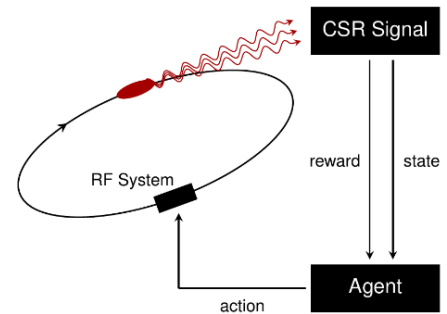
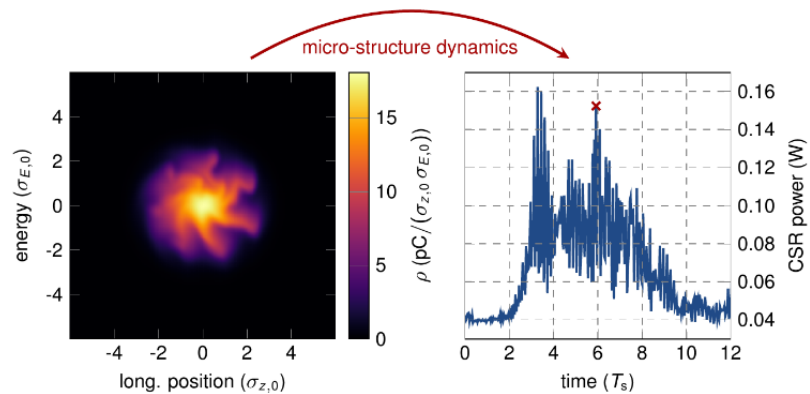


# Reinforcement Learning for Accelerator Control

## Master Thesis



The 110-meters long Karlsruhe Research Accelerator (KARA) at KIT Campus North is operated as a synchrotron light source. During operation of the accelerator, the emitted radiation signal can fluctuate significantly due to an effect called micro-bunching instability. This effect is dependent on multiple physical parameters that can be adjusted while running the accelerator. With enough expertise, human operators are able to influence the micro-bunching instability to some extent, however, due to its complexity and the milliseconds timescale of the instability, it is near impossible to control this effect manually.



In a preliminary analysis, it was shown that a reinforcement learning agent can choose actions that positively influence the resulting signal in simulations. The goal of this thesis is to build on the exploratory investigation and to develop a reinforcement agent that is capable of controlling the parameters in the simulation to produce a signal of desired quality.

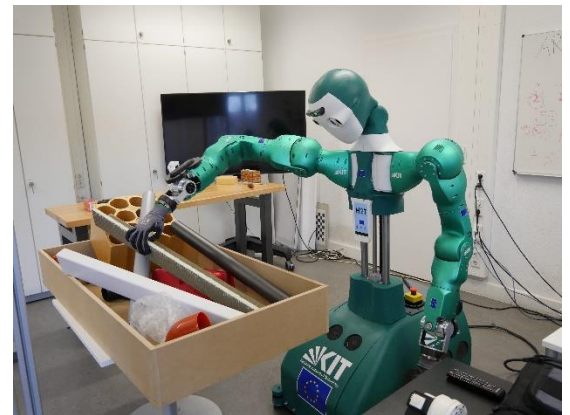
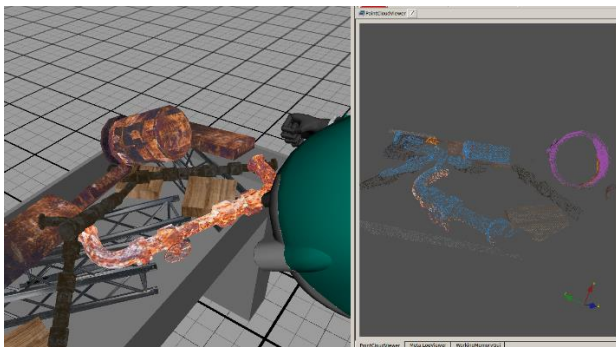
For this task, expertise in Python and a basic understanding of a machine learning platform like Tensorflow is required. Previous experience in the field of (deep) reinforcement learning is advantageous but not necessary. Since the simulation environment will be provided, a detailed understanding of the underlying physics is not a prerequisite but can facilitate the development of a successful agent. This work is part of a cooperation between the H2T and the IBPT but will be supervised by the H2T.

**Target Group:** Computer Sciences  
**Begin:** immediately  
**Supervisor:** Christoph Pohl ([christoph.pohl@kit.edu](mailto:christoph.pohl@kit.edu))

# Learning of Grasp Policies in Cluttered Scenes

## Master's thesis

There are many scenarios in which a robot needs to make high level decisions in order to successfully execute a certain task. When grasping objects in a cluttered scene, for example, a robot needs to decide when and which objects to grasp first or next, depending on its visual and haptic perception while coping with uncertainties in the scene like object occlusions. Therefore, the goal of this master's thesis is to learn robust grasp policies, e.g., by applying reinforcement learning in simulation, that can be transferred to the real robot ARMAR-6 and used to grasp unknown objects out of a box.



1.) Learn grasp policies in simulation

2.) Execute grasp policies

This master's thesis has the following prerequisites:

- Good programming skills in C++ and Python
- Basic knowledge in robotics and computer vision (e.g. point cloud processing)
- Theoretical knowledge + practical experience in reinforcement learning

With this proposal, we are offering you an individual supervision of your master's thesis while giving you the possibility to work on the most interesting topics of our research fields.

**Subject:** Master's thesis  
**Beginn:** from now  
**Supervisor:** Kevin Hitzler <hitzler@kit.edu>

# Visuelle Exploration für das Greifen von unbekannten Objekten

Bachelor-/Masterarbeit



Damit ein Roboter unbekannte Objekte erfolgreich und zuverlässig greifen kann, muss zuerst ein geeignetes Objektmodell generiert werden. Die aktive visuelle Wahrnehmung (*Active Vision*) verbessert durch geeignete Wahl der Blickrichtung die aktuelle Perzeption und unterstützt somit die automatische Extraktion eines Objektmodells.

Ziel der Arbeit ist es daher, ein visuelles Explorationssystem zur Modellgenerierung von unbekanntem Objekten zu implementieren und zu evaluieren. Die Entwicklung soll es einem humanoiden Roboter ermöglichen, in möglichst kurzer Zeit ein unbekanntes Objekt visuell zu erfassen und zu greifen.



Szene (Punktwolke)



Objektmodell und Griff

Zur Bearbeitung der Arbeit sind gute bis sehr gute Kenntnisse in der Programmiersprache C++ erforderlich. Grundkenntnisse in Robotik, Bildverarbeitung sowie Kognitiven Systemen sind vorteilhaft, aber nicht zwingend erforderlich. Geboten werden eine intensive, persönliche Betreuung und die Möglichkeit zur Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen.

**Zielgruppe:** Bachelor-/Masterarbeit

**Beginn:** ab sofort

**Betreuer:** Markus Grotz <markus.grotz@kit.edu>

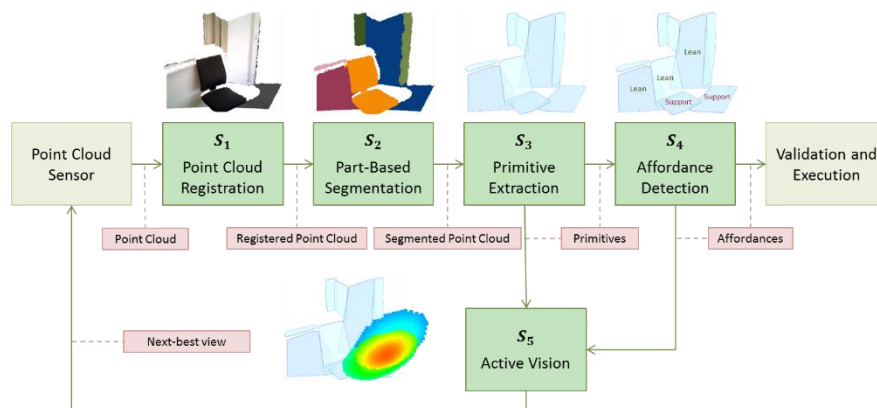


# Visuelle Exploration für Affordanzen

## Bachelor-/Masterarbeit

Am H2T wird ein perzeptiv-kognitives System entwickelt, das einen humanoiden Roboter dazu in der Lage versetzt, Affordanzen in unbekanntem Szenen wahrzunehmen. Affordanzen beschreiben Interaktionsmöglichkeiten, deren Existenz sowohl vom betrachteten Objekt abhängt, als auch von den individuellen Fähigkeiten des wahrnehmenden Roboters.

Ziel der Arbeit ist es, dieses bestehende System durch eine visuelle Exploration zu erweitern. Basierend auf den bestehenden Ansätzen soll eine visuelle Explorationsstrategie entwickelt werden, die es einem humanoiden Roboter ermöglicht, in möglichst kurzer Zeit eine vorgegebene Umgebung vollständig zu erkunden.



Zur Bearbeitung der Arbeit sind gute bis sehr gute Kenntnisse in der Programmiersprache C++ erforderlich. Grundkenntnisse in Robotik, Bildverarbeitung sowie kognitiven Systemen sind vorteilhaft, aber nicht zwingend erforderlich. Geboten werden eine intensive, persönliche Betreuung und die Möglichkeit zur Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen.

**Zielgruppe:** Bachelor-/Masterarbeit

**Beginn:** ab sofort

**Betreuer:** Markus Grotz <markus.grotz@kit.edu>

# Active Vision für humanoide Roboter

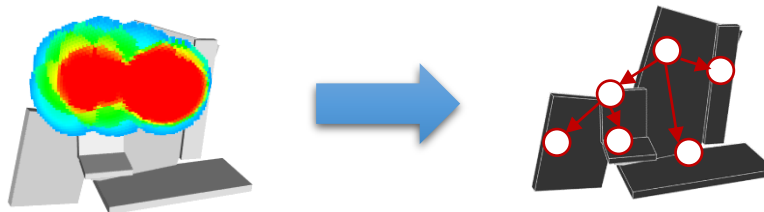
## Bachelor-/Masterarbeit



Das ARCHES-Projekt (*Autonomous Robotic Networks to Help Modern Societies*) befasst sich mit der Entwicklung heterogener, autonomer vernetzter Robotersysteme. Der Schwerpunkt der Anwendung liegt insbesondere auf der Autonomie der Roboter, sowie der intelligenten Interaktion mit der Umwelt.

Im Rahmen dieses Projektes ist eine Betreuung von Abschlussarbeiten mit folgenden Themengebieten möglich:

- Erweiterung von *Active Vision* Methoden, um qualitative Informationen für die aktuelle Aufgabe zu erfassen
- Exploration durch multimodale Perzeption von (teilweise) unbekanntem Umgebungen
- Modellierung von unbekanntem Umgebungen
- Interaktion von *Active Vision* und *Gaze Stabilization*



Zur Bearbeitung der Arbeit sind gute bis sehr gute Kenntnisse in der Programmiersprache C++ erforderlich. Grundkenntnisse in Robotik, Bildverarbeitung sowie Kognitiven Systemen sind vorteilhaft, aber nicht zwingend erforderlich. Geboten werden eine intensive, persönliche Betreuung und die Möglichkeit zur Mitarbeit an aktuellen Forschungsgebieten.

**Zielgruppe:** Bachelor-/Masterarbeit

**Beginn:** ab sofort

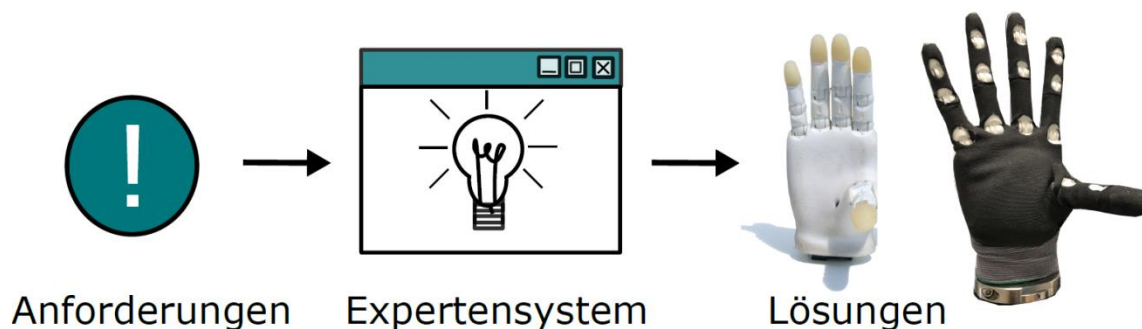
**Betreuer:** Markus Grotz <markus.grotz@kit.edu>

# Ein Expertensystem für die Entwicklung von Roboterhänden und Prothesen

## Bachelor-/Masterarbeit



Die Entwicklung von intelligenten Roboterhänden und Handprothesen nach menschlichem Vorbild stellt Roboteringenieure vor große Herausforderungen. Sowohl die Aktuierung als auch die Sensorisierung von hoch integrierten Roboterhänden muss sorgfältig geplant werden, um passende Komponenten auszuwählen. Das H<sup>2</sup>T hat bereits verschiedenste Hände für die humanoiden Roboter der ARMAR-Familie und Handprothesen entwickelt. Um das Design zukünftiger Systeme zu unterstützen, soll der Entwicklungsprozess systematisiert und teilweise auch automatisiert werden.



Ziel dieser Arbeit ist die Realisierung eines Expertensystems, das Entwickler von Roboterhänden und Handprothesen unterstützt. Basierend auf Anforderungen wie Kraft, taktiler Sensorik, möglichen Griffen und menschlichen Proportionen soll das System passende Lösungen vorschlagen. Als Basis dient ein Expertensystem-Framework, das auf eine ontologische Wissensbasis mit Wissen zu Teilkomponenten und Anforderungen zurückgreift und Lösungen für mechatronische Systeme in einem Bottom-Up-Ansatz generiert. Das Expertenwissen zu Roboterhänden und Handprothesen wird durch Roboterhand-Entwickler zur Verfügung gestellt.

Zur Bearbeitung der Arbeit sind gute bis sehr gute Java-Kenntnisse nötig. Geboten werden eine intensive, persönliche Betreuung und die Möglichkeit zur Mitarbeit an aktuellen Forschungsgebieten. Darüber hinaus bietet dieses hoch interdisziplinäre Thema einen Einblick in verschiedene Teilgebiete der Roboterhandentwicklung und Prothetik.

**Zielgruppe:** Informatik, Elektrotechnik, Mechatronik

**Beginn:** ab sofort

**Betreuer:** Samuel Rader ([rader@kit.edu](mailto:rader@kit.edu))



# Prädiktion von Aktionseffekten basierend auf Objektrelationen

## Bachelor-/Masterarbeit

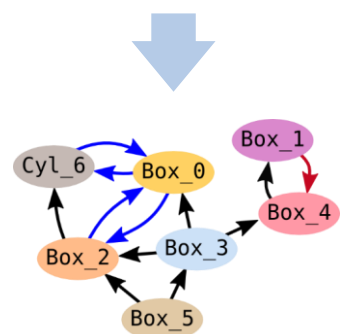
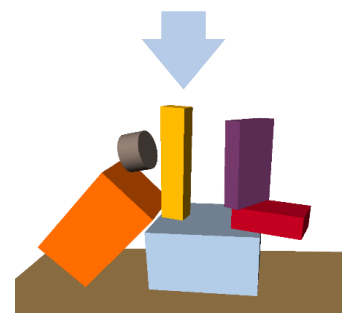
Um erfolgreich Objekte zu manipulieren und zu greifen, muss ein Roboter seine Umgebung, die darin enthaltenen Objekte sowie deren Beziehungen untereinander verstehen. Mit diesem Szenenverständnis kann der Roboter dann Aktionen planen und ausführen. Für eine sichere Ausführung von Manipulationsaktionen in komplexen Umgebungen ist es hilfreich die Folgen von Aktionen vorauszusagen. Diese Vorhersage kann auf symbolischer Ebene (wie werden sich die Relationen zwischen den Objekten ändern?) oder auf subsymbolischer Ebene (wie sehen die Kamerabilder der Szene nach der Manipulation aus?) erfolgen. Wenn die vorhergesagten Effekte nicht dem gewünschten Zielzustand entsprechen, muss der Roboter Kompensationsaktionen planen.

In diesem Rahmen bieten wir Bachelor- und Masterarbeiten zu folgenden Themen an:

- Lernen der Effekte von Manipulationsaktionen auf Objektrelationen oder Tiefenbildern mit tiefen neuronalen Netzen
- Verhindern von unerwünschten Aktionseffekten durch Planung von Kompensationsaktionen
- Filterung von ausführbaren Interaktionsmöglichkeiten (Affordanzen) mithilfe von semantischen Objektrelationen

Zur Bearbeitung der Arbeit sind gute bis sehr gute Programmierkenntnisse in C++ erforderlich. Die Themenbereiche Robotik, Bildverarbeitung und neuronale Netze sollten Ihnen vertraut sein. Erfahrung in der Programmierung von neuronalen Netzen mit TensorFlow in Python sind hilfreich, aber nicht zwingend erforderlich.

**Zielgruppe:** Informatik  
**Beginn:** ab sofort  
**Betreuer:** Fabian Paus ([fabian.paus@kit.edu](mailto:fabian.paus@kit.edu))



# Ressourcengewahre Algorithmen für Wahrnehmung und Manipulation

Bachelor-/Masterarbeit

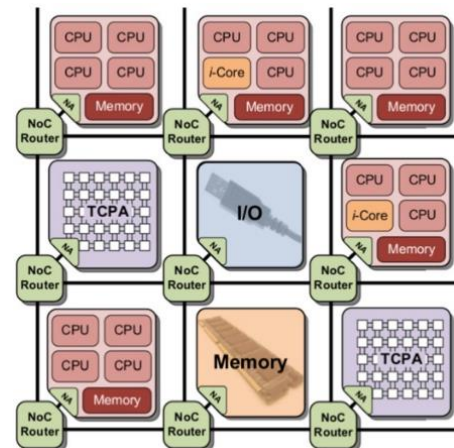


Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB/TRR 89 Invasive Computing (InvasIC) werden ressourcengewahre Architekturen und Algorithmen erforscht. Algorithmen werden dabei mit der Möglichkeit ausgestattet, Ressourcen wie Arbeitsspeicher oder Prozessorauslastung zur Laufzeit dynamisch anzupassen.

Am H<sup>2</sup>T wird aufbauend auf diesem Ansatz eine ressourcengewahre Roboterarchitektur entwickelt. Der Fokus liegt dabei aktuell auf Algorithmen zur Wahrnehmung von Objekten, deren Relationen sowie Interaktionsmöglichkeiten mit der Umgebung.

Bereits existierende Komponenten zur Wahrnehmung der Umgebung und der potentiellen Interaktionsmöglichkeiten (Affordanzen) sollen erweitert werden, indem diese ihre Ressourcenbedürfnisse dynamisch an die Problemkomplexität und die Anforderungen von anderen Anwendungen anpassen. In diesem Rahmen bieten wir Bachelor- und Masterarbeiten zu folgenden Themen an:

- Analyse, Profiling und Parallelisierung von Algorithmen zur Wahrnehmung von Szenen
- Entwicklung von ressourcengewahren Algorithmen für die Wahrnehmung und Manipulation



Zur Bearbeitung der Arbeit sind gute bis sehr gute Programmierkenntnisse in C++ erforderlich. Grundkenntnisse in Robotik, verteilten System sowie Parallelprogrammierung sind vorteilhaft, aber nicht zwingend erforderlich. Geboten wird die Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsgebiet und eine zielgerichtete persönliche Betreuung.

**Zielgruppe:** Informatik

**Beginn:** ab sofort

**Betreuer:** Fabian Paus ([fabian.paus@kit.edu](mailto:fabian.paus@kit.edu))



# Kraftanalyse menschlichen Greifverhaltens für Roboterhände

## Bachelor-/Masterarbeit



Die menschliche Hand ist ein hochkomplexes, versatiles System, das uns das sichere Greifen und Manipulieren beliebiger Objekte ermöglicht. Um einen möglichst großen Teil dieser Fähigkeiten auf humanoide Roboterhände und Prothesen übertragen zu können, ist neben einer sinnvollen Positionierung der Finger vor allem die Aufrechterhaltung definierter Kräfte an den Kontaktstellen entscheidend. Nur durch Berücksichtigung letzterer kann ein stabiles Greifen garantiert werden.

Aufgabe dieser Abschlussarbeit ist es, die vom Menschen beim Greifen aufgebrauchten Kräfte zu analysieren und für technische Anwendungen nutzbar zu machen. Dazu werden Fingerspitzen und einfache Objektformen mit Kraftsensoren versehen und anschließend menschliche Griffe aufgezeichnet.

Die gewonnenen Daten sollen sinnvoll analysiert und mit Informationen über die Handstellung kombiniert werden. Dabei sollen verschiedene Objekteigenschaften (Oberfläche, Härte) und Griffsituationen berücksichtigt werden.



Zur Bearbeitung der Arbeit sind gute bis sehr gute Programmierkenntnisse (MATLAB, C++ und/oder Python) erforderlich. Grundkenntnisse in Robotik und Messtechnik sind vorteilhaft, aber nicht zwingend erforderlich. Geboten werden eine intensive, persönliche Betreuung und die Möglichkeit zur Mitarbeit an aktuellen Forschungsgebieten.

**Zielgruppe:** Informatik, Mechatronik, Maschinenbau

**Beginn:** ab sofort

**Betreuer:** Julia Starke ([julia.starke@kit.edu](mailto:julia.starke@kit.edu))

# Optimierung von Seilzugmechanismen für robotische Hände

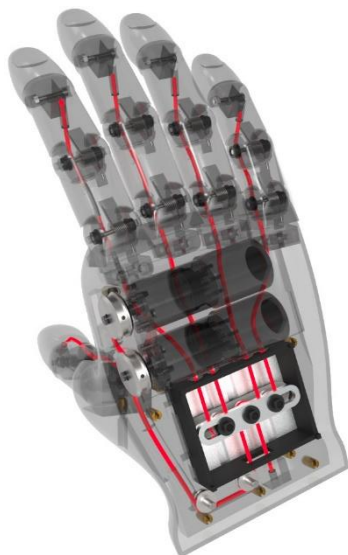
Bachelor-/Masterarbeit



Anthropomorphe Hände in Robotik und Prothetik beruhen häufig auf einem unteraktuierten Antriebssystem, um die Komplexität der Steuerung und den benötigten Bauraum in einem handhabbaren Rahmen zu halten. Eine große Herausforderung stellt dabei die Entwicklung eines unteraktuierten Mechanismus dar, welcher mit einer kleinen Anzahl von Antrieben eine maximale Anzahl menschlicher Griffen realisieren kann. Hierzu werden häufig Seilzugmechanismen für die Realisierung der Finger verwendet, da diese eine sehr platzeffiziente Form der Antriebsweiterleitung darstellen.

Aufgabe dieser Abschlussarbeit ist es, die Aktuierung der Finger einer robotischen Hand hinsichtlich eines menschlichen Griffverhaltens zu optimieren. Dazu sollen zunächst vorhandene menschliche Griffdaten zur Definition der benötigten Bewegungsabläufe ausgewertet werden.

Im Anschluss soll die unteraktuierte Kraftverteilung für unterschiedliche Antriebe optimiert werden, um einen möglichst großen Teil der verzeichneten menschlichen Greifmuster reproduzieren zu können. Insbesondere soll die Kraftverteilung innerhalb der Finger für verschiedene Seilführungen betrachtet werden.



Zur Bearbeitung der Arbeit sind gute bis sehr gute Programmierkenntnisse (MATLAB, C++ und/oder Python) erforderlich. Grundkenntnisse in Robotik und Mechanik sind vorteilhaft, aber nicht zwingend erforderlich. Geboten werden eine intensive, persönliche Betreuung und die Möglichkeit zur Mitarbeit an aktuellen Forschungsgebieten.

**Zielgruppe:** Maschinenbau, Mechatronik, Informatik

**Beginn:** ab sofort

**Betreuer:** Julia Starke ([julia.starke@kit.edu](mailto:julia.starke@kit.edu))

# Bewegungsvorhersage für ein Exoskelett für die unteren Gliedmaßen

## Bachelor-/Masterarbeit



Anziehbare Robotertechnologien, wie Exoskelette, können auf vielfältige Weise eingesetzt werden. Zum einen können Exoskelette von körperlich beeinträchtigten Personen getragen werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass man Exoskelette trägt, um seine eigenen körperlichen Fähigkeiten zu steigern. Diese Art der Anwendung wird am H<sup>2</sup>T näher untersucht. Damit der Exoskelett-Träger sich möglichst natürlich bewegen kann und das Gerät nicht über eine externe Steuereinheit, wie z.B. einen Joystick, gesteuert werden muss, ist eine Bewegungsvorhersage notwendig. Diese soll in Echtzeit während der Bewegungsausführung stattfinden. Dazu können verschiedene maschinelle Lernansätze, wie z.B. Hidden Markov Model oder Deep Learning, zum Einsatz kommen.

In diesem Themenbereich gibt es Abschlussarbeiten für Bachelor- und Master-Studenten in verschiedenen Teilaspekten, wie z.B. der Bewegungsprädiktion oder der Zustandsschätzung des Exoskeletts und dessen Benutzer.



Zur Bearbeitung der Arbeit sind gute bis sehr gute Programmierkenntnisse (C++ und/oder Python) erforderlich. Grundkenntnisse in maschinellen Lernen und tragbaren Robotertechnologien sind vorteilhaft, aber nicht zwingend erforderlich. Geboten werden eine intensive, persönliche Betreuung und die Möglichkeit zur Mitarbeit an aktuellen Forschungsgebieten.

**Zielgruppe:** Informatik

**Beginn:** ab sofort

**Betreuer:** Isabel Patzer ([isabel.patzer@kit.edu](mailto:isabel.patzer@kit.edu))