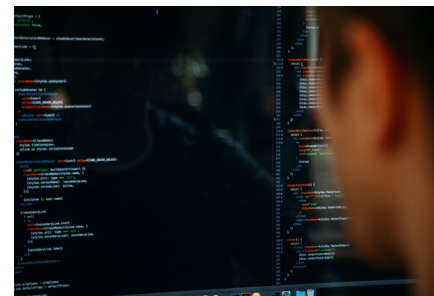
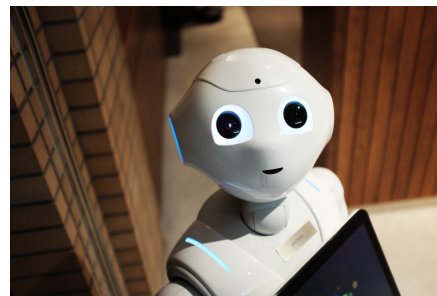


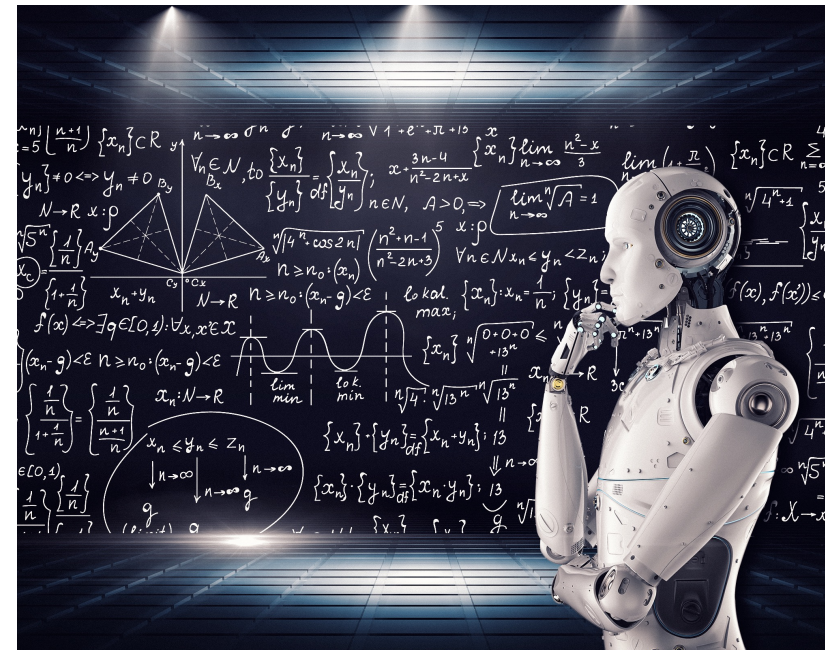
Künstliche Intelligenz für autonomer Roboter und Fahrzeuge

Prof. Dr. Wolfram Burgard
Technische Universität Nürnberg



Was ist Intelligenz?

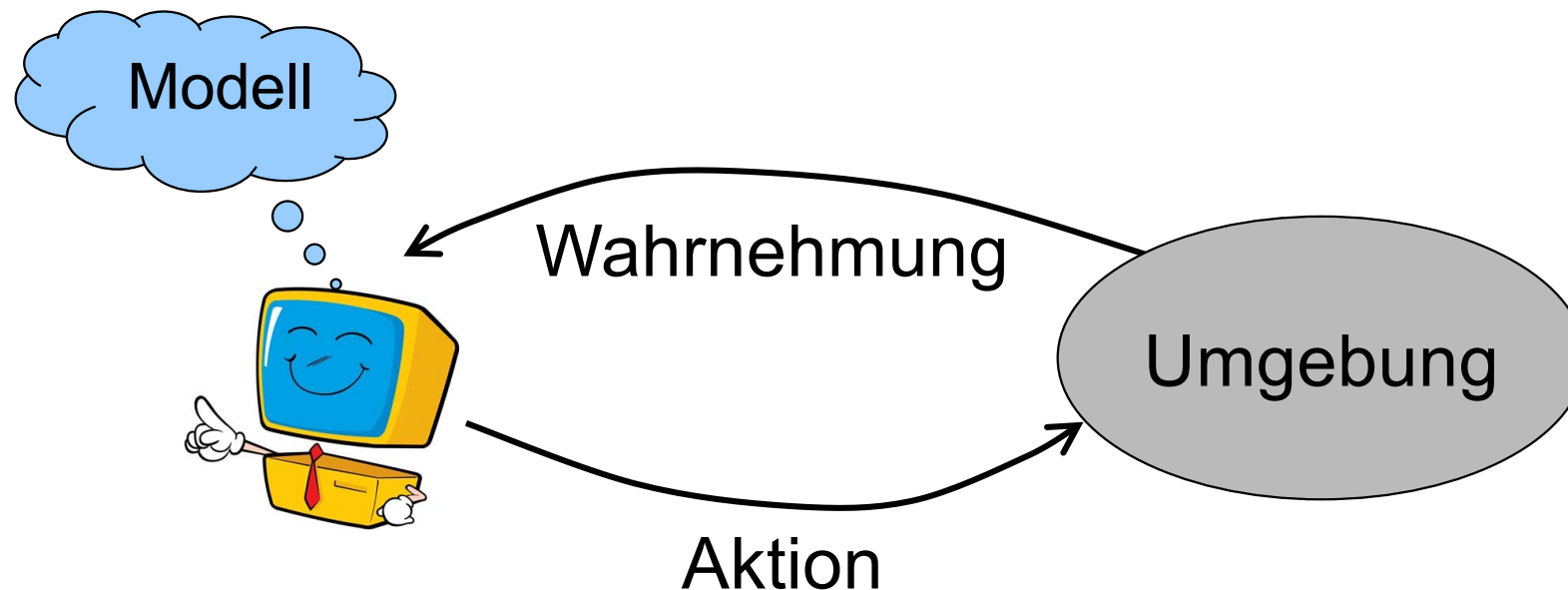
Die Fähigkeit, die **Gesamtheit** unterschiedlich ausgeprägter **kognitiver Fähigkeiten zur Lösung eines logischen, sprachlichen, mathematischen oder sinnorientierten Problems einzusetzen.**



[Wikipedia/Wikimedia Commons]

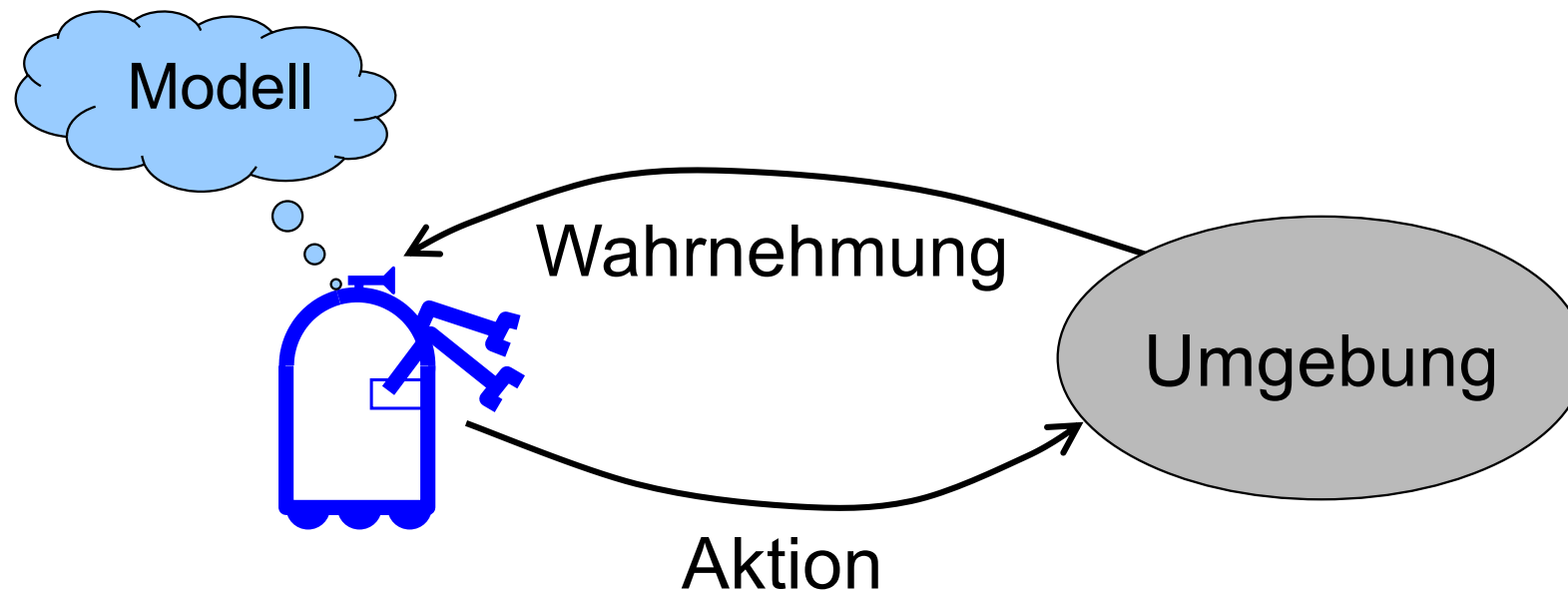
Künstliche Intelligenz

Wissenschaft der Informatik über Technologie zur Lösung von Problemen, die Intelligenz erfordern



Robotik

Physikalische Agenten, die ihre Umgebung wahrnehmen und Aktionen ausführen, um ihre Ziele zu erreichen.



Formen Künstlicher Intelligenz

Am menschlichen Denken
oder Handeln orientiert?

Oder eher rational denken
oder handeln?



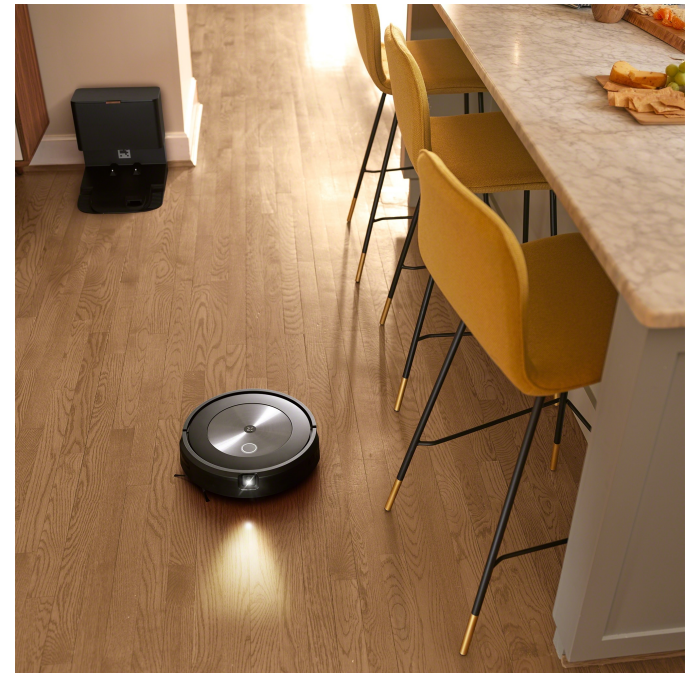
[Wikimedia Commons]

Rationales Handeln

Ein Agent handelt rational, wenn er versucht

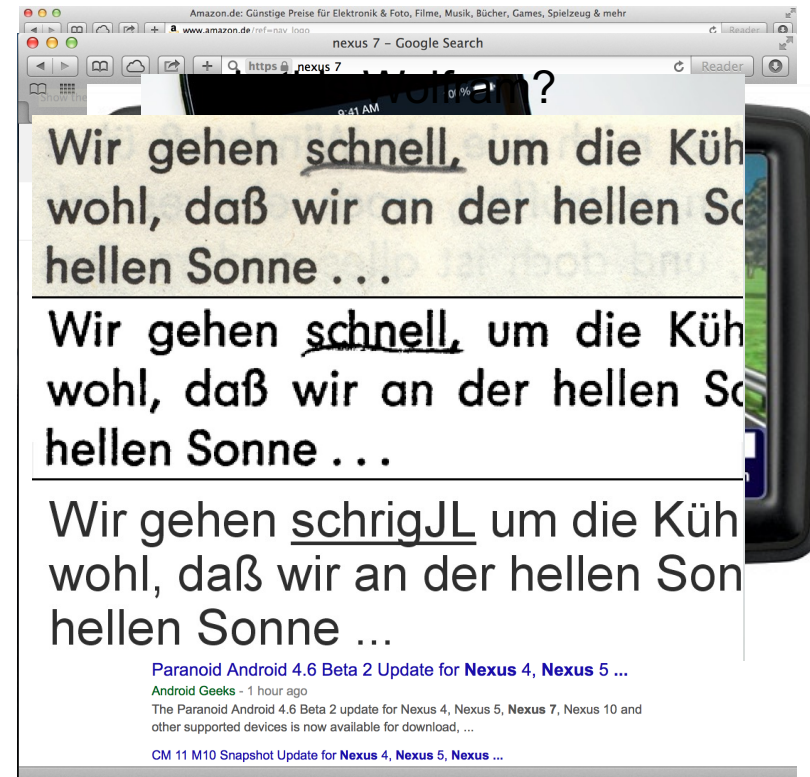
seine Performanz zu maximieren

gegeben sein Wissen über die Umgebung und die Aufgabe.



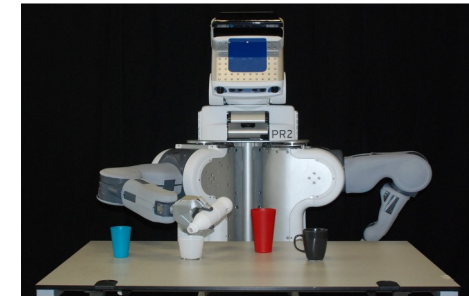
KI in unserem täglichen Leben

- Sprache verstehen
- Navigationssysteme
- Zeichenerkennung
- Gesichtserkennung und -detektion
- Suchmaschinen
- Empfehlungssysteme

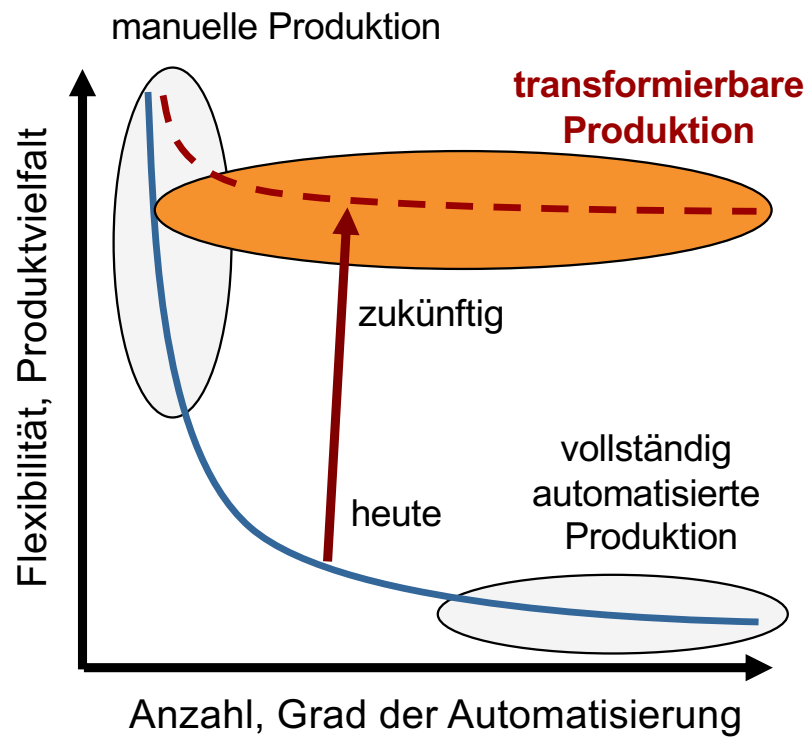


Herausforderungen

- Digitalisierung
- Produktion
- Logistik
- Alternde Bevölkerung
- Verkehr
- Ernährung
- Medizin
- ...
- Verantwortungsvolle Lösungen



Warum Robotik?



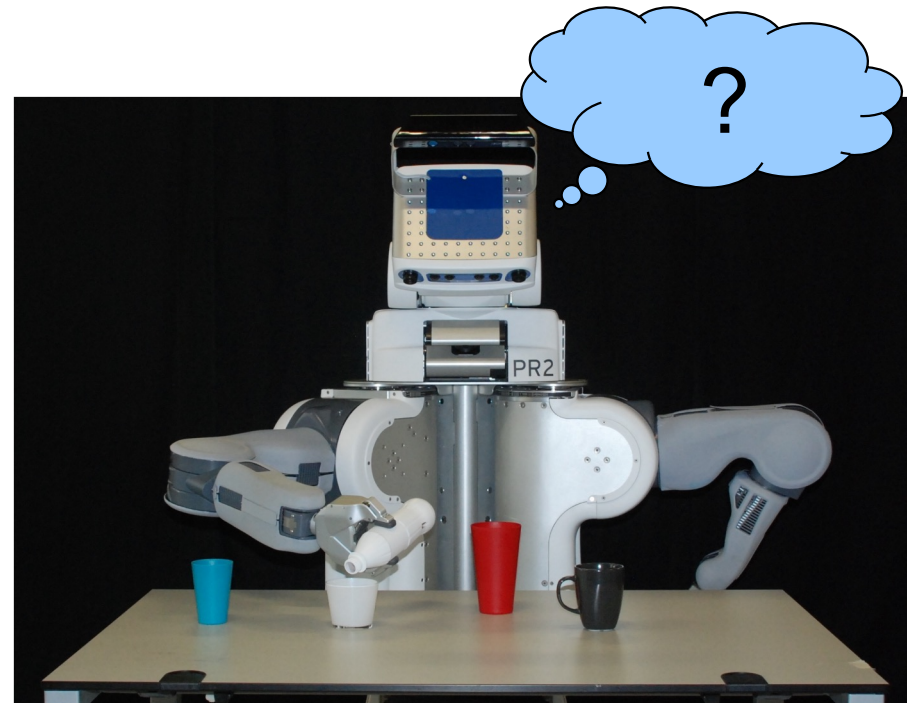
Warum Automatisiertes Fahren?

- Sicherheit
- Effizienz
- Platz
- Mobilität als Service

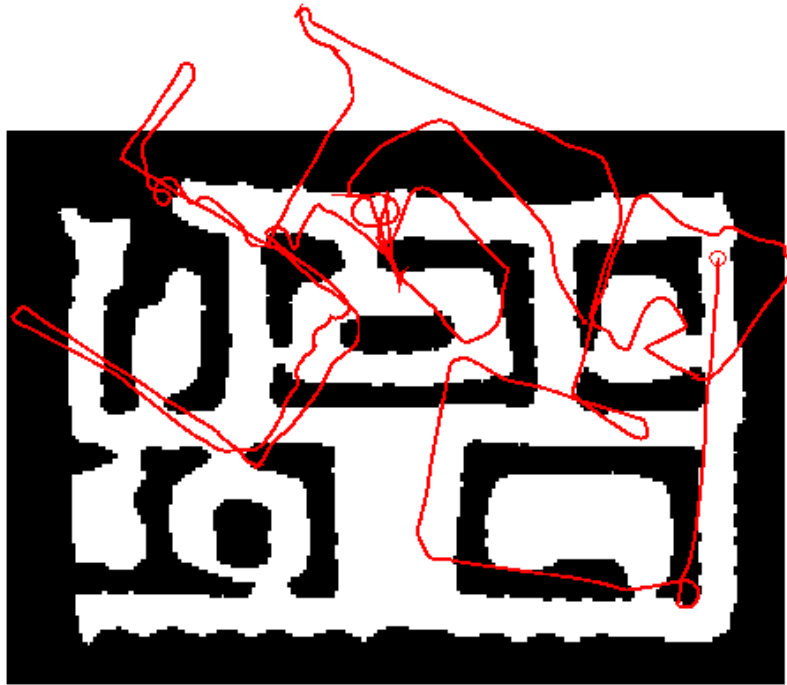


Es ist schwer autonome Roboter zu bauen

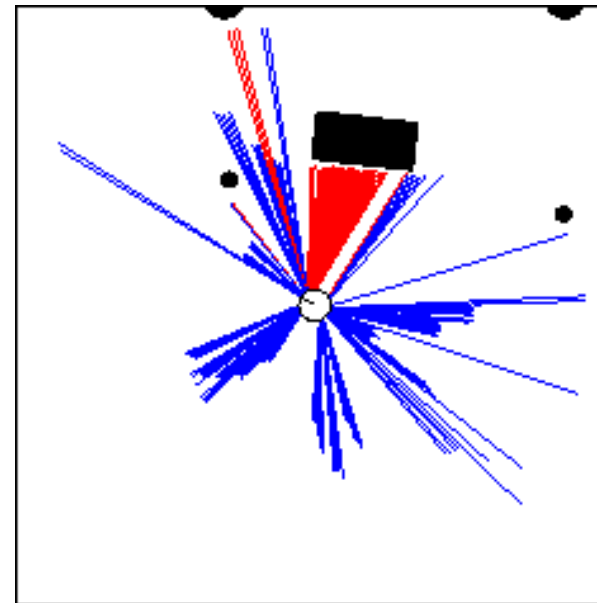
- Wahrnehmung
- Navigation
- Manipulation
- Interaktion
- Sicherheit
- ...



Es gibt keine perfekten Sensoren



Odometrie-Daten



Abstandsdaten

Probabilistic Robotics

Explizite Repräsentation on Verwendung der Unsicherheit

- Wahrnehmung = Zustandsschätzung

- Aktion = Optimierung des Nutzens

Probabilistic Robotics

Explizite Repräsentation on Verwendung der Unsicherheit

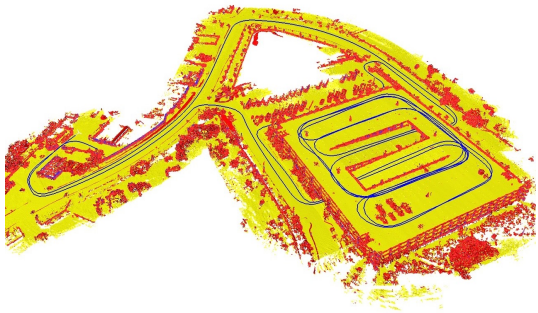
- Wahrnehmung = Zustandsschätzung

$$Bel(x | z, u) = \alpha p(z | x) \int_{x'} p(x | u, x') Bel(x') dx'$$

- Aktion = Optimierung des Nutzens

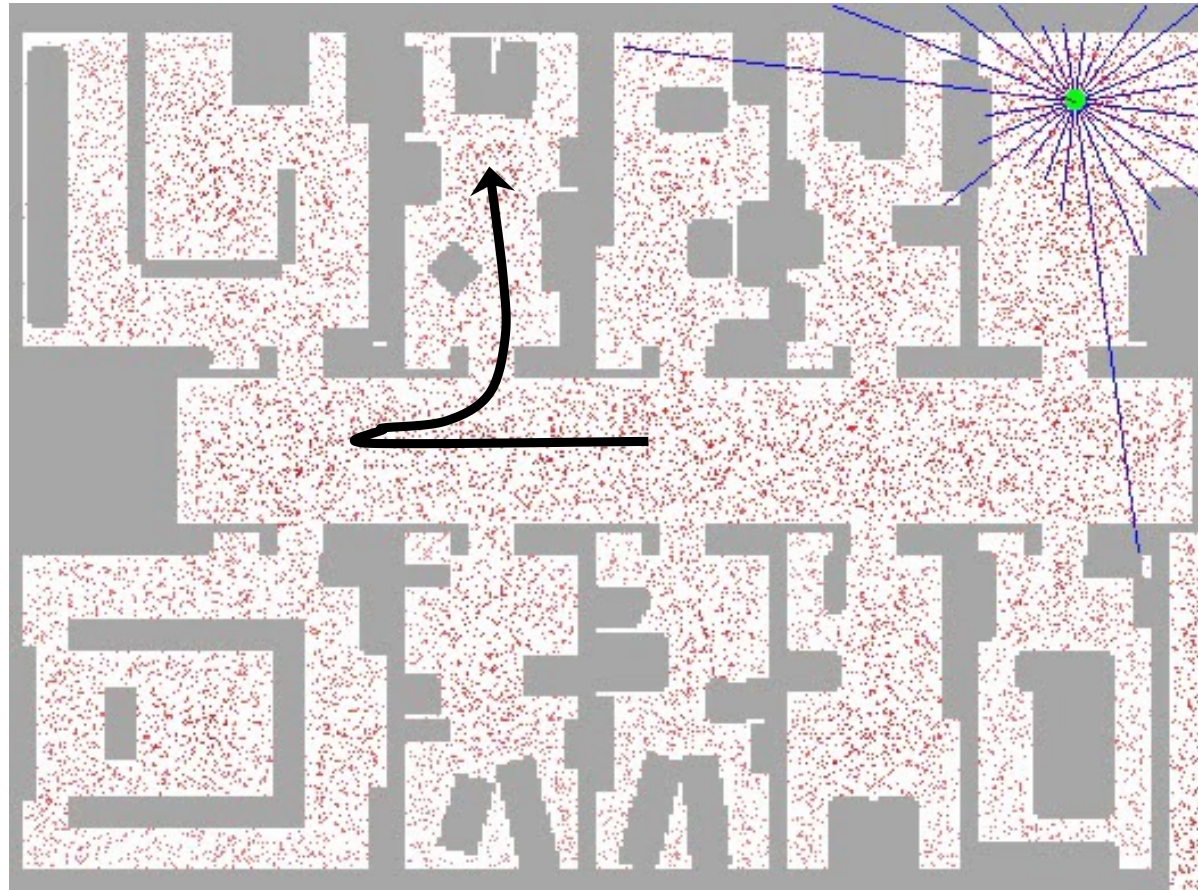
$$\pi^*(x) = \operatorname{argmax}_u \sum_{x'} p(x' | u, x) V^*(x')$$

Lokalisierung / Positionsschätzung



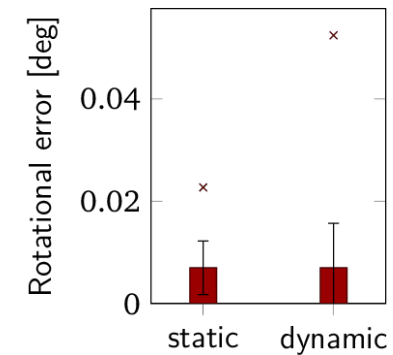
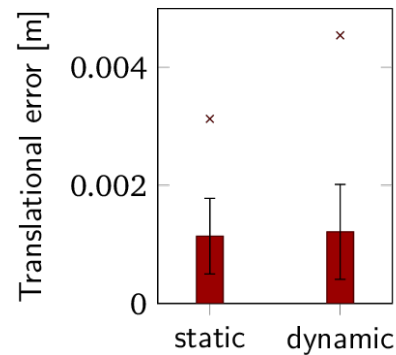
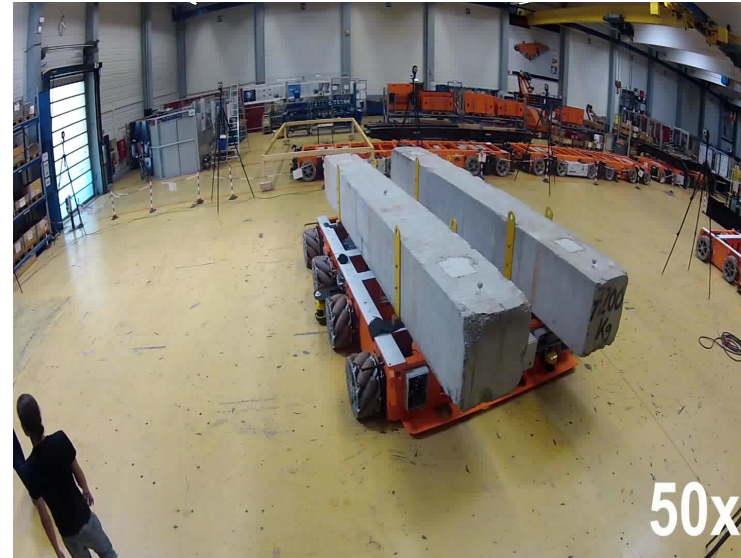
$$Bel(x | z, u) = \alpha p(z | x) \int_{x'} p(x | u, x') Bel(x') dx'$$

Probabilistische Lokalisierung

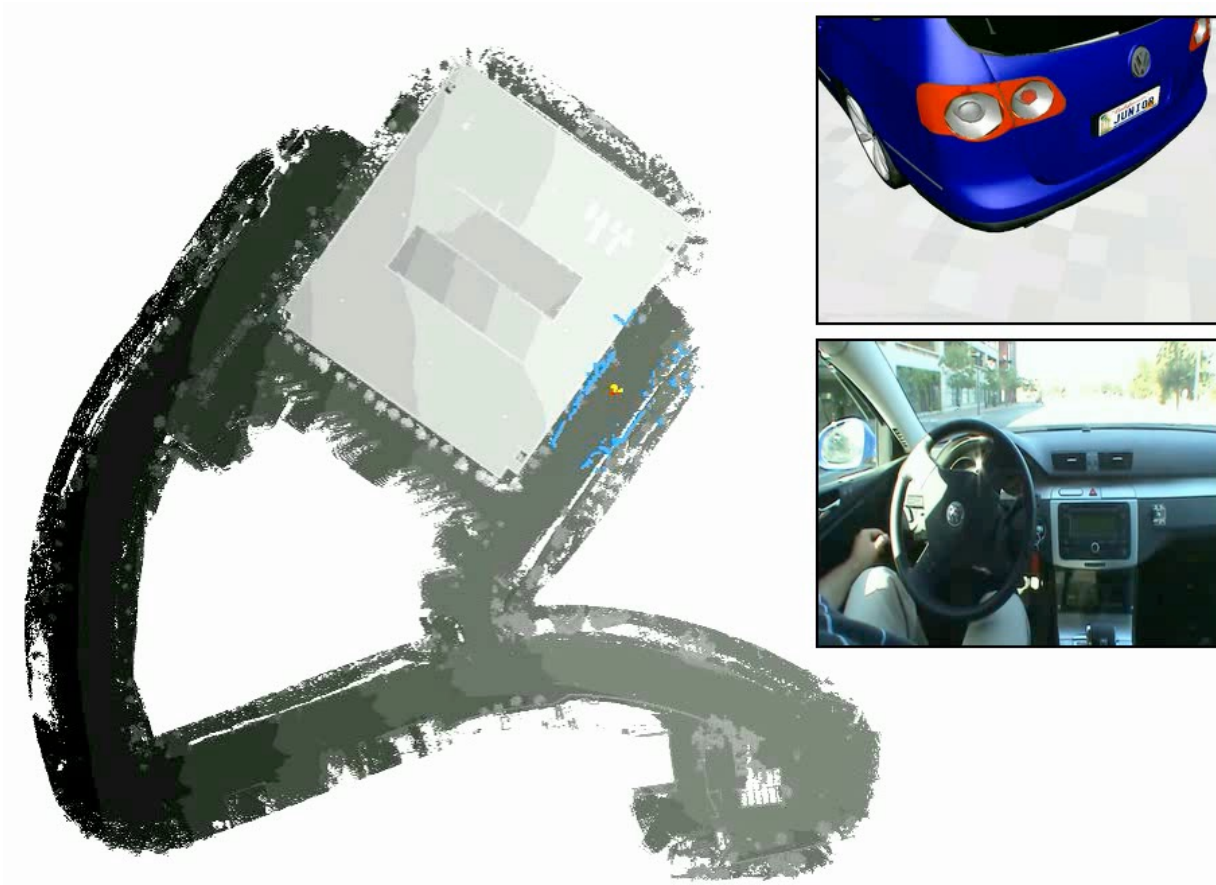


Hochpräzise auch in dynamischen Umgebungen

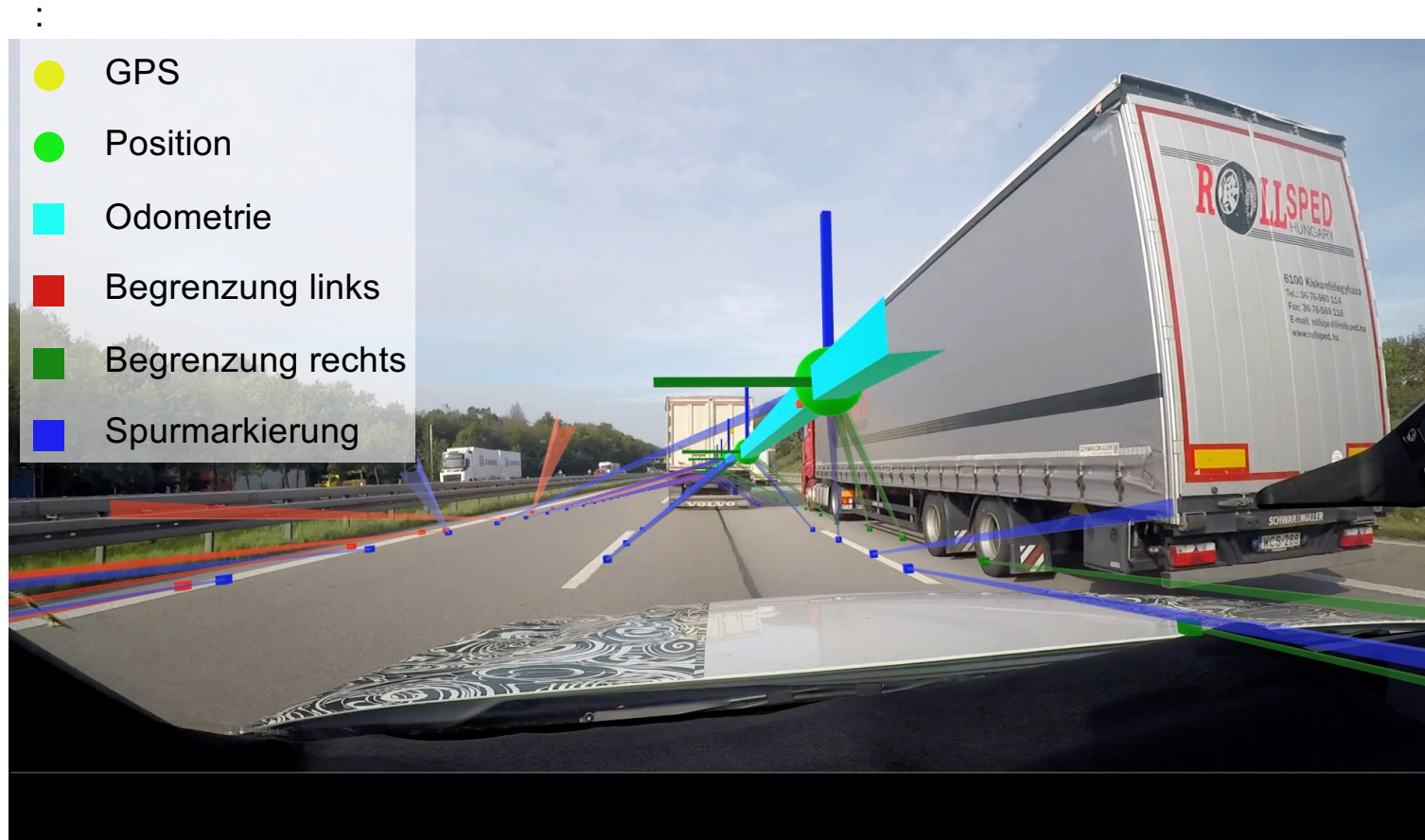
- KUKA omniMove (11t)
- Safety scanners
- Error in the area of millimeters
- Even in dynamic environments



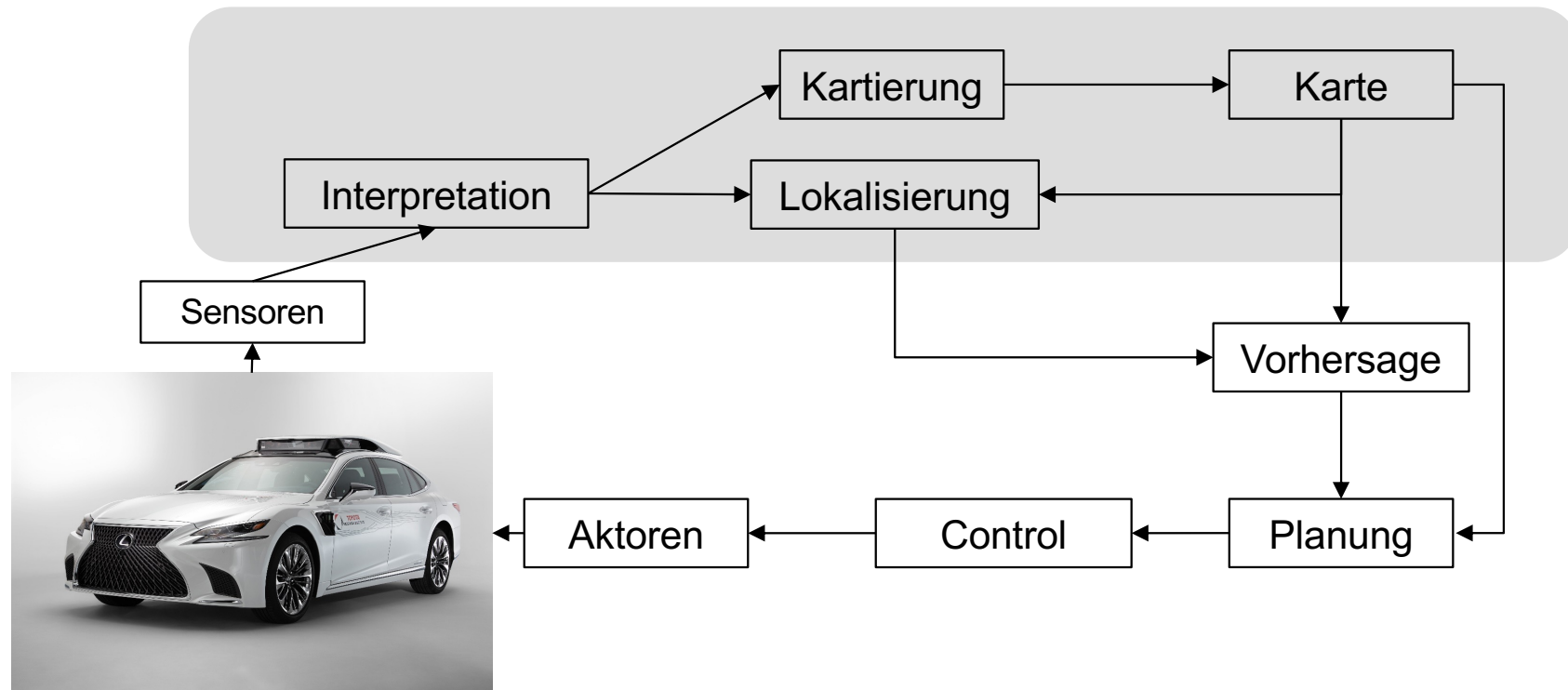
Lokalisierung von selbstfahrenden Autos



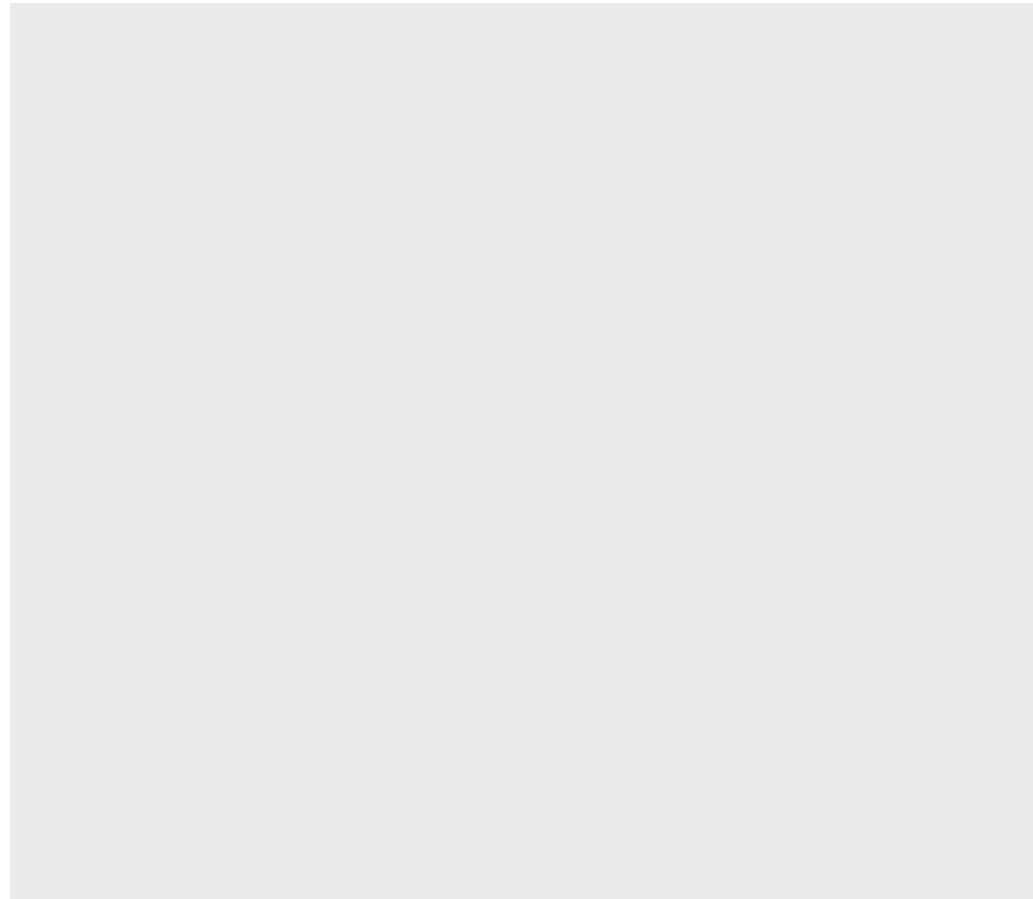
Lokalisierung mit HD-Karten



Typische Software-Komponenten von Selbstfahrenden Autos

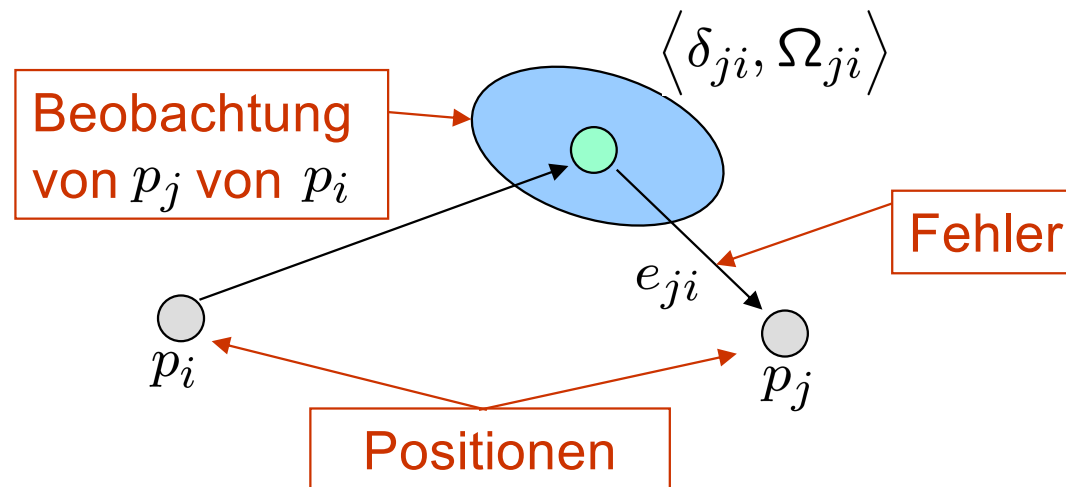


Kartierung: Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)



SLAM als Optimierungsproblem

Ziel: Berechne die Positionen, die möglichst gut zu den Beobachtungen passen



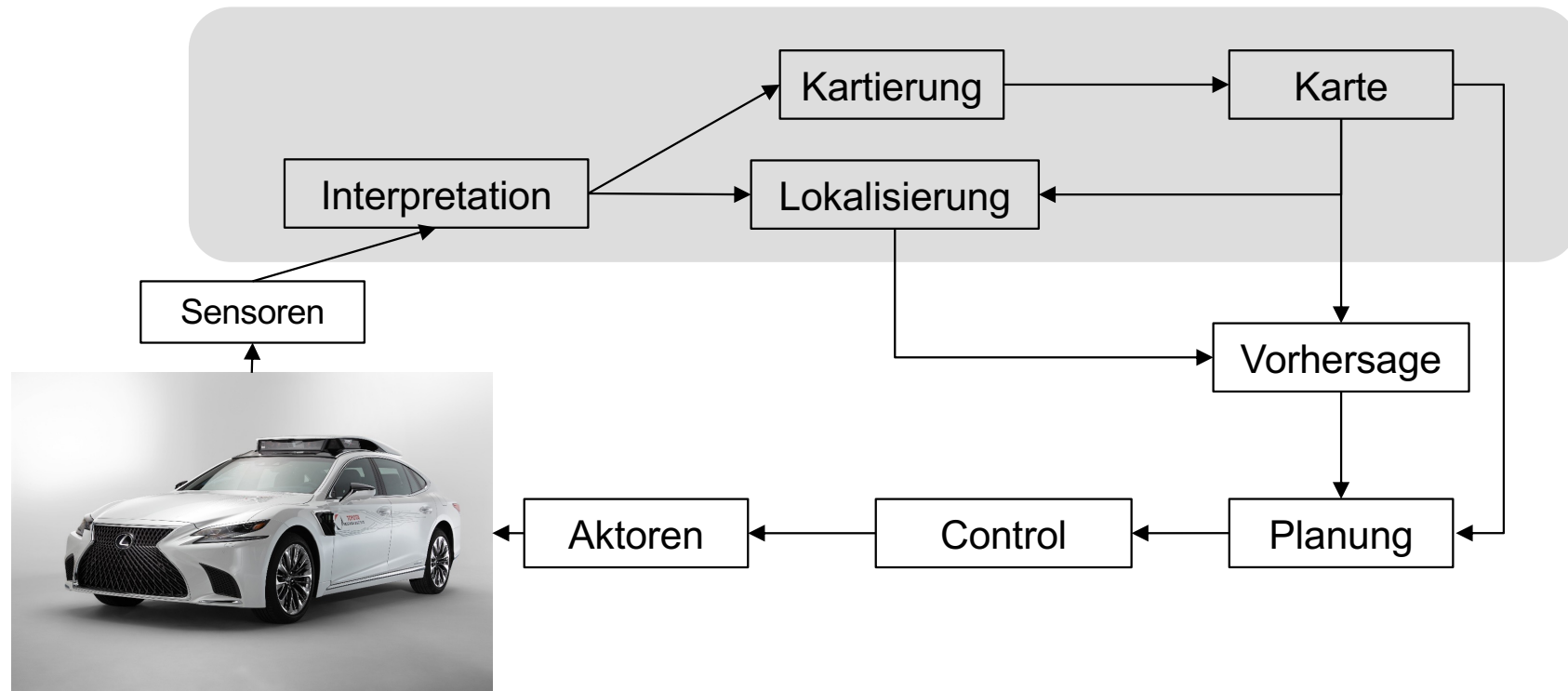
$$\mathbf{p}^* = \operatorname{argmin}_{\mathbf{p}} \sum_{ji} e_{ji}^T \Omega_{ji} e_{ji}$$

Beispiel:



dotscene[®]

Typische Software-Komponenten von Selbstfahrenden Autos



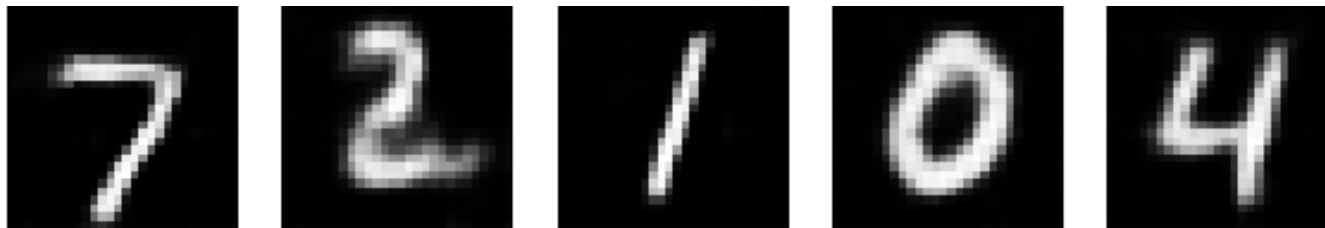
Interpretation – Tiefes Lernen

- Auto-Encoder

Originalbilder:



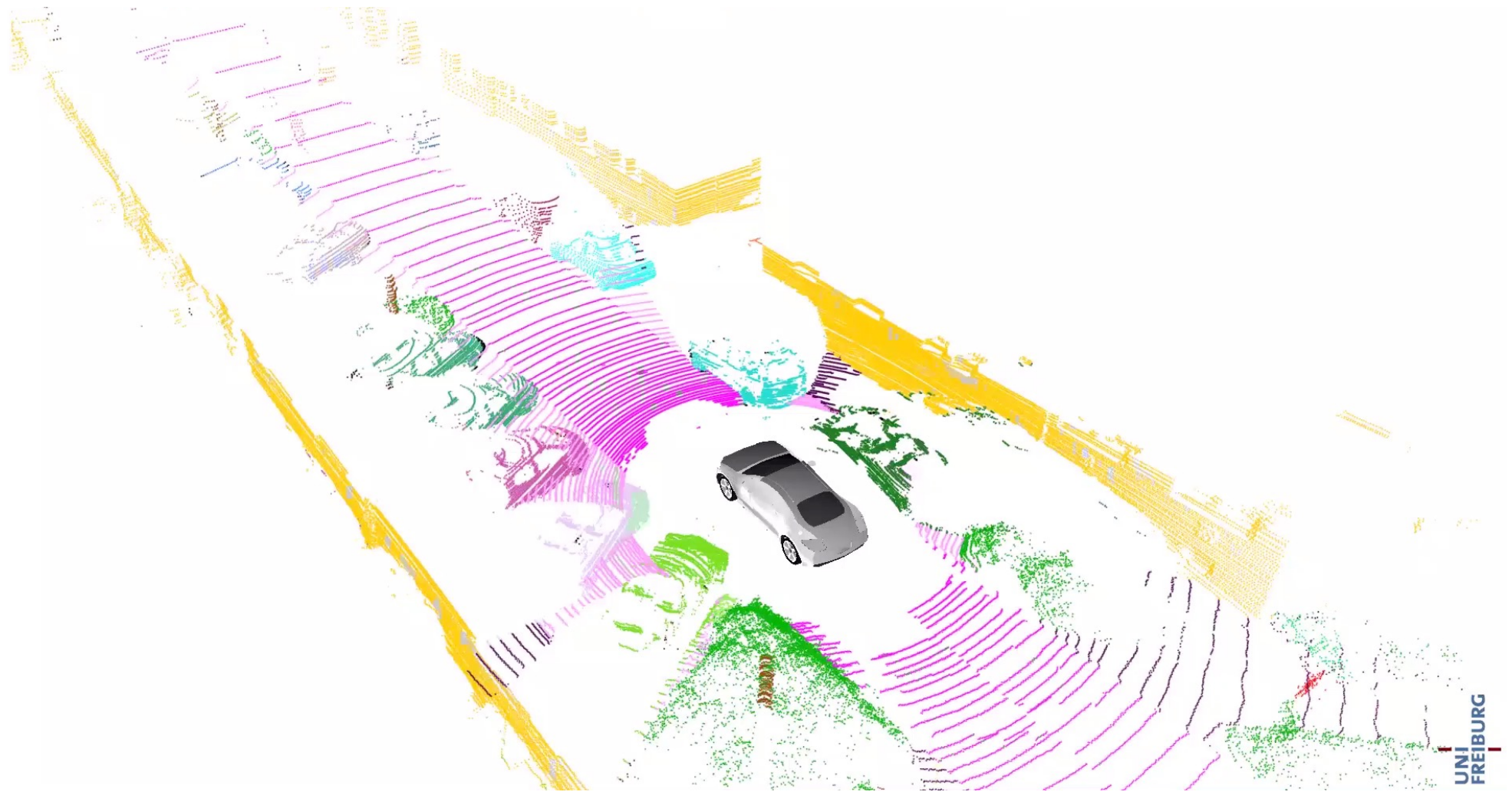
Rekonstruierte Bilder:



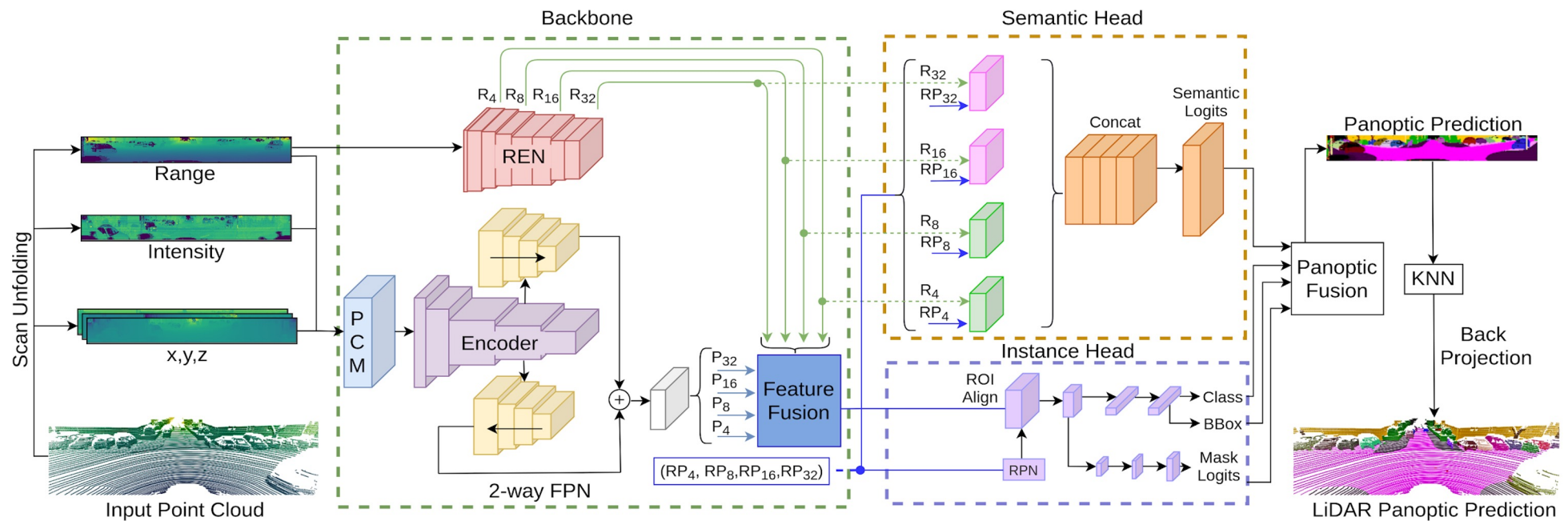
Was ist das, was ich sehe?



Panoptische Segmentierung (Laser)

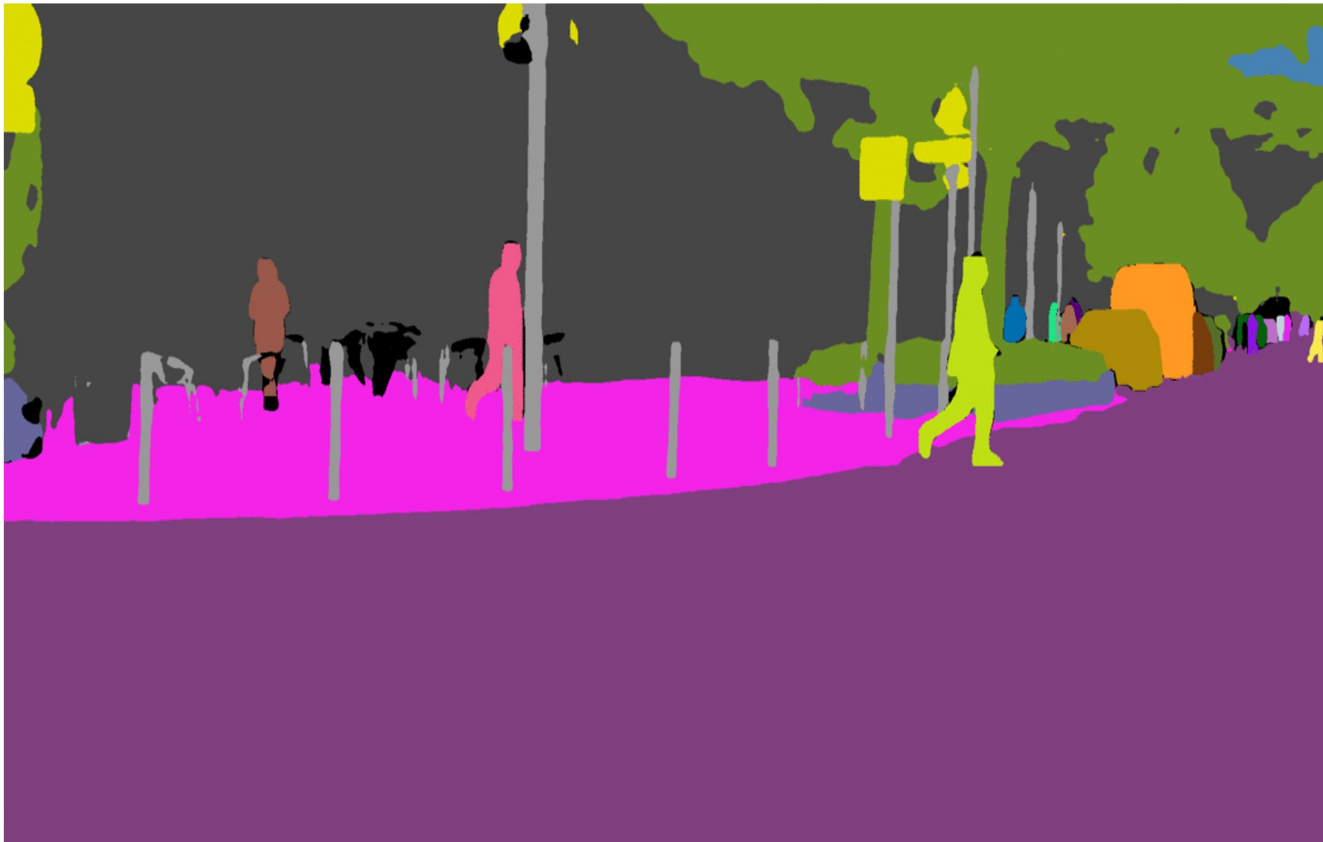


EfficientLPS Architektur



- Scan unfolding projection
- Backbone: PCM + Encoder + REN + 2-way FPN
- Semantic Head, Instance Head, Panoptic Fusion Module
- Reprojection into 3D using kNNs

Multi-Objekt-Panoptisches Verfolgen



Qualitative Ergebnisse: Vision



Selbstfahrende Autos im Betrieb

Cruise launches driverless robotaxi service in San Francisco

Rebecca Bellan @rebeccabellan / 12:34 AM GMT+1 • November 4, 2021

Comment



Image Credits: Cruise

Employees of Cruise, the self-driving subsidiary of General Motors, will be the first to jump inside one of the company's autonomous vehicles that operate in San Francisco without a human driver in the front seat. Certain members of the public will also be able to ride, but they won't be charged a fare.

Cruise co-founder, CTO and president Kyle Vogt was reportedly [the first to ride](#) the driverless AV, and he gushed about it all over Twitter.

This content is hosted by a third party. To view it, please update your privacy preferences. [Manage Settings.](#)

"Around 11 pm Monday night we launched an AV without anyone inside for the first time," [tweeted Vogt](#). "Until now we've been testing with humans in the driver's or passenger's seat, so this was a first. It began to roam around the city, waiting for a ride request. At 11:20pm I used the Cruise app and summoned my first ride. After a few minutes, one of the Cruise AVs (named Sourdough) drove up to me and pulled over. Nobody was inside the car. I pressed the 'start ride' button and the AV smoothly pulled back into traffic."

Waymo begins mapping NYC to improve autonomous driving tech

By Steve Crowe | November 3, 2021

Listen to this article



Voiced by Amazon Polly



1. Cruise-Fahrt ohne Fahrer in SF



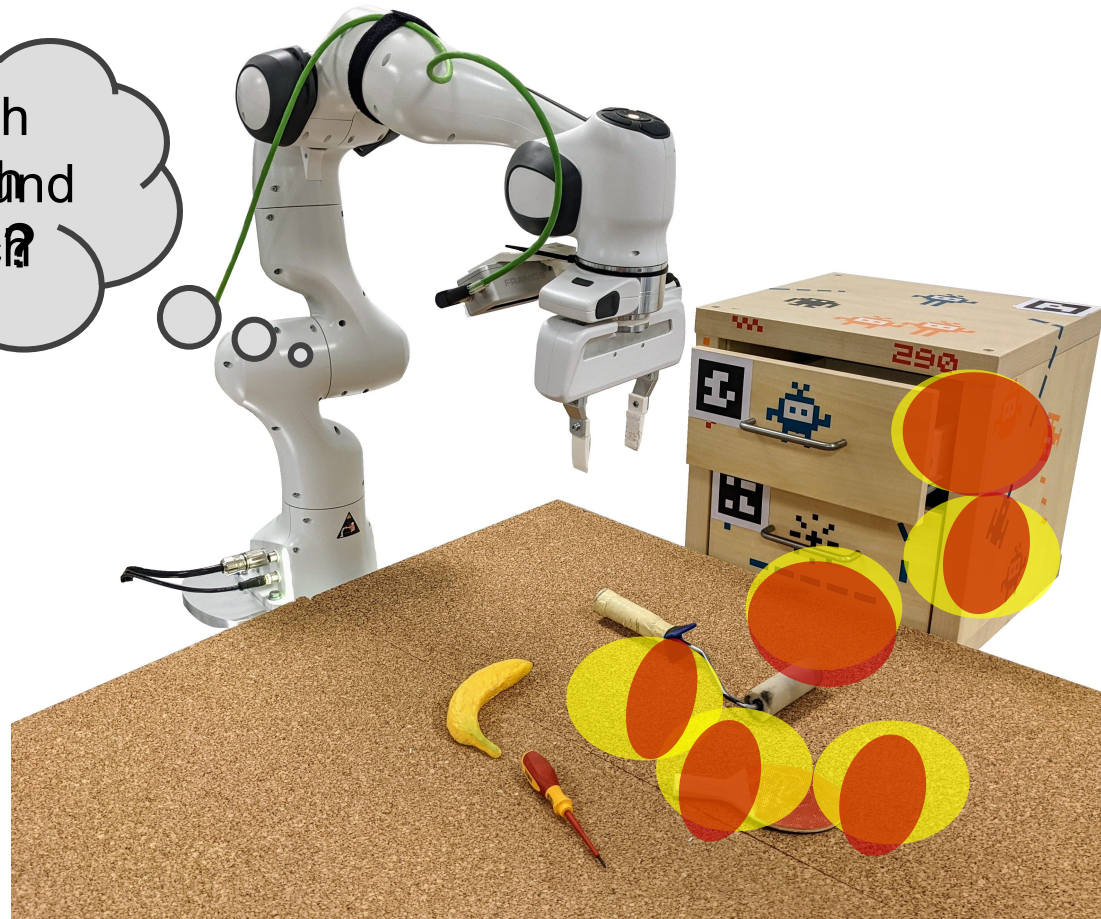
Affordance Learning from Play for Sample-Efficient Policy Learning

Jessica Borja-Diaz*, Oier Mees*, Gabriel Kalweit, Lukas Hermann, Joschka Boedecker, Wolfram Burgard



Motivation

Wo kann ich
interagieren und
ich das tun?
Wie kann ich
das tun?



Aktuelle Methoden

- basieren stark auf überwachtem Lernen
- sind eingeschränkt hinsichtlich der Komplexität der möglichen Aktionen



background

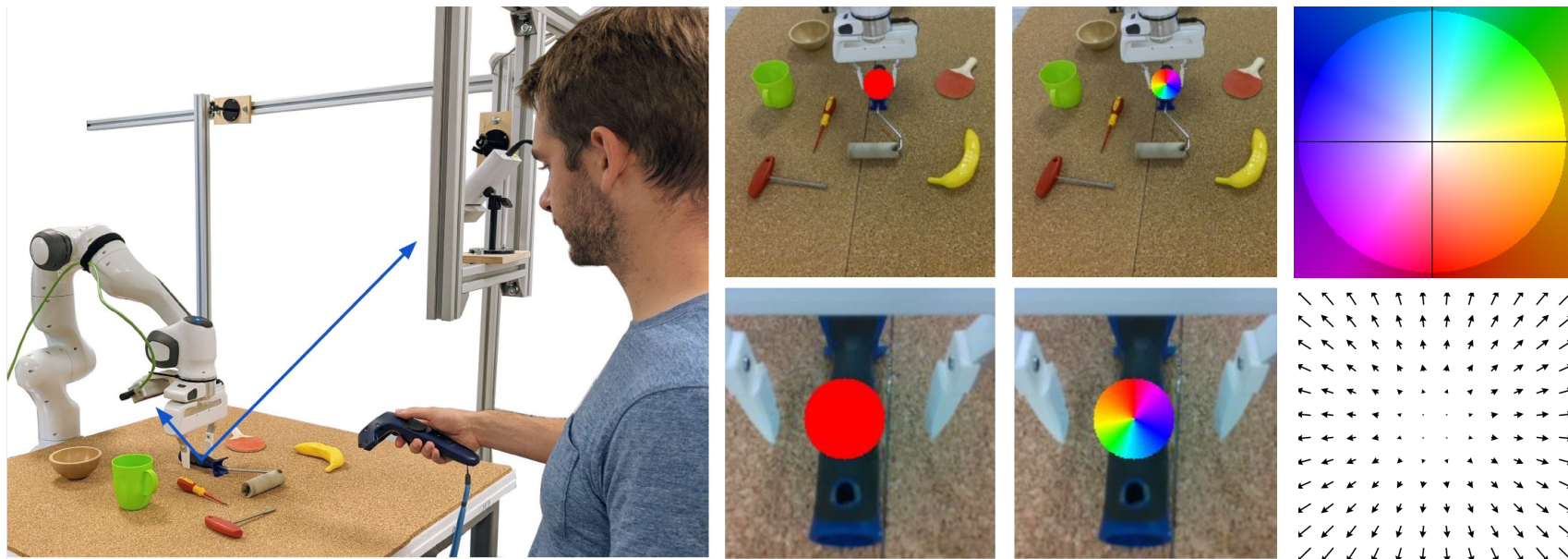
grasp

pound

[Nguyen et al. 2017]

Lernen von Affordanzen durch Interaktion

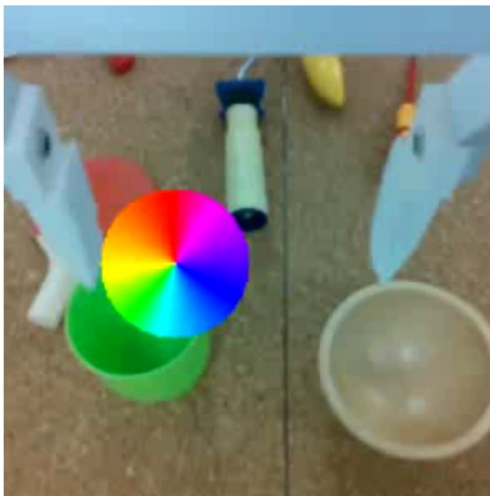
- Die Interaktionsdaten sind entsprechend des Expertenwissens über Objekt-Affordanzen strukturiert
- Affordanzen des Experten sind implizit enthalten



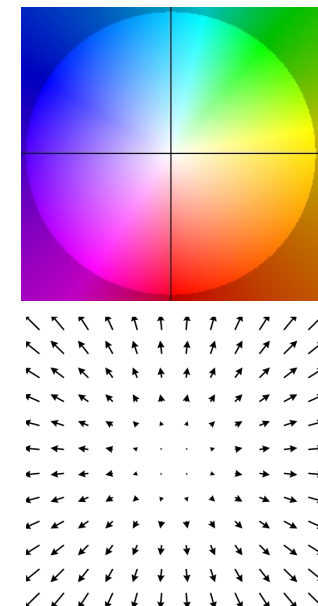
Lernen von Affordanzen durch Interaktion

- Affordanzen werden durch Öffnen/Schließen des Greifers erkannt
- Objekte werden anhand der Center-Punkte unterschieden

Affordanz-Label



Farb-Code



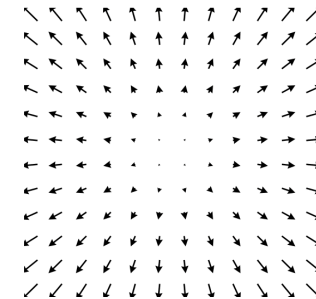
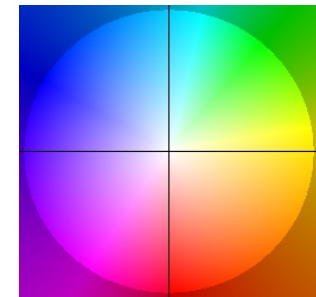
Lernen von Affordanzen durch Interaktion

- Affordanzen werden durch Öffnen/Schließen des Greifers erkannt
- Objekte werden anhand der Center-Punkte unterschieden

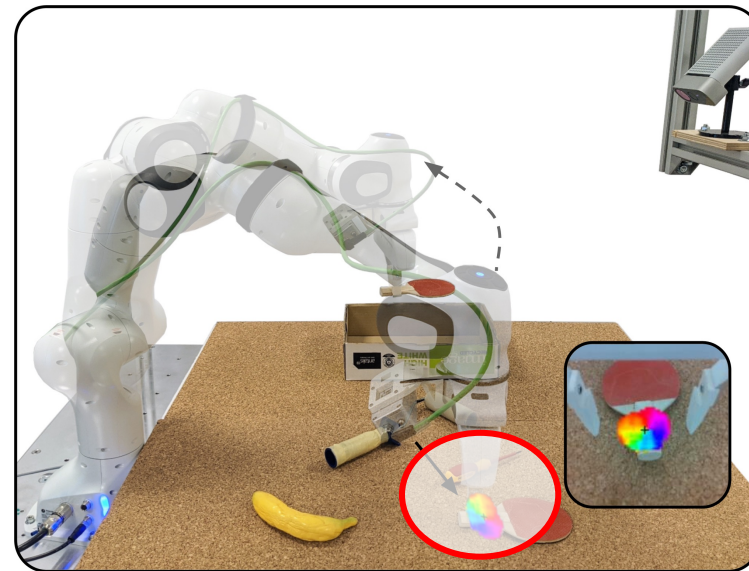
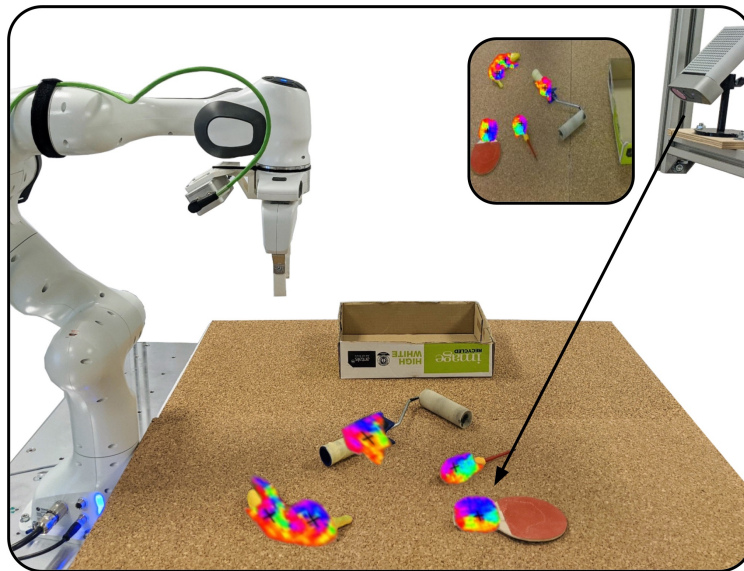
Affordanz-Vorhersagen



Farb-Code



Funktionsweise



S_{aff}

$$\pi(a|s) = (1 - \alpha(s)) \cdot \pi_{mod}(a|s) + \alpha(s) \cdot \pi_{rl}(a|s)$$

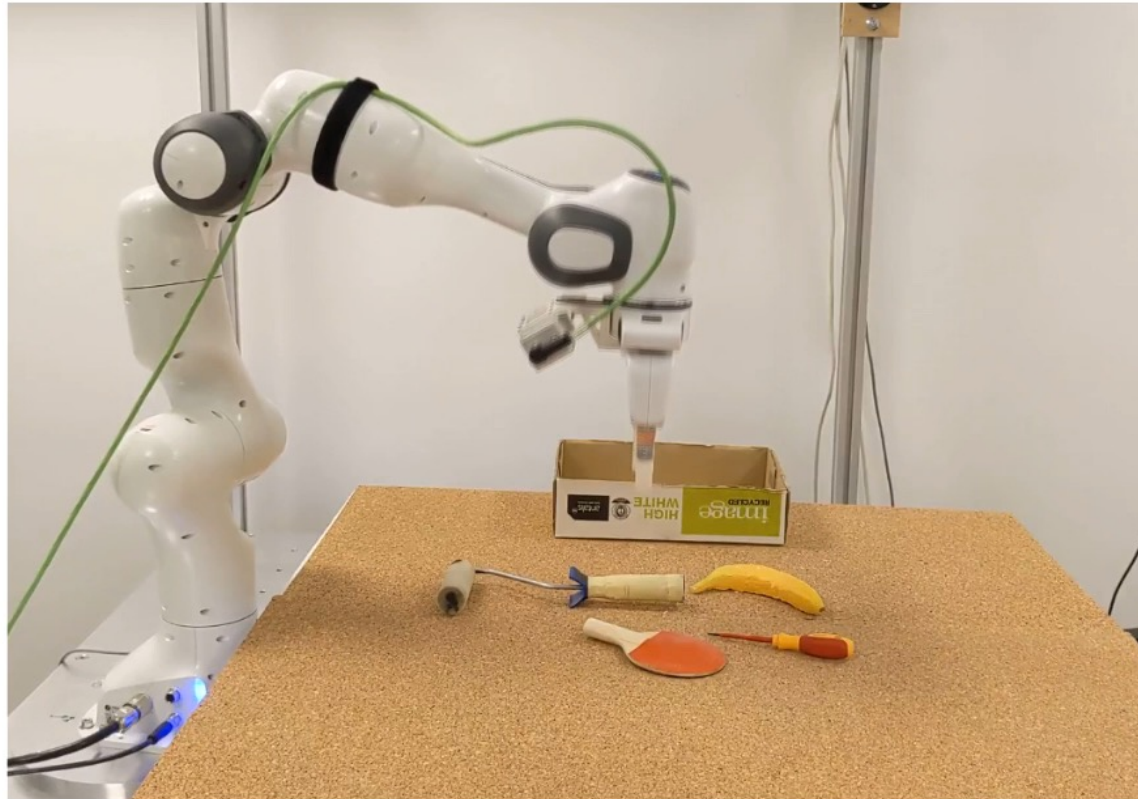
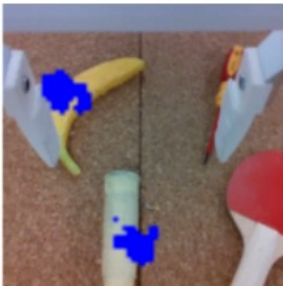
$$\alpha(s) = \mathbb{I}[s \in S_{aff}]$$

Experimente mit echtem Roboter

Selected affordance region



Detected affordance region center

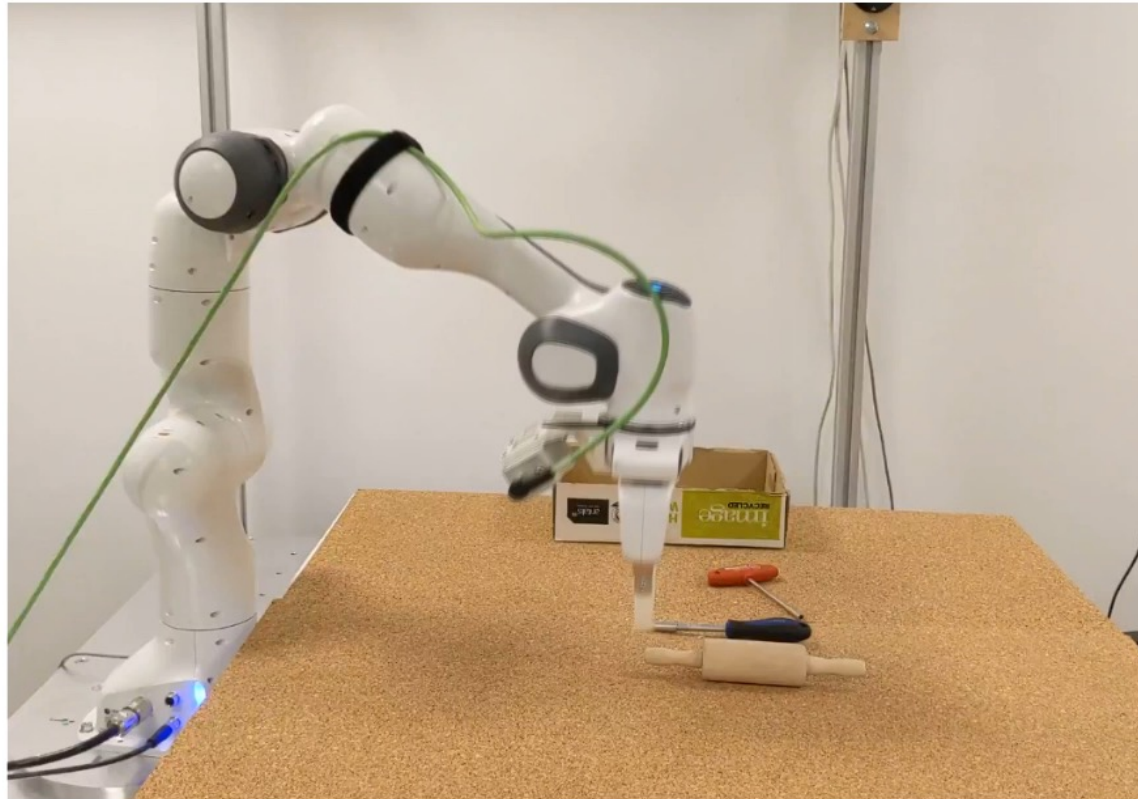
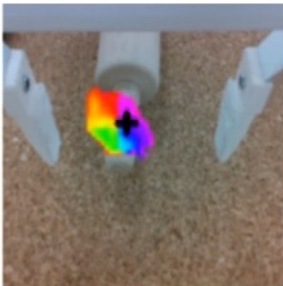


Generalisierung

Selected affordance region



Detected affordance region center



Roboter durch Gedanken kontrollieren



Ethische Herausforderungen

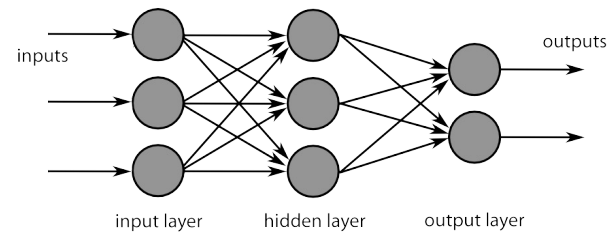
- Risiko
- Privatheit
- Fairness
- Vertrauenswürdigkeit
- ...

Risiko: Corner-Cases



Privatheit

- Gesichtserkennung



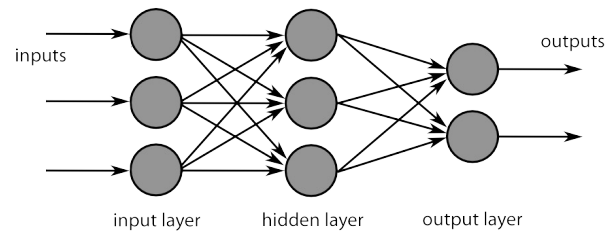
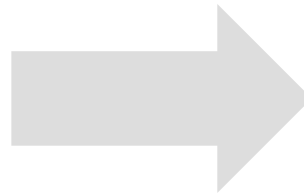
Peter

Quellen: 1,4

Privatheit

- Inversion

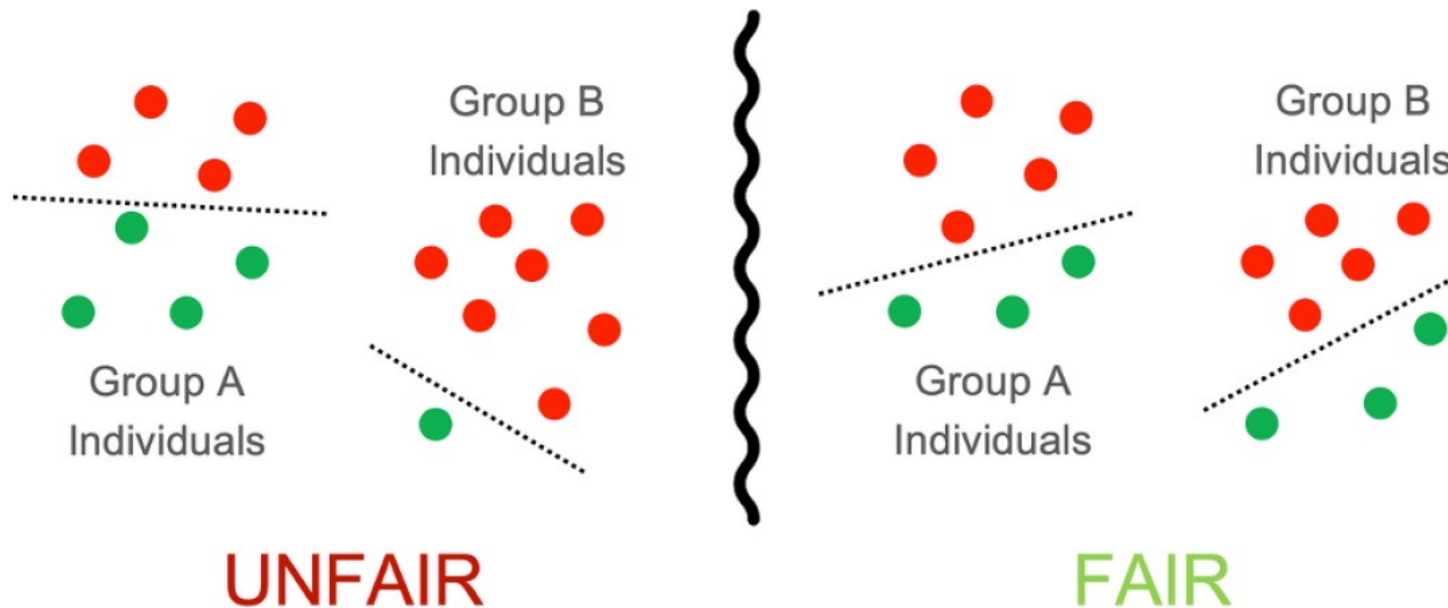
Peter



Quellen: 1,4

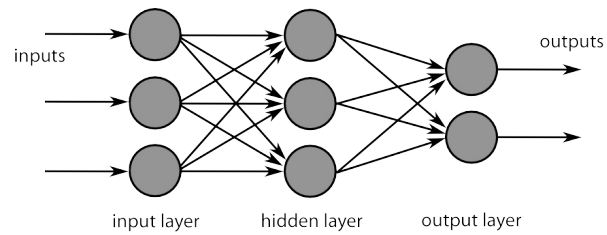
Fairness

Es ist schwer festzustellen, ob bestimmte Gruppen benachteiligt sind!



Quelle: 3

Vertrauenswürdigkeit



Quellen: 1,2

Take-Home Message 1

Künstliche Intelligenz und Robotik sind zukunftsrelevant für die Lösung gesellschaftlicher Probleme

Take-Home Message 2

Neben den spannenden technischen Herausforderungen ist auch die Suche nach verantwortlichen Lösungen wichtig

Vielen Dank!



Quellen

1. Von MultiLayerNeuralNetwork_english.png: Chrislbderivative work: — HELLKNOWZ ITALK enWP
TALK - MultiLayerNeuralNetwork_english.png, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11397827>
2. Kevin Eykholt, Ivan Evtimov, Earlence Fernandes, Bo Li, Amir Rahmati, Chaowei Xiao, Atul Prakash, Tadayoshi Kohno, Dawn Song: Robust Physical-World Attacks on Deep Learning Models,
arXiv:1707.08945
3. <https://www.amazon.science/research-awards/success-stories/algorithmic-bias-and-fairness-in-machine-learning>
4. <http://dx.doi.org/10.1145/2810103.2813677>