



Kurzvorstellung RA1 (Assistenzrobotik, Grundfunktionen)
Thomas Jürgensohn, HFC Human-Factors-Consult 28.11.2019

- 9 geförderte Projekte (inkl. Begleitforschung)
 - 49 Teilprojekte, 44 Partner
- Heterogener als RA2
- Aber: Inhaltliche Überschneidung zu Themen der RA2-Projekte
- Im Folgenden: Kurze Darstellung
- Ethische, soziale, MRI-Untersuchungen werden nicht präsentiert (außer bei ARAIG)



- Aufgaben
- 1. Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Verbundprojekten
 - Interprojektaustausch
 - Workshops
 - Metakonsortialtreffen
- 2. Öffentlichkeitsarbeit
 - Organisation von Tagungen
 - Etablierung eines Service-und-Assistenz-MRI-Netzwerks
 - Anbindung an Normungsgremien
- 3. Eigene Forschung mit Grundsatzcharakter
 - HFC Human-Factors-Consult
 - Fraunhofer IPA
 - Bundesanstalt BAuA
 - Technische Universität Berlin

- Beispiel 1: gibt es Unterschiede?

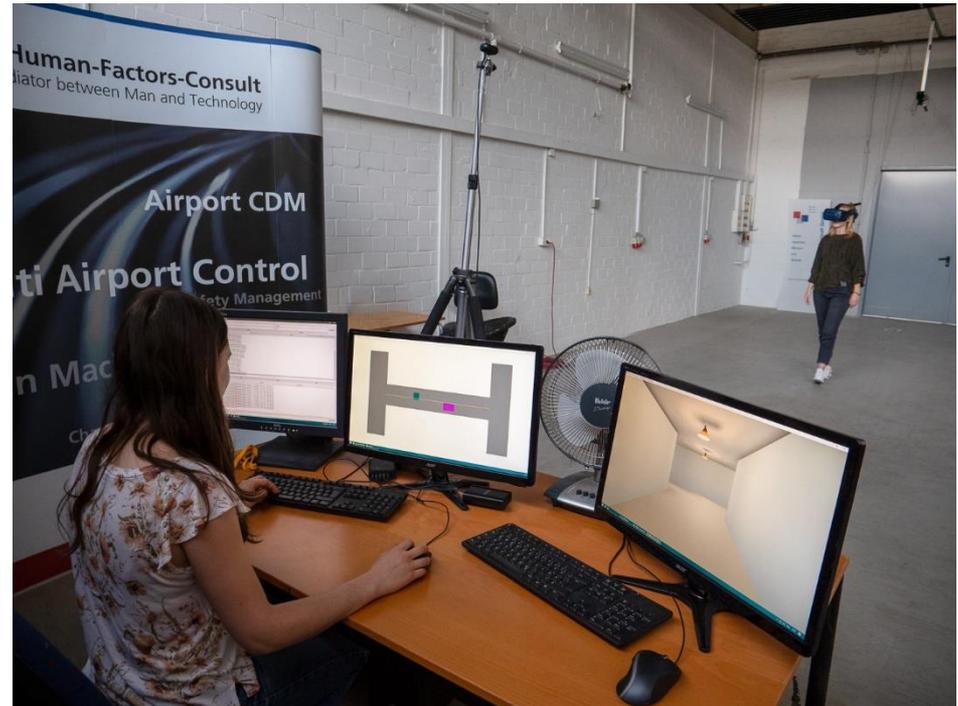


- Experimente mit Probanden
- Objektive Leistung, Fähigkeiten, etc. alles gleich
- Kaum Unterschiede bei pragmatischer und hedonischer Qualität
- Mit Hülle wirkt Roboter etwas menschlicher aber auch schauriger



- Beispiel 2: Richtungswunschanzeige einer mobilen Plattform
- Aus Projekt INTUITIV
 - Usertests im VR-Labor

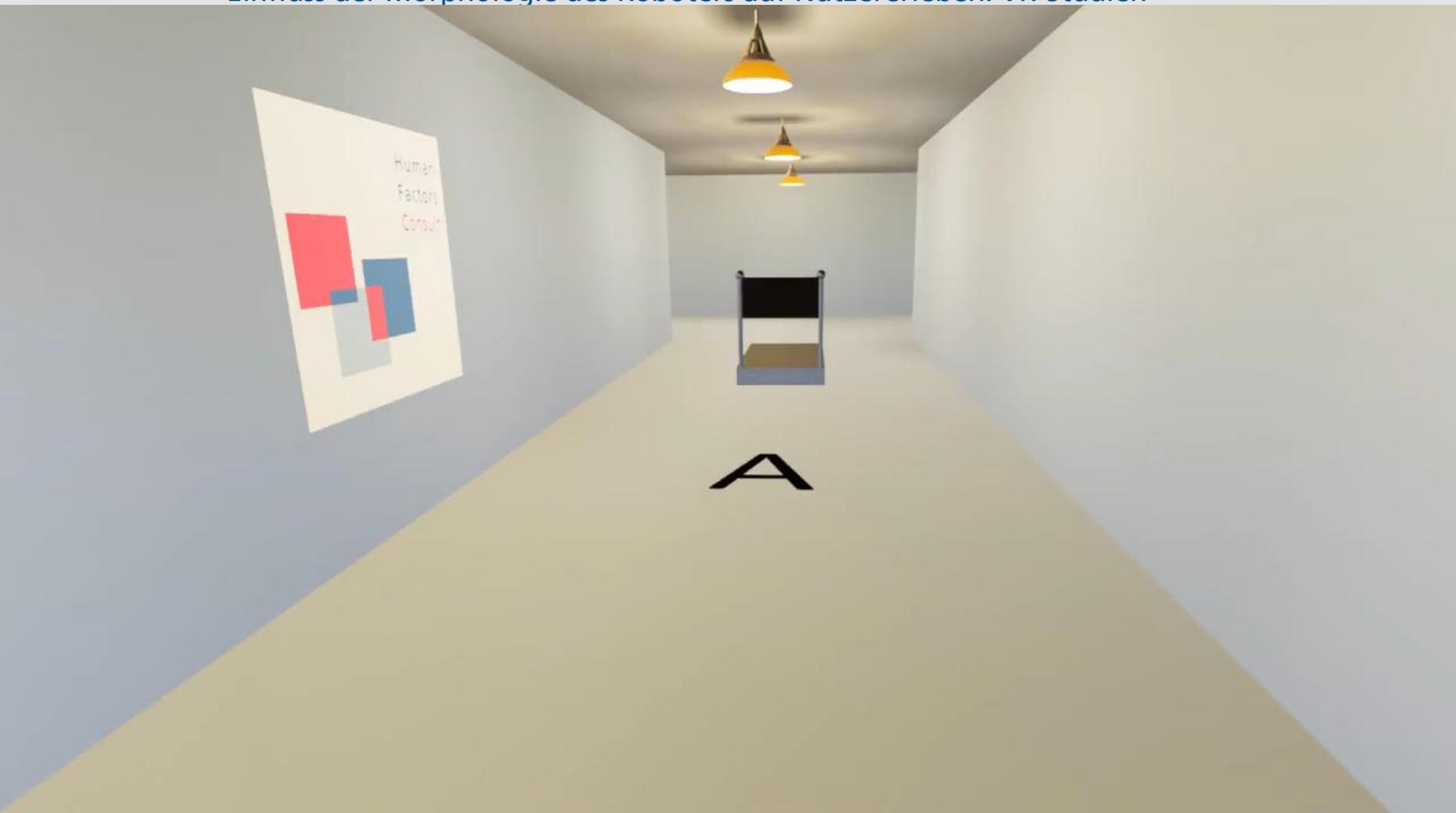
- Morphologieuntersuchung
 - 1. Wunsch aus Verhalten ablesbar
 - 2. Wunsch durch Lichtanzeigen
 - 3. mit menschähnlichen Komponenten

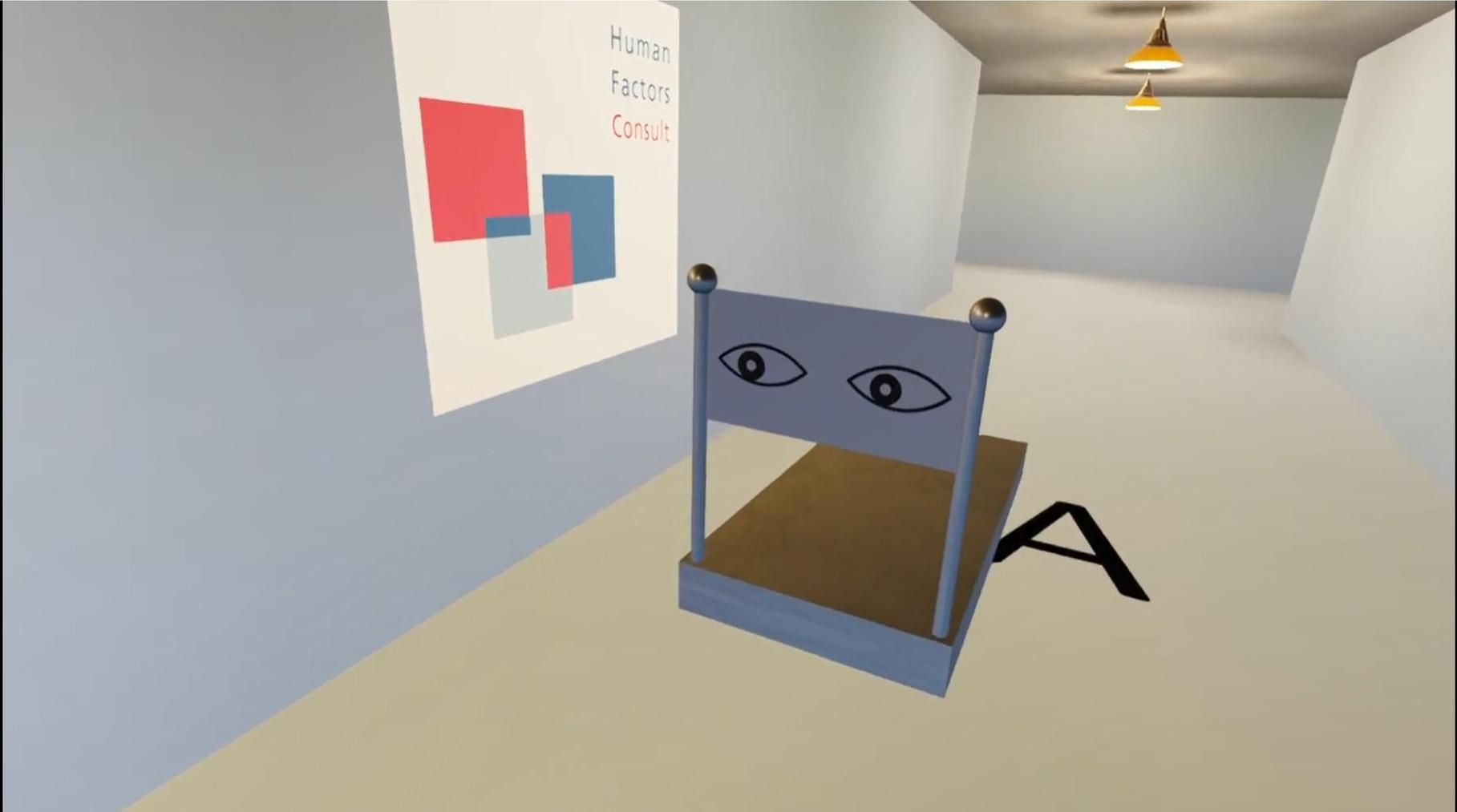




ARAIG/HFC Human-Factors-Consult

Einfluss der Morphologie des Roboters auf Nutzererleben: VR-Studien







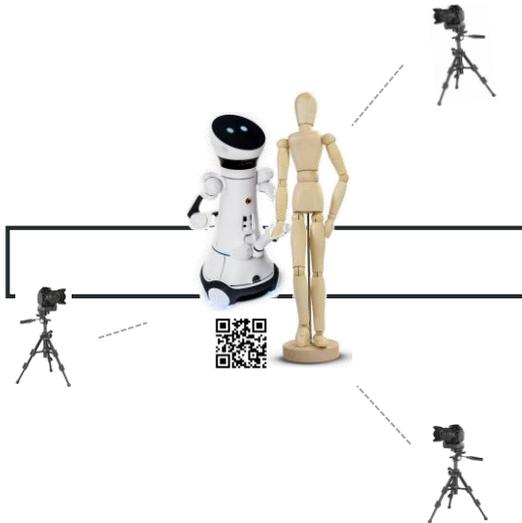


- Aufgaben in ARAIG (u.a.)
 - Projekte bezüglich Sicherheitsproblematik bei Robotern sensibilisieren und schulen
 - Entwicklung gemeinsame Kriterien zur Analyse der Performance der Projektdemonstratoren
 - Aufbau eines Testlabors für praktische Safety- und Performancetests





- Geplante Testeinrichtungen im Projekt ARAIG
 - Hilfsmittel zur Durchführung und Unterstützung von Tests
 - Mobile Testumgebung, Angebot zur Nutzung ca. ab März 2020



Optisches
Trackingsystem

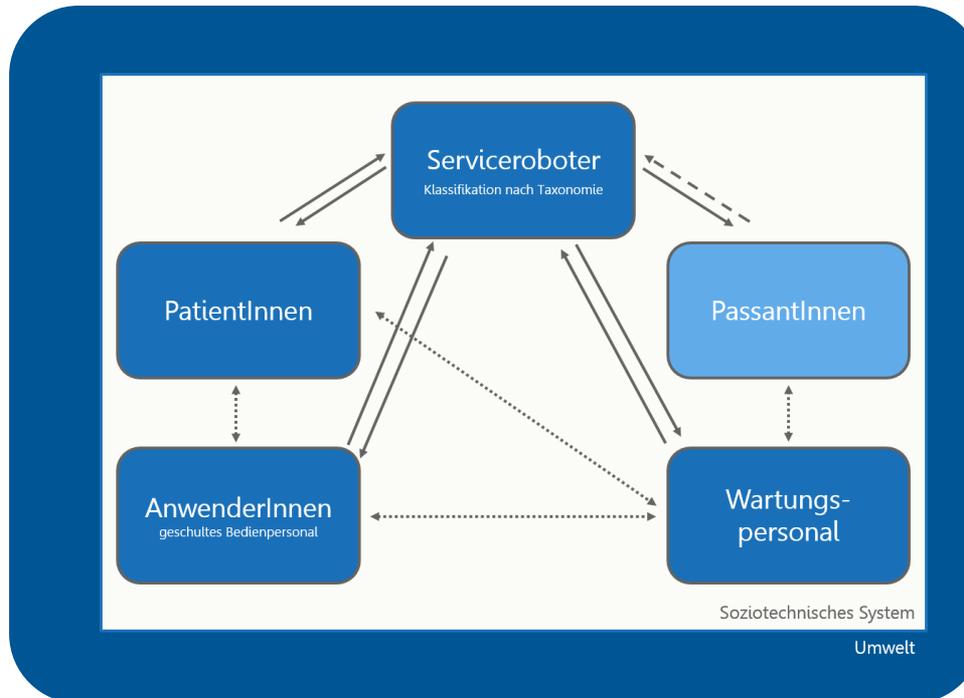


Modularer
Testboden



Requisiten/
Testgegenstände

- Einfluss von Servicerobotik auf Arbeitssysteme im Pflegekontext
 - Entwicklung eines soziotechnischen Modells für den Pflegekontext
 - Befragungen von Pflegern, Patienten und Wartungspersonal



- Konzeptionelle Erörterung der Eigenschaft der **Autonomie** in der MRI
- Moralische ‚Entscheidungen‘ autonomer Roboter: Kritik der **Maschinenethik**
- **Ratgeber** zum Einbezug ethischer Expertise in die Robotik-Entwicklung
- **Technikfolgenabschätzung** aus ethischer Perspektive zu ARA1-Projekten
- Beiträge zur Entwicklung von Ansätzen für „**Responsible Robotics & AI**“
- Gutachten von IKEM e.V.: „**Rechtliche Rahmenbedingungen** für den Einsatz von autonomen Robotern mit Assistenzfunktionen“



RoKoRa

Sichere MRK mit Hilfe hochauflösender Radare

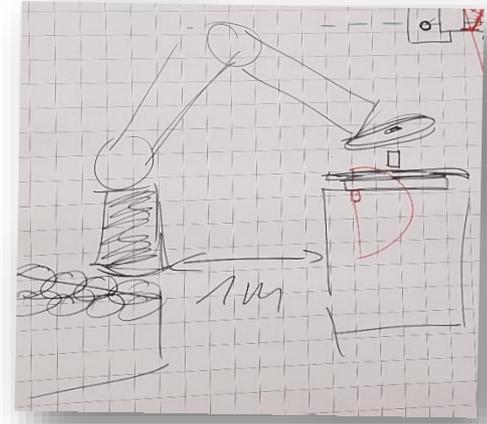


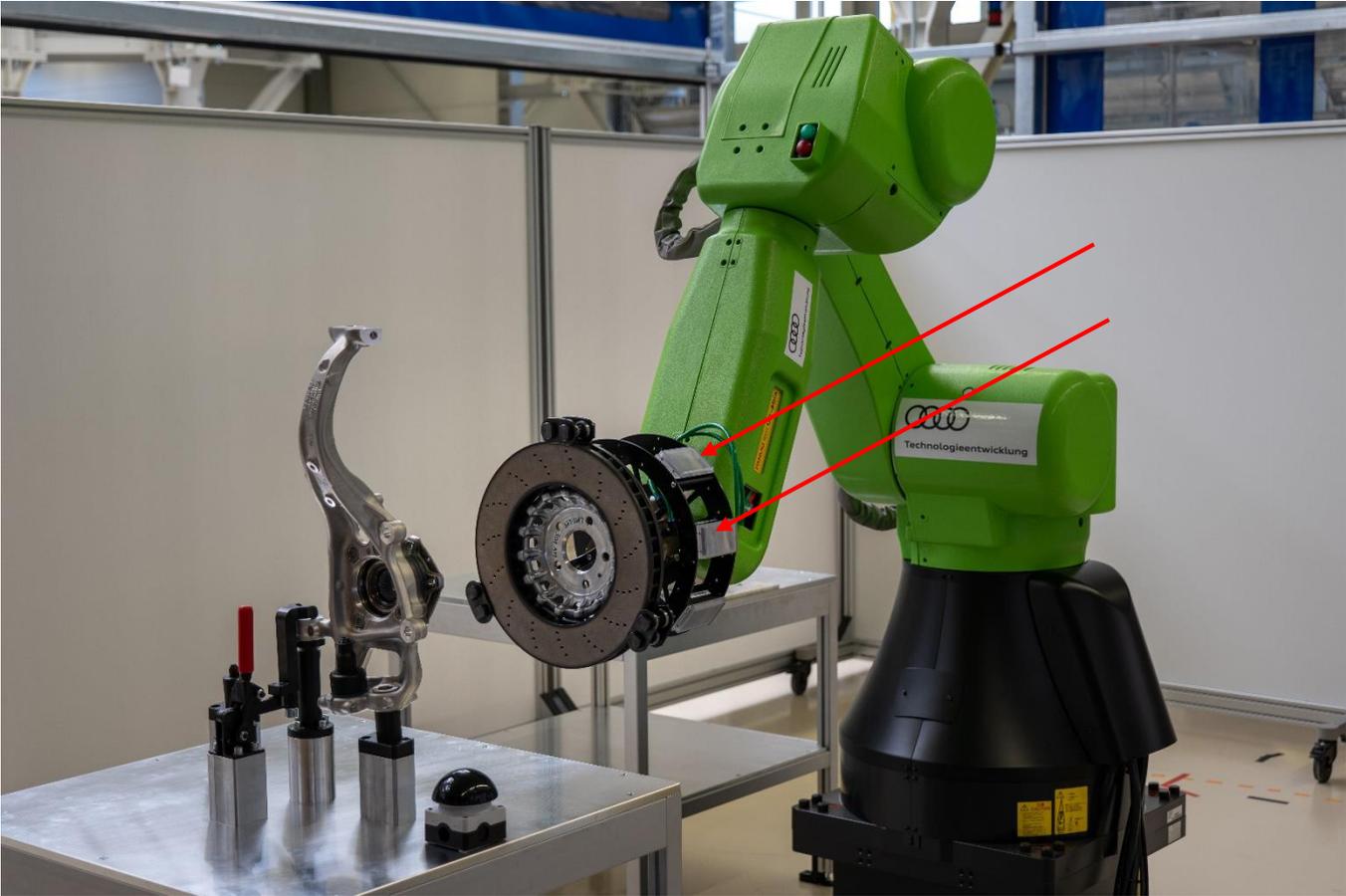
- Einziges Projekt aus RA1 und RA2 aus industriellem Kontext
- Hauptthema Sicherheit
- Ziele: Effektive Ko-Arbeit am selben Arbeitsplatz aber keine mechanische Interaktion



RoKoRa Anwendungsfall

- Roboter bewegt (und trägt) Bremscheibe
- Werker schraubt fest
- Roboter geht Werker aus dem Weg (ist deshalb schneller)







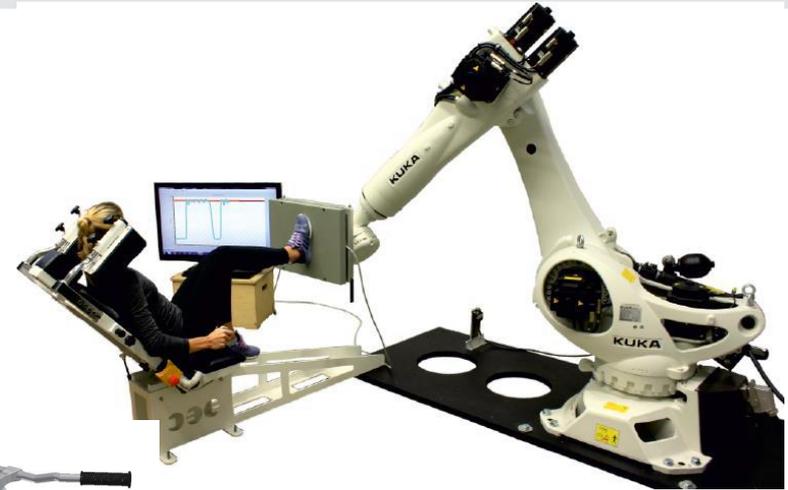


RoKoRa

Zusammenfassung

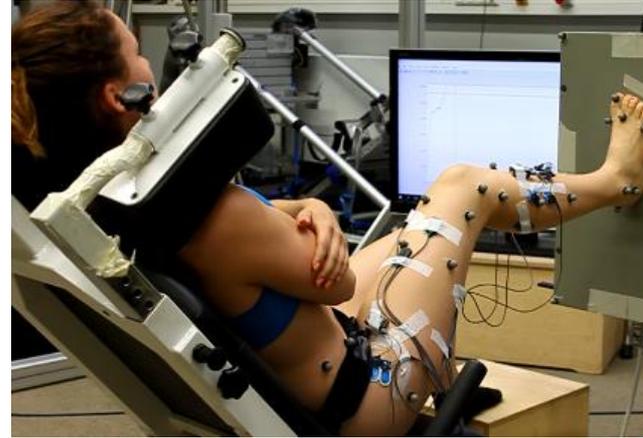
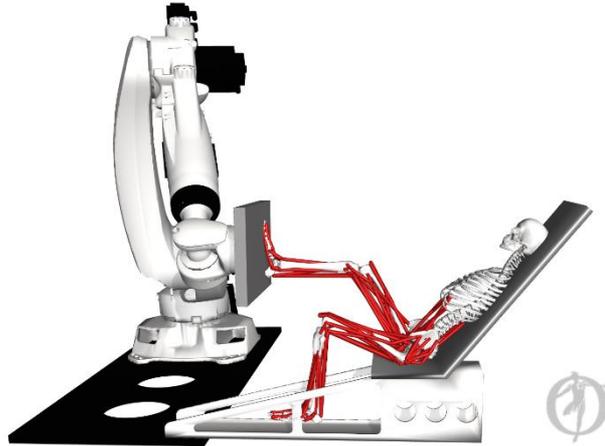
- Sehr technisch orientiertes Projekt
- Ziel: Hohe Leistungsfähigkeit und hohe Sicherheit durch intelligente Sensorik
- Neu entwickelte Radarsensoren (144GHz)
- Hohe Sicherheit durch konsequente Redundanz
 - Redundante Radarsensoren
 - Redundante Sensoransteuerung
 - Redundante Prozessoren (auf Basis FPGA)
- Am Ende des Projektes (oder kurz dahinter) : Sicherheitszertifizierbarer Prototyp

- Grundthema: Interaktion über Kräfte (und Bewegungen)
- Mehrgeteilt
- Trainingssystem für Sportler in der Reha
 - Gezieltes Training einzelner Muskelgruppen
 - Vermeidung von falschen Belastungen
 - Kraftmessplatte und Roboterarm
 - Steuerung auf Basis von Skelettmodellen
- Fahrbare Plattform als Training für Geheingeschränkte
- Roboter als Hilfe bei Tragen



RoSylerNT

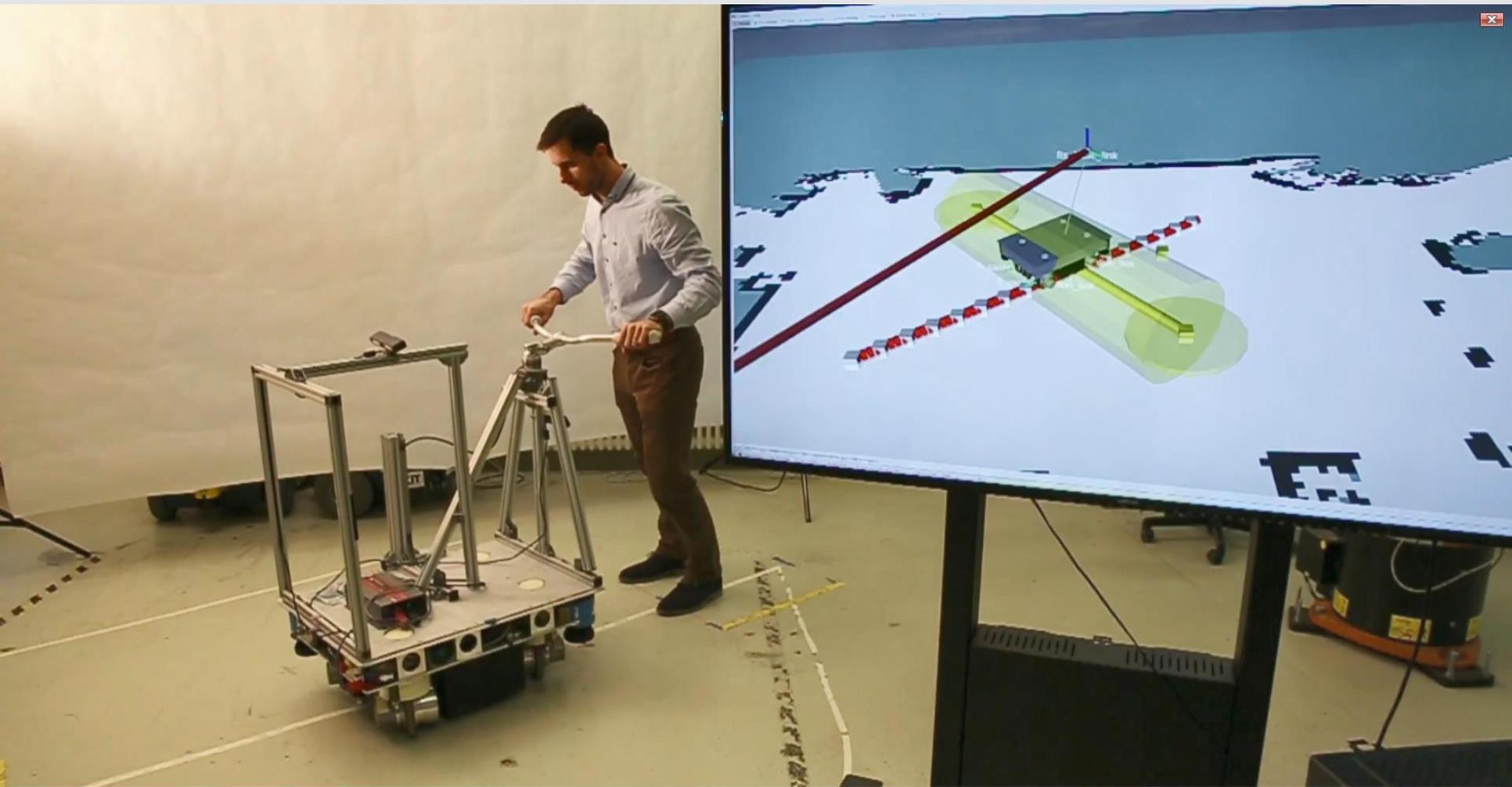
Aktueller Stand: Beinmuskeltraining



- Modellierung von Skelett und Muskeln
- Messung von Muskelaktivitäten im Training

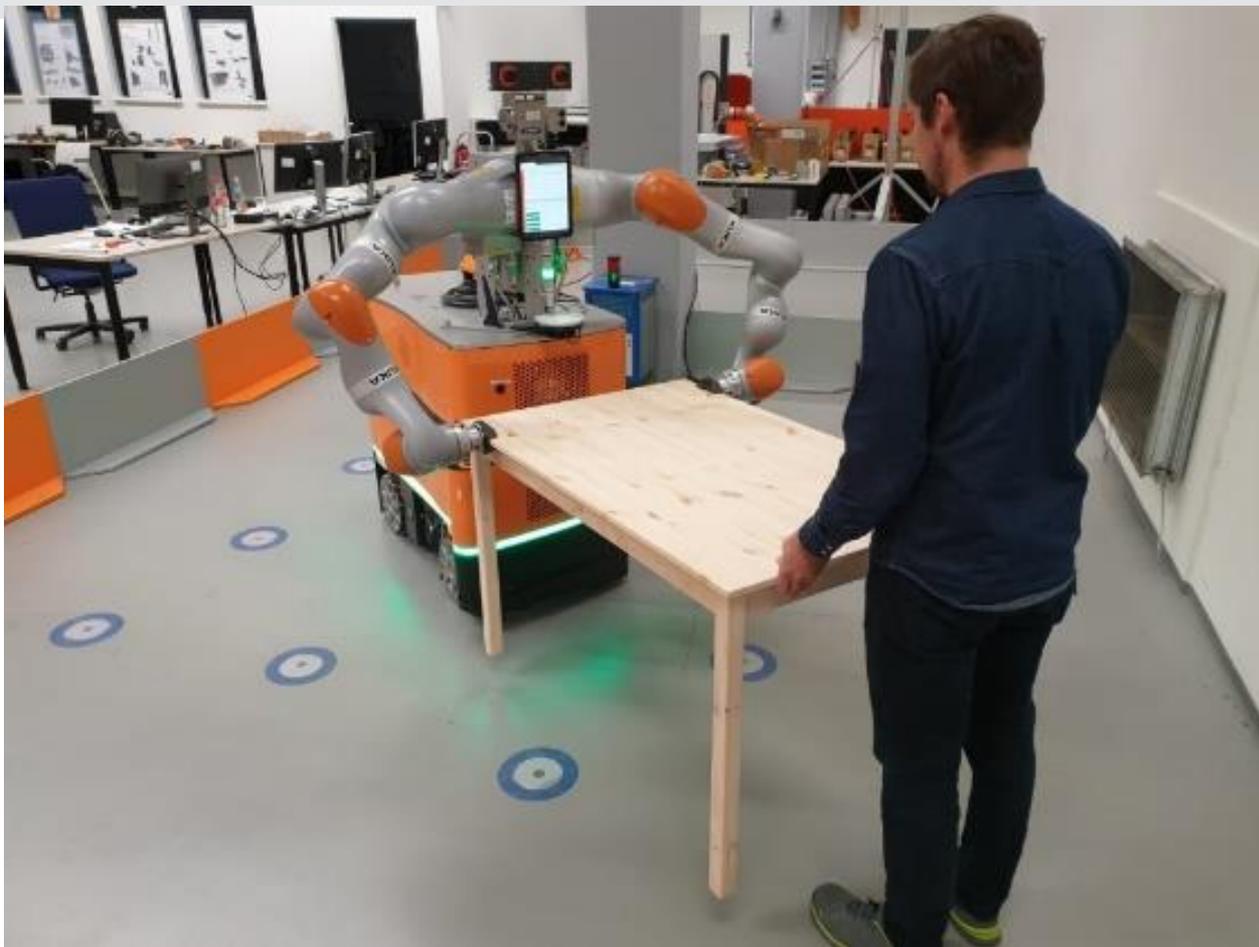


- Rollator erzeugt gezielte Kräfte- und Gegenkräfte
- Nachbildung virtueller Mauern, durch die man nicht durchfahren kann
 - Dadurch Erzeugung eines Parkours möglich



RoSylerNT

Aktueller Stand: Kooperatives Tragen





RoSylerNT

Zusammenfassung

- Roboter wird als „Kräfteerzeuger“ und Tragehilfe genutzt
- Besonderheit: geschlossenen kinematische Kette
 - Herausforderung: Regelalgorithmen
 - Herausforderung: Interaktion (über Kräfte) ist unmittelbar, kontinuierlich, symbolfrei
- Teilweise sehr große Roboter
 - Herausforderung : Sicherheitsgewährleistung (deshalb rege Teilnehmer bei Sicherheitsworkshops)

- Hauptthema: Greif- und Übergabevorgänge zwischen Mensch und Roboter
- Auch hier geschlossene kinematische Kette
- Technologisch: Sensoren auf Basis einer kapazitiven Feldverstimmung zur Erfassung des Menschen in der Nähe
- Ziel: möglichst intuitive (also bekannte) und gleichzeitig schnelle Übergabe und Übernahme
- Steuerung des Roboters mit Sprache und Gesten
- Endgültiges Ziel: Unterstützung von Pflegekräften

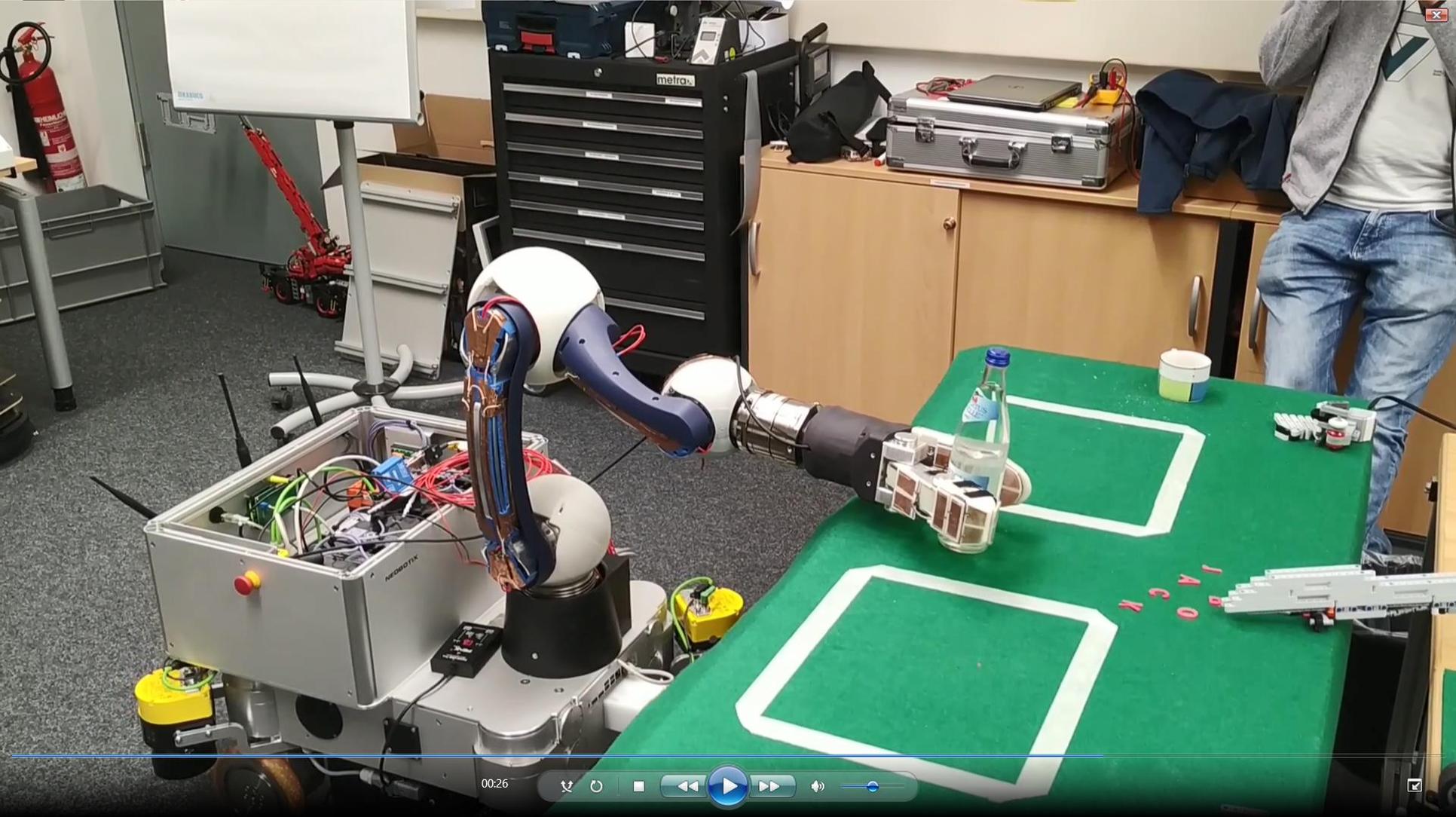






00:06







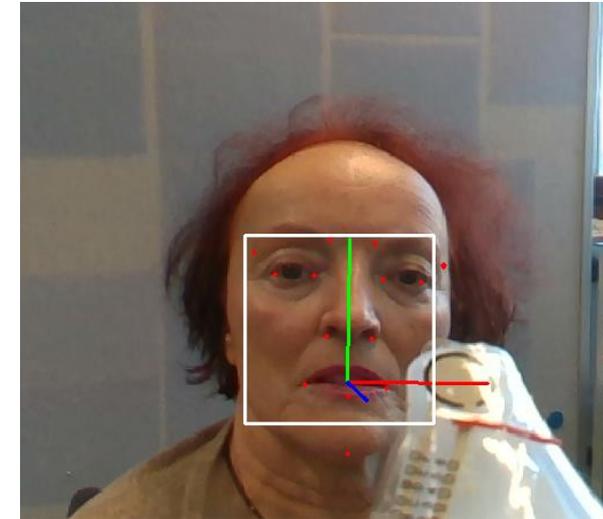
- Lösungsansätze für das schwierige Thema der Objektübergabe
- Lösung der Sicherheitsproblematik über Nahfeldsensorik und Materialerkennung
- Entwicklung spezieller Greifer
- Entwicklung eigener mobiler Plattform mit Roboterarm und Spezialgreifer



- Roboterarm reicht hochgradig querschnittsgelähmten Patienten (Tetraplegiker) ein Getränk
- Der Roboterarm greift eine Flasche, füllt ein Glas mit Wasser und reicht das Glas bis in den Kopfbewegungsbereich des Nutzers
- Patient initiiert und steuert den Prozess
 - Durch Kopfbewegungen
 - Augenbewegungen
 - Durch Krafteintrag
- Beim Vorgang des Trinkens ist die kinematische Kette zwischen Roboter und Mensch geschlossen
- Herausforderung
 - Entwicklung der Schnittstellen zur (kontinuierlichen) Roboterarmsteuer trotz Bewegungseinschränkung des Patienten
 - Gewährleistung der Sicherheit



- Die Aktionen des Roboters werden durchgehend vom Nutzer gesteuert
 - Allerdings: Teilautonomie des Roboters
- Roboterkontrolle durch Bilderfassung
 - Bildbasierte Annäherung
 - Tiefensensorik als Redundanz
 - Sensorische und modelbasierte Kontaktdetektion
- Steuerung des Trinkvorgangs durch Lippendruck am Becher
- Herausforderung
 - Fehler in einem teilautonomen Prozess sind für den Benutzer kaum vorhersehbar/erkennbar, bevor es zu spät ist.
- Lösungsansatz (u.a.)
 - Entwicklung von Visualisierungsmechanismen, die Sensorinformationen und Bewegungsplanung des Roboters für den Benutzer transparent machen





- Bringt besonders Beeinträchtigten mehr Selbstbestimmtheit
- Besondere Herausforderungen wegen der Eingeschränktheit der Nutzer
- Verstärkte Herausforderungen beim Trinkkontakt
 - Geschlossene kinematische Kette
 - Identifikation der Nutzerwünsche aus Kraftmustern
- Problematisch: Umsetzung der Sicherheitsanforderungen für die Experimente mit Nutzern

Frame

Assistierte Fahrstuhlnutzung und Raumzutritt für Roboter durch Einbeziehung von Helfern

- Fahrbarer Assistenzroboter
 - Hilfe beim Transport von (nicht zu schweren) Gegenständen
- Besonderheit: Roboter kann fahren, kann aber einiges auch nicht
 - braucht Hilfe vom Menschen und initiiert diese.
 - Erbitte Hilfe beim Öffnen von Türen, Holen von Fahrstühlen
- Macht auf sich aufmerksam, erkennt Aufmerksamkeit
- Bewertet Verhalten des Menschen in episodischer Begegnung
- Spricht Personen an und bittet um Hilfe
- Technische Herausforderungen
 - Mechanik, Sensorik, etc.
 - Objekterkennung (Türen, Personen)
 - Interpretation menschlichen Verhaltens









- Technische Probleme
 - Objekterkennung
 - Langzeitstromversorgung
 - Überquerung von Schwellen
- Mit Menschen
 - Z. B. Datenschutzproblematik: generelle Abneigung einiger Mitarbeiter/Studenten gegen mobile Roboter mit Kameras
 - Beschwerde beim Datenschutzbeauftragten
 - Probandenakquise: nach anfänglicher Begeisterung, abnehmende Bereitschaft Einzelner, dem Roboter in Feldtests immer wieder zu helfen
 - Abneigung gegen die sich ständig wiederholenden Verbaläußerungen des Roboters, ihm zu helfen, vor einigen Mitarbeiterbüros in der Nähe von Fahrstühlen



ASARob

Aufmerksamkeits-Sensitiver Assistenzroboter

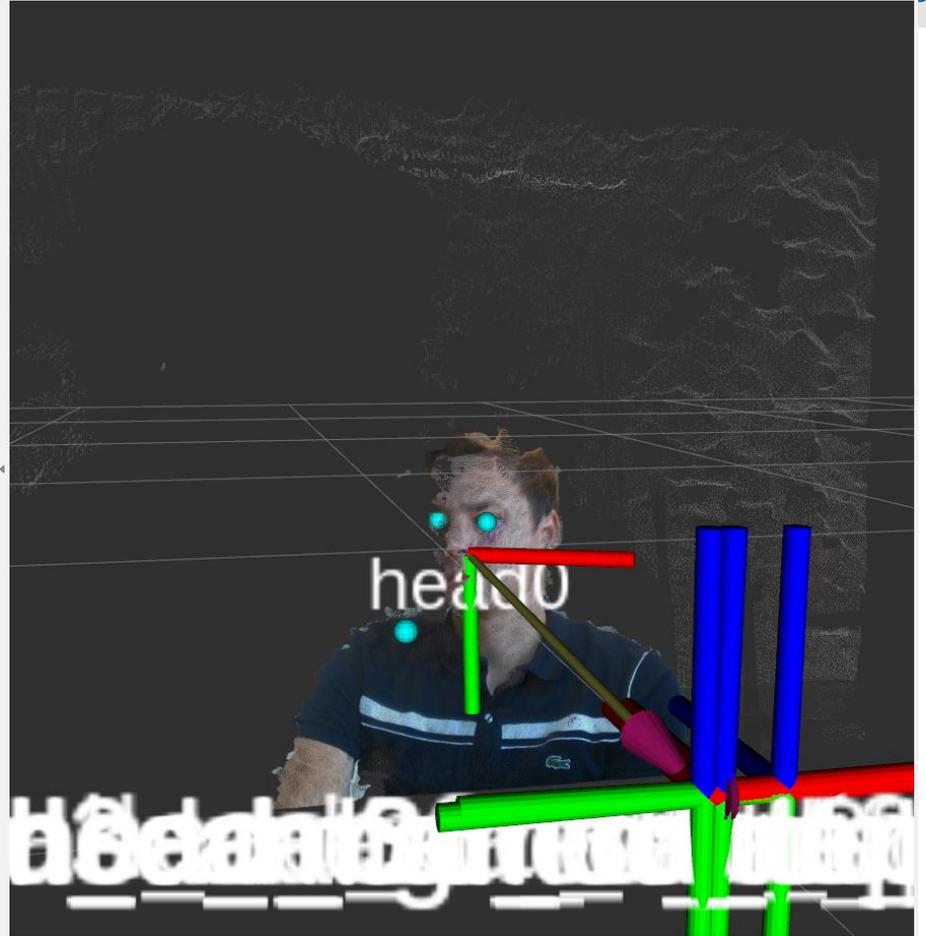
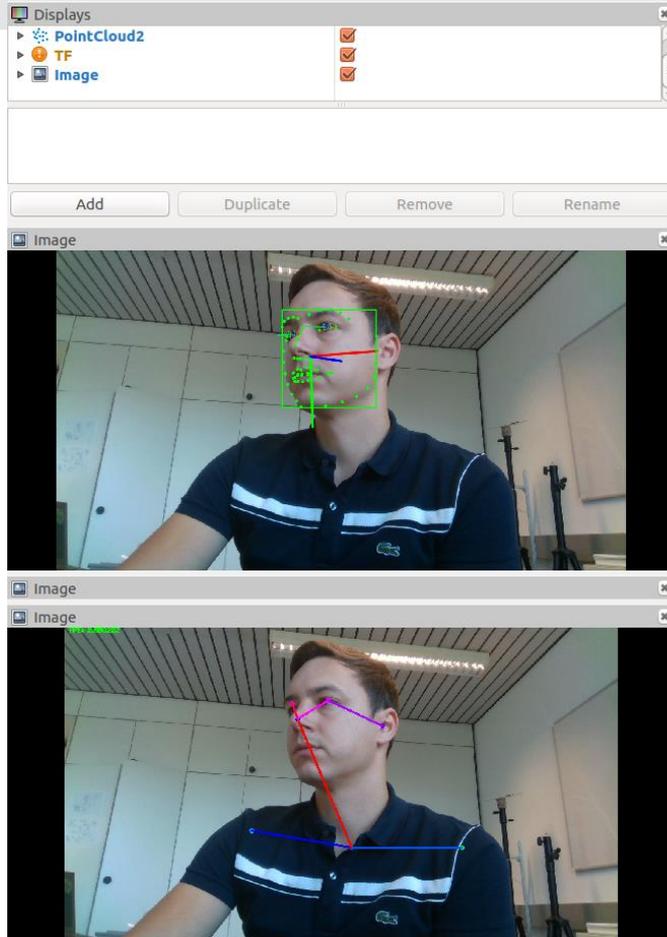
- Hauptthema : Erfassung und Lenkung von Aufmerksamkeit
- Beispiel:
 - Begrüßungsroboter in Hotelloobby
 - „Unterhalter“ älterer Heimbewohner
- Roboter erkennt Hinwendung zu sich
 - Aus Pose (Kopfstellung) und Augenbewegungen
- Roboterplattform Care-O-bot
- Sprachliche Interaktion
- Aufmerksamkeitsgesteuerte Interaktion
 - Analyse des Interaktionsbedarfs
 - Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit
 - Dialoggestaltung
- Zwei Szenarien
 - Roboter erkennt potentiellen Nutzer in Lobby und führt ihn, wenn gewollt zu einem Ziel
 - Aktivierung von Patienten mit Hilfe geeigneter Unterhaltungsmedien

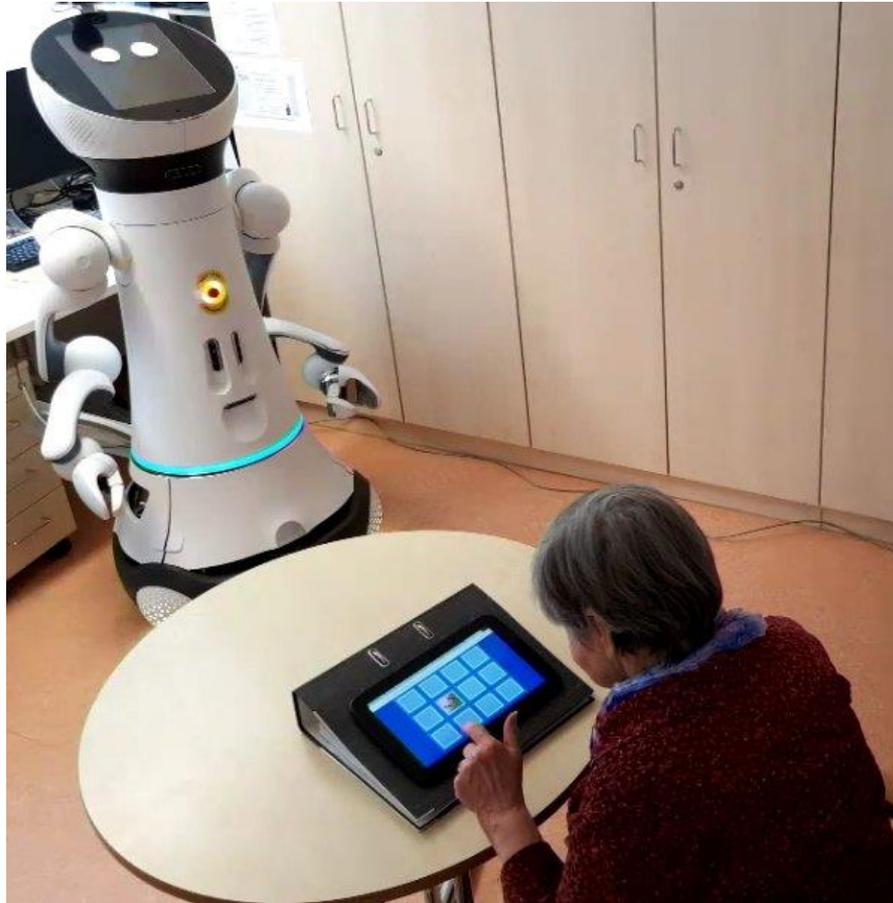




ASARob

Erkennung Aufmerksamkeitsfokus





- **Was hat überraschend gut geklappt**
 - Probandenakquise im Geriatrischen Zentrum Karlsruhe
 - Nutzerinteraktion beim Wizard-of-Oz-Experiment
 - Akzeptanz und Vorkenntnisse auch bei der älteren Generation
 - Ca. 60-70 jährige Dame: „Das ist ja wie Alexa!“
- **Wo gab es Probleme?**
 - Datenschutzproblematik, Sicherheitsproblematik
Schwierig in Klinik zu filmen, da keine unbeteiligten Dritten im Bild sein dürfen.
Das führte dazu, dass bei der Datenaufnahme mit Trennwänden gefilmt werden musste
 - Technik
 - Viele Erkennungsaufgaben (Personen, Kopfdrehung, Objekte, usw.) benötigen viel Rechenpower im kleinen Robotergehäuse
 - Hitzestau im Roboter durch die vielen PCs



AuRorA

Autonome Roboter für Assistenzfunktionen

- Anwendung im Smart-home-Bereich
- Roboter hilft pflegebedürftigen Menschen im Haushalt
(speziell beim Kochen)
- Roboterbasis: **MRK-Roboter**
- Wesentlich technische Herausforderungen
 - Sprachliche Interaktion
 - Aktionserkennung
 - Kollisions-Prädiktions-Algorithmen
 - Erkennung der Wünsche des Menschen
 - Generalisierbarkeit der Algorithmen
 - Gewährleistung der Sicherheit









AuRorA aktuelle Ergebnisse





AuRorA

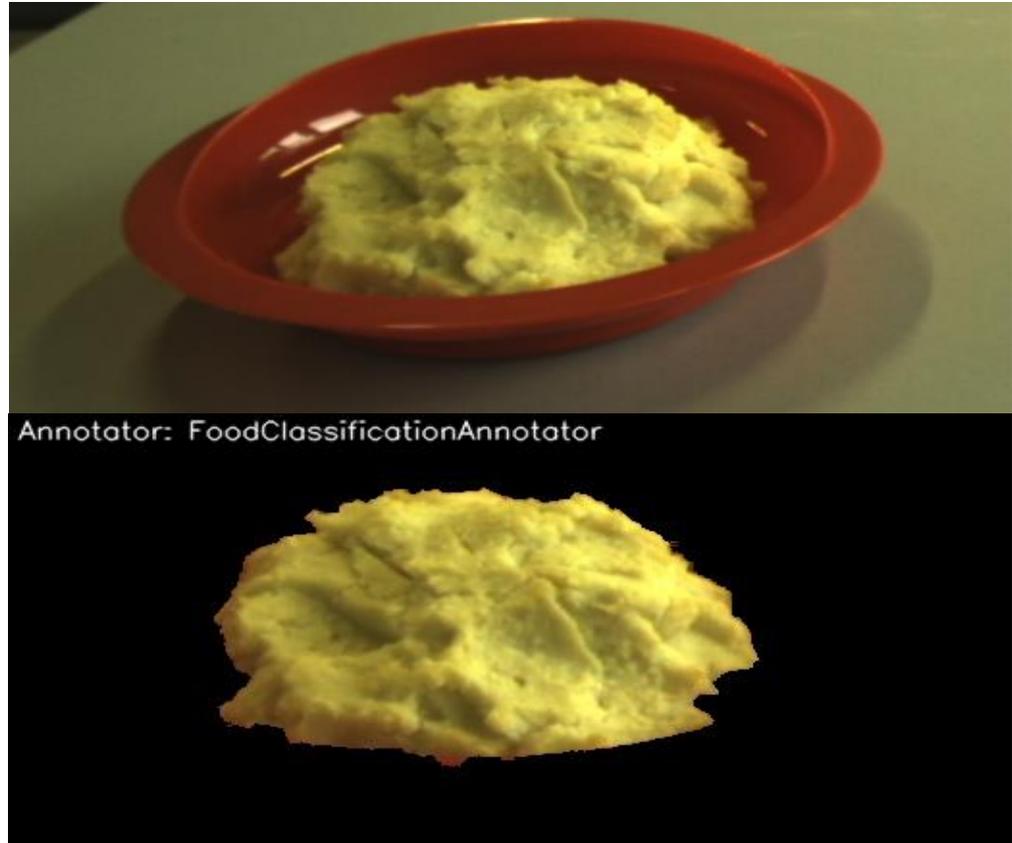
Zusammenfassung und Probleme

- Roboterarm als Kochhilfe
- Interaktion mit Nutzer über Sprachverarbeitung
- Einsatzes eines 3D-Kamerasystems zur Überwachung des gemeinsamen Interaktionsraumes
- Herausforderungen und Grenzen
 - Datenschutzproblematik: Dialogsysteme stützen sich auf US-Konzerne (Google, Amazon...)
 - Sicherheitsproblematik: Zum Schutz der Nutzer ist der Demonstrator in der Projektlaufzeit nur mit Aufsichtspersonal zu benutzen.
 - Nutzer-Roboter-Interaktion hoch individuell und schwer vorhersagbar
 - Topf ist zu schwer für Roboterarm
 - Komplexität des erwünschen Roboter Verhaltens ist nicht zu realisieren

- Unterstützung bedürftiger Älterer im Haushalt
- Roboterbasis: Care-O-bot
- Anwendungsbeispiele (ursprüngliche Ziele)
 - Tisch decken
 - Getränk anreichen
 - Brot belegen/anreichen
 - Schnitzel schneiden
- Herausforderungen
 - Wahl der richtige Interaktionsform
 - Richtige Interpretation von nur vage formulierten Interaktionsaufgaben
 - Erkennen von Essen
 - Erkennen des Menschen
 - Gewährleistung der Sicherheit



- Erkennung von Kartoffelbrei



- Care-Robot beim Löffeln



- Das RoPHA-Team





Was ging gut?

- Aufnahme des Kartoffelbreis oder der Erbsen, ohne dass Speise vom Löffel fällt.
- Einheitliches Verständnis der Projektziele durch Einbindung der Anwendungspartner direkt zu Projektbeginn.
- Integration aller Komponenten der Partner (durch einheitliche Frameworks und klare Schnittstellen).
- Akzeptanz der GUI durch die Probanden.

Wo gab es Schwierigkeiten?

- Perzeption der Speisen (wechselnde Lichtverhältnisse, visuell komplexe „Objekte“).
- Integration aufwändig, obwohl gut geplant.
- Szenario „Unterstützung bei der Nahrungsaufnahme“ sehr umfangreich
 - im Projekt können nur Teilaspekte davon umgesetzt werden.



Zusammenfassung aller Projekte und Überschneidung

- Sehr viele Anwendungsszenarien mit medizinisch eingeschränkten Personen (oft aus Altersgründen)
- Ausnahmen
 - RoKoRa: Industrieller Kontext
 - Teilweise RoSylerNT: Kollaboratives Tragen
 - Frame: Allgemeine Transporthilfe, steht aber nicht im Fokus des Projektes
- Roboter als Hilfsmittel
 - Ausnahme Frame: Roboter sucht Hilfe
- Verhältnismäßig viele Projekte mit direkter mechanischer Interaktion zwischen Mensch und Roboter (im Vergleich zu RA2)
- Viele ähnliche Probleme der Objekterkennung, Wegfindung, Raumerkennung, Erkennung und Identifikation des interagierenden Menschen



Zusammenfassung aller Projekte, Überschneidungen

- Aufmerksamkeitserkennung und -initiierung
 - Frame, ASARob
- Kochszenario
 - AuRorA, RoPHa
- Bei allen Projekten: Sicherheitsproblematik
 - Professionell angegangen nur bei RoKoRa
- Bei vielen Projekten: Datenschutzproblematik



- ARAIG-Abschlusskongress am 08. und 09. Juni 2020 bei der BAuA in Dortmund