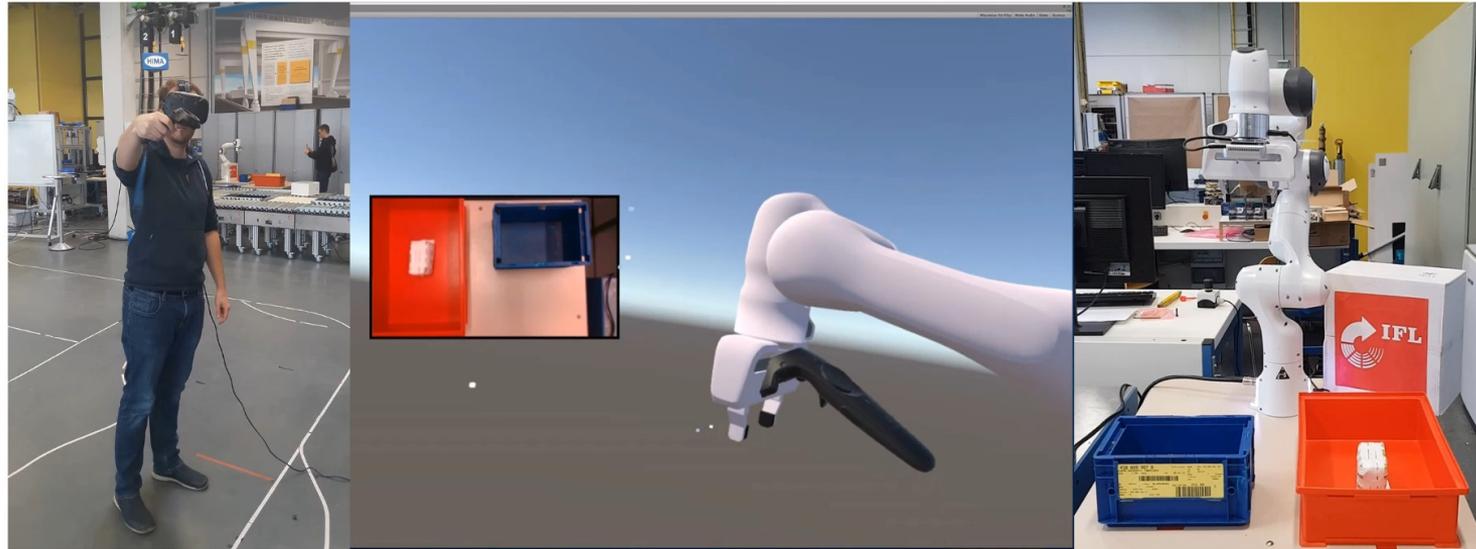
Gartner Hype Cycle for Emerging Quarantines, 2020



Fake?

Source: Gartner
ID: 370115

Backup



Jonathan Dzedzitz, 2018