

Robotik

Priv.-Doz. Dr. Thomas Wiemann
Institut für Informatik
Autonome Robotik

SoSe 2021



Organisation - Voraussetzungen

- ▶ 9 ECTS - Vorlesung und Übung
- ▶ Bachelor Informatik (Kernfach, 2 Bachelor, CogSci...)
- ▶ Voraussetzungen:
 - Informatik A!
 - Mathe
 - Programmierkenntnisse in C++ (für die Übungen) hilfreich
 - Einführung KI hilfreich
- ▶ Vorlesungen hybrid (hoffentlich) und online via Big Blue Button: Mo. + Do. 16:00 (s.t.) (c.t.?)
- ▶ Vorlesungsaufzeichnungen SoSo 2020 von Prof. Hertzberg stehen zur Verfügung
- ▶ Die Klausur am Ende wird online stattfinden, es wird eine technische Probeklausur geben

Organisation - Klausurzulassung

- ▶ Übungen (Mi. 16:00 bis 18:00, Fr. 10:00 bis 12:00)
- ▶ Alexander Mock, Marc Eisoldt
- ▶ Eine reguläre Übungsstunde pro Woche mit Erklärungen / Anleitungen zu den Aufgabenblättern online per BBB
- ▶ Wird aufgezeichnet
- ▶ Zweiter Termin als Fragestunde
- ▶ Pro Vorlesungskapitel ein Aufgabenzettel, Bearbeitung in Kleingruppen (4 - 5 Pers.)
- ▶ Abgabe wird bewertet, jede Gruppen präsentiert einmal eine Lösung
- ▶ Übungen sollen nach Möglichkeit später - falls Corona es erlaubt - auch an Hardware möglich sein
- ▶ **Neben einer Präsentation sind pro Aufgabenblatt mindestens 50% der Punkte zu erreichen für die Klausurzulassung**
- ▶ **Bei Verdacht auf “Tritt Brett Fahrer” kann eine stichprobenhafte Testierung erfolgen**

Organisation - Ablauf

- ▶ Für Online-Teilnahme stellen wir aufgezeichnete Daten zur Verfügung
- ▶ Für einige Aufgabenblätter werden wir eine Simulationsumgebung benutzen
- ▶ Einziges von uns unterstütztes Betriebssystem / Software: Ubuntu 20.04 + ROS Noetic
- ▶ Die Abgabe der Programmieraufgaben erfolgt in C++ via StudIP

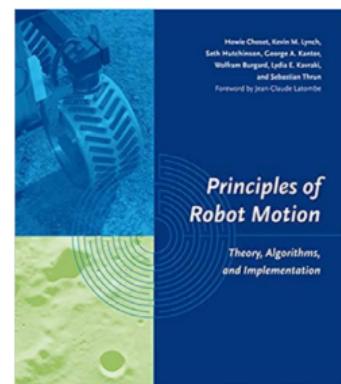
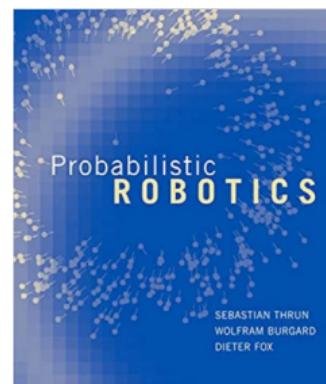
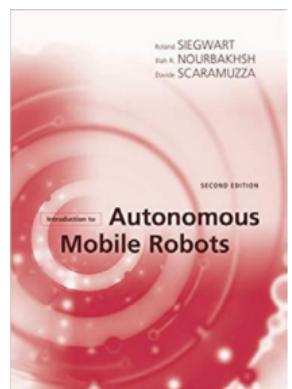
Die Formate “hybrid” und BBB wurden aus einem Grund gewählt

... nämlich um Interaktion zu ermöglichen! Wenn Sie Fragen haben, fragen Sie! Meldung via Chat, Fragen am besten per Mikrofon (+ Kamera)!

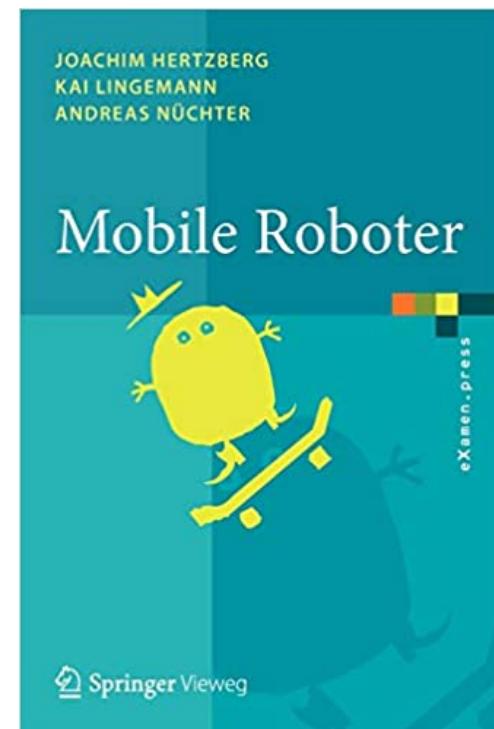
Materialien

► Bücher:

- Die Folien enthalten die wesentlichen Inhalte der Vorlesung, kein Skript
- Inhalte basieren auf dem Robotik-Buch von Hertzberg, Lingemann, Nüchter
- Weitere Buchempfehlungen



Diese Bücher sind für's Selbststudium zur Ergänzung / Vertiefung des Vorlesungsstoffes gedacht.
Es wird keine Leseaufgaben geben



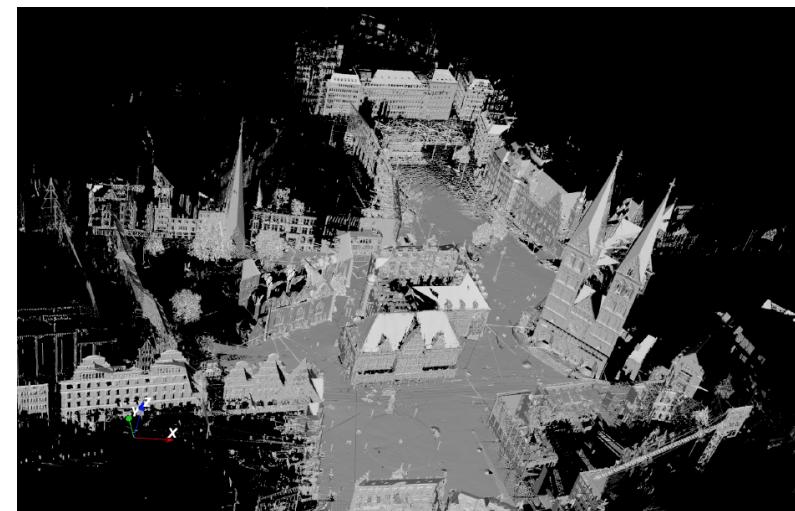
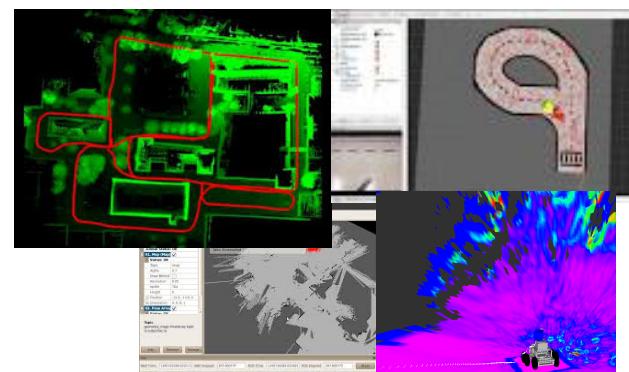
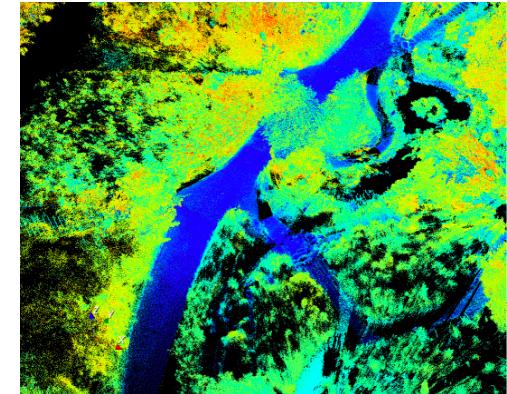
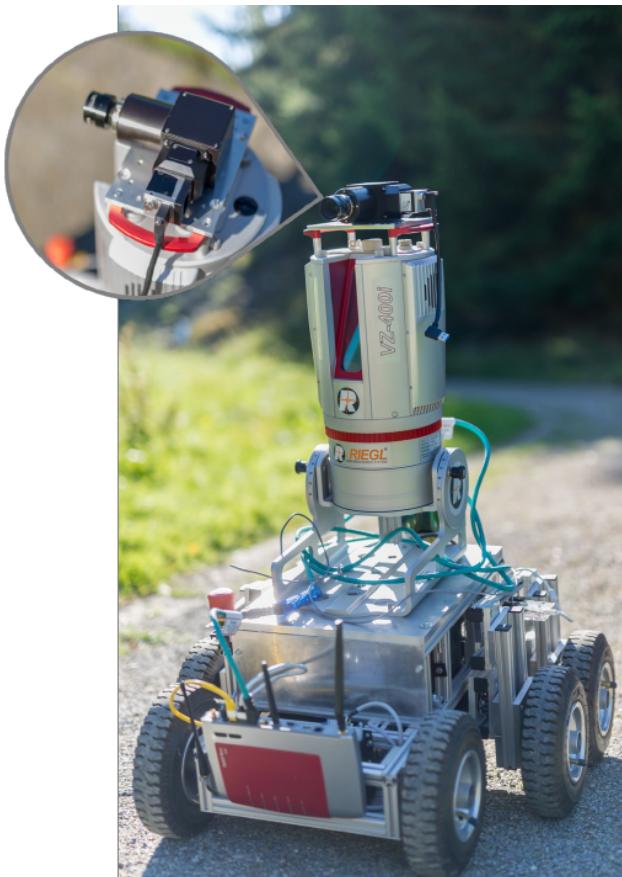
Inhalt



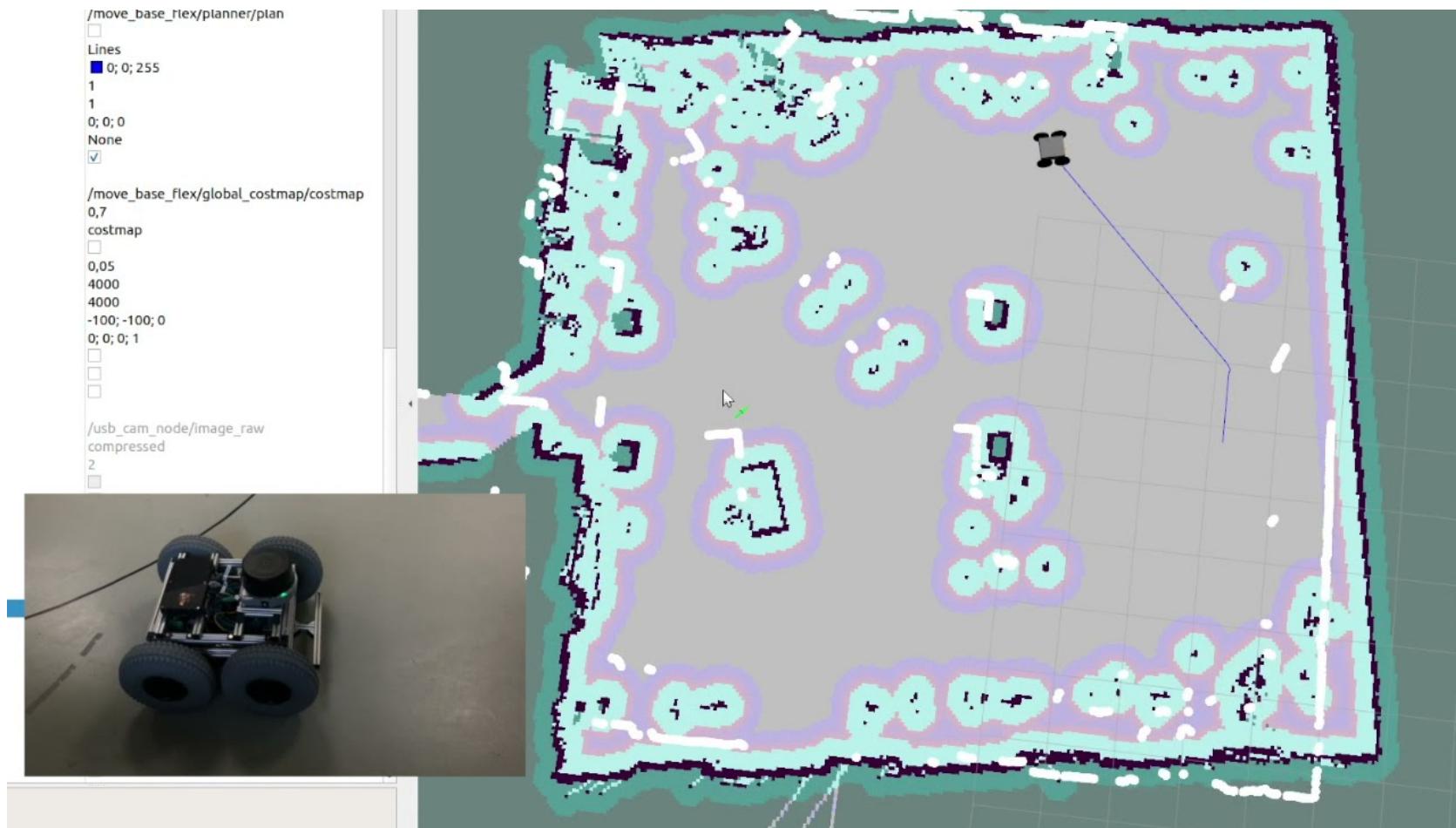
Gliederung

1. Einleitung
2. Robot Operating System
3. Sensorik
4. Sensordatenverarbeitung
5. Fortbewegung
6. Lokalisierung
7. Mapping
8. Navigation
9. Ausblick

Mobile Roboter in Osnabrück

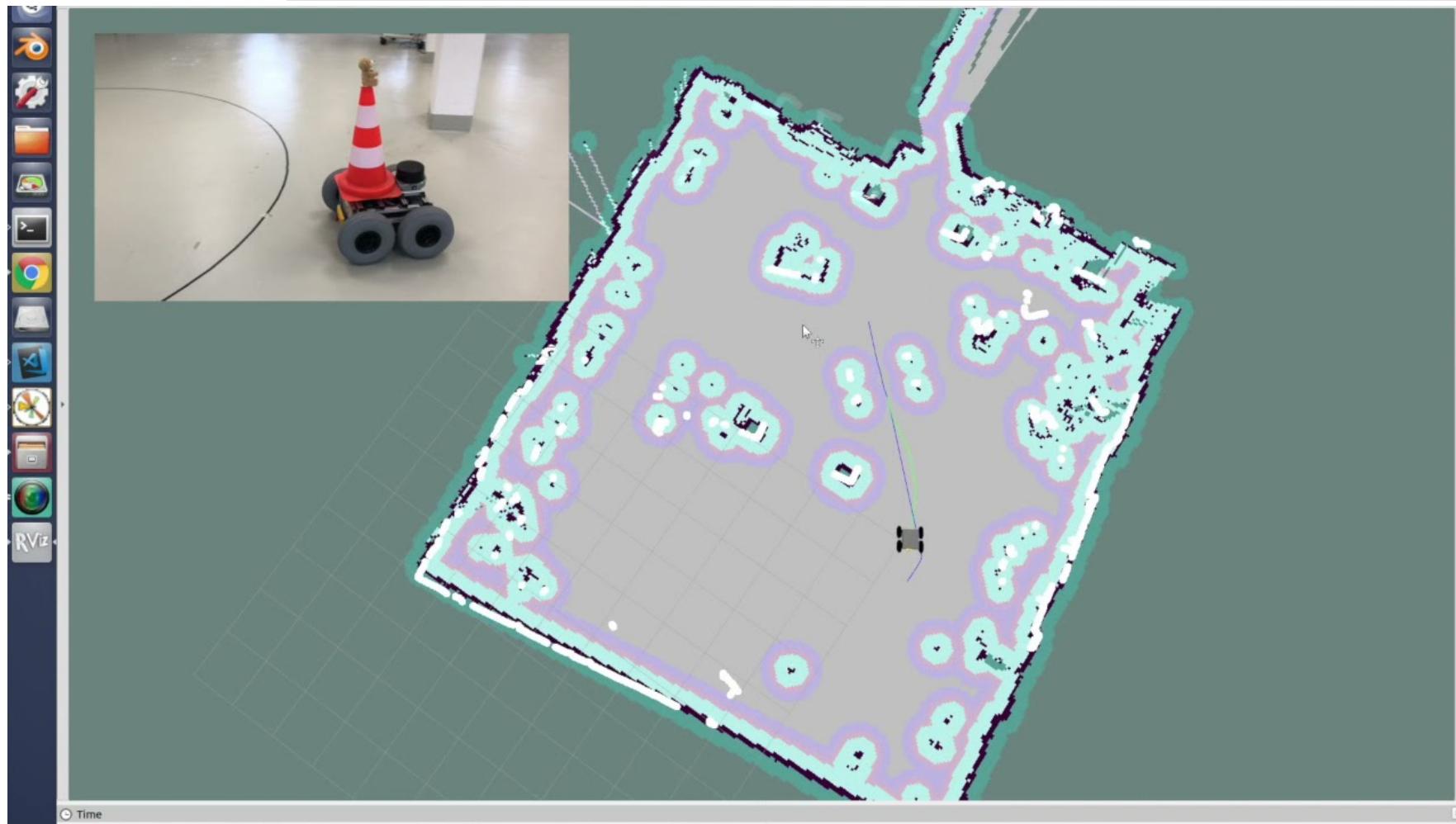


Kartierung mit mobilen Robotern



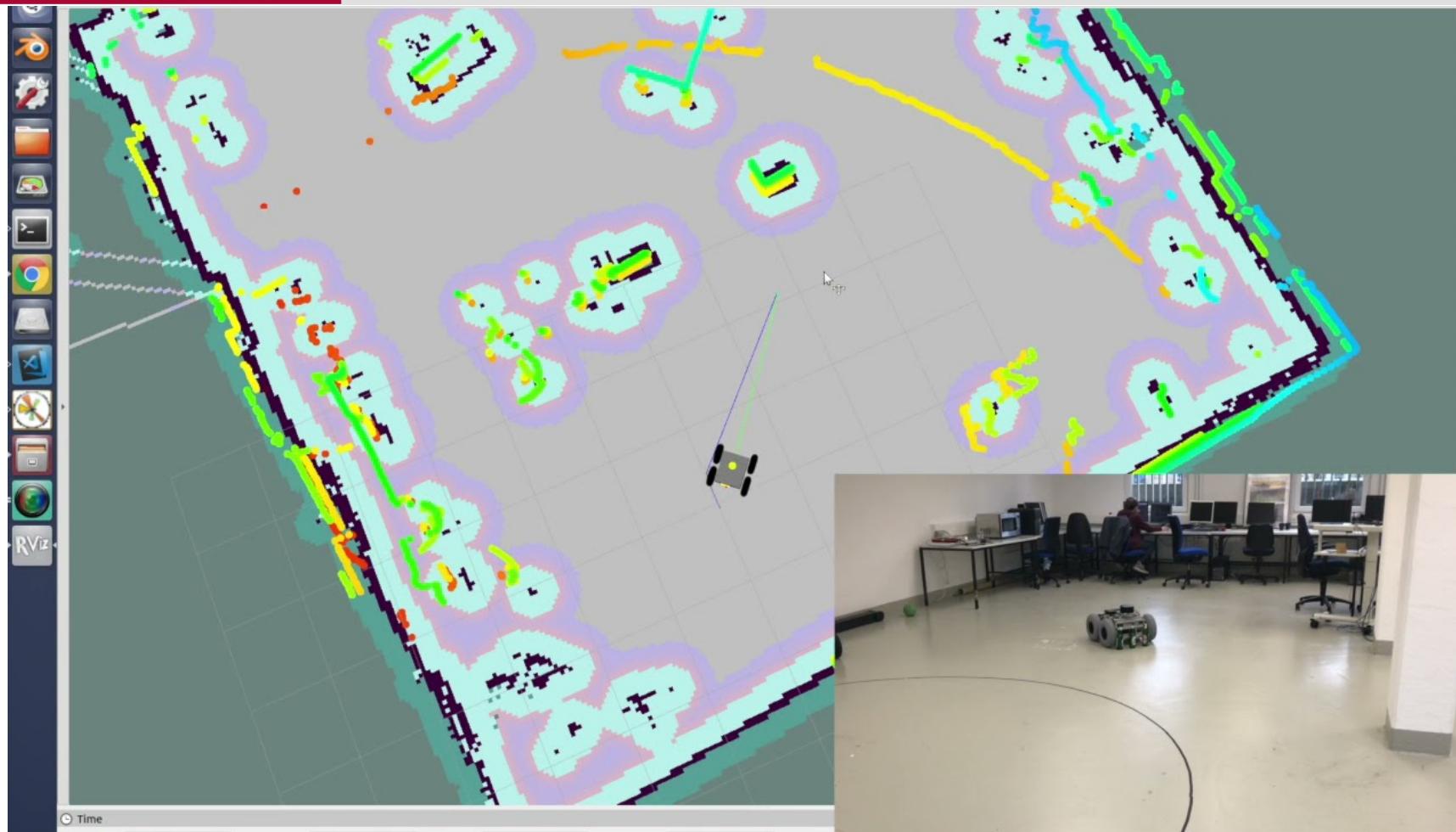
<https://youtu.be/HhraLioXJRs>

2D Failure (1)



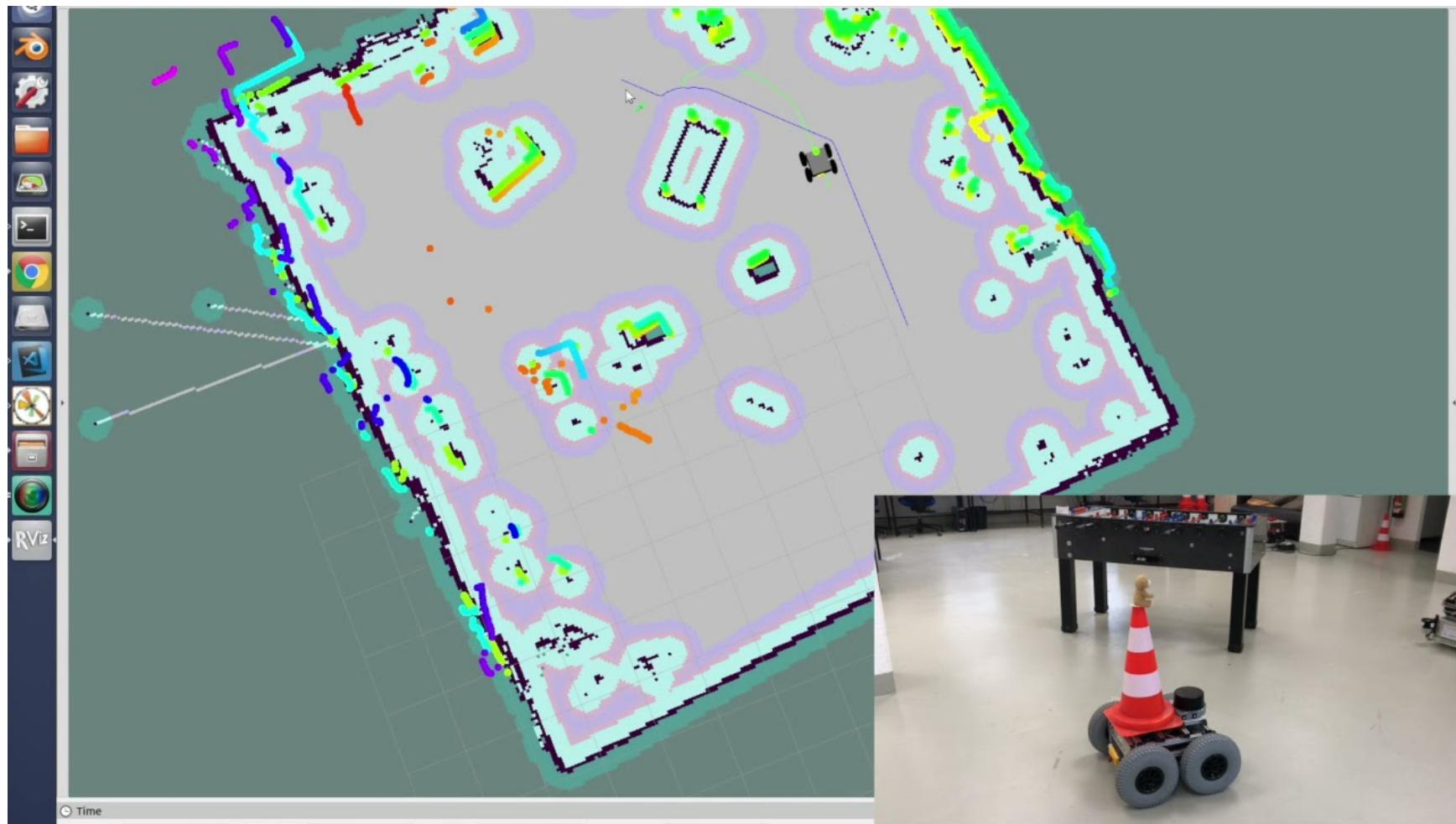
<https://youtu.be/OCXRVx7zvgE>

2D Failure (2)



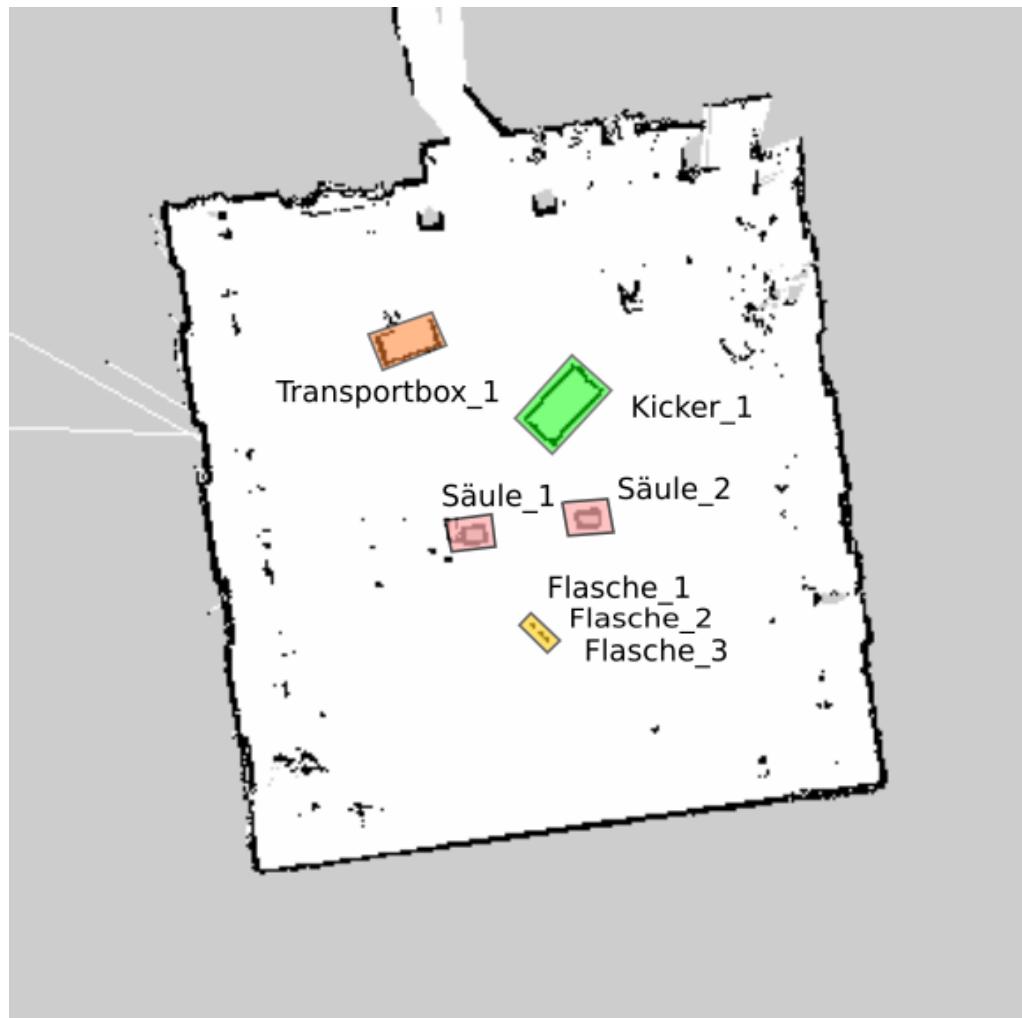
<https://youtu.be/GsD9t5ae28o>

Hotfix



<https://youtu.be/Sb0fowlFwzo>

Semantic Mapping



Worum es nicht geht...

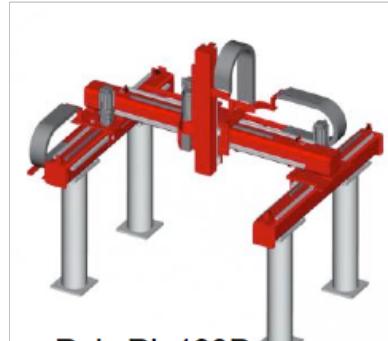
- ▶ In dieser Vorlesung geht es weder im klassische Automatisierung oder moderne Uhrwerke

VDI-Richtlinie 2860 (1990)

„Ein Roboter ist ein frei und wieder programmierbarer, multifunktionaler Manipulator mit mindestens drei unabhängigen Achsen, um Materialien, Teile, Werkzeuge oder spezielle Geräte auf programmierten, variablen Bahnen zu bewegen zur Erfüllung der verschiedensten Aufgaben.“



KUKA KR 30-3
6DOF-Knickarmroboter



Reis RL 130P
Flächenportalroboter



Stäubli TS60
SCARA (*Selective
Compliance
Articulated Robot Arm*)

Aufziehroboter (1)

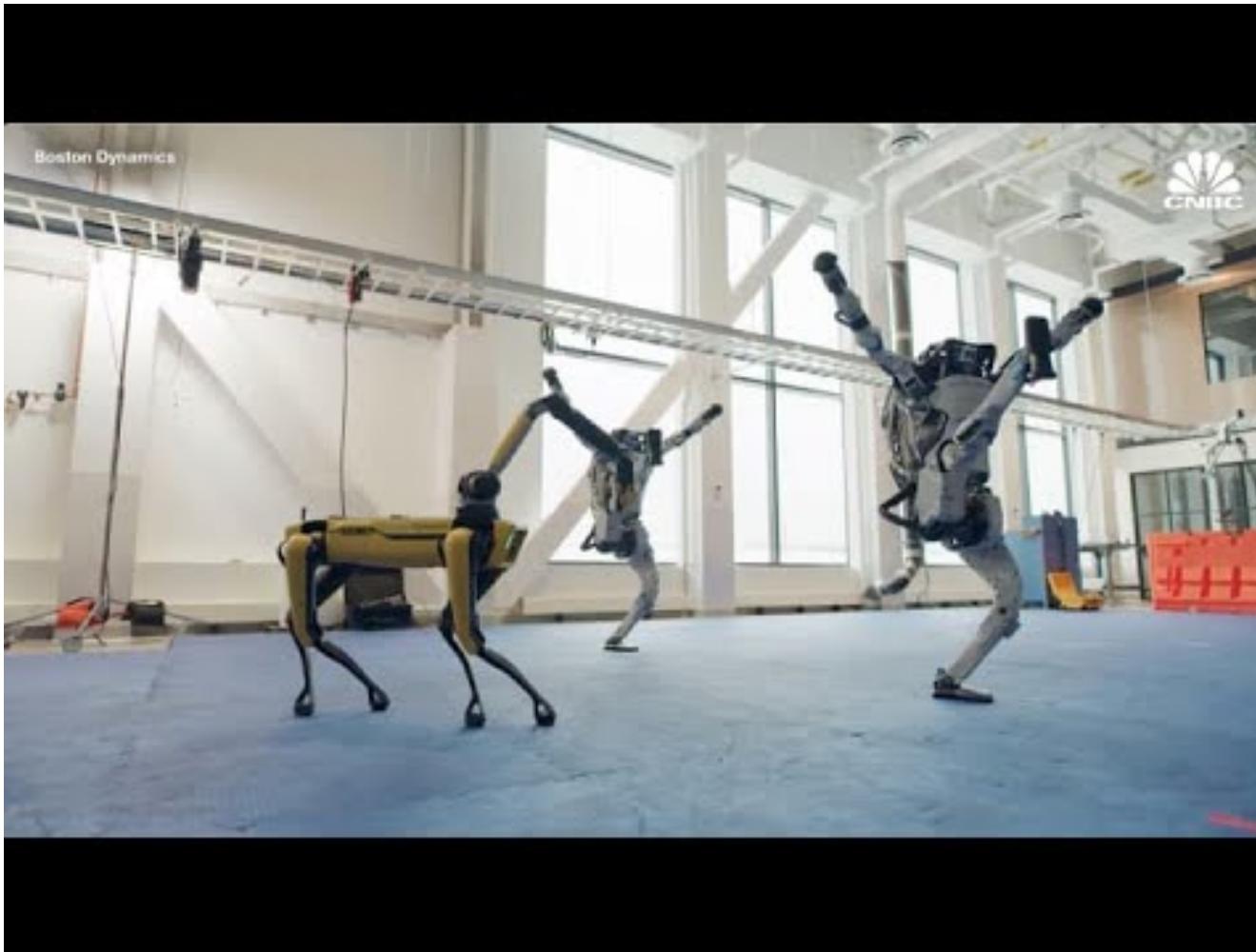


SONY SDR-4X
@ ROBODEX 2003



<https://youtu.be/4CPhmmCu01c>

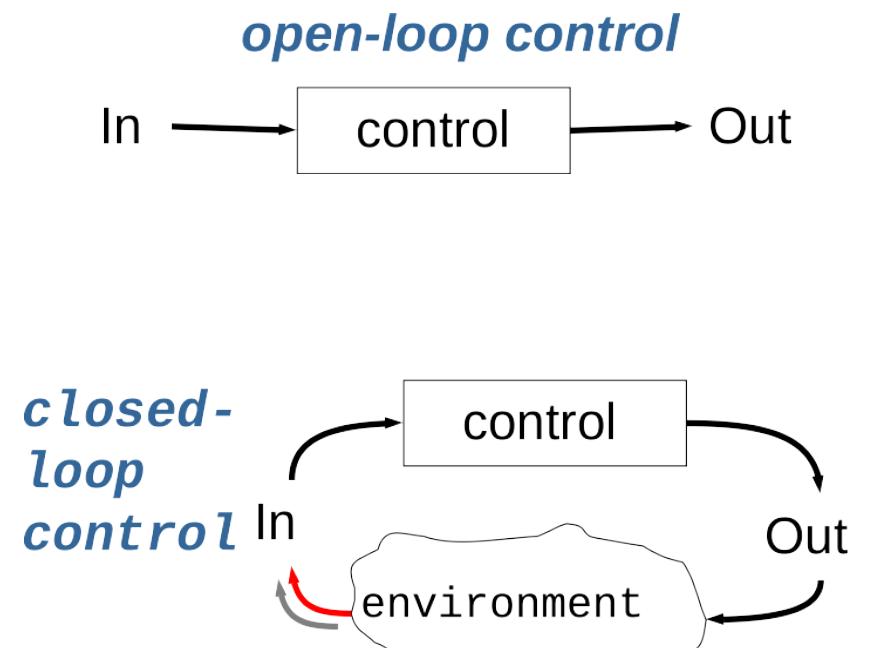
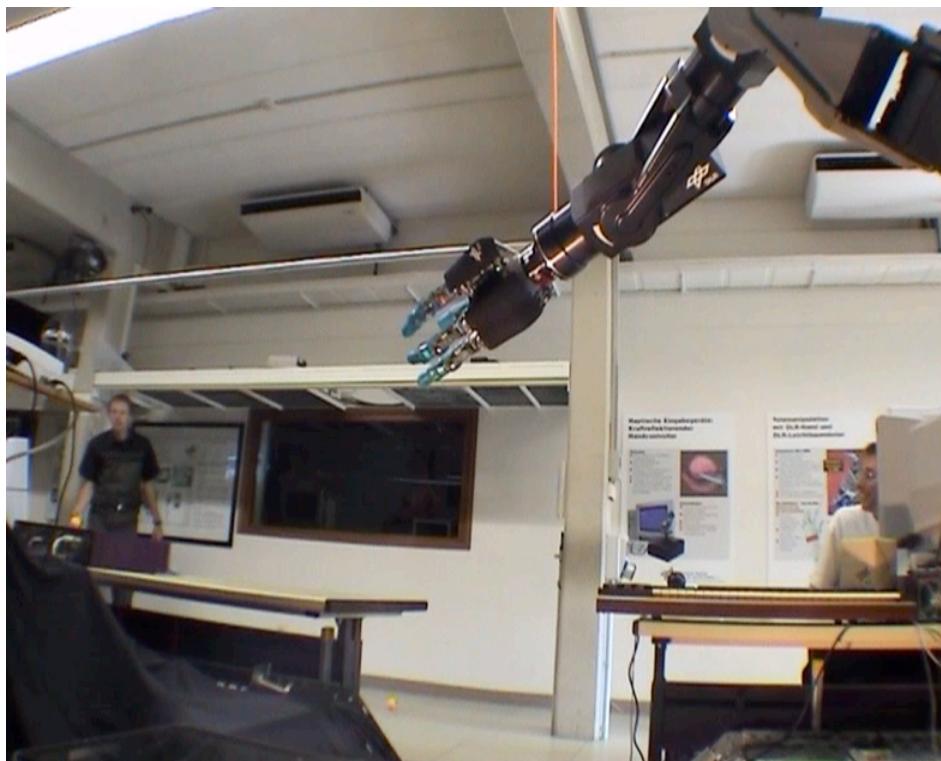
Aufziehroboter (2)



<https://youtu.be/BFK9lkez32E>

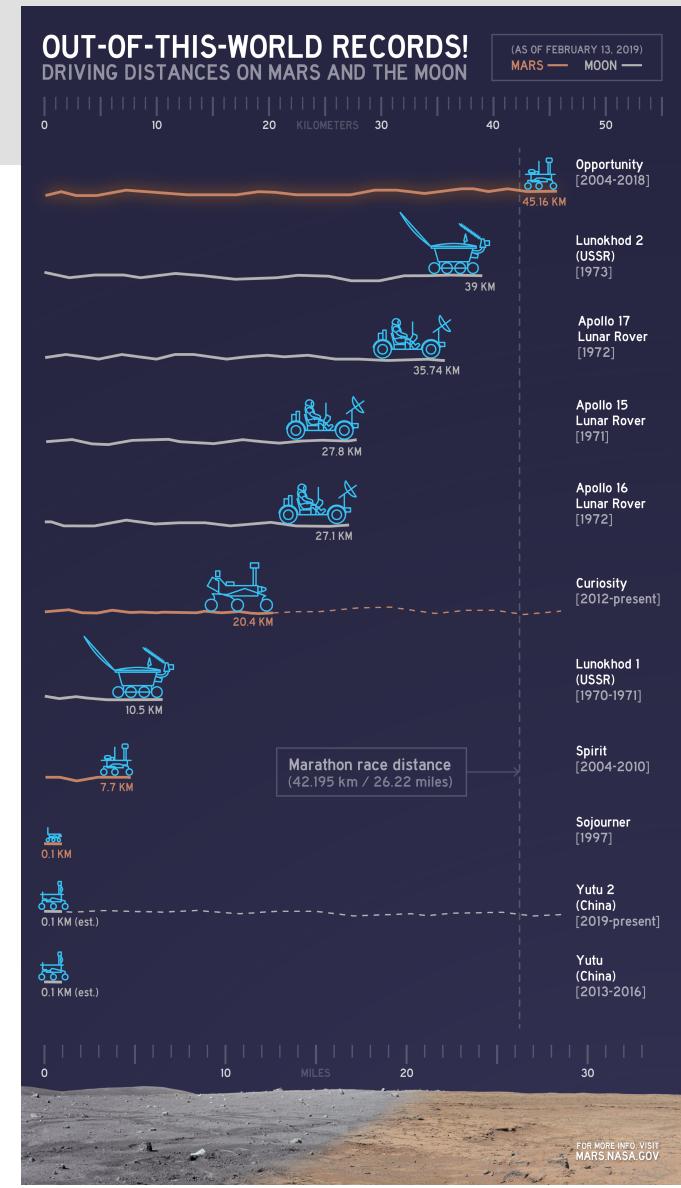
Worum es geht...

- ▶ In dieser Vorlesung geht es um Roboter, die mit ihrer Umgebung interagieren
- ▶ Steuerung (Open-Loop) vs. Regelung (Closed-Loop)



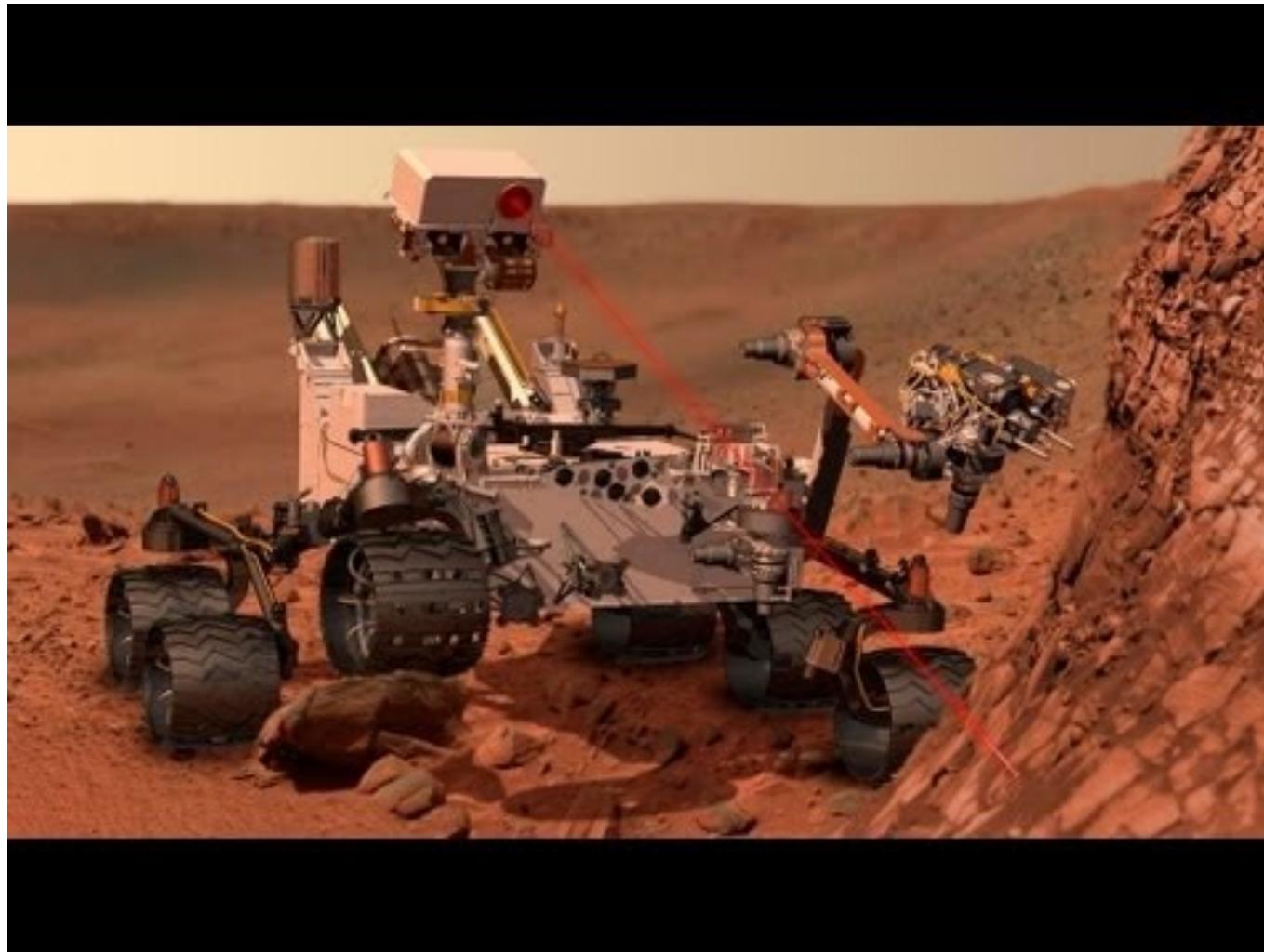
Weltraumrobotik

- ▶ Mars- und Mondmissionen mit mobilen Rovern:
- ▶ Laufend:
 - ▶ Tianwen-1 (China). Gestartet am 23. Juli 2020. Hat den Marsorbit am 10. Februar 2021 erfolgreich erreicht.
 - ▶ Perseverance (NASA). Nachfolger des erfolgreichen Curiosity-Designs mit Helikopter (!) Ingenuity. Erfolgreich gelandet am 18. Februar 2021.
- ▶ Geplant:
 - ▶ Der Europäische ExoMars-Rover Rosalind Franklin soll 2022 starten



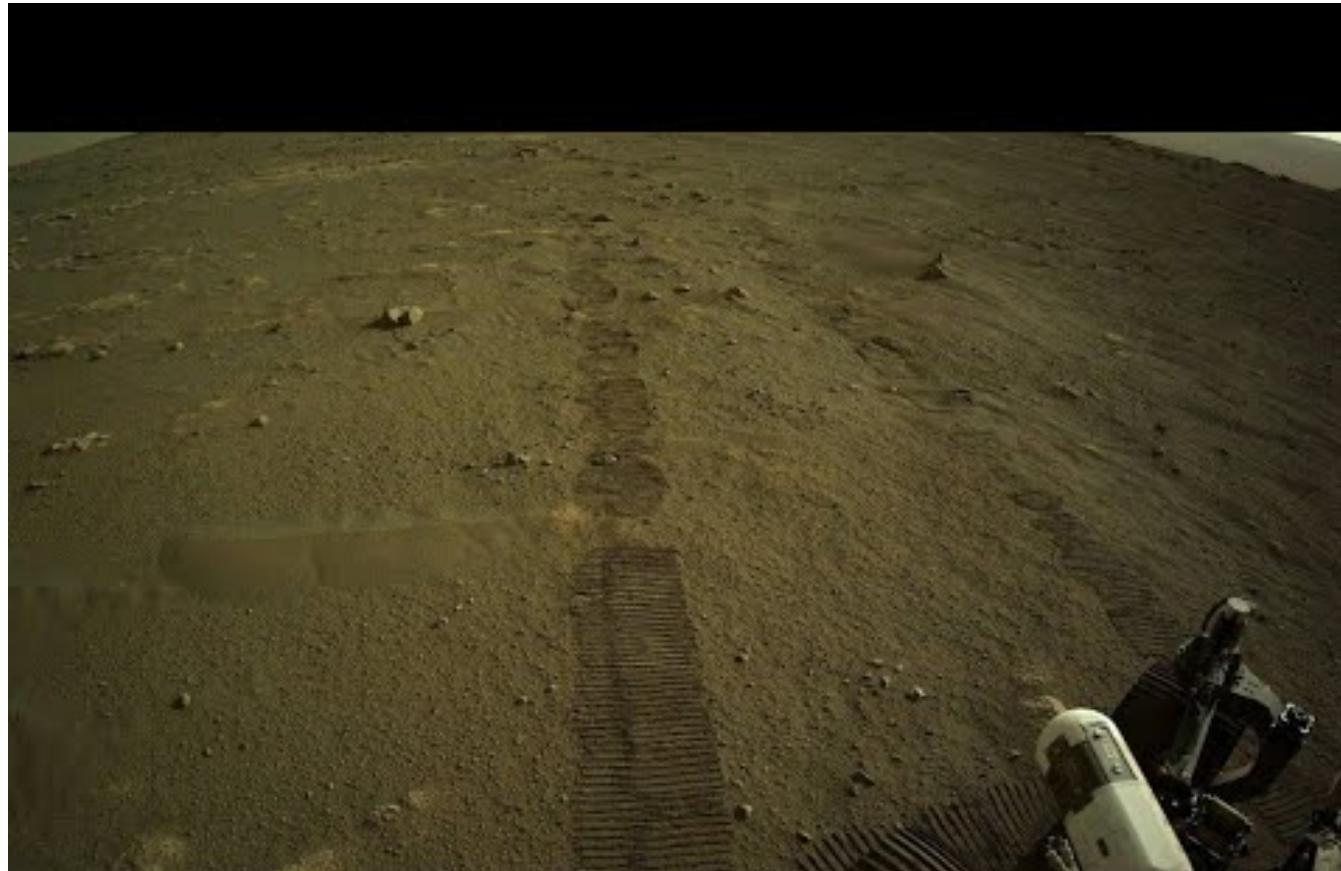
https://en.wikipedia.org/wiki/Mars_rover#/media/File:Driving_Distances_on_Mars_and_the_Moon.png

Mars Rover



https://youtu.be/MvF4E_e8N04

Mars Rover



<https://youtu.be/yNI9xALCb7k>



<https://vimeo.com/245826128>

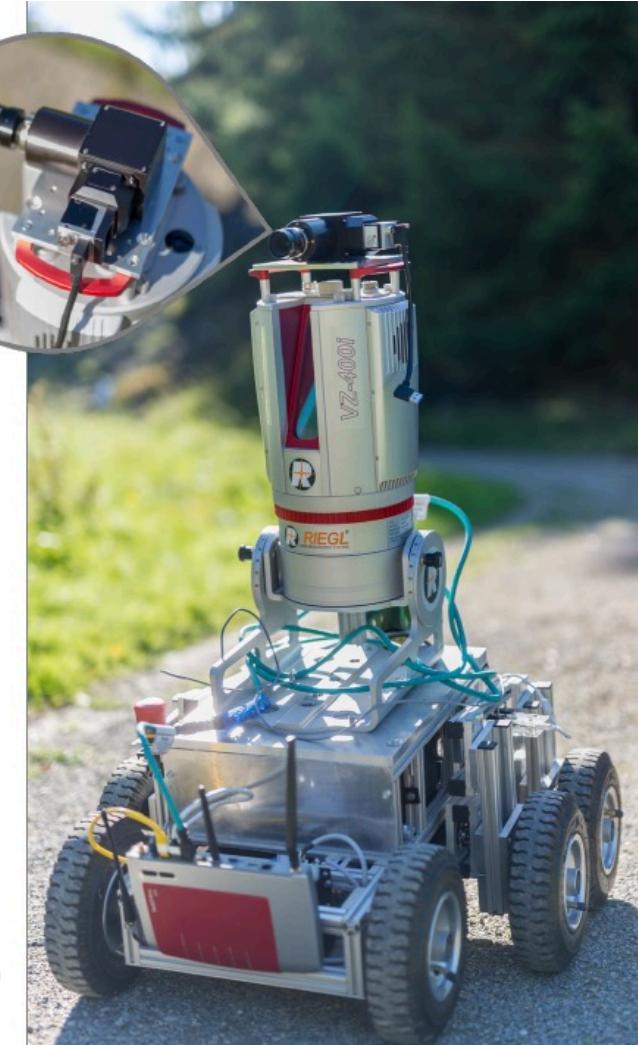
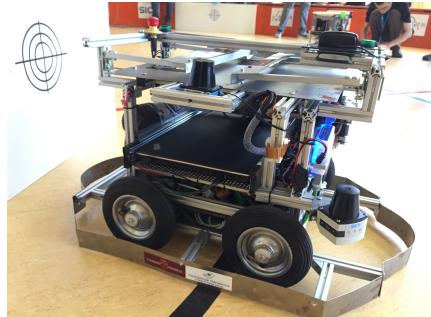
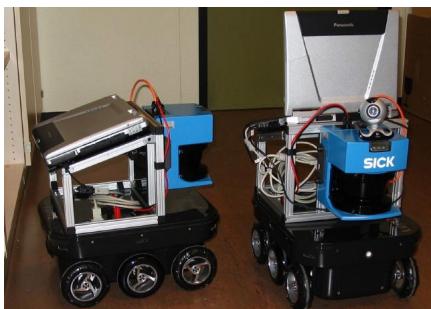
Roboterplattformen in Osnabrück

Roboterplattform:

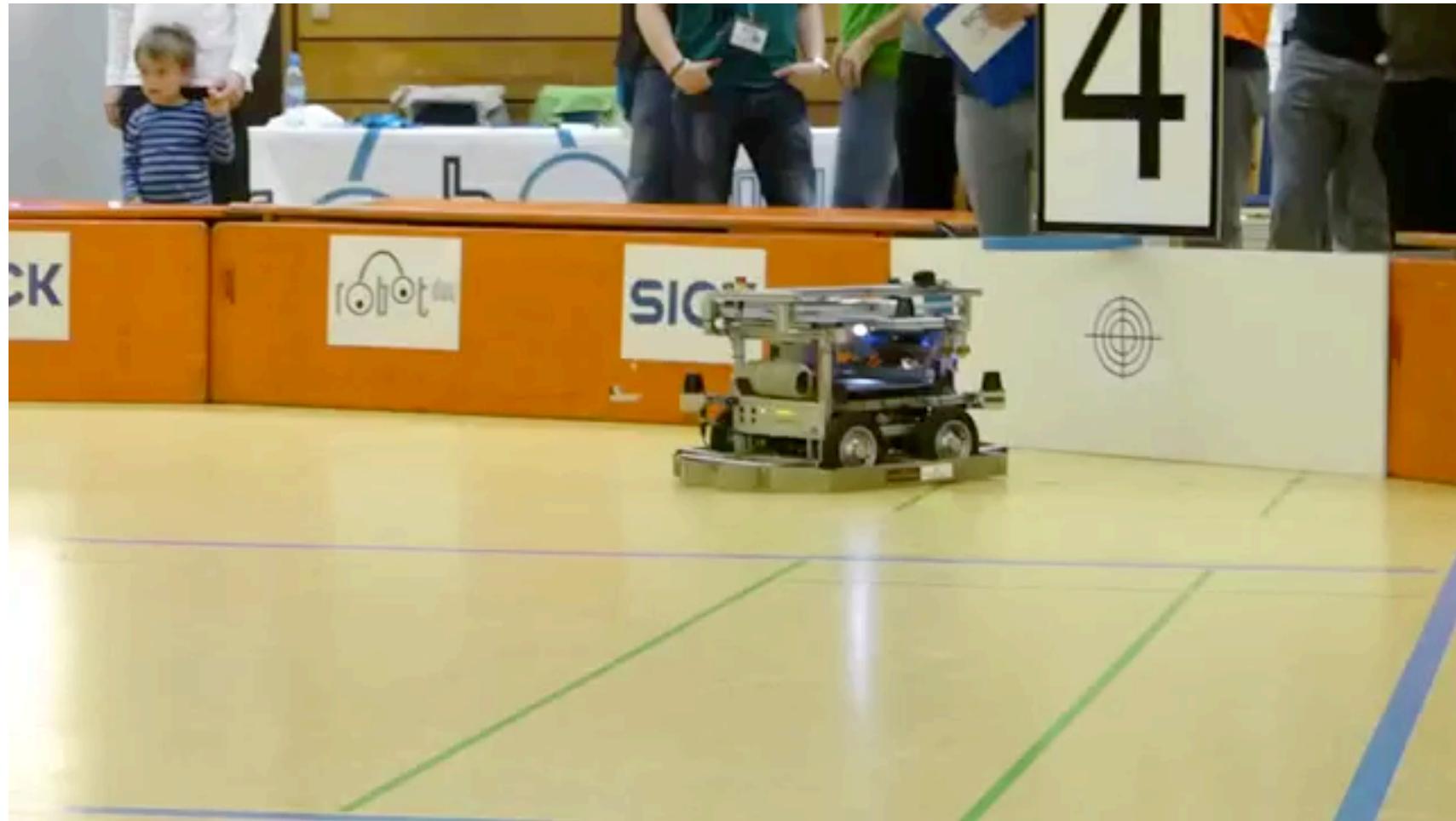
- Volksbot XT
- Differenzialantrieb
- Intel NUC (Core i7, 32 GB RAM)
- 6 IMU
- Differential GPS

Zusätzliche Sensoren:

- Velodyne VLP 16
- Pika L Hyperspektral-Kamera
- Nikon D3400 24 MP RGB Kamera

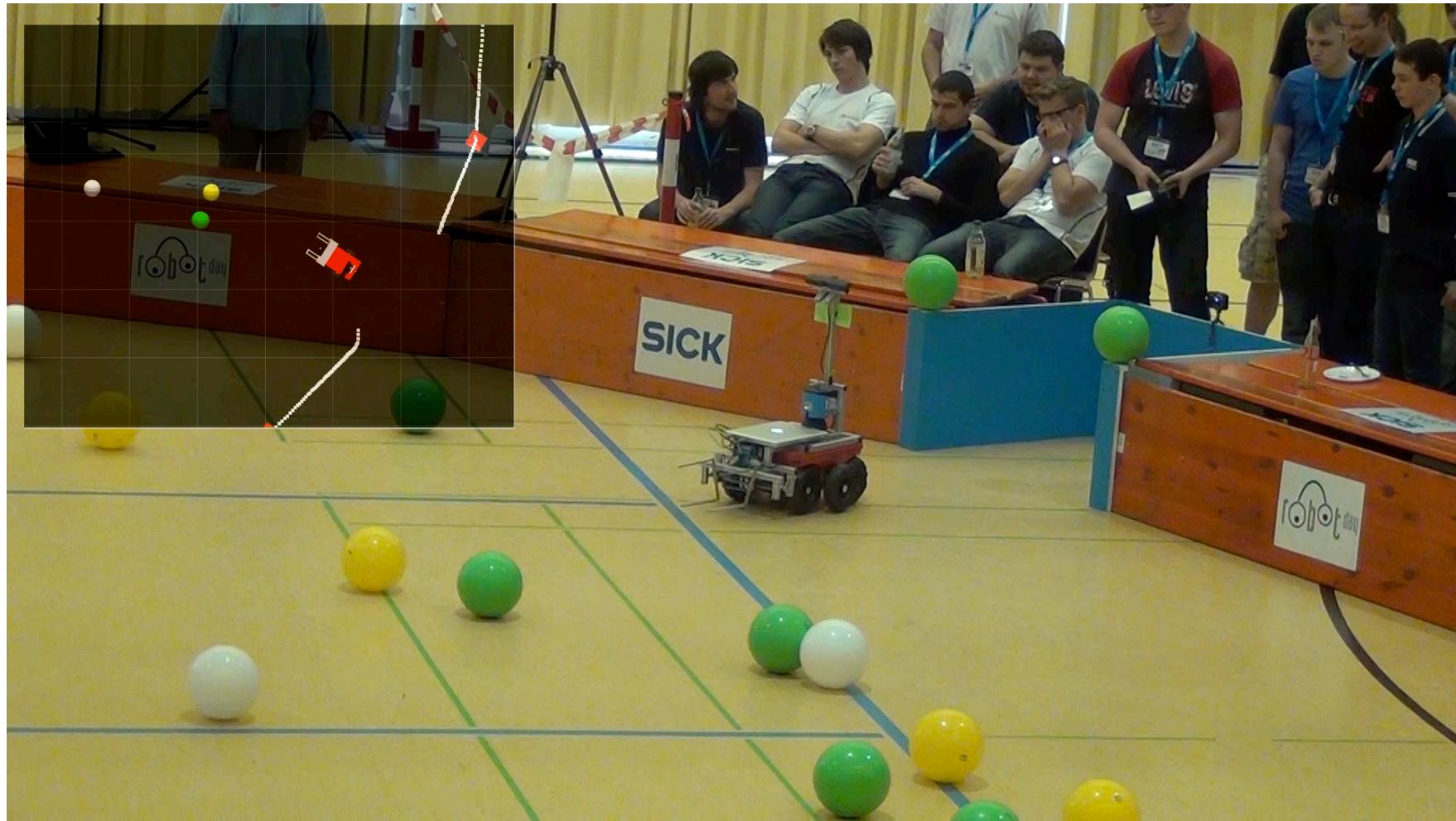


Beispiele für autonome Roboter



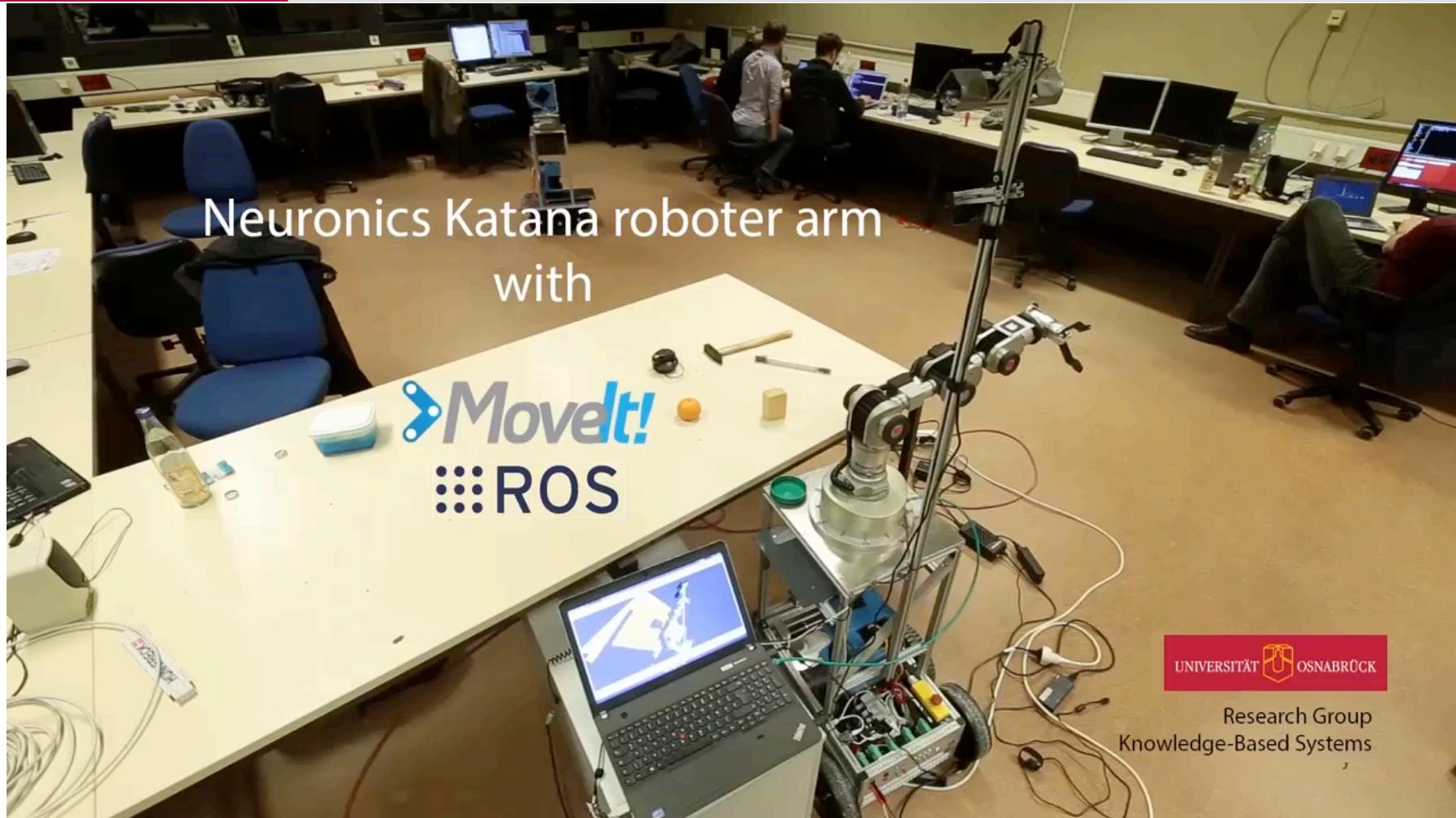
https://youtu.be/GYp49_laBQQ

Beispiele für mobile Roboter



<https://youtu.be/MBWrW9AmFmU>

Beispiele für mobile Roboter



- ▶ Typische Bausteine von Software zur Steuerung autonomer Roboter

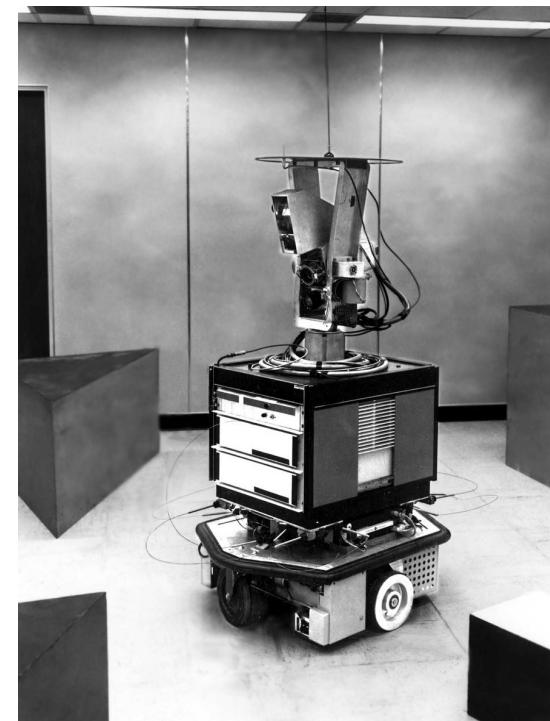


- ▶ In dieser Vorlesung werden wir die aktuellen “Standardalgorithmen” zur Robotersteuerung erarbeiten
- ▶ Als Framework verwenden wir ROS
- ▶ Einführung in Teil 2 der Vorlesung, praktischer Einsatz in der Übung

 ROS.org

KI und Autonome Roboter

- ▶ ... hängen seit ihren jeweiligen Anfängen eng zusammen:
- ▶ KI schafft wichtige Voraussetzungen für Roboter
- ▶ Roboter sind Schlüssel-Anwendung bzw. Herausforderungen für KI-Methoden
- ▶ s. Russell/Norvig Kap. 25!



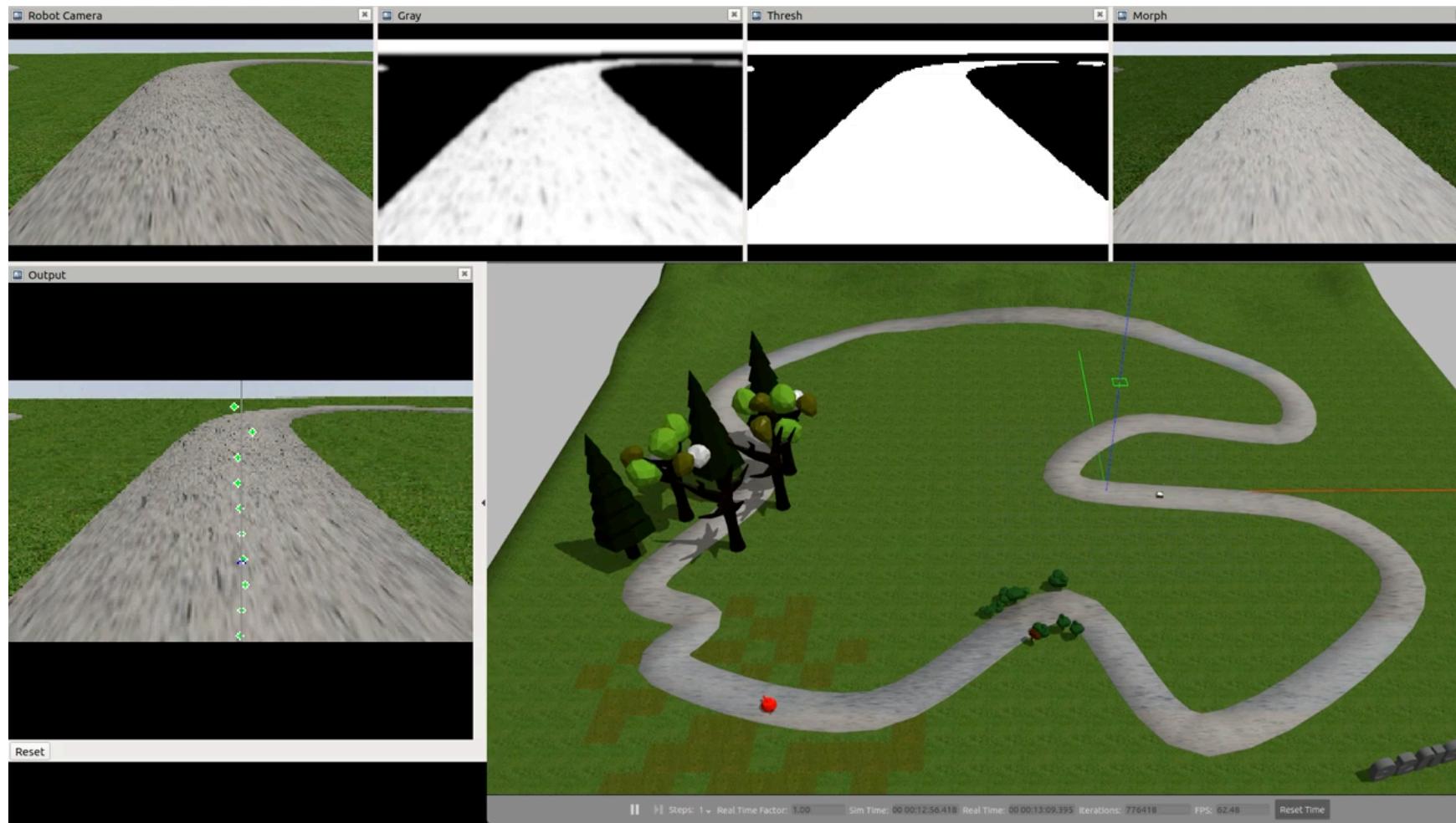
Simulationsumgebungen

- ▶ Software zur Steuerung von mobilen Roboter kann in Simulationsumgebungen entwickelt und erprobt werden
- ▶ Erlauben:
 - ▶ Sicherer testen von neuen Algorithmen
 - ▶ Reproduzierbarkeit von Ergebnissen
 - ▶ Evaluation anhand so genannter “Ground Truth”
- ▶ Erfordert genaue Modellierung der Umgebung und der verwendeten Komponenten
 - ▶ Realistisches physikalisches Umgebungsmodell
 - ▶ Modellierung der Sensoren ihrer Funktionsweise
 - ▶ Präzises Robotermode
- ▶ Physikalisch “korrekte” Berechnungen sind sehr rechenaufwendig
- ▶ Simulationen können Experimente an realen Robotern nicht ersetzen



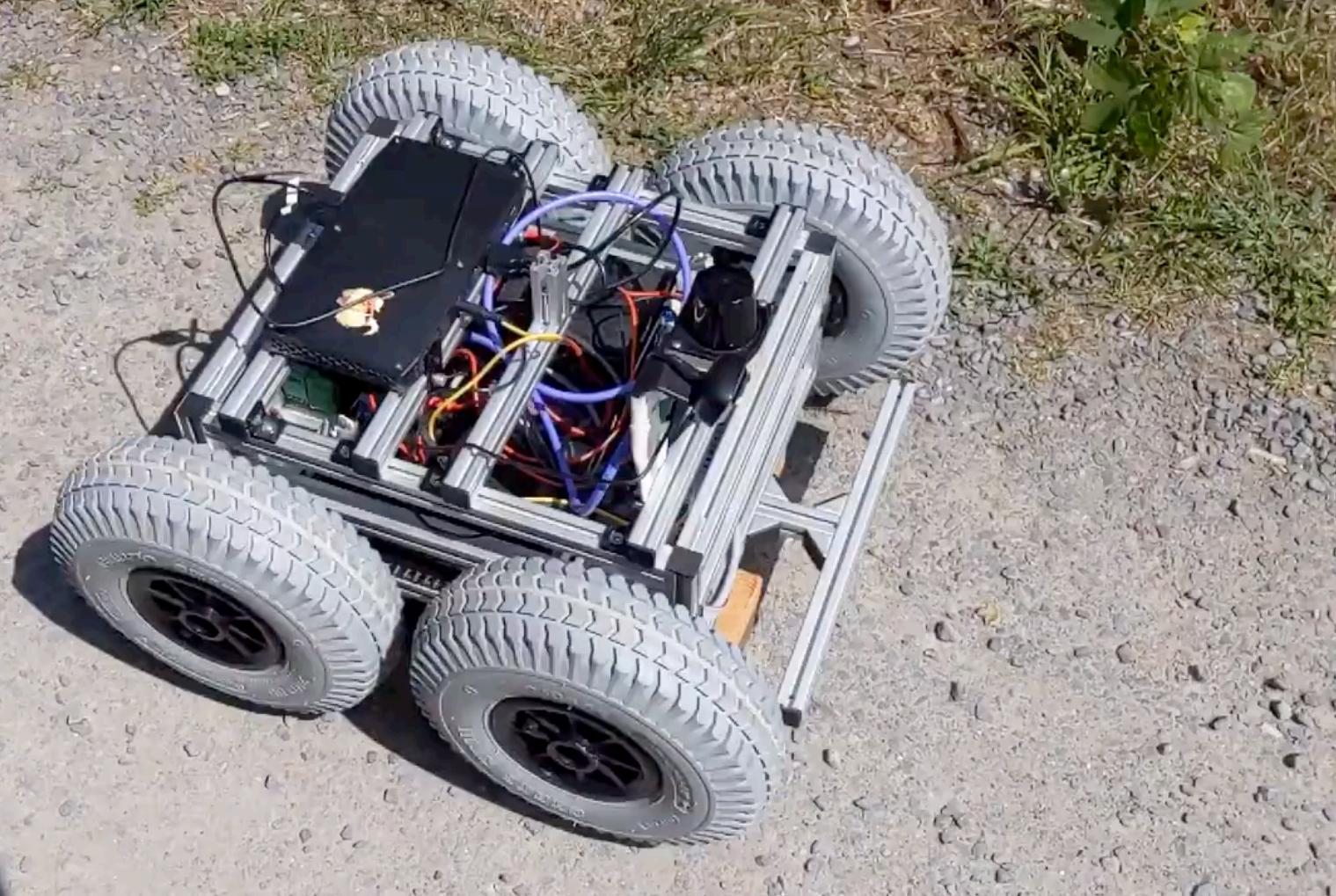
 GAZEBO

Simulationsumgebungen - Beispiel



<https://youtu.be/r8PvBtes8T8>

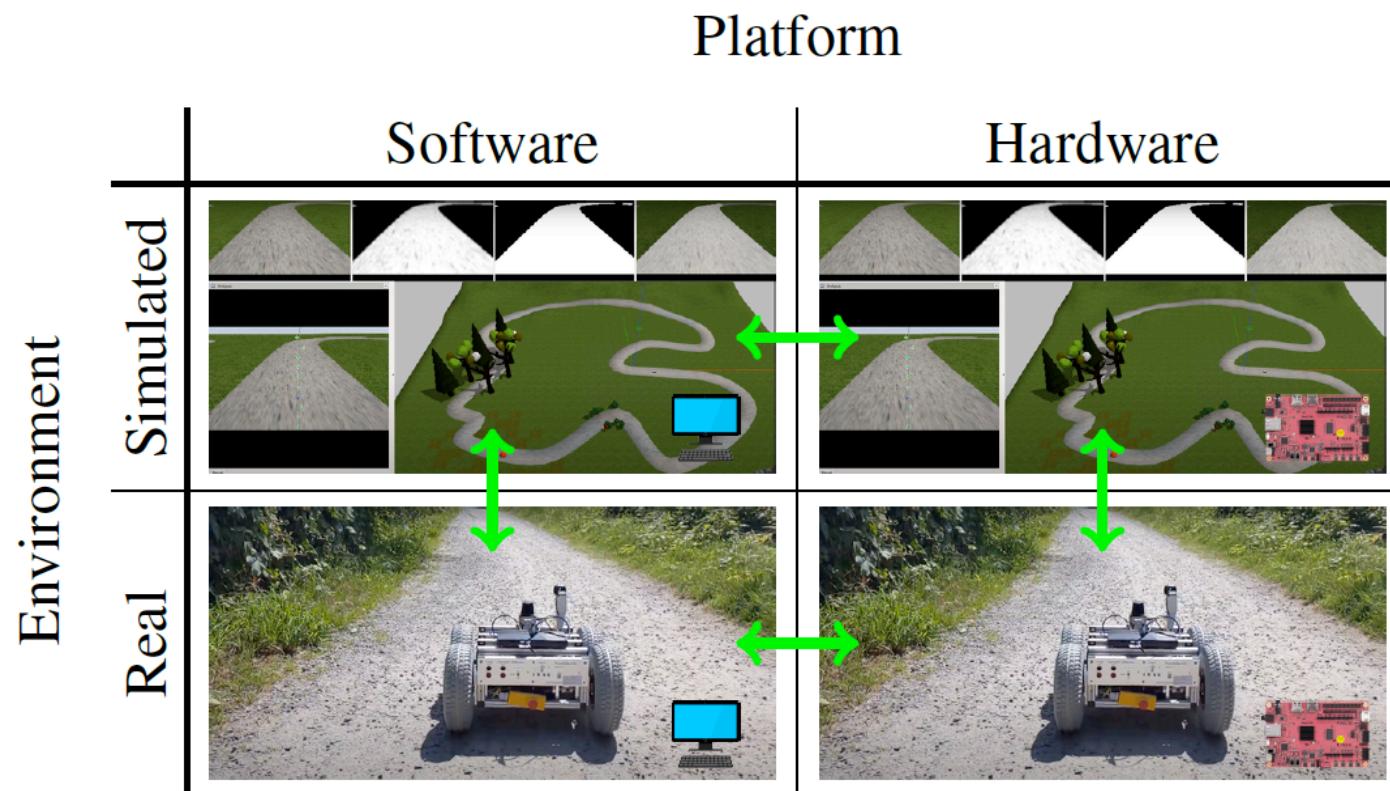
Testen auf dem realen Roboter



<https://youtu.be/Vc9BV66Wm6s>

Hardware und Software

- ▶ Algorithmen können auch in Hardware implementiert werden



Serviceroboter

- ▶ Sind Roboter, die eine Dienstleistung erbringen (im Gegensatz zu Robotern in einer Fertigungsanlage)
- ▶ Typische Klassifikation: Professionelle Anwendungen vs. Heimanwendung



- ▶ Keine “Haushaltsroboter” sondern normale Maschinen mit höherem Automatisierungsgrad

Heimanwendung: Staubsaugerroboter



© EVOVACS Deebot DM82



© iRobot Roomba 886



Roomba
DiscoverySE
(iRobot)



© Vorwerk Kobold VR200



© Miele



Roomba - Fun (1)



<https://youtu.be/vf9wHkkNGUU>

Roomba - Fun (2)



<https://youtube.com/watch?v=mvz3LRK263E>

Autonomes Fahren

- ▶ 2005 “Darpa Grand Challenge”
- ▶ Sieger: Stanley von der Stanford University (Sebastian Thrun)
- ▶ Aufgerüsteter VW Tuareg
- ▶ Autonome Fahrt durch die Wüste (131 mi in 6:53 h)



DARPA Grand Challenge



<https://youtu.be/7a6GrKqOxeU>

<https://youtu.be/2gQ3P5BpLjQ>

Autonomes Fahren

- ▶ Fahrassistenz vs. Autonomes fahren
- ▶ Rechtliche Aspekte.

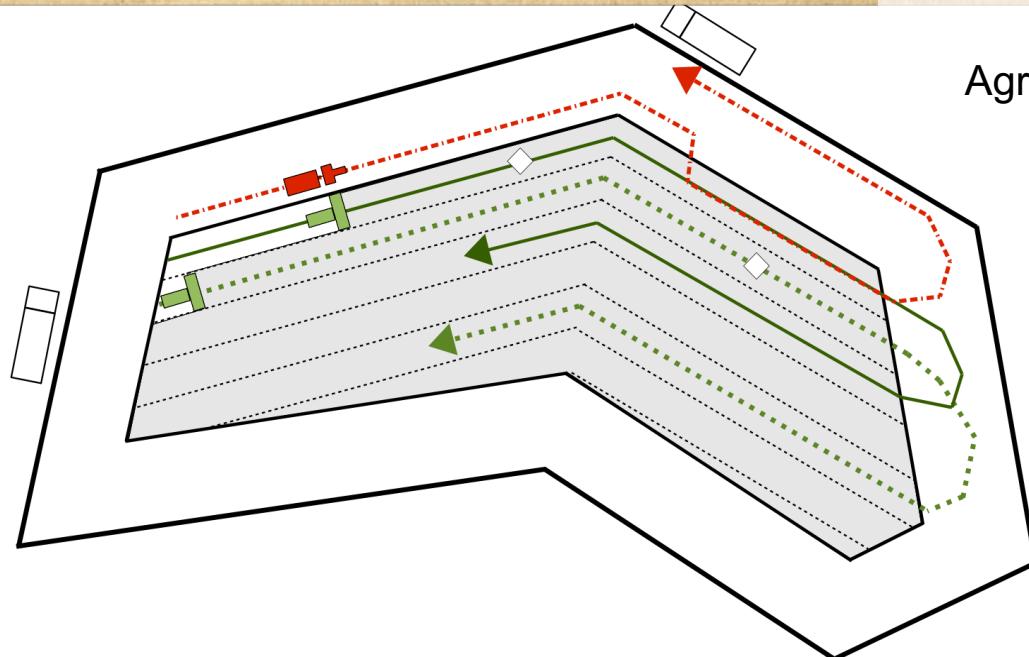
- **Autonomiestufe 0:** Selbstfahrer („Driver only“), der Fahrer fährt selbst (lenkt, beschleunigt, bremst etc.)
- **Autonomiestufe 1:** Fahrerassistenz. Bestimmte Assistenzsysteme helfen bei der Fahrzeugbedienung, beispielsweise der [Abstandsregeltempomat \(ACC\)](#).
- **Autonomiestufe 2:** Teilautomatisierung. Funktionen wie [automatisches Einparken](#), [Spurhalten](#), allgemeine Längsführung, Beschleunigen, Abbremsen werden von den Assistenzsystemen übernommen, z. B. vom [Stauassistent](#).
- **Autonomiestufe 3:** Bedingungsautomatisierung. Der Fahrer muss das System nicht dauernd überwachen. Das Fahrzeug führt selbstständig Funktionen wie das Auslösen des [Blinkers](#), Spurwechsel und Spurhalten durch. Der Fahrer kann sich anderen Dingen zuwenden, wird aber bei Bedarf innerhalb einer Vorwarnzeit vom System aufgefordert die Führung zu übernehmen. Der Gesetzgeber arbeitet darauf hin, Autonomiestufen-3-Fahrzeuge zuzulassen.
- **Autonomiestufe 4:** Hochautomatisierung. Die Führung des Fahrzeugs wird dauerhaft vom System übernommen. Werden die Fahraufgaben vom System nicht mehr bewältigt, kann der Fahrer aufgefordert werden, die Führung zu übernehmen.
- **Autonomiestufe 5:** Vollautomatisierung. Kein Fahrer erforderlich. Außer dem Festlegen des Ziels und dem Starten des Systems ist kein menschliches Eingreifen erforderlich. Das Fahrzeug kommt ohne Lenkrad und Pedale aus.

Quelle: Wikipedia

Agrarrobotik



Mehr zu Agrarrobotik am DFKI in OS:
DFKI Kompetenzzentrum Smart
Agricultural Technologies (CC-SaAT)
<http://saat.dfgi.de/>



- Abgeerntete Fläche
- Nicht abgeerntete Fläche
- Mähdrescher
- Überladefahrzeug
- Straßentransporter
- ← Fahrwege
- ◇ Rendez-Vous-Punkt

Zusammenfassung

- ▶ Einzelne Robotik-Methoden und -Techniken sind bereits heute weit verbreitet.
- ▶ Den Nutzern fallen die eingesetzten Robotik-Methoden und -Techniken meist gar nicht auf !
- ▶ Die Robotik bekommt Einfluss, wenn sie zu Massenprodukten oder -leistungen führt, die ohne ihre Techniken nicht denkbar waren
- ▶ Diese Produkte müssen nicht nach „Roboter“ aussehen!