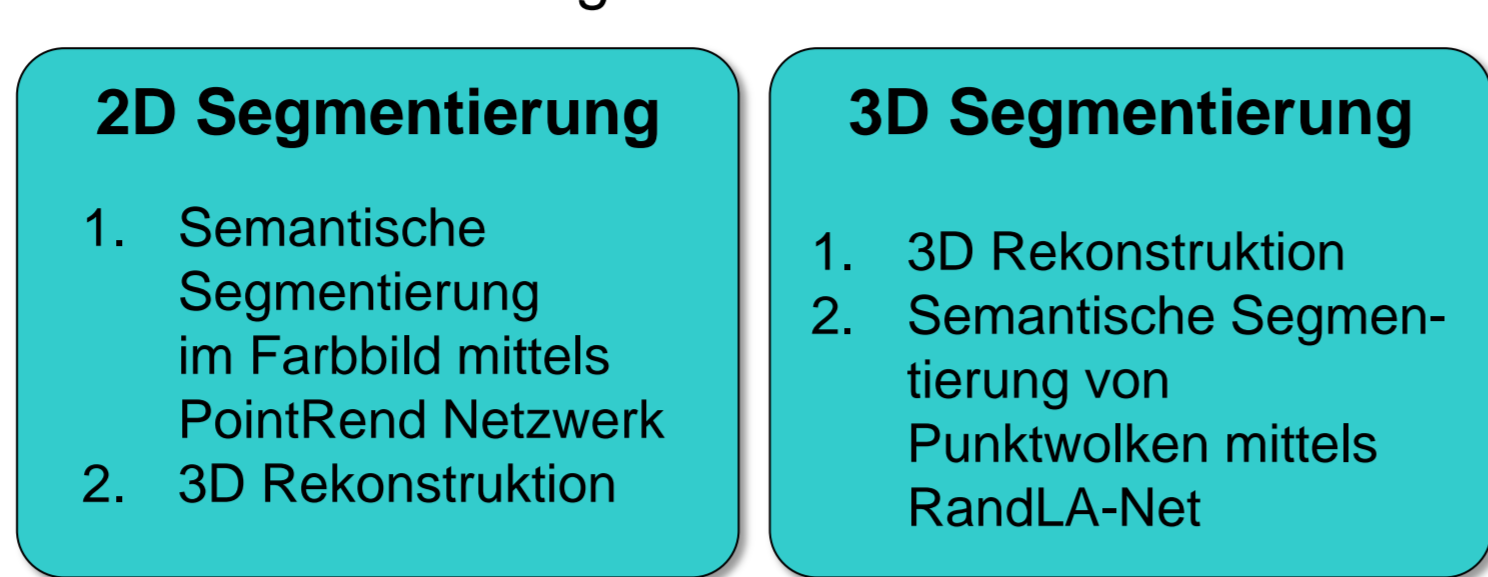


### Robuste Hand-/Objektsegmentierung in multimodalen 3D Daten

Yan Zhang, Gunther Notni, TU Ilmenau Fachgebiet Qualitätssicherung und Industrielle Bildverarbeitung

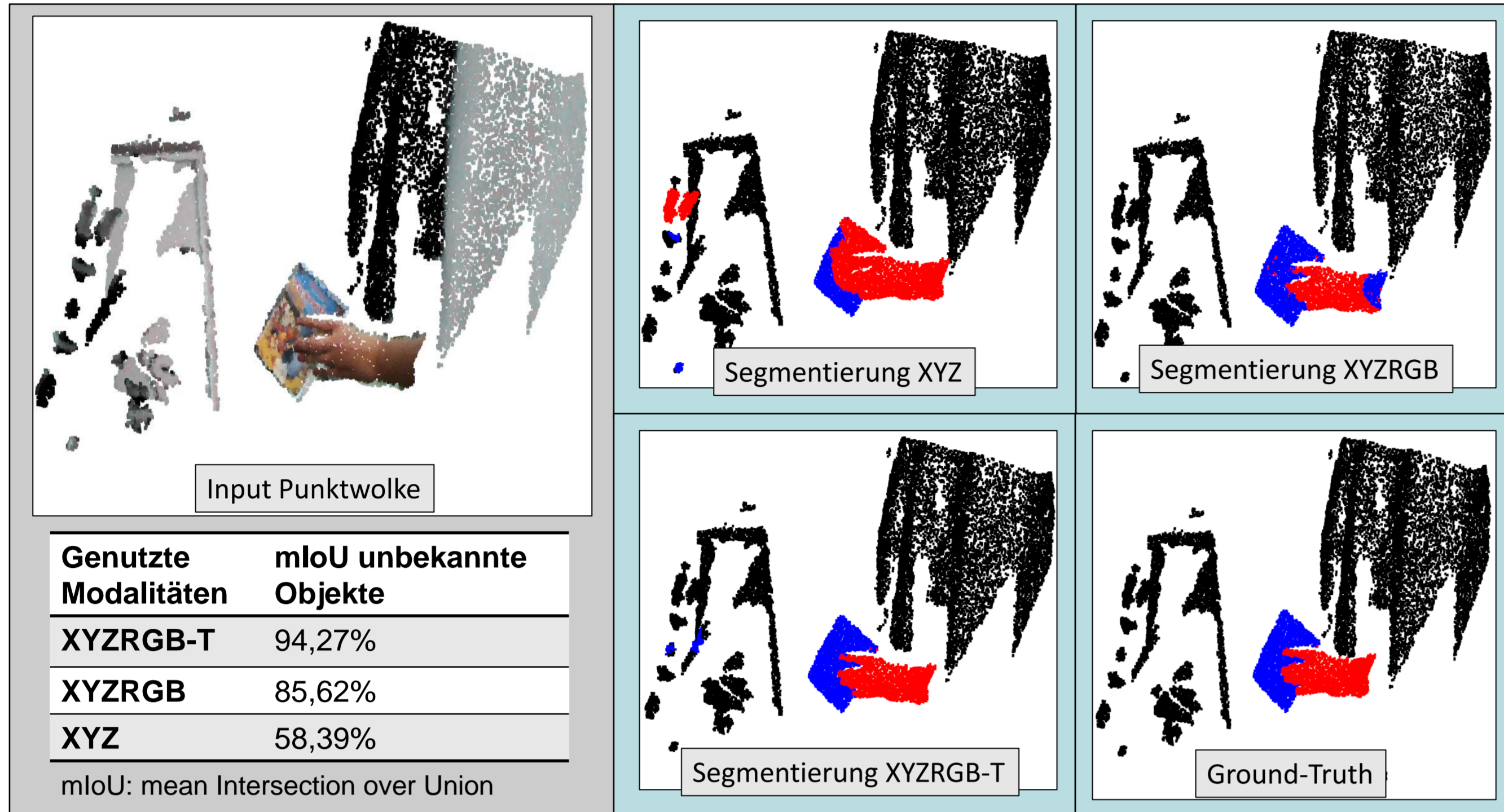
- Aufnahme eines multimodalen Datensatzes von Objekten und haltenden Händen (XYZ + RGB+ Thermobilder)
- Untersuchung der Segmentierungsgüte mit unterschiedlichen Modalitäten [1] für die möglichen realisierungsvarianten 2D und 3D Segmentierung mittels Deep-Neural-Networks

mögliche Ansätze

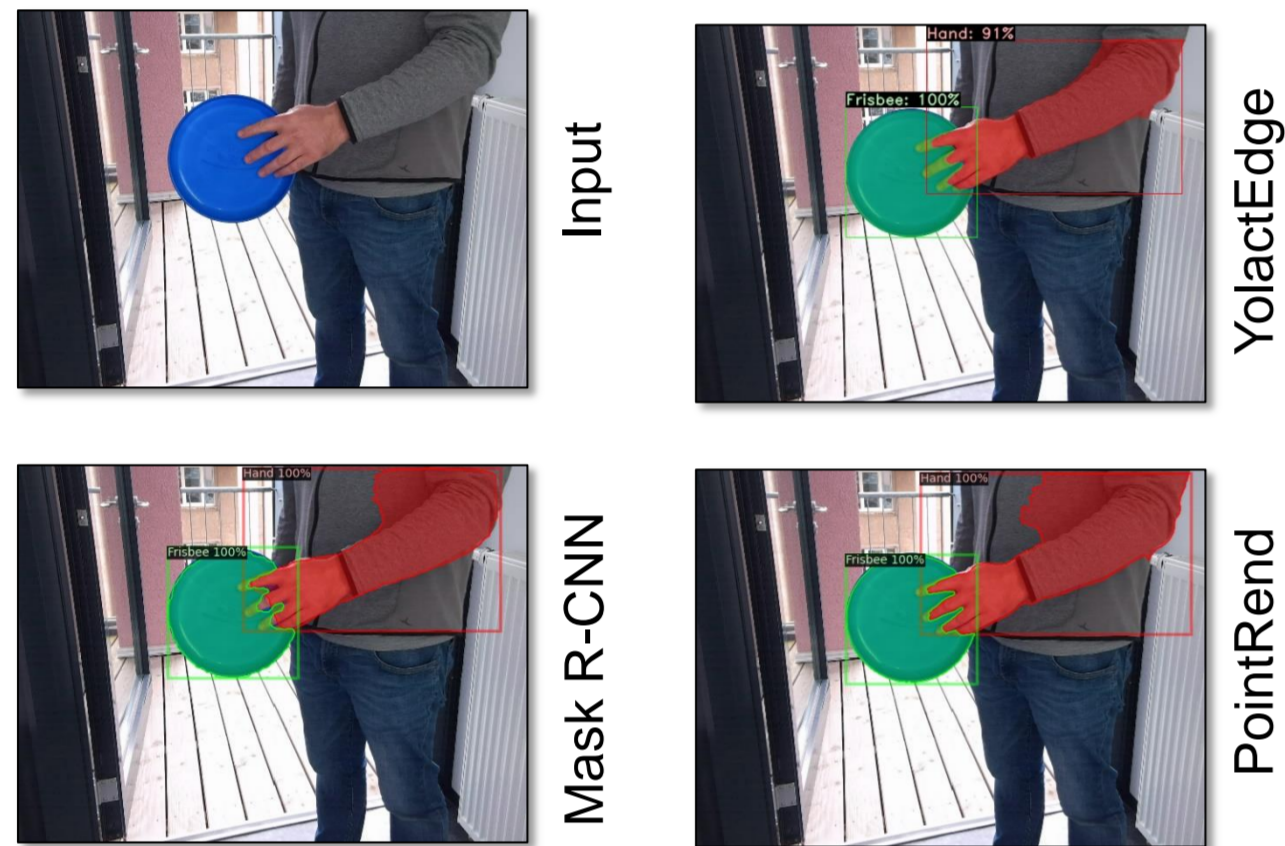


Hand/Objekt-segmentierte Punktwolke

#### 3D Segmentierung von Punktwolken:

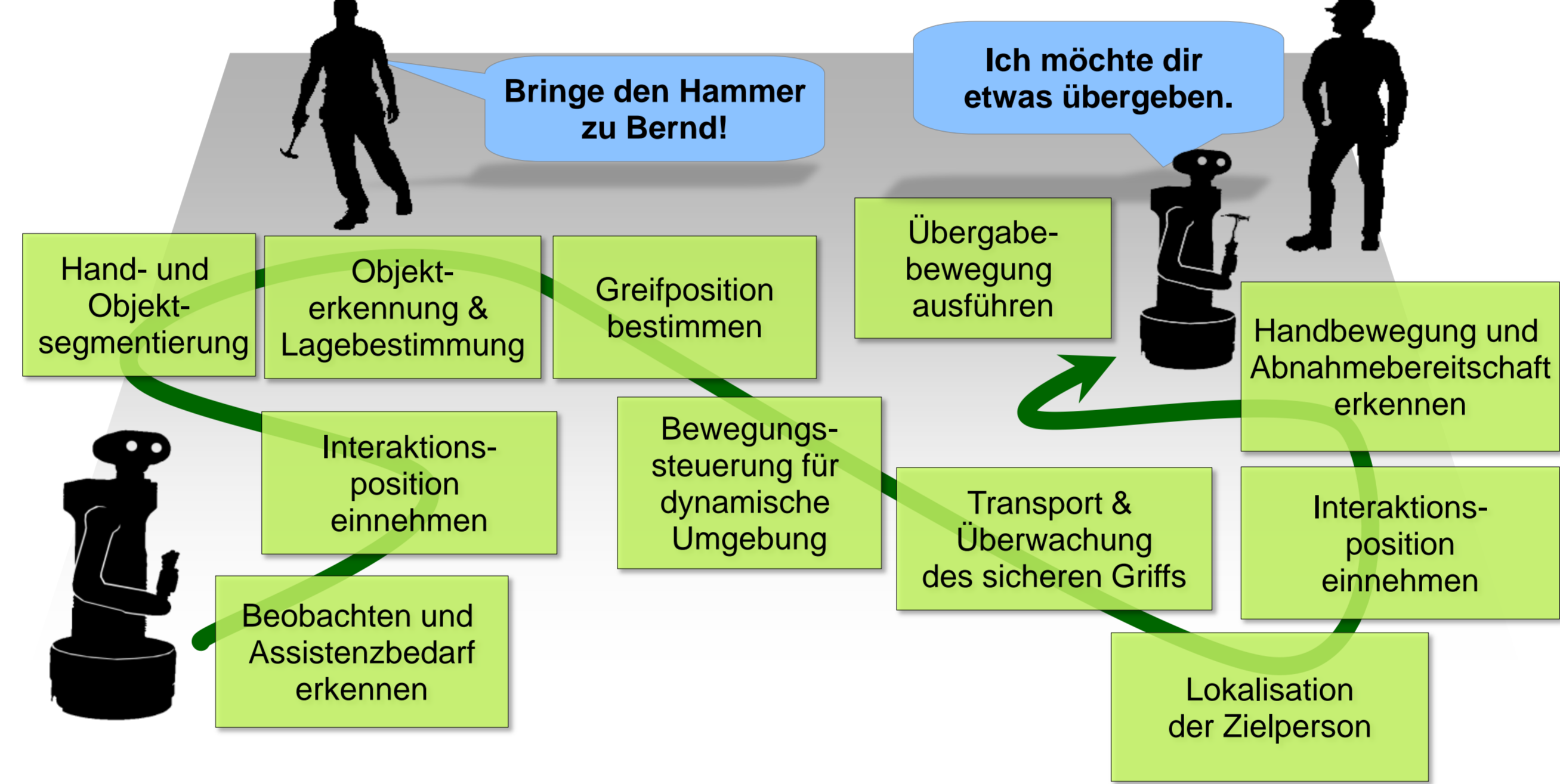


#### 2D Segmentierung:



### Zielstellung (Demonstrationsszenario)

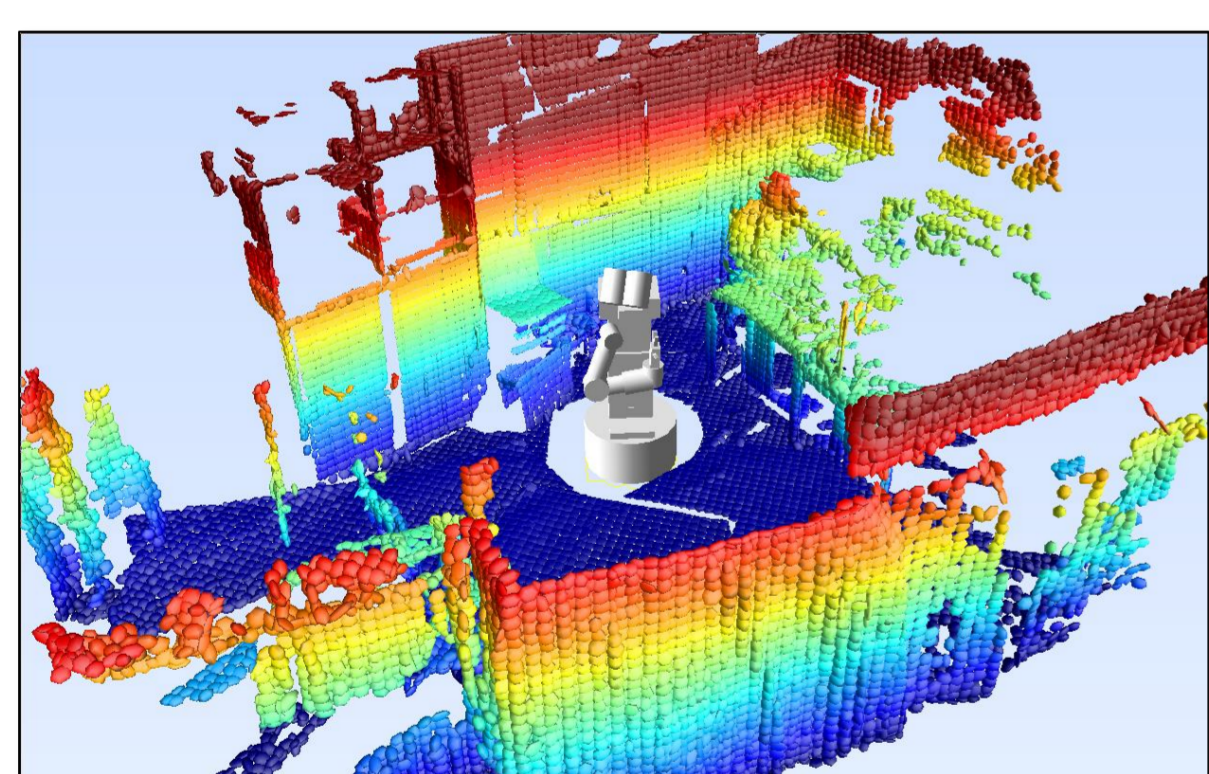
Sicheres Greifen von Objekten aus der Nutzerhand und Übergabe in die Hand mittels mobiler Assistenzroboter



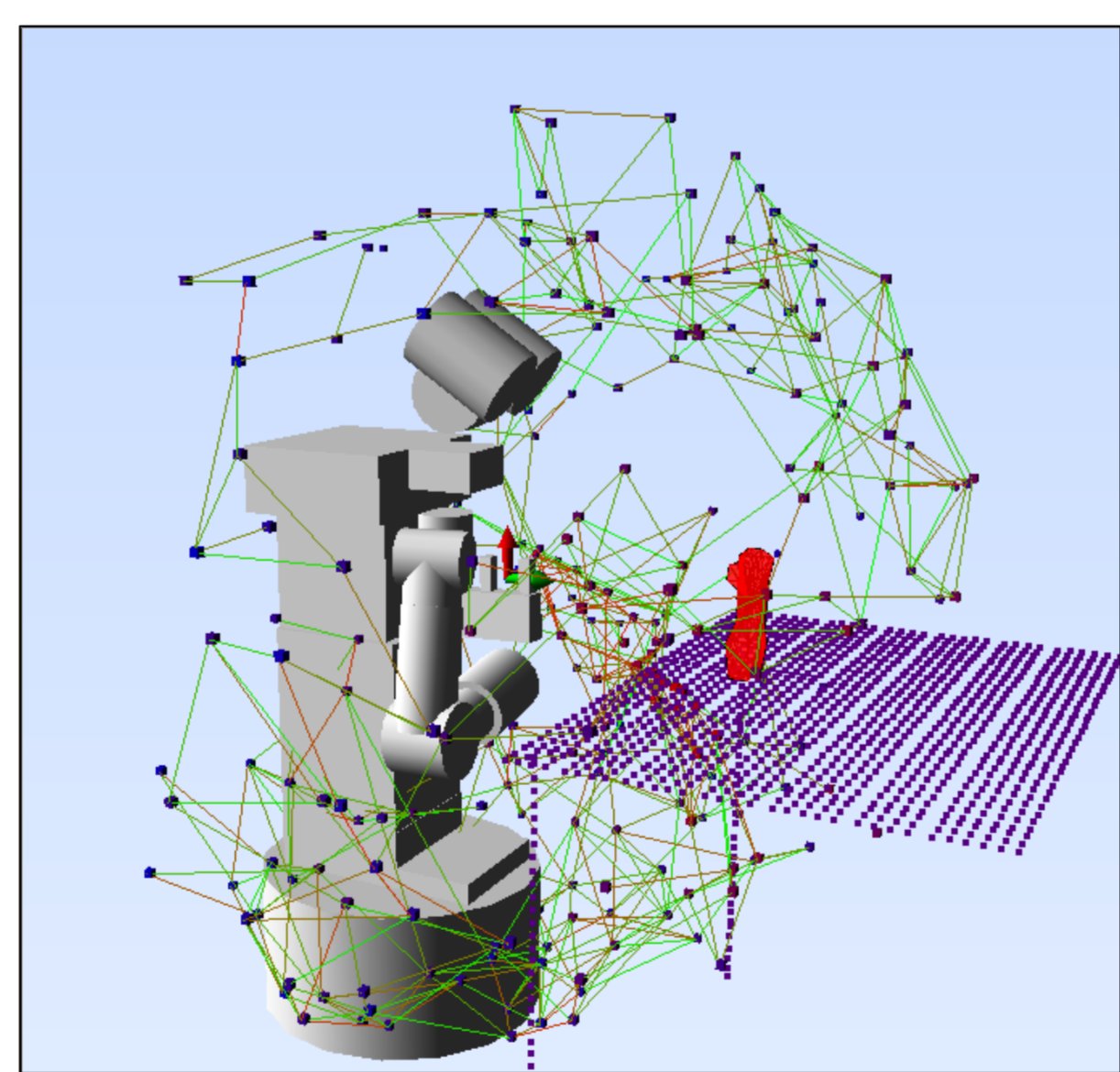
### Bewegungssteuerung für dynamische Einsatzumgebungen

Steffen Müller, Benedict Stephan, Horst-Michael Groß, TU Ilmenau, Fachgebiet NI&KR

- Dynamische Umwelt mit wechselnden Ziel- und Hinderniskonfigurationen erfordert **echtzeitfähige Pfadplanung**
- Modellierung der dynamischen Hindernisse mittels Normal-Distribution-Transformed Maps



NDT Map einer Büroumgebung nach Scan durch den mobilen Roboter (Farbcodierung entspricht Höhe über Bodenebene)



Roadmap Graph für kollisionsfreie Armstellungen als Grundlage für Pfadplanung zum Zugriff auf das rote Objekt auf dem Tisch

- Implizite Formulierung der Greifaufgabe mittels **Markov-Decision-Process (MDP)** [2] → Optimierung des Verhaltens bzgl. zukünftiger Belohnungen und Kosten
- Konkreter Zielpunkt bleibt der Optimierung überlassen (Kompromiss aus Greifgüte und Erreichbarkeit)
- Diskretisierung des Zustandsraumes mittels eines Roadmap Graphen



#### Demonstrator-roboterplattformen

- Anwendung der Bewegungssteuerung auf verschiedenen Roboterplattformen mit 12 DoF (links) bzw. 7 DoF (rechts) Greifarmen

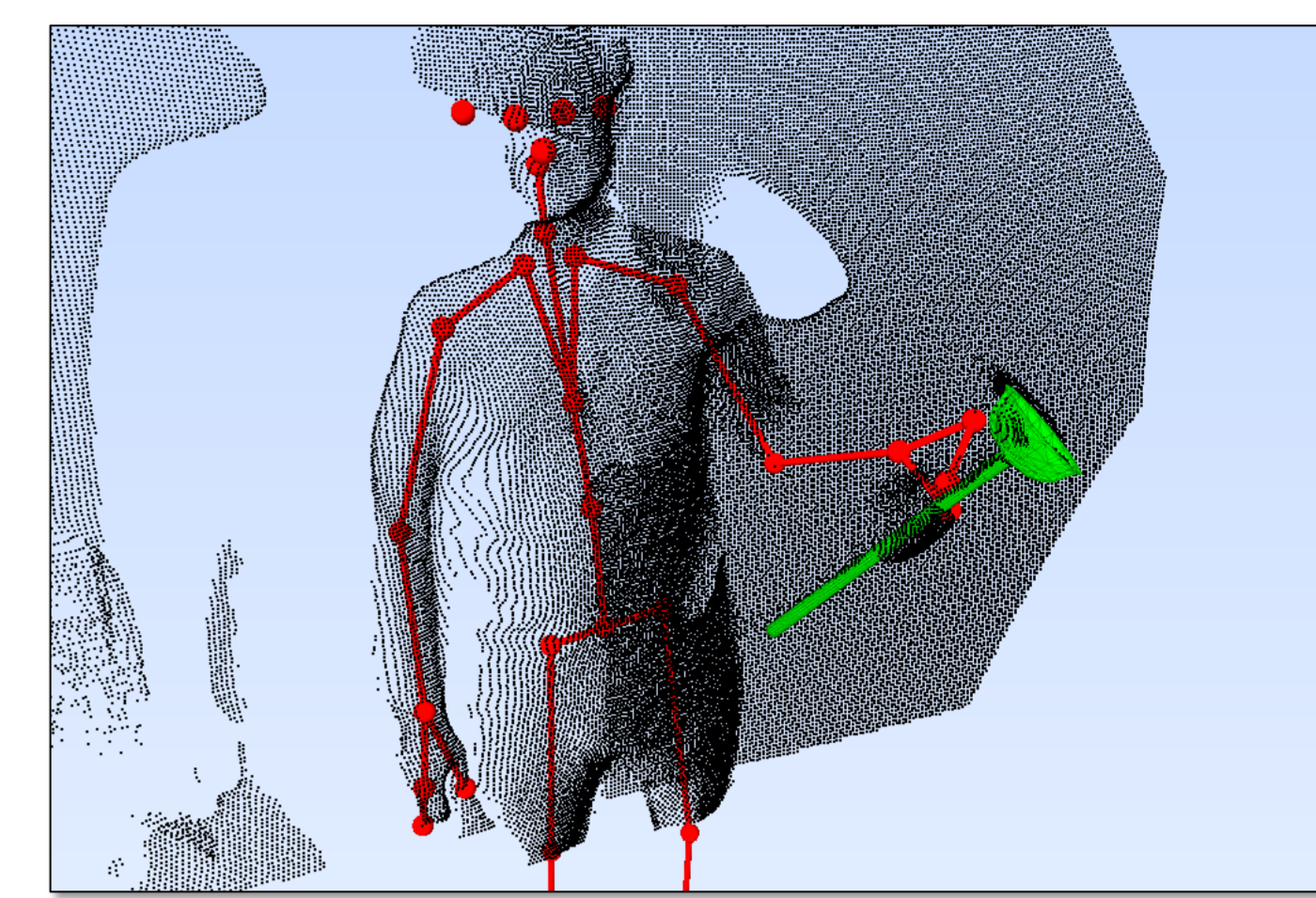


### Objektracking und Greifposebestimmung

Steffen Müller, Benedict Stephan, Horst-Michael Groß, TU Ilmenau, Fachgebiet NI&KR

#### Objektracking

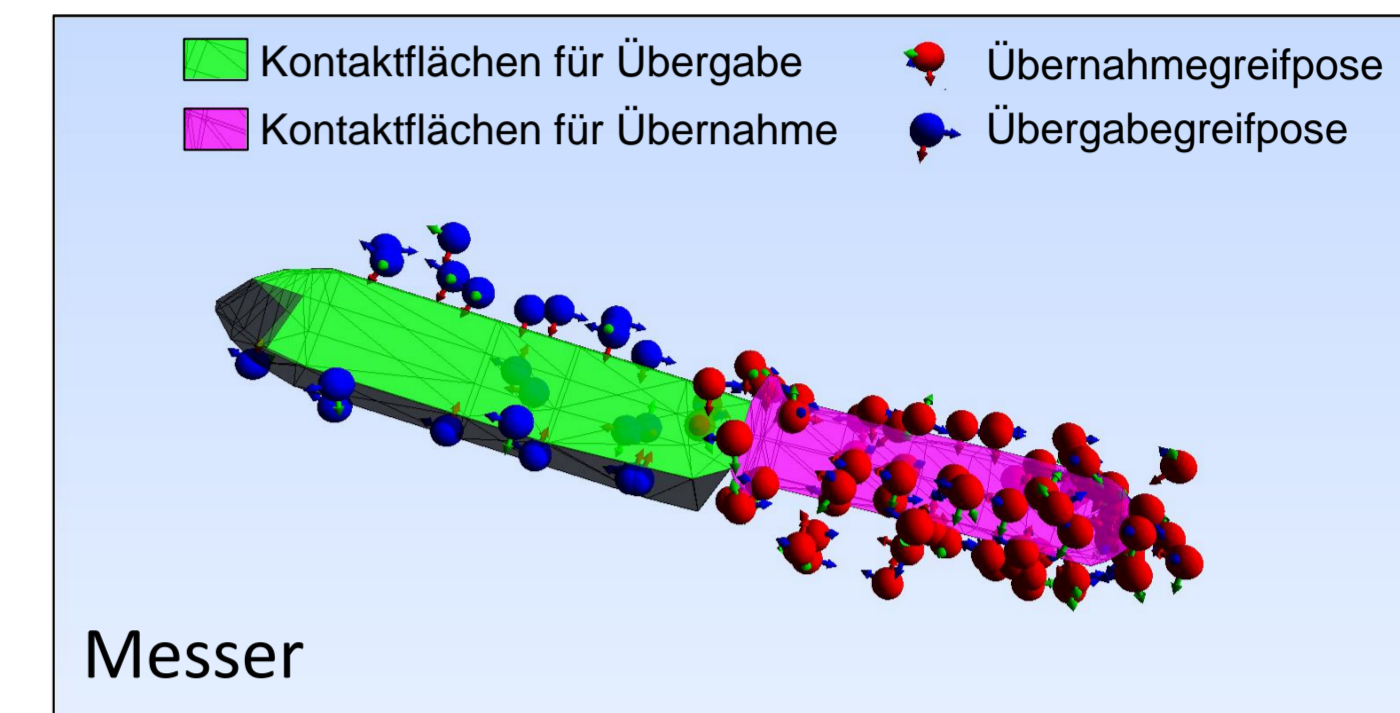
- mittels **Iterative-Closest-Point** Algorithmus in segmentierter Punktwolke
- 1. Objektklassifikation
- 2. CAD Modellauswahl
- 3. Einpassen in die Punktwolke
- 4. Tracking mittels Kalman-Filter



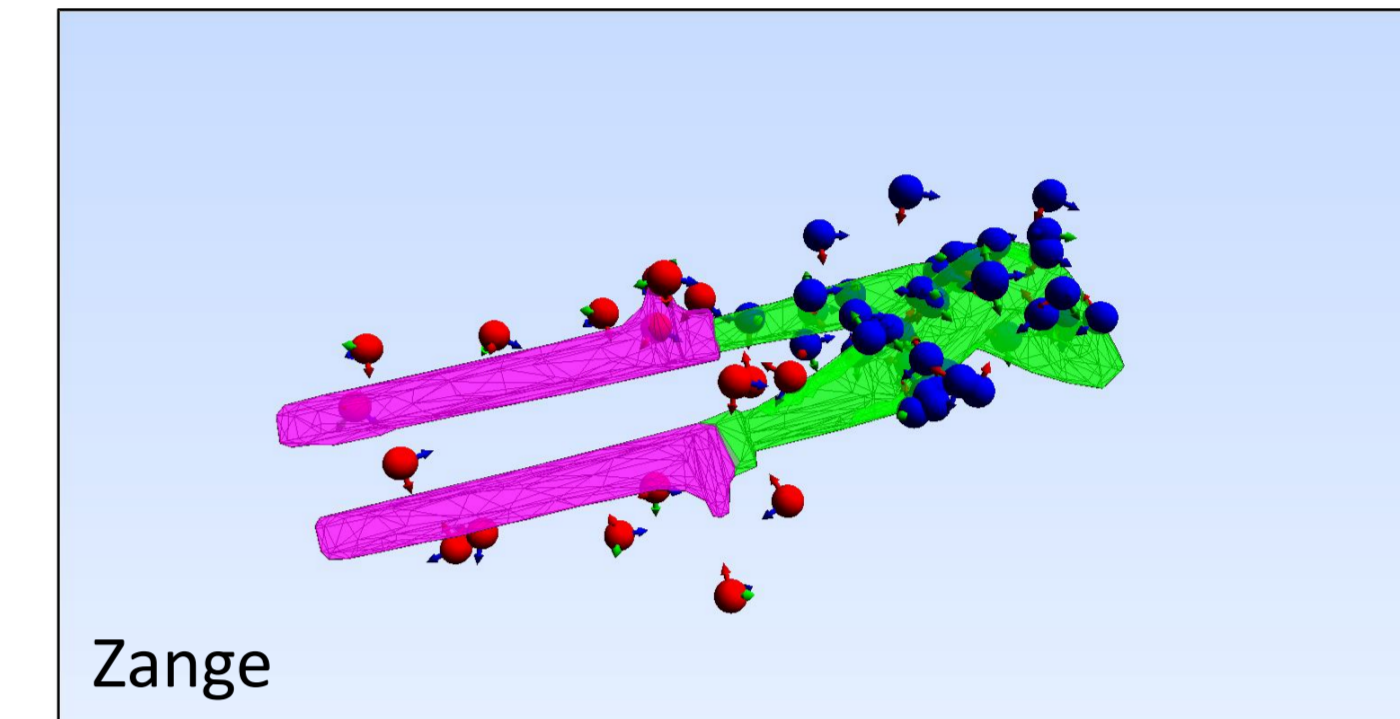
in Punktwolke getracktes Objektmodell (grün), Skelettschätzung (rot)

#### Greifposebestimmung

- **Modellbasierte** Verfahren haben derzeit noch Vorteile gegenüber **modellfreien** Verfahren. Sie ermöglichen mehr Kontrolle über die ausgewählten Greifposen und die Berücksichtigung von Objektwissen wie **Affordanzklassen** und Griffarten für verschiedene Objektbereiche. Label im 3D Modell können mittels Machine-Learning generiert werden.
- Sampling basierte Bestimmung von Greifposen für die unterschiedlichen Aufgaben (Übernehmen und Übergeben) → ggf. Umgreifen durch den Roboter nach Übernahme
- Multikriterielle Bewertung der Griffqualität mittels Greifermodell



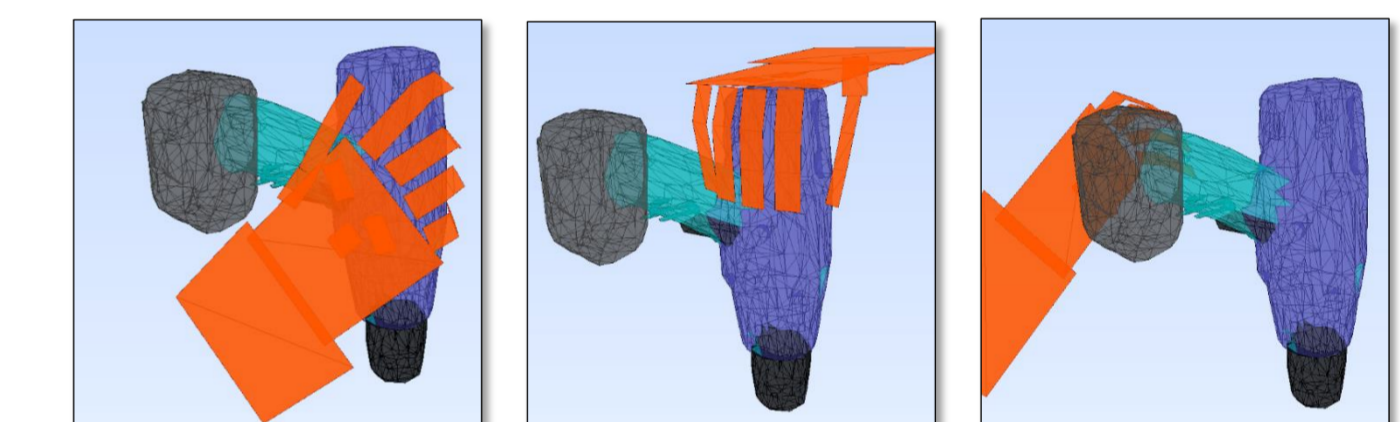
Messer



Zange

Schätzung von Angriffsposen für einen Robotergreifer an Objektmodell mit Affordanzlabeln

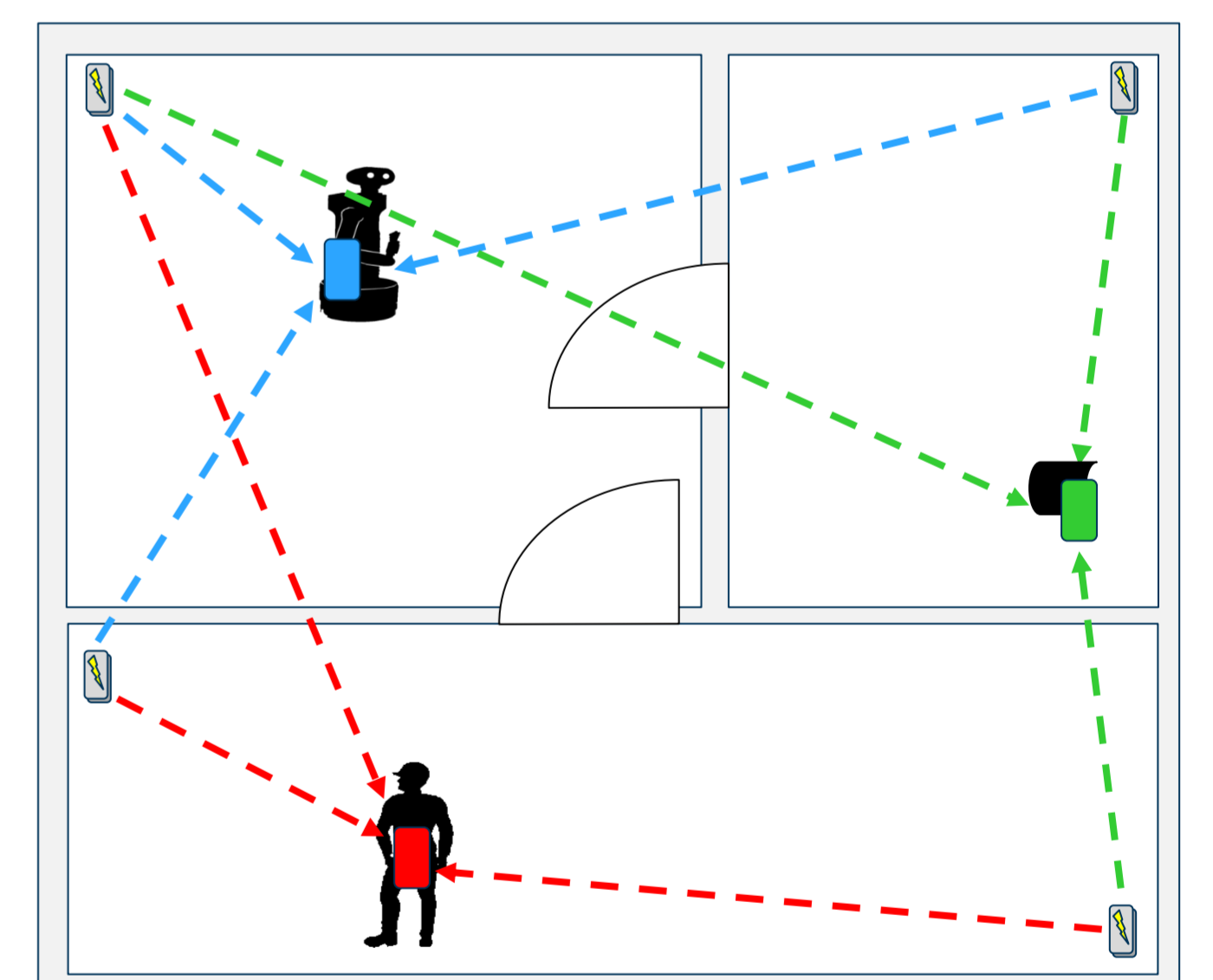
- Simulation menschlicher Angriffsposen für die optimale Übergabe



### Real-Time-Localization-System (RTL) mit Ultrabreitbandfunk

### Real-Time-Localization-System (RTL) mit Ultrabreitbandfunk

Manuel Schneider, Andreas Wenzel, Hochschule Schmalkalden, Fakultät Elektrotechnik, Forschungsgruppe Eingebettete Diagnosesysteme



Schematische Darstellung der zu lokalisierenden Objekte in der Umgebung des Roboters

#### Anwendung

- Lokalisation von Roboter, Personen und Objekten in der Einsatzumgebung
- Roboter kann alle Teilnehmer in Funkreichweite auch außerhalb des eigenen Sichtradius (interner Sensorik / Kamerasysteme) lokalisieren



#### Funktionsprinzip

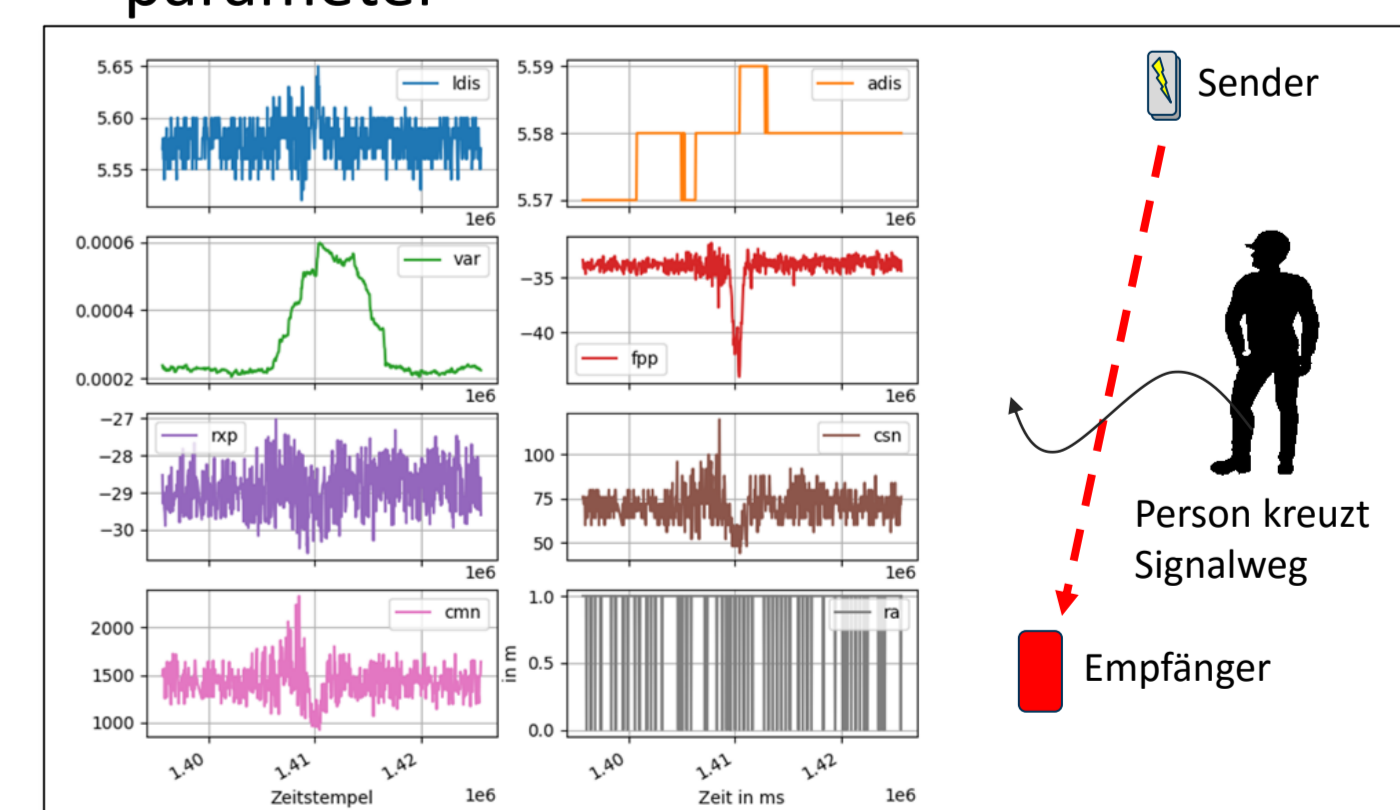
- Laufzeitmessung von UWB-Funksignalen in einem Tag-Netzwerk ermöglicht 3D Positionsbestimmung im Genauigkeitsbereich von 5-10cm
- Unbewegte Tags spannen automatisch ein Bezugskoordinatensystem auf



Lokalisierungsergebnis in der Laborumgebung mit Personen im Sichtbereich des Roboters und in den benachbarten Räumen

#### Adressierte Forschungsfragen

1. Erkennung von Signalstörungen durch Mehrwegeausbreitung oder Dämpfung durch starre oder bewegliche Hindernisse im Signalweg anhand verschiedener Signalparameter
2. Kommunikation von Positionsdaten über die Reichweite der einzelnen Tags hinaus. Entwicklung eines Hubs als Schnittstelle zum Netzwerk → Abrufen der Positionen aller Teilnehmer möglich



[1] Zhang, Y., Müller, St., Stephan, B., Gross, H.-M., Notni, G.: Point Cloud Hand-Object Segmentation Using Multimodal Imaging with Thermal and Color Data for Safe Robotic Object Handover. in: Sensors 2021, 21(16), 5676  
[2] Müller, St., Stephan, B., Gross, H.-M.: MDP-based Motion Planning for Grasping in Dynamic Scenarios. in: Europ. Conf. on Mobile Robotics (ECMR), Bonn, Germany 2021