

FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

**Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



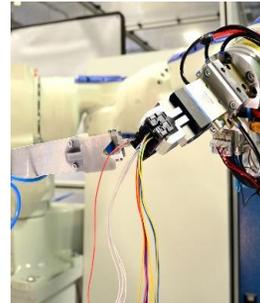
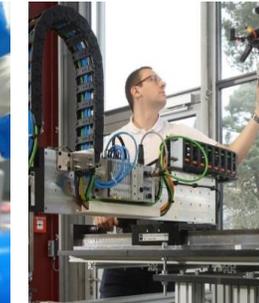
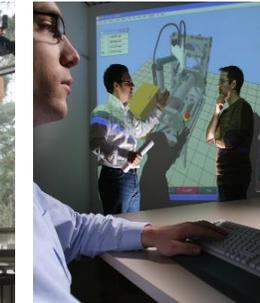
Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Forschungsbereich Medizintechnik

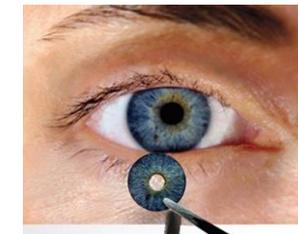
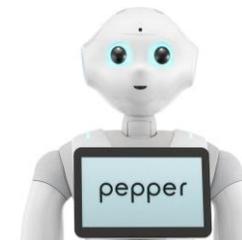
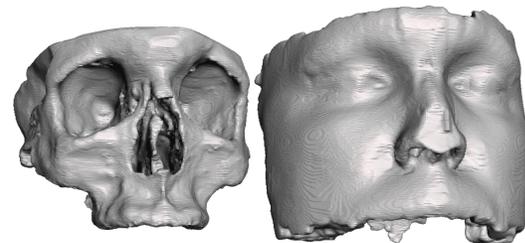
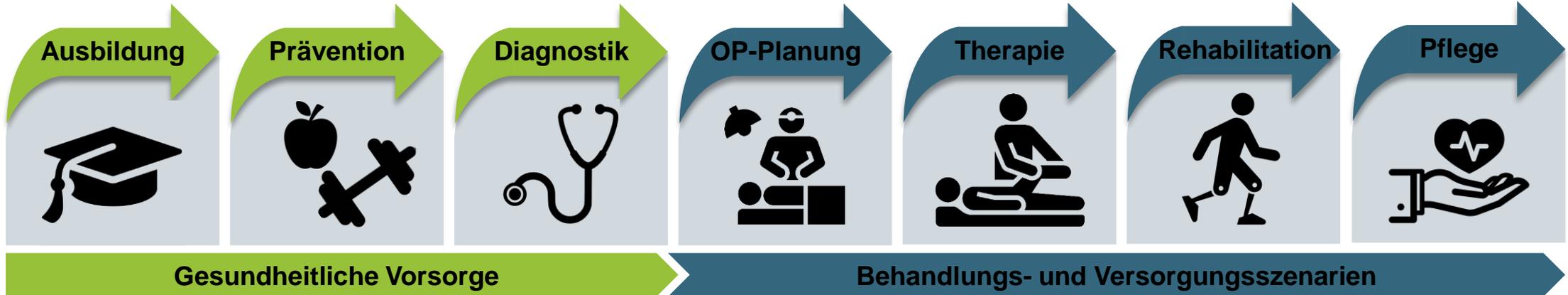
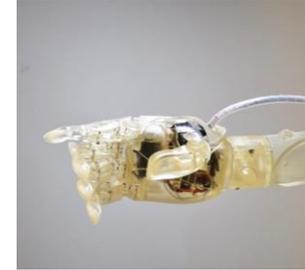
Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik konzentriert sich auf die Fertigung mechatronischer Produkte.



Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik konzentriert sich auf die Fertigung mechatronischer Produkte.

Elektronikproduktion	Elektromaschinenbau	Signal- und Leistungsvernetzung	Hausautomatisierung	Medizintechnik	Robotik	Automatisierungstechnik	Engineering-Systeme
							
<ul style="list-style-type: none"> ■ Flexible Schaltungsträger ■ 3-D MID ■ SMT-Montage ■ Elektro-optische AVT ■ Leistungselektronik ■ Qualität/Zuverlässigkeit ■ Strukturierung ■ Gedruckte Elektronik ■ Additive Fertigung von Mechatronik 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Laserschneiden ■ Fügen Blechpakete ■ Magnetfertigung, -montage/ -prüfung ■ Wickeltechnologien ■ Imprägnieren ■ Isolationstechnik ■ Verguss ■ Kontaktierung ■ Prüftechnologien ■ Additive Fertigung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Digitalisierung und Automatisierung der Wertschöpfungsketten für SLV ■ Automatisierte Handhabung und Prüfung formlabiler Objekte ■ Werkerassistenz ■ Additive Technologien und 3-D MID für SLV ■ Kontaktierung von Kabelsystemen und additiven Strukturen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Energiemanagement ■ Komfort/ Sicherheit ■ Kommunikation und Infotainment ■ dez. Energieerzeugung/-speicherung ■ Intelligente, effiziente Heizsysteme ■ Synergie Mobilität Smart Home 	<ul style="list-style-type: none"> ■ (Teil)autonome Assistenzsysteme ■ Mechanische Implantate ■ Automatisierung medizinischer Diagnostik ■ Digitalisierung in der Medizintechnik ■ Kompatible Sensoren und Aktoren ■ Individualisierte Fertigung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sensoriken zur Umwelterfassung und zur Interaktion ■ Neue Kinematiken und Antriebe ■ Sichere Steuerungsarchitekturen ■ Lernende Systeme zur Ansteuerung, Navigation und Interaktion ■ Industrier- und Service Roboter ■ Personal Robots ■ Mobile Roboter 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Industrielle Smart Services ■ Serviceorientierte Architekturen ■ Zustands- und Prozessüberwachung ■ Semantische Maschineninteraktion ■ Cloudbasierte Plattformlösungen ■ Kommunikationstechnologien ■ Data Analytics und maschinelles Lernen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Durchgängiges Engineering ■ Planung von Produktionssystemen und Intralogistik ■ Entwicklung digitaler Prozessketten ■ Prozessautomatisierung im Engineering ■ Engineering ressourceneffizienter Produktionssysteme ■ Mensch-Maschine-Interaktion (VR, AR)

Der Forschungsbereich Medizintechnik erforscht Technologien, die zum Wohl des Menschen beitragen und bildet dabei die gesamte medizinische Versorgungskette ab.



Dabei wenden wir das Wissen über Automatisierung und mechatronische Systeme aus dem industriellen Umfeld auf die Aufgabenstellungen der Medizintechnik an.



Um die Sichtbarkeit der Medizintechnik am FAPS zu steigern, präsentieren wir die aktuelle Forschung auf externen Veranstaltungen und Seminaren.

FAPS-Seminar Medizintechnik



„Neue Fertigungsstrategien in der Medizintechnik“



„Mechatronische Assistenzsysteme direkt am Menschen“



„Digitalisierung in der Medizintechnik – Auf dem Weg zum Human Digital Twin“

FAPS-Seminar 2023 - coming soon

FB Medizintechnik auf Messen



Medica 2021



Medica 2022



Medtec Live 2019

23. - 25.05.2023: Medtec LIVE & T4M, Nürnberg

13. - 16.11.2023: Medica, Düsseldorf

In den vergangenen Jahren hat sich ein Netzwerk von unterschiedlich geprägten Kooperationen auf dem Gebiet der Medizintechnik etabliert.



Die prothetische Versorgung ist aktuell ein manuelles Verfahren, welches auf dem Können und Wissen des Orthopädietechnikers basiert.

Aktueller Standard bei der Prothesenversorgung

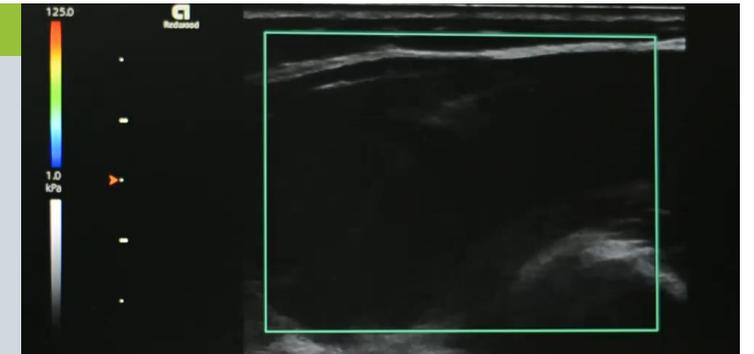
- Physische Modellierung eines Gipsabdrucks auf Basis der händisch erfassten Gewebestruktur
- Schwierigkeit: Hohe Abhängigkeit von der Kompetenz des Orthopädietechnikers



Erfassung der Gewebestruktur durch Ultraschall-Elastographie

Scherwellen-Elastographie (SWE)

- Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Scherwellen im Gewebe
- Quantifizierung der elastischen Gewebeeigenschaften (in kPa)



Digitalisierung des Workflows durch die Fusion quantifizierter Gewebedaten mit den Oberflächendaten

Objektive Beurteilung und einheitliche prothetische Versorgung

Individualisierte und effizientere Patientenversorgung

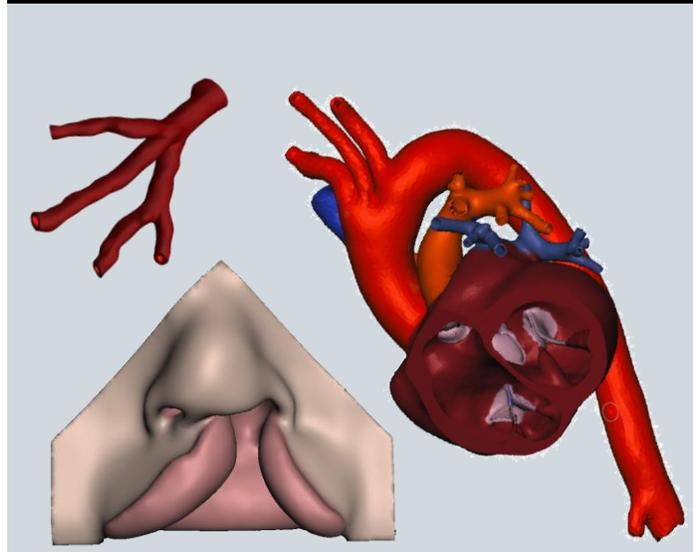
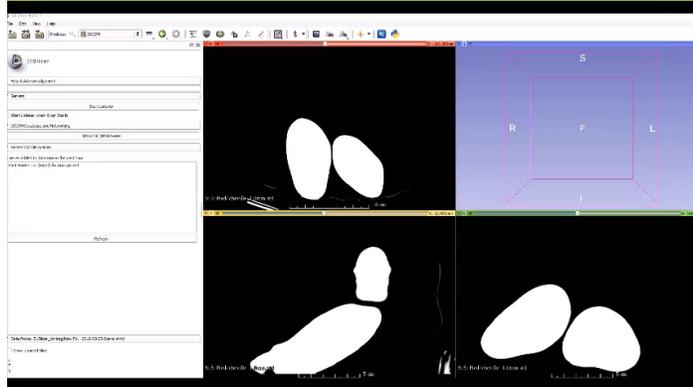
Geringere Anzahl von Revisionen und wiederholten Anpassungen

Die erfassten Gewebedaten werden mit den Daten eines Oberflächenscans fusioniert, um eine ganzheitliche Informationsgrundlage für die Prothesenversorgung zu schaffen.

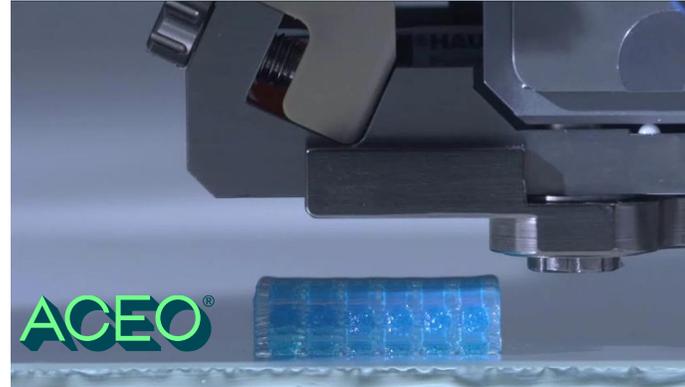


Haptische Modelle von anatomischen Strukturen können zur chirurgischen Simulation genutzt werden und sollen hierbei möglichst gut das biologische Original widerspiegeln.

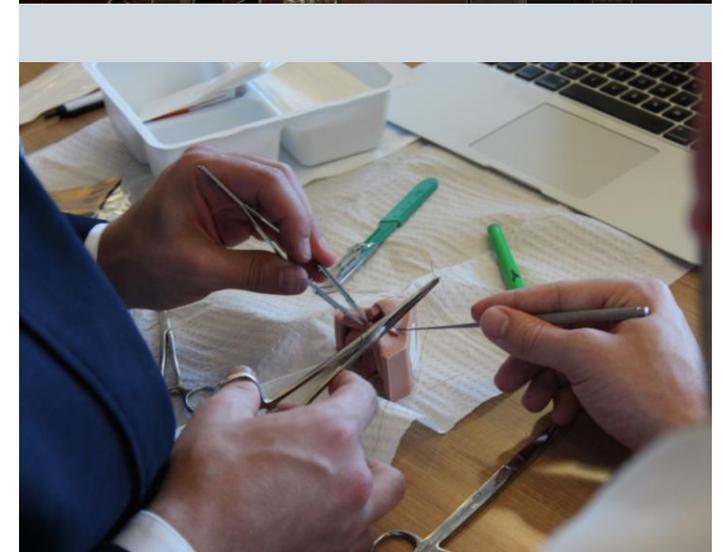
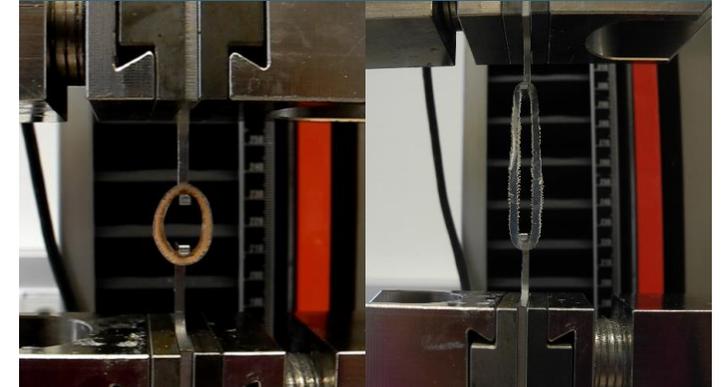
Digitale Modellerstellung basierend auf CT/MRT-Daten



Additive Fertigung aus Silikon in verschiedenen Farben und Härten

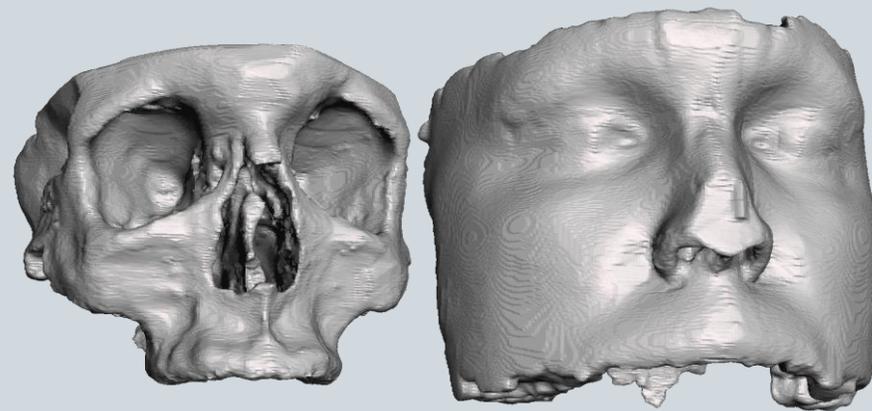
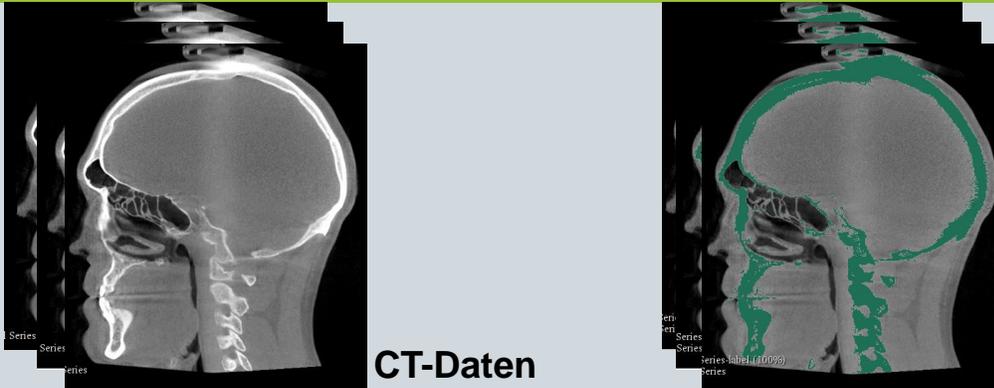


Biomechanische und klinische Evaluation der Modelle



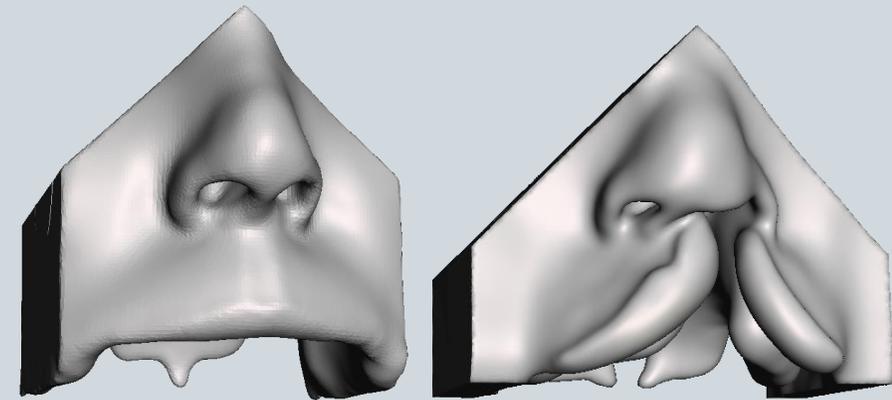
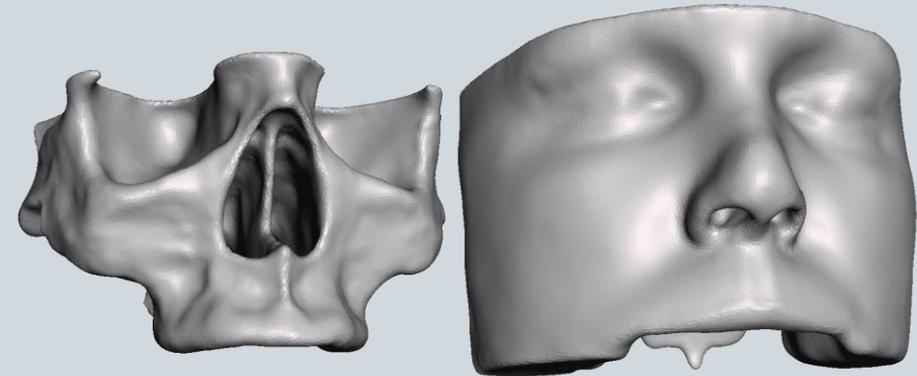
Basierend auf medizinischen Bilddaten können über die Segmentierung digitale Modelle erstellt und anschließend beliebig manipuliert werden.

Segmentierung



BRAINLAB

Modellmanipulation



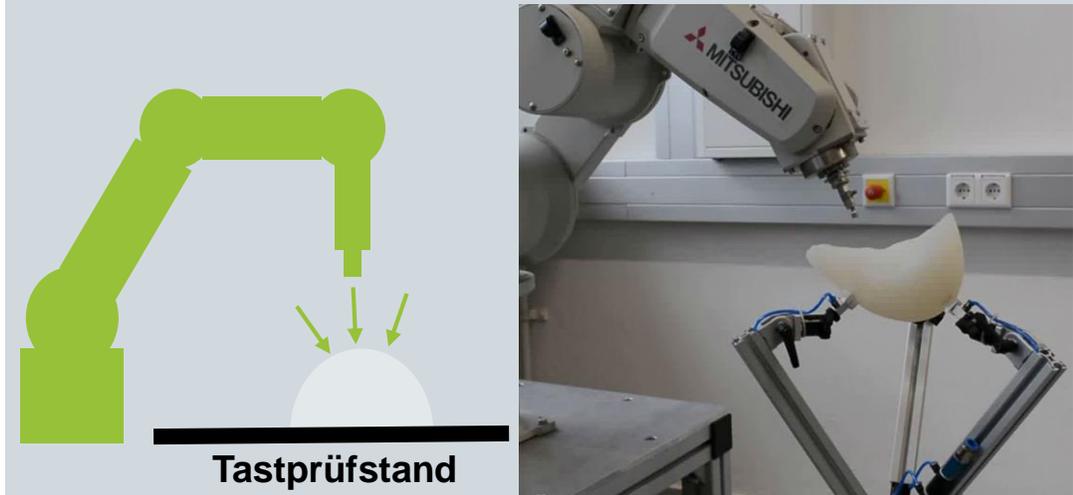
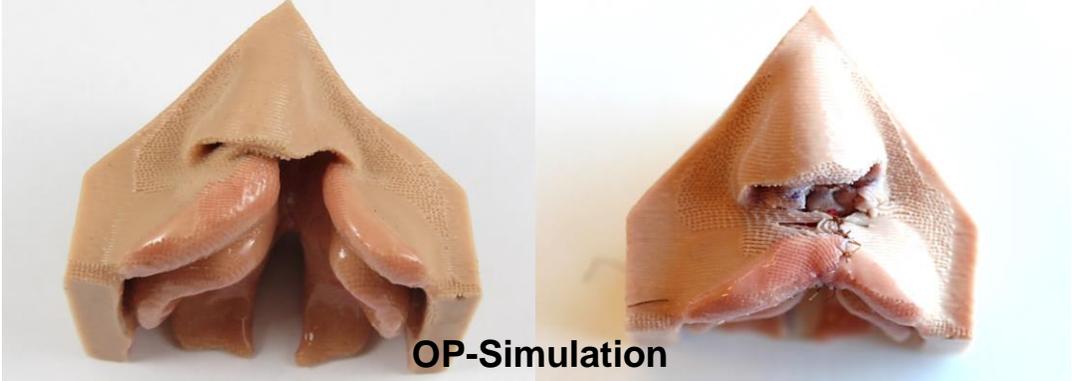
Lippen-Kiefern-Gaumen-Spalte

Die biomechanische und klinische Evaluation vergleichen die Eigenschaften der Modelle mit den biologischen Originalen.

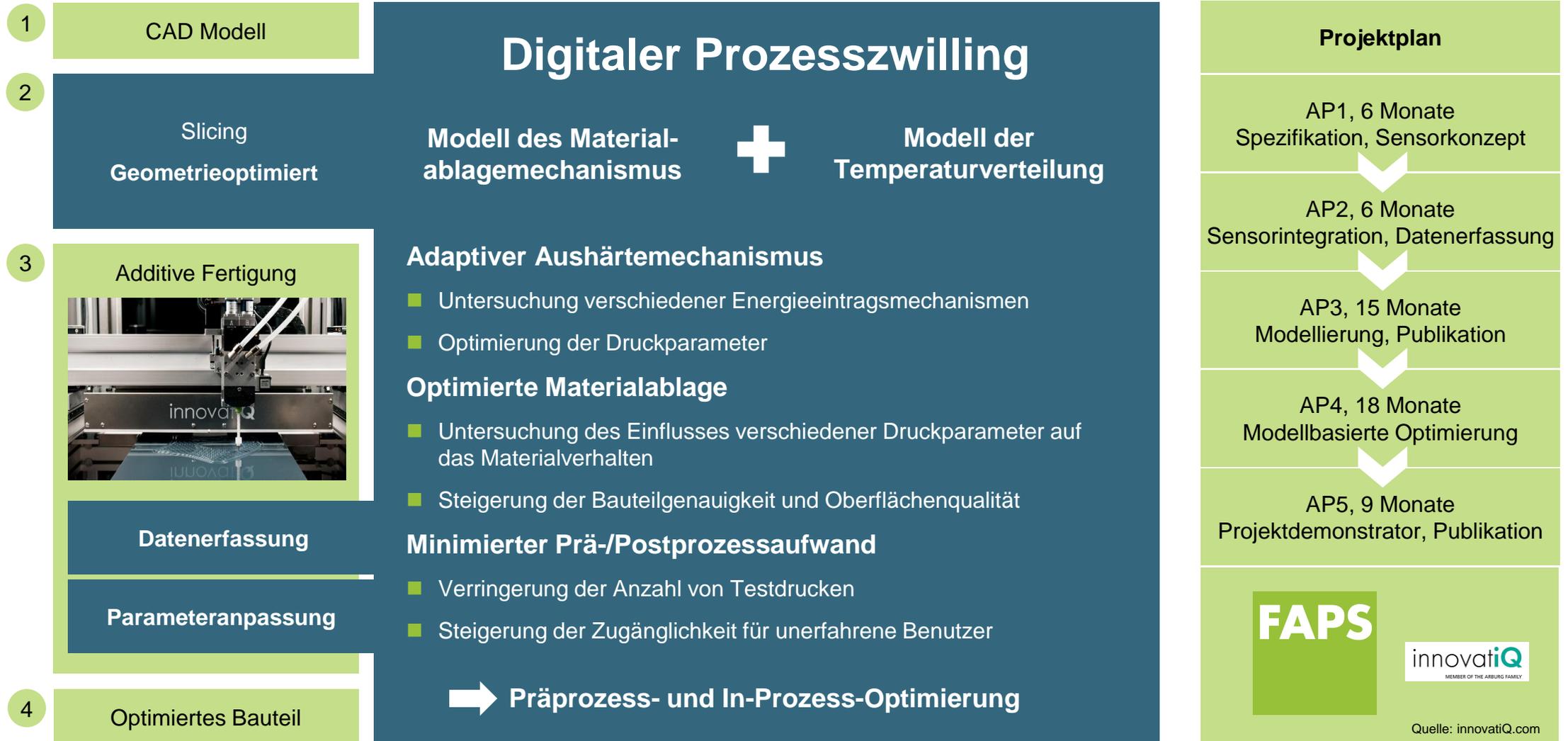
Biomechanische Evaluation



Klinische Evaluation



Innerhalb des Projekts ProLAM wird der Silikondruckprozess sowohl mittels eines geometrie-optimierten Slicings als auch einer dynamischen Prozesskontrolle optimiert.



Die direkte additive Fertigung von Silikonbauteilen bietet Vorteile für die geometrische Komplexität der Bauteile und Dauer des Herstellungsprozesses.



Fertigung von 2K-Materialsystemen

Temperierung und Prozesskontrolle durch Kühleinheit

Nutzung von unterschiedlichen Materialien verschiedener Eigenschaften

Modulares System als „low cost“-Ansatz für unterschiedliche Kinematiken (z.B. FFF)

Prozesseinstellung/-stabilisierung

Erweiterung des Materialspektrums

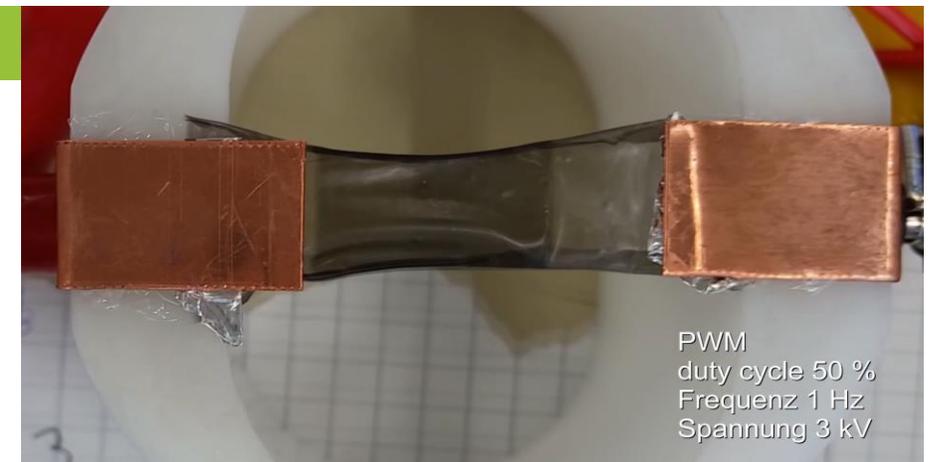
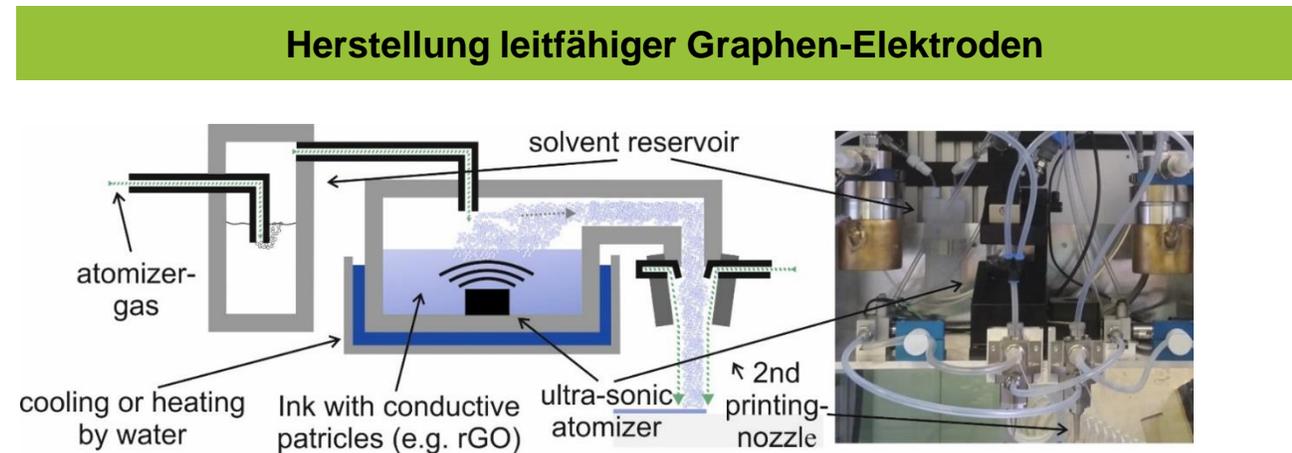
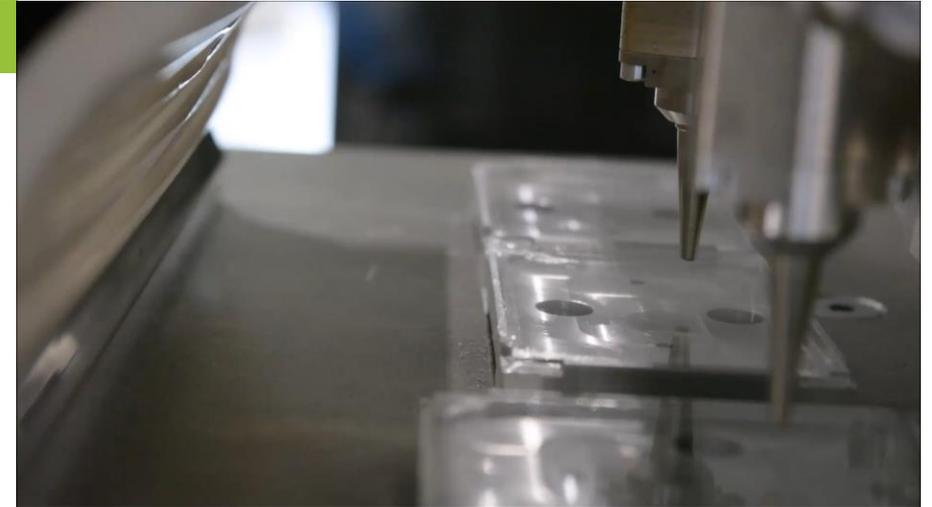
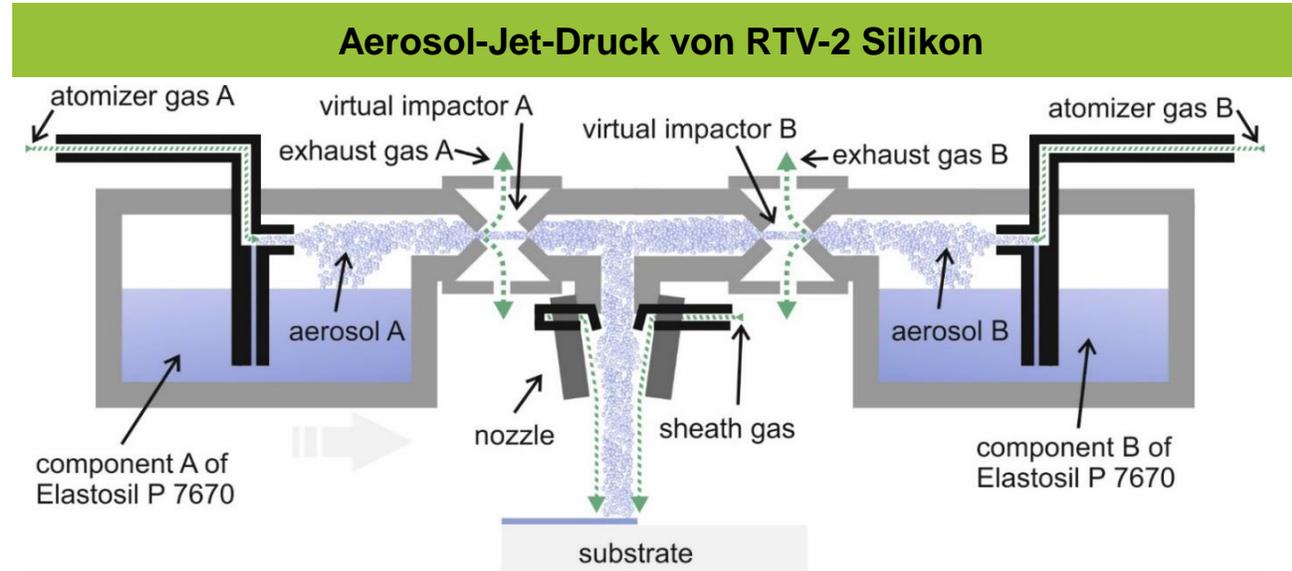
Nutzung mehrerer Komponenten und Extruder

Lösungsansätze für die Herstellung von Überhängen

Dynamische Prozessregelung hin zum „Desktopdrucker“

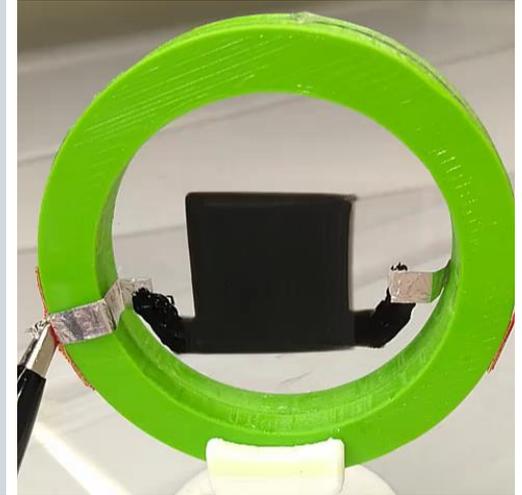
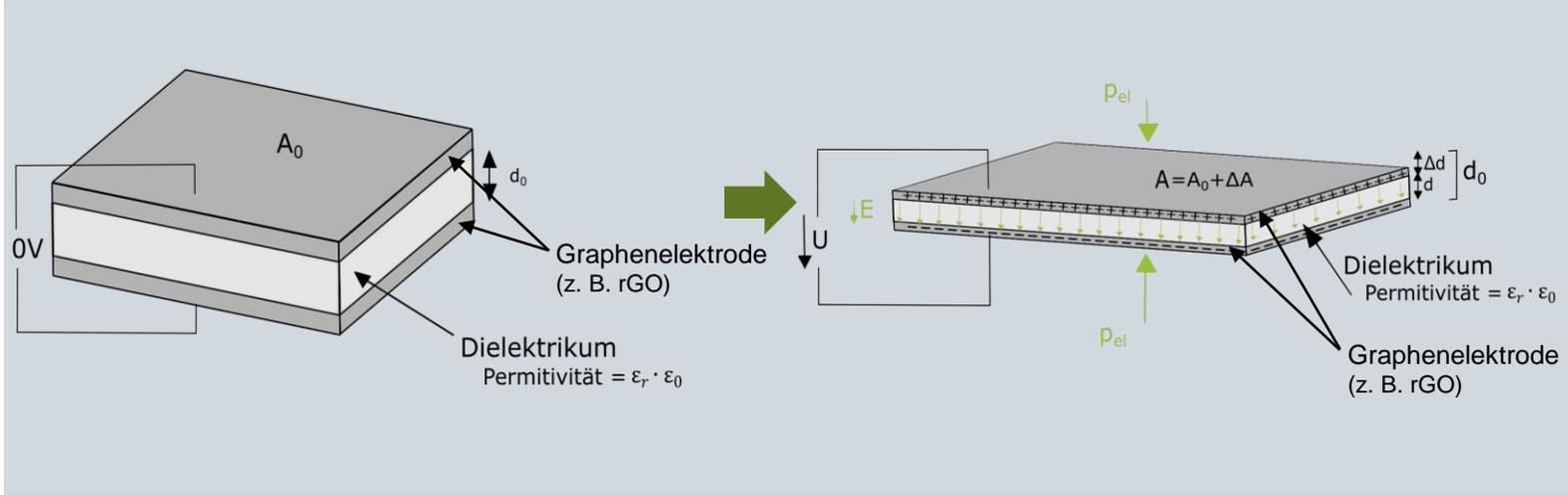


Durch den Druck von Silikonstrukturen und rGO-Tinten mittels Aerosol-Jet-Druck werden dielektrischen Elastomeraktoren, sogenannte künstliche Muskeln, realisiert.

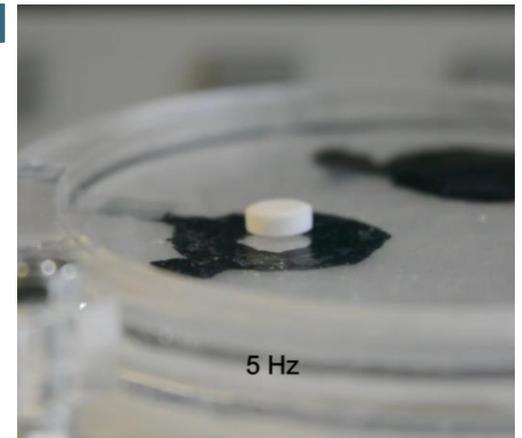
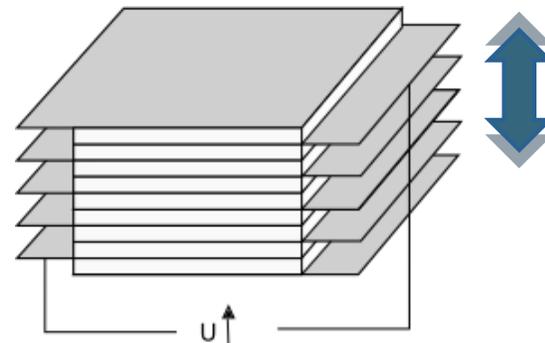
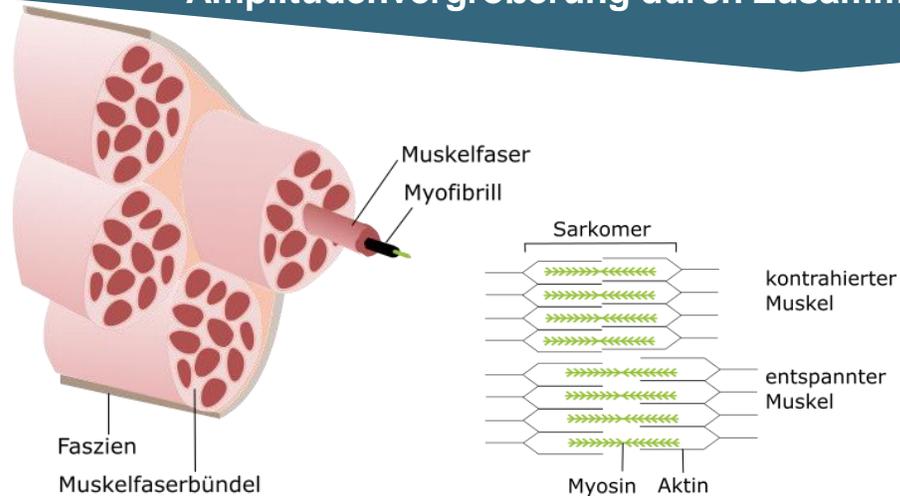


Dielektrische Elastomeraktoren (DEA) sind flexible mechatronische Systeme, die aufgrund ihrer positiven Eigenschaften auch als „künstliche Muskeln“ bezeichnet werden.

Funktionsprinzip der DEA



Amplitudenvergrößerung durch Zusammenwirken mehrerer Einheiten



Der Einsatz von dielektrischen Elastomeren eröffnet neue, bionisch inspirierte Möglichkeiten im Bereich der Sensorik und Aktorik.

Eigenschaften

- Leichtbauweise
- Geräuschloser Betrieb
- Flexible Struktur
- Einsatz als Sensorik & Aktorik
- Designfreiheit
- Hoher Wirkungsgrad



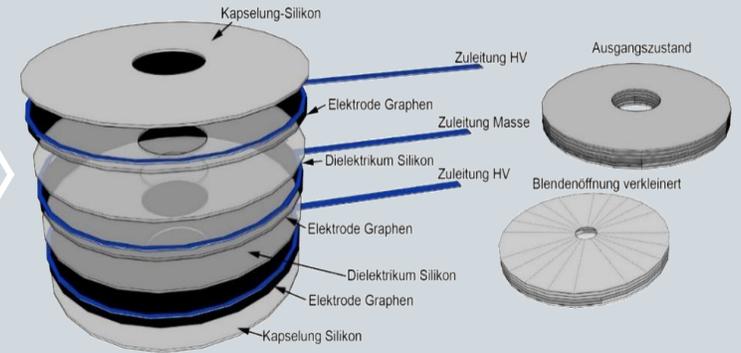
Bionik Anwendungen
Realisierung der Natur nachempfunderer, technischer Systeme



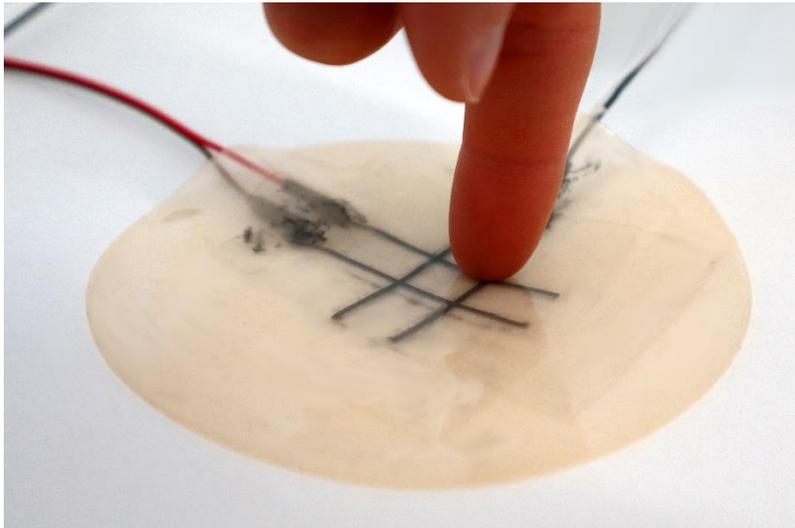
Weiche Aktorik
Ermöglicht Biegung und Dehnung



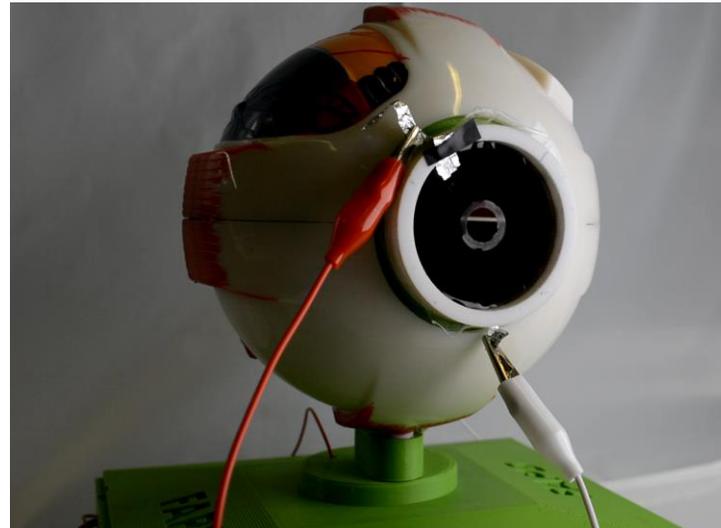
Detektion mehrerer Freiheitsgrade
Ortsauflösend und selbstdetektierend



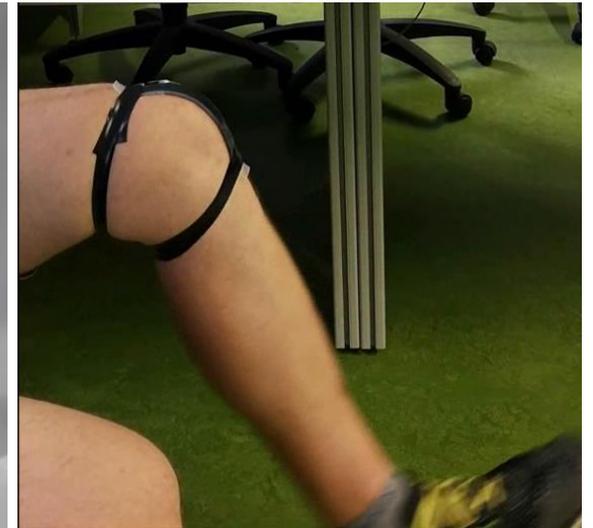
Bionische Anwendungen



■ Nachbildung künstlicher Haut als haptisches Interface



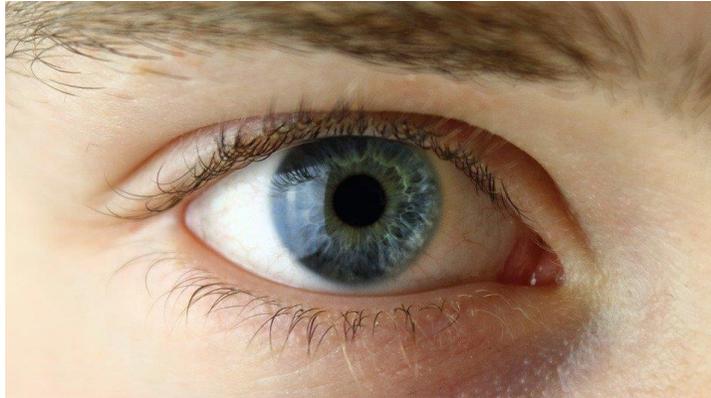
■ Funktioneller Iris Demonstrator aus dem Projekt ADAI



■ Anwendung als Dehnungssensor für Motion Capturing

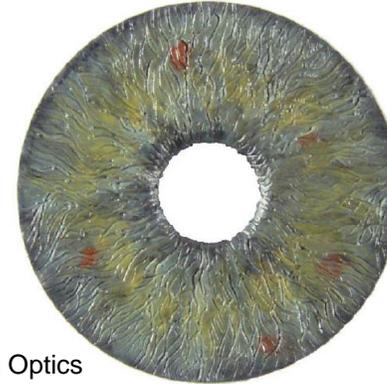
Im laufenden Forschungsprojekt ADAI soll eine auf DEA basierte Irisblende zur Implantation im menschlichen Auge realisiert werden.

Das Auge als wichtiger Fixpunkt

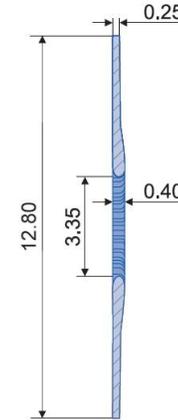


bisher

Artificial IRIS als kosmetischer Ersatz

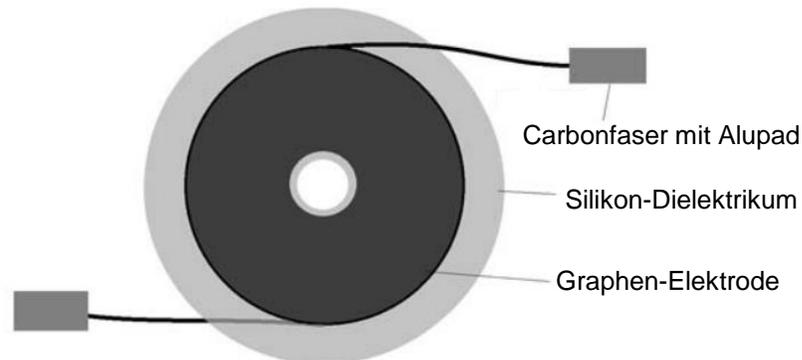


© Human Optics



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Realisierung der Pupillenreaktion durch die Blendenfunktion eines DEA basierten Implantats

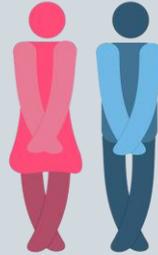


- Herstellung mehrschichtiger ringförmiger Aktoren mittels Aerosol-Jet-Druck
- Sichere Kapselung und Verwendung von biokompatiblen Materialien
- Versorgungsspannung $\gg 1\text{ kV}$
- Miniaturisierte Leistungselektronik zur Steuerung des Systems
- Externe Energieversorgung

Im Projekt PARTIS wird die patientengerechte Interaktion mit einem artifiziellen intraurethralen Schließmuskel erforscht.

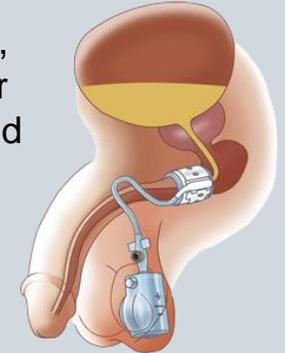
Erkrankung Harninkontinenz – Situation

- ca. 5 Millionen Harninkontinenz-Patienten, allein in Deutschland
- erhebliche psychische Belastung und Beeinträchtigung der Lebensqualität
- immer größeres Problem in medizinischer und sozioökonomischer Hinsicht



Problemstellung

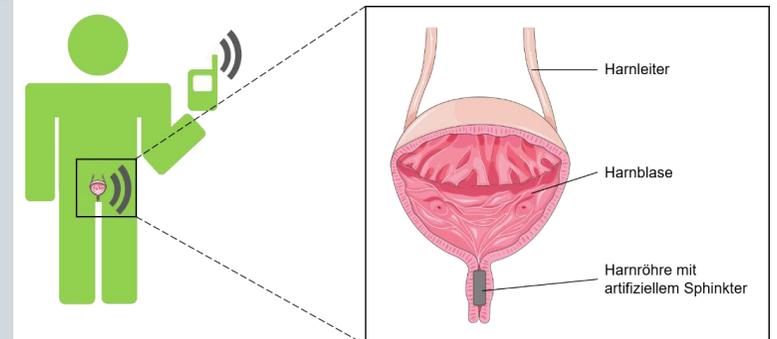
- Therapiemethoden geschlechtsspezifisch, mit gravierenden Nachteilen behaftet oder nicht zu vollständiger Kontinenz verhelfend
- mechanische Schließsysteme (AUS):
 - Invasive, komplikationsbehaftete Mehrhöhleneingriffe
 - Oft nur bei männlichen Patienten anwendbar
 - Unkomfortable und indiskrete Ansteuerung durch Betätigung der im Skrotum positionierten Steuerungspumpe



Zephyr Surgical Instruments

Zielsetzung des Projektes PARTIS

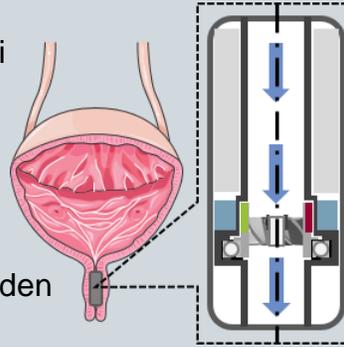
- Hintergrund: Forschung an einem miniaturisierten, mechatronischen Schließmuskelimplantat seit 2016
- Entwicklung einer intuitiven und patientengerechten Interaktionsmöglichkeit, da kein derartiges Therapiesystem, mit welchem der Patient selbst interagiert, existiert



Am Lehrstuhl FAPS wird an verschiedenen Aspekten des mechatronischen, intraurethralen Implantats geforscht, um dieses ganzheitlich zu entwickeln.

Energy Harvesting aus dem Urinfluss

- Miktion: Blase wird mit 20 – 35 ml/s entleert bei intravesikalem Druck von 25 – 80 cmH₂O
- Energierückgewinnung durch turbinebasierten Mikro-Generator
- Vollständige Integration im Implantat um Perforation des Harnröhrgewebes zu vermeiden
- Verlängerung der Lebensdauer des Implantats, → Vermeidung von operativen Folgeeingriffen zum Wechsel des Energiespeichers



Bistabiler Verschlussmechanismus

- Bedarfsgerechte Freigabe und Sperrung des Urinstroms
- Bistabiles System, um nur zur Änderung des Zustandes Energie zu benötigen
- Selbstreinigender Effekt durch Oszillation des Schlauchsystems, um Biofilmbildung zu vermeiden
- Mikropiezomotor als Aktor



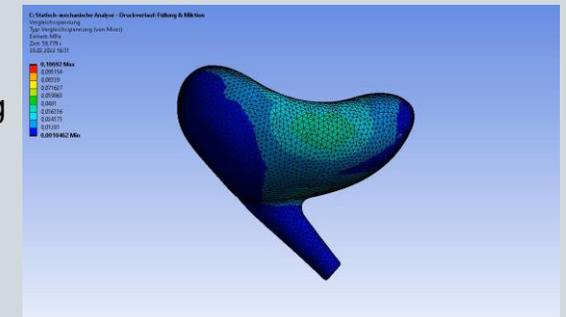
Patientengerechte Interaktion durch „Klopfsignale“

- Patient muss sicher und intuitiv mit Implantat kommunizieren, damit Therapiefunktion erfüllt wird
- Verzicht auf Handgerät, das verloren gehen oder nicht verfügbar sein kann
- Forschungsansatz: händisch erzeugte Klopfsignale auf Gewebe des Abdomens
- Erfassung eines Klopfrhythmus mit implantiertem Beschleunigungssensor



Simulation von physiologischen Vorgängen

- Verzicht auf tierische Modelle im Forschungsprozess aus ethischen und praktischen Gründen
- Forschung anhand digitaler Zwillinge des Implantats → Testen der Funktionserfüllung noch vor klinischen Studien
- Beispiel hier: Kontraktion der Blase bei Miktion



Ein tragbares Assistenzsystem unterstützt die Navigation sehbehinderter Personen durch eine 3D-Kamera und maschinellem Lernen.

Assistenzsystem



- Eingebettetes, autarkes System mit 3D-Stereokameras und mobiler GPU

Binäre Umgebungssegmentierung

Wegverlauf	Hindernisse
	
	

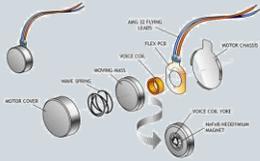
- Robuste und effiziente künstliche neuronale Netze (Encoder-Decoder)
- Effiziente Implementierung auf eingebetteter GPU

Lokalisierung

Satellitennavigation	Visuelle Odometrie
	

- Robuste Fusionierung der multimodalen Lokalisation mittels Unscented Kalman Filter

Multimodales Feedbacksystem

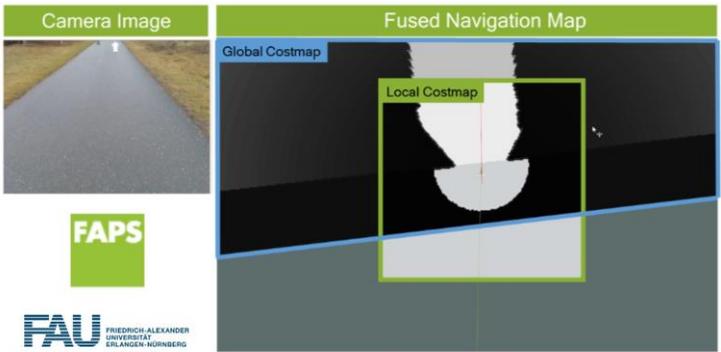
Linear Resonant Actuators	Knochenschallkopfhörer
	

- Lokale Trajektorien und Warnungen werden in Feedbacksignale moduliert
- Akustische und/oder vibrotaktile Vermittlung der Signale

Bildquellen: aftershokz, precision microdrives

Kaskadierte Pfadplanung

- Rückprojektion der segmentierten Bilder in hierarchische Kostenkarten
- Orchestrierung der Datenverarbeitung und Pfadplanung über parallele Zustandsautomaten
- Globale Pfadplanung auf Basis der Satellitennavigation und des Wegverlaufs
- Lokale Pfadplanung auf Basis der Odometrie und lokalen Umgebungsinformationen



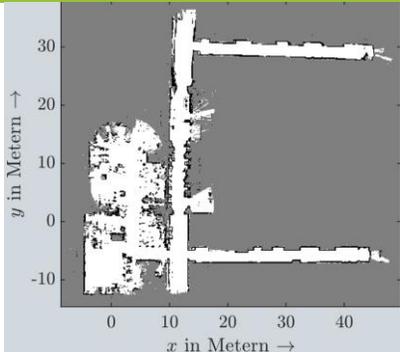
FAU FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

Die Entwicklung autonomer und intelligenter Rollstühle ermöglicht neuartige Ansätze zur Unterstützung Betroffener sowie von Pflegepersonal und Angehörigen im Alltag.

- Weltweit steigender Bedarf an Mobilitätsunterstützung
- Verringerung der Arbeitsbelastung des medizinischen Personals
- Technische Lösungen aus angrenzenden Märkten (autonomes Fahren, Robotik)
- Verbesserung der Mobilität der Betroffenen

Sensorgestützte Lokalisierung	Lokalisierung durch Odometrie und Umgebungskartierung	Identifizierung und Bewegungsvorhersage einer Begleitperson
<ul style="list-style-type: none"> ■ Einsatz von kostengünstigen Sensoren (IMU, optische Flusssensoren, Tracking-Kameras, Stereokameras und Laserscanner) ■ Offene Programmierumgebung mittels dem Robot Operating System ROS ■ Kollisionsvermeidung durch Kartierung der Umgebung ■ Teil- oder vollautonome Navigation ■ Sozial akzeptierte Pfadplanung und Bewegungsausführung 		

Autonome Navigation

Autonomes begleiten einer Person

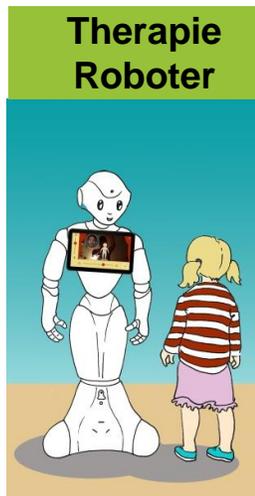
- Erkennen einer Begleitperson mittels Kamera und Laserscanner
- Bewegungsvorhersage der Begleitperson durch Interpolation
- Beschreibung der optimalen Begleitposition innerhalb einer Karte mittels einer zweidimensionalen Attraktivitätsverteilung
- Erweiterung des A*-Algorithmus zum Lösen des zweidimensionalen Optimierungsproblems zum Finden der optimalen Begleitposition




Zukünftige Entwicklungen

- Die Bewegung wird durch die geringe Agilität der verwendeten Rollstuhlarchitektur beeinträchtigt
- Verbesserungen bei der sozial akzeptierten Navigation, die die Interaktion mit der Umgebung einschließt
- Navigation in Innenräumen und im Freien
- Sicherheitsgewährleistung in Gefahrensituationen z.B. im Straßenverkehr

In der Pflege und Therapie können Robotersysteme mit verschiedenen Ausprägungen der Mensch-Roboter-Interaktion unterstützen.

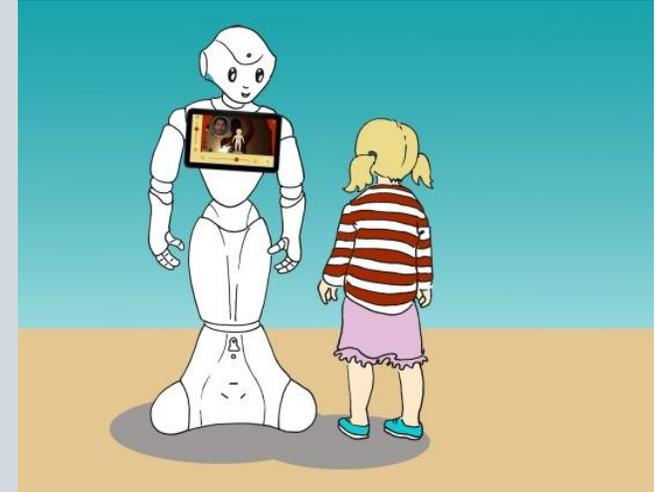


Quellen: ReWalk, Open Bionics, Fraunhofer IPA, Riken, LN Online, Fraunhofer IIS, Bibliomed Pflege

Soziale Roboter können für das Training sozio-emotionaler Fähigkeiten bei Kindern mit Autismus-Spektrums-Störungen eingesetzt werden und so die Therapie unterstützen.

Sozial assistierende Roboter für das Training sozio-emotionaler Fähigkeiten

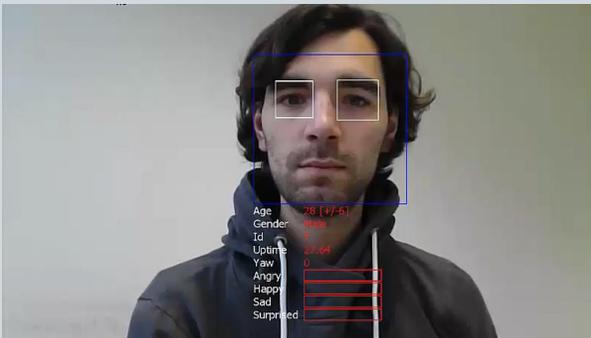
- Interesse von Personen mit Autismus-Spektrums-Störungen an humanoiden Robotern
 - Eingeschränkte Mimik/Gestik und vorhersagbare Reaktionen
 - Allgemein verstärktes Interesse an technischen Themen
- Einsatz des Roboters Pepper als Interaktionspartner während Therapiesitzung
 - Tutor für spezielle Trainingsmodule und Visualisierung auf Tablet
 - Steuerung der Roboterverhalten durch Therapeut
- Einsatz von Affective Computing zur Erfassung von Emotionen und Erregungszuständen



Quelle: Fraunhofer IIS

Emotionserkennung und –mimikry

- Erkennen und Ausdruck von Emotionen



Erregungserkennung und -regulation

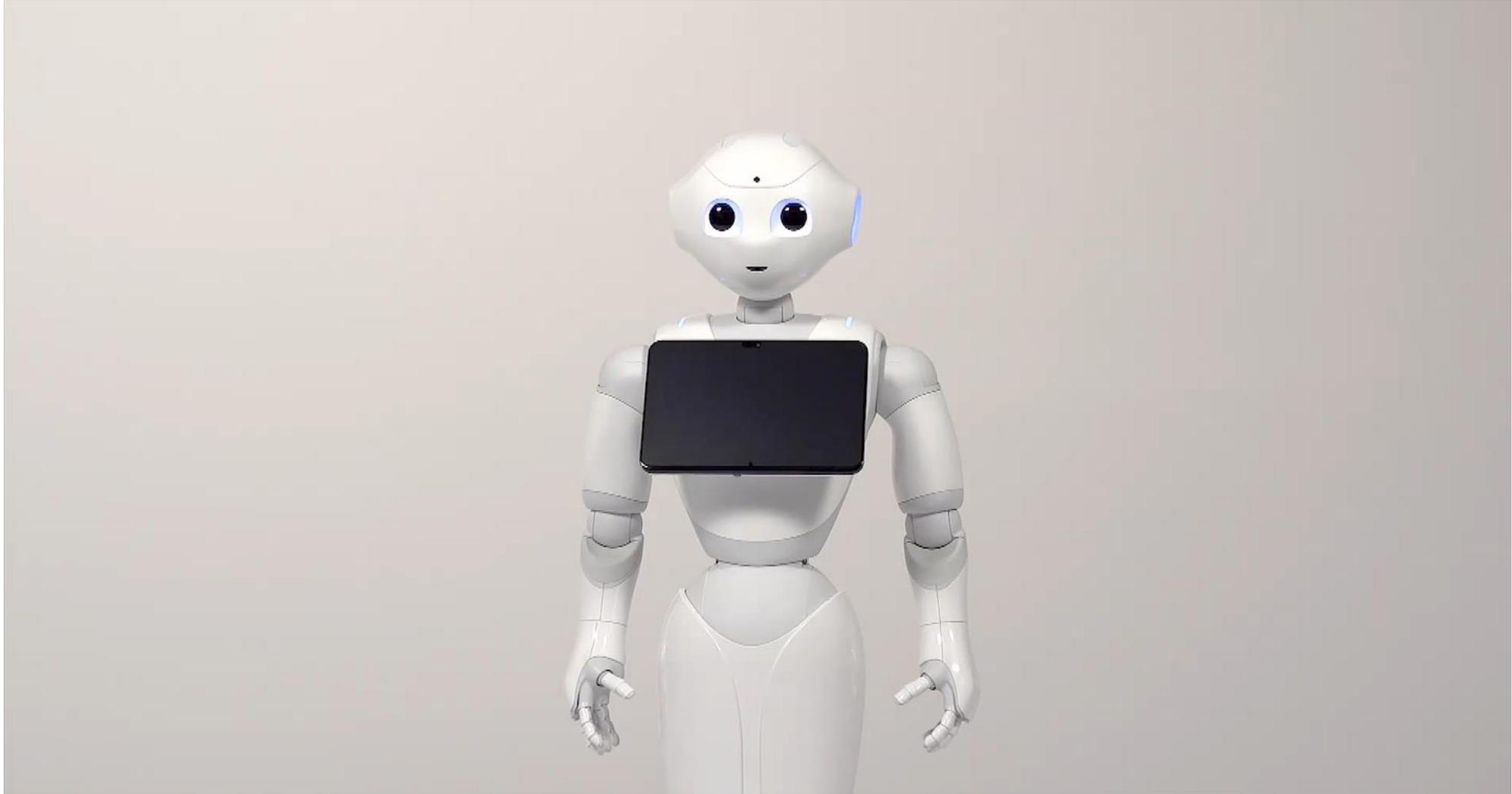
- Lernspiel mit verschiedenen Schwierigkeitsstufen und bei Bedarf Beruhigungsübung



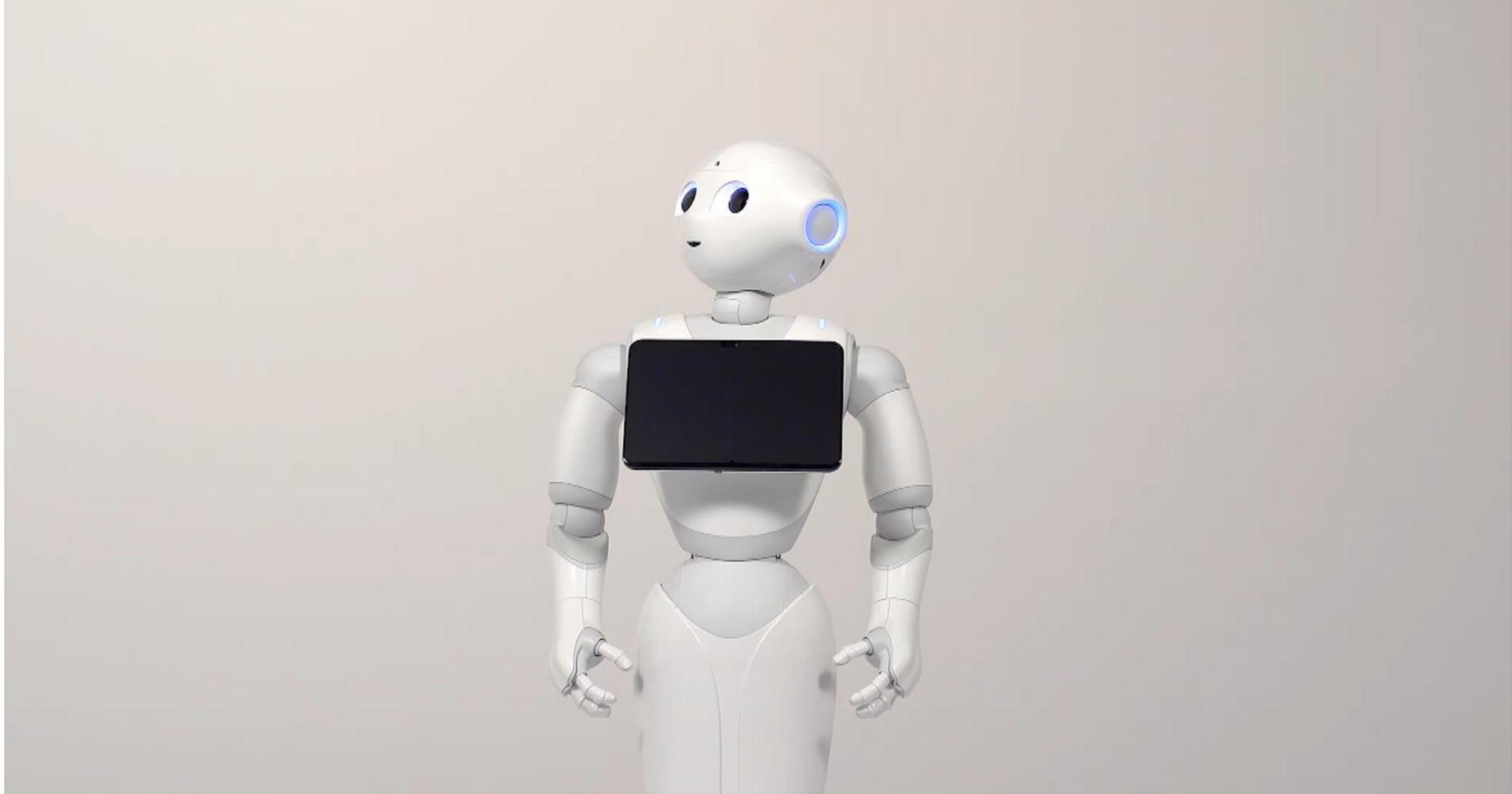
Therapeuteninterface

- Visualisierung der Emotions- und Pulserfassung
- Intuitive und bedarfsgerechte Steuerung der Therapieinhalte
- Vorschlag von Roboterverhalten auf Basis der erfassten Emotionen und Erregungszustände
- Dokumentation des Therapieverlaufs

Das Erkennen von Emotionen stellt die Grundlage sozio-emotionaler Fähigkeiten dar und wird über eine Tablet-Anwendung trainiert.



Die Verkörperung des Roboters unterstützt das Erkennen des emotionalen Zustandes durch die Darstellung bestimmter Gestik und Körperhaltungen.

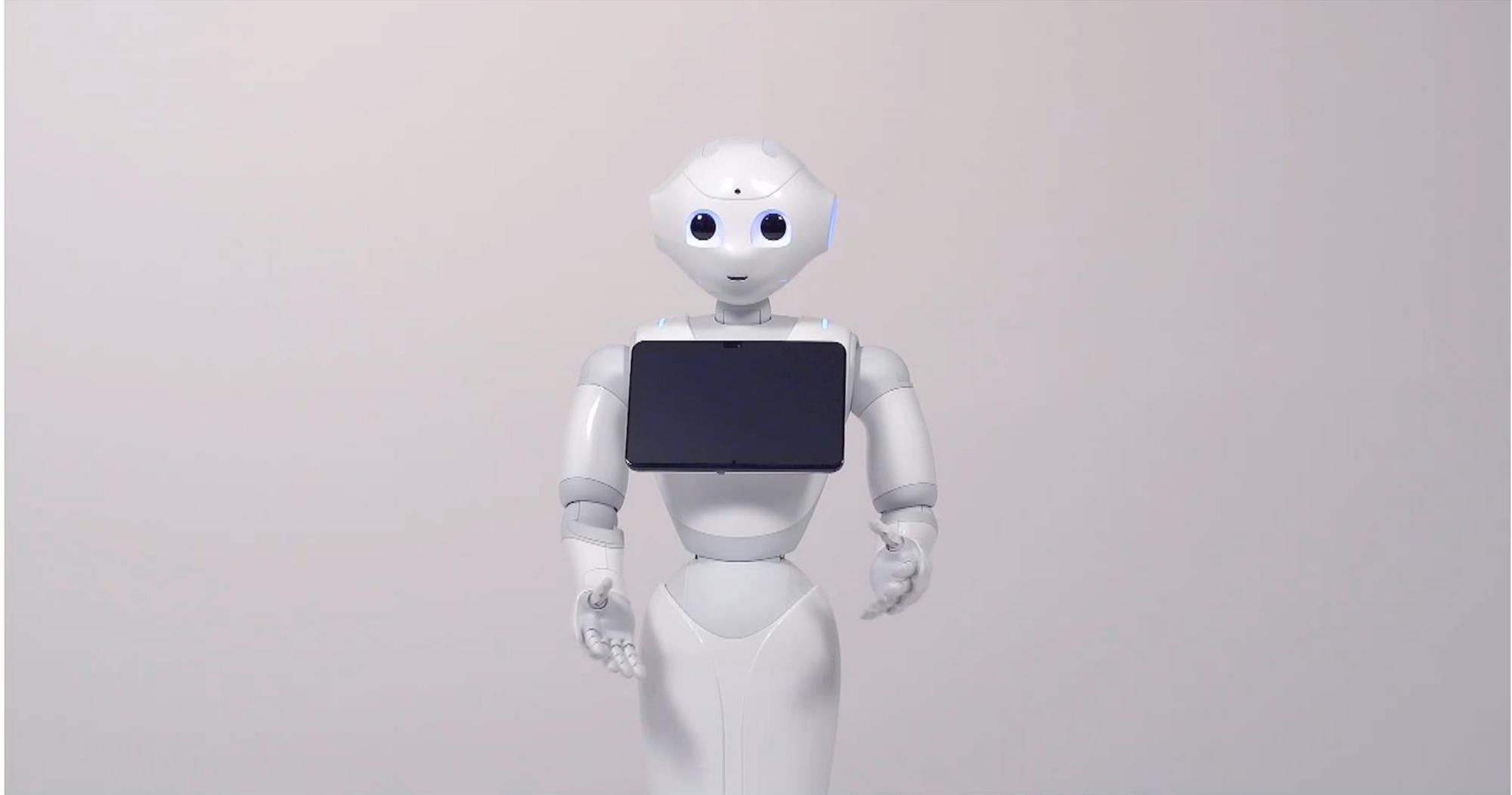


Das Erkennen des eigenen Erregungszustandes wird durch spezielle Therapiespiele trainiert.

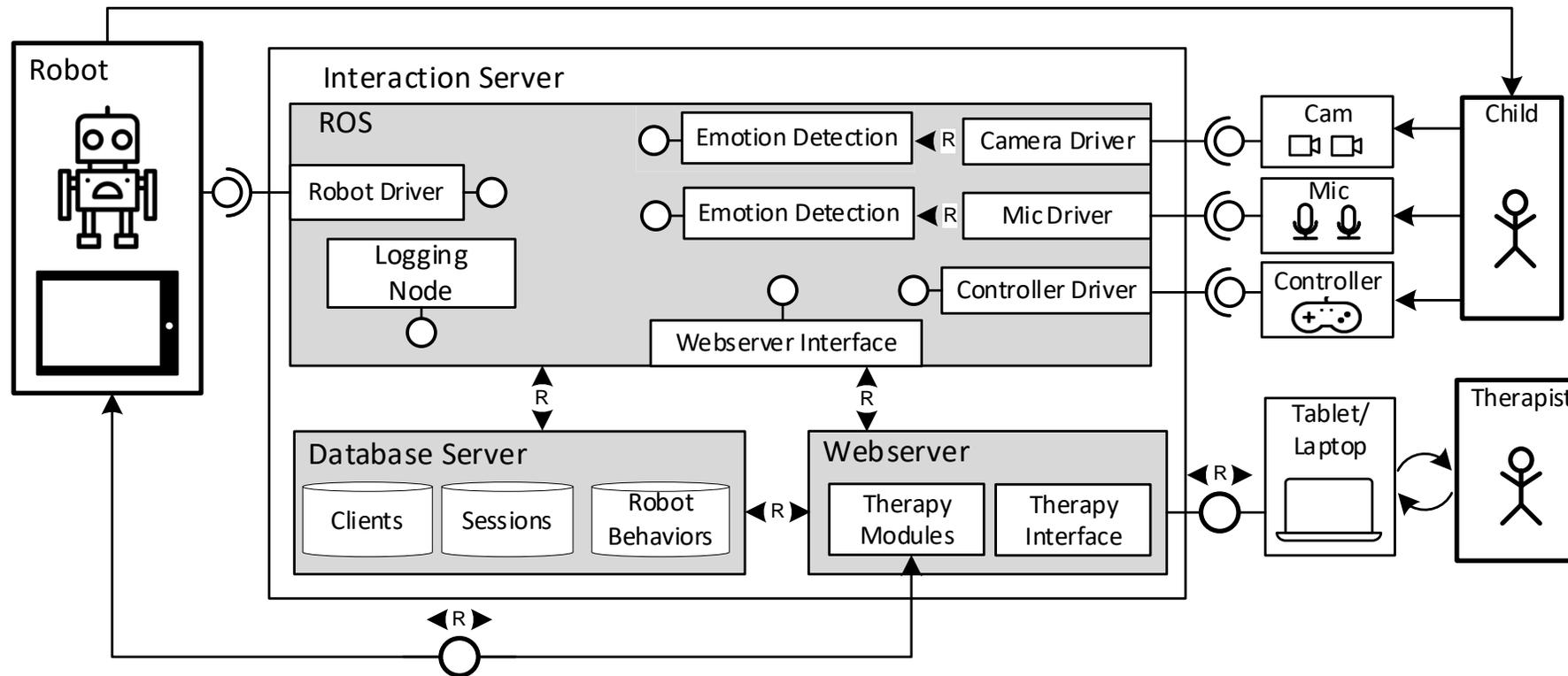
Lernziel 2

Emotionen regulieren

Im Falle einer hohen Erregung des Kindes kann der Roboter spezielle Atemübungen zur Beruhigung anleiten.



Zur Integration aller Interaktionspartner, Sensoren und Softwaremodule wird ein zentraler Interaktionsserver konzeptioniert, der entsprechende Webapplikation bereitstellt.

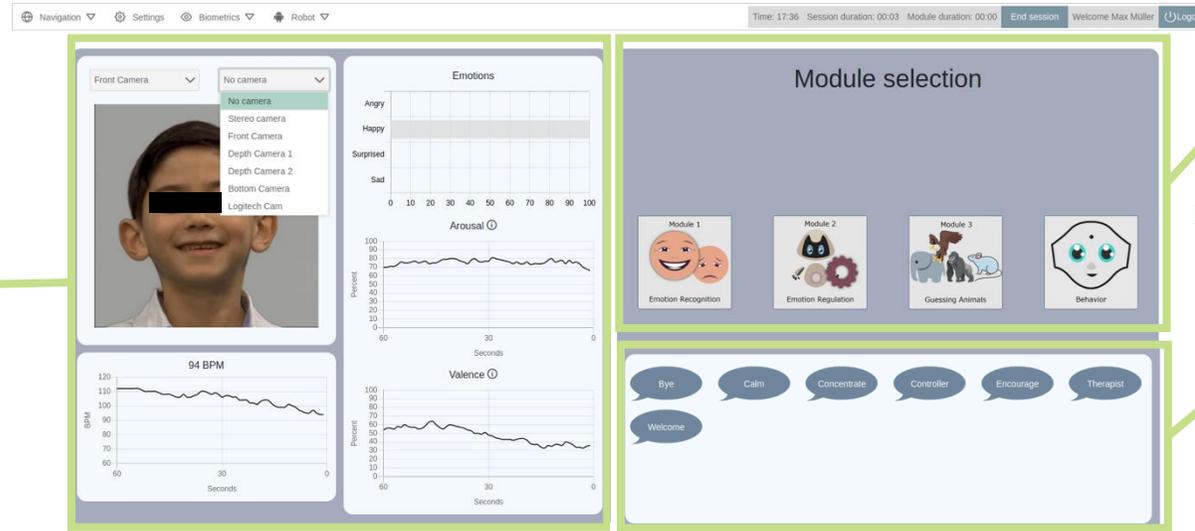


- Interaktionsserver als zentrale Instanz zur Integration von Sensorik und Software für die Therapiesitzung
- Integration des Robot Operating Systems (ROS), Datenbank Server, Webserver für Therapieinterfaces und Therapeuteninterface
- Dokumentation des Therapieverlaufs durch Speicherung des Interaktionsfortschritts und Daten der Emotionserkennung
- Modulare Gestaltung ermöglicht die Integration weiterer Sensoren, Softwaremodule oder anderer Roboter

Ein Therapeuten-Interface liefert Informationen zur Emotionserkennung und ermöglicht die Steuerung von Therapiemodulen und der Reaktionen des Roboters.

Affective computing

- Darstellung der Kamerabilder
- Visualisierung der Daten der Emotionserkennung und Herzrate
- Darstellung des Verlaufs



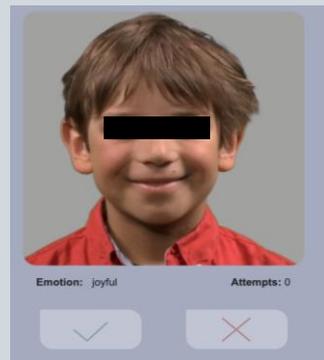
Therapiemodule

- Auswahl und Steuerung der Therapiemodule

Roboterverhalten

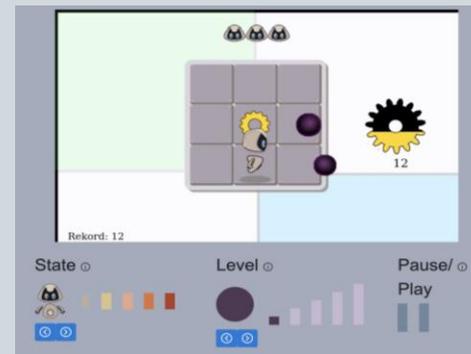
- Zusätzliche anpassbare Sprachausgaben
- Start von häufig genutzten Roboterverhalten (z.B. Begrüßung)

Therapiemodul 1: Emotionserkennung und -mimikry



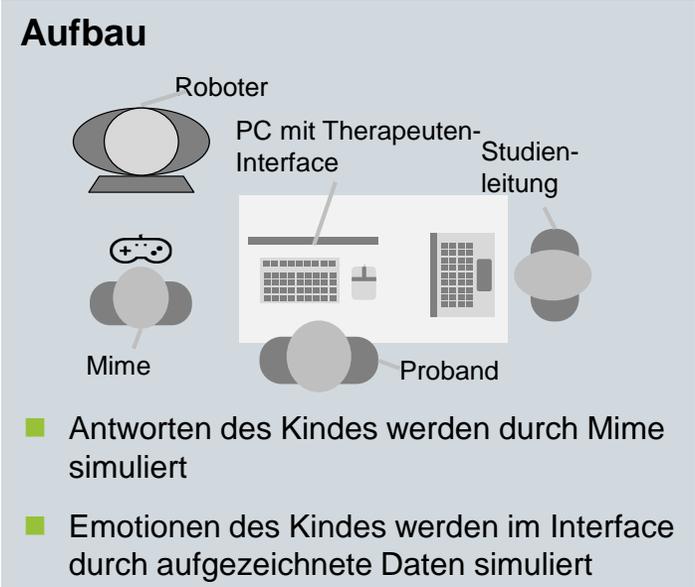
- Darstellung des aktuell gezeigten Tabletbildes, korrekte Emotion und Anzahl an Versuchen
- Kontrolle des Feedbacks bei Emotionsmimikry

Therapiemodul 2: Erregungsregulation

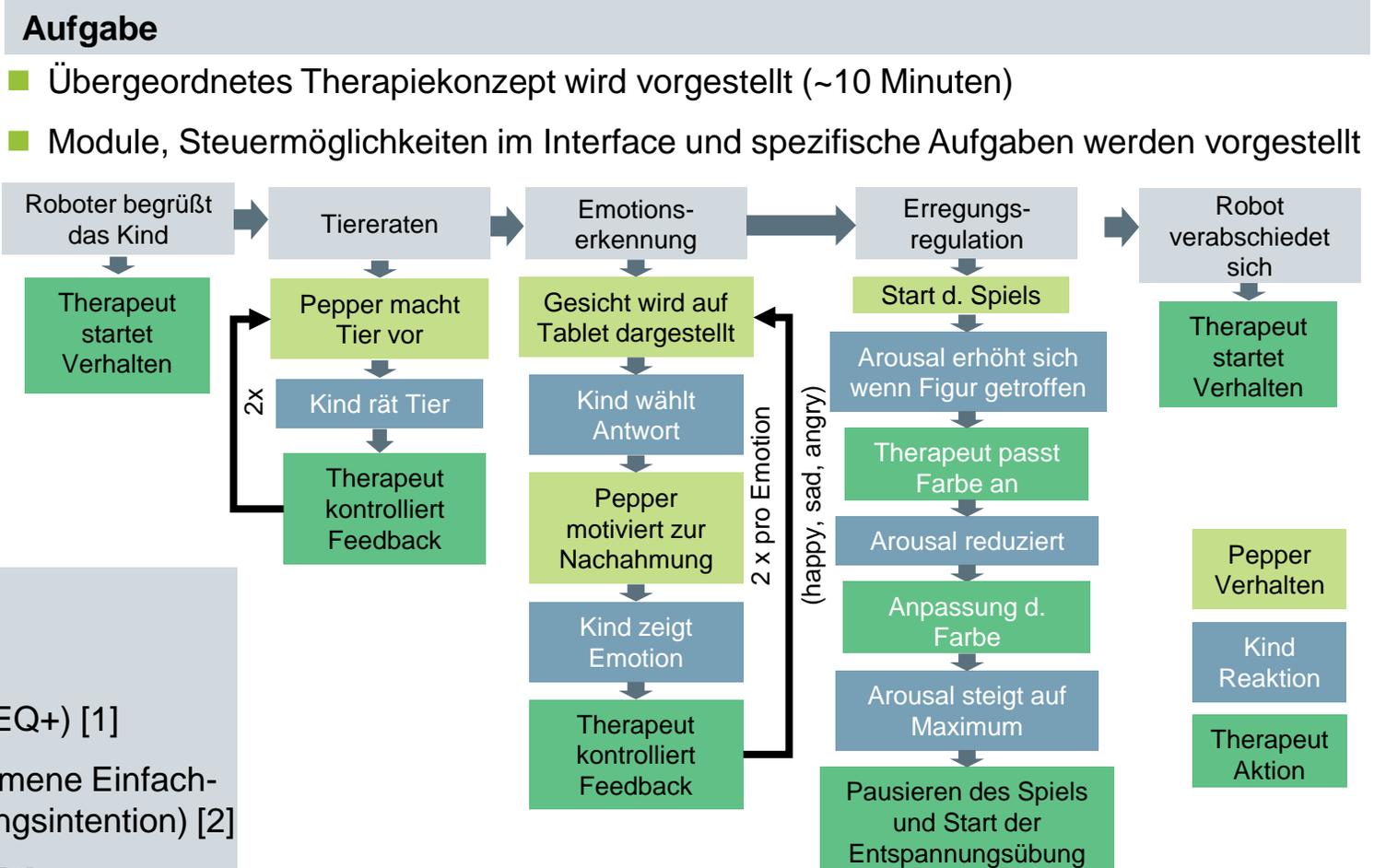


- Spiegelung des Robotertablets
- Feedback über aktuelles Erregungslevels durch Farbe der Figur
- Anpassung der Schwierigkeit
- Pausieren des Spiels und Start einer Entspannungsübung

Ein kontrollierter Studienaufbau und -ablauf ermöglicht es, die Nutzererfahrung und die Akzeptanz des implementierten Interfaces zu evaluieren.



- ### Fragebögen
- Aufgabenerfüllung
 - UX: User Experience Questionnaire (UEQ+) [1]
 - Akzeptanz: Almere Model (Wahrgenommene Einfachheit der Bedienung, Nützlichkeit, Nutzungsintention) [2]
 - Affinity for Technology Interaction (ATI) [3]
 - Sozio-demographische Parameter



[1] Schrepp and Thomaschewski, "Design and Validation of a Framework for the Creation of User Experience Questionnaires,"
 [2] M. Heerink et al., "Assessing Acceptance of Assistive Social Agent Technology by Older Adults: the Almere Model"
 [3] T. Franke et al., "A Personal Resource for Technology Interaction: Development and Validation of the Affinity for Technology Interaction (ATI) Scale,"

Die Ergebnisse deuten auf eine positive Benutzererfahrung und -akzeptanz hin, da die Aufgaben erfolgreich abgeschlossen wurden und die Fragebögen positiv bewertet wurden.

Teilnehmerinnen

- Vier (n=4, vier weiblich, Alter: 29-53, Ø 39)
Angestellte einer Kinder und Jugendpsychiatrie

Aufgabenerfüllung

Aufgabe	Aufgabenerfüllung			
	S1	S2	S3	S4
1: Begrüßung	++	++	++	++
2: Tiere raten	++	++	++	++
3: Emotions-erkennung	+	+	++	++
4: Emotions-regulation	++	+	+	++
5: Verabschiedung	++	++	++	++

User Experience und Akzeptanz (Likert Scale: -3 – +3)

Faktor	S1		S2		S3		S4		Mean		
	Erfüllu ng	Wichtig keit	E.	W.	E.	W.	E.	W.	E.	W.	
UEQ+	Attraktivität	2	3	1.8	2	0	-1	2	3	1.4	1.8
	Effizienz	1.5	2	2.8	3	1.3	0	1.8	2	1.8	1.8
	Verständlichkeit	1.8	2	2.3	3	0.3	1	2	3	1.6	2.3
	Abhängigkeit	3	0	3	3	2.3	0	2.3	3	1.8	1.5
	Nützlichkeit	2.3	3	2	3	1.5	0	1	2	1.7	2.0
	Intuitivität	2.8	1	1.8	3	-1.5	0	2	3	1.3	1.8
	Klarheit	1.5	2	3	3	1.5	0	2	3	2.0	2.0
Almere	Wahrgenom. Einfachheit	1	1	0	1	1	1	0	0.75	1	
	Wahrgenom. Nützlichkeit	2	1	1	1	1	1	1.25	1.25		
	Absicht zur Nutzung	1	1	1	2	1.25	1.25				
	ATI	2.4	2.3	3.8	4.6	3.3	3.3				

Diskussion

- Tasks 1, 2 und 5 wurden vollständig korrekt ausgeführt.
 - Task 3 und 4 wurden durch die kurze Einführung nicht sofort verstanden. Verbesserung während der Studie konnte jedoch beobachtet werden.
 - UEQ+ zeigt größtenteils positive UX
 - Differenz ≥.5 zwischen Wichtigkeit und Erfüllung bei Intuitivität und Verständlichkeit ist ein Indikator für Verbesserung
 - Alemere Items zeigen überwiegen Akzeptanz für das Interface
- Intuitivität und Benutzerfreundlichkeit sollten noch verbessert werde und/oder Einführung verlängert werden**

Die Analyse medizinischer Proben ist aktuell noch häufig von manuellen Handhabungsschritten zur Vor- oder Nachbereitung geprägt und mit verschiedenen Herausforderungen behaftet.

Manuelle Handhabung von medizinischen Proben

- Vor- und Nachbereitung von Analysemethoden durch manuelle Handhabungsschritte
- Potentielle Gefahr durch Infektion, Kreuzkontamination oder Verunreinigung
- Hohe hygienische Anforderungen
- Häufig repetitive Tätigkeiten und unzureichende Dokumentation
- Proprietäre Kommunikationsinfrastruktur



Beispiel: SARS CoV-2 Polymerase Kettenreaktion

Probenvorbereitung

- Tupfer der Probenentnahme werden in Tube mit Medium transportiert
- Tubes müssen manuell vorsortiert und optisch inspiziert werden
- Überführung in spezielle Transportracks



PCR Analyse

- Vollautomatisierte Analyse bezüglich charakteristischer Virus-RNA
- Proben müssen manuell eingelegt und entnommen werden → Limitierung des maximalen Durchsatzes



Bildquelle: ROCHE cobas

Ein Roboter ermöglicht die Handhabung der Proben zur Vor- und Nachbereitung der PCR-Analyse.

Kamerasysteme

- Lokalisation der Tubes über Deep Learning
- Kamerasystem zur Analyse von Position und Wert der Barcodes
- Kamera- und Beleuchtungssystem zur Detektion von Tupfer und Verunreinigungen



7-Achs Industrieroboter

- Umsetzung aller Handhabungsschritte durch einen Roboter
- Spezielle Lackierung zur Verbesserung der Hygiene

Greifer System

- Servoelektrischer Greifer
- Additiv gefertigte Multifunktions-Greiferbacken

Kommunikationssystem

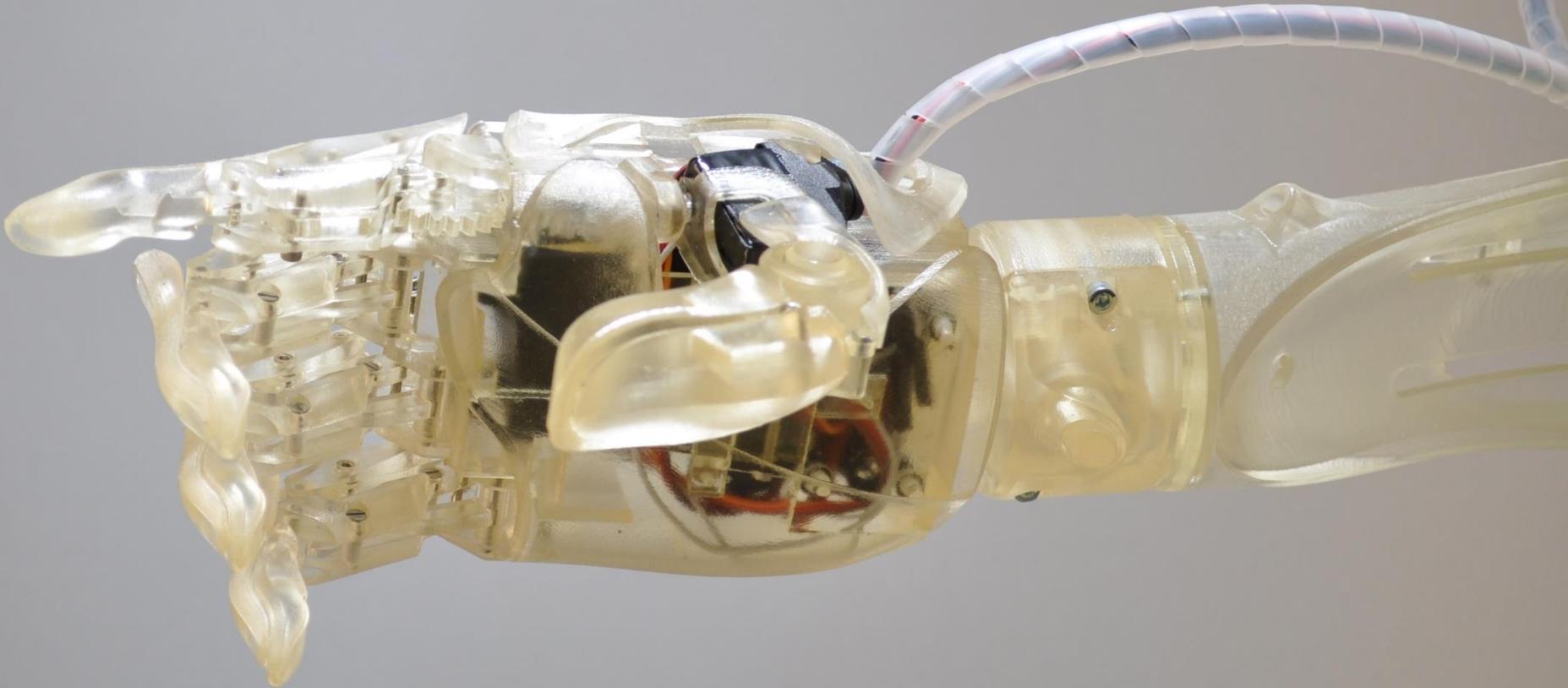
- Kommunikation zwischen Roboter und PCR-System
- Dokumentation
- GUI für Labormitarbeitende

Projektpartner



Universitätsklinikum
Erlangen





FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

**Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Vorstellung des Forschungsbereichs Medizintechnik

DANKE