

# ForCEs

Interdisziplinäres **Forschungs**Cluster zum Aufbau eines Aktiven **Exos**keletts



© Technologie Campus Hutturm | your123 - stock.adobe.com



Cham  
Freyung  
Hutturm



Weitere Infos

## Abstract

### **Projekttitle/ Project title:**

**Forschungscluster Aktive Exoskelette (ForCEs)**

### **Einleitung/ Introduction:**

Technische Unterstützungssysteme wie Exoskelette werden mit dem Ziel entwickelt, den Menschen in der Ausführung von Bewegungen zu unterstützen und einwirkende Belastungen zu reduzieren. In der Vergangenheit haben vor allem passive Exoskelette den Durchbruch in der praktischen Anwendung geschafft, während aktive Systeme noch ein Nischen-Dasein fristen. Die Einsatzgebiete für Exoskelette sind perspektivisch im Handwerk, in der Industrie und Fertigung, dem Bausektor oder in der Pflege und Rehabilitation.

### **Ziel/ Aim:**

Das Forschungscluster Aktive Exoskelette - kurz ForCEs - wurde von den drei Technologie Campus Cham, Freyung und Hutthurm der Technischen Hochschule Deggendorf initiiert und widmet sich als interdisziplinäres Team der Erforschung und Entwicklung neuer Ansätze, um auch aktive Systeme zur Marktreife zu führen. Zur Etablierung des Clusters werden Workshops und Veranstaltungen durchgeführt, bei denen die interne und externe Netzwerkbildung sowie Partnerfindung im Fokus stehen.

### **Methode/ Method:**

Die Arbeitsgruppe arbeitet an der Weiterentwicklung und Kombination neuer Antriebstechniken (Aktorik) sowie der Integration neuer Leichtbauprinzipien z.B. durch Topologieoptimierung. Zudem wird der Einsatz von Künstlicher Intelligenz bzw. Methoden des Maschinellen Lernens untersucht, damit Trainingsmethoden verbessert und Anlernzeiten des Systems verringert werden können. Aktuell wird in Zusammenarbeit mit der Fakultät Angewandte Gesundheitswissenschaften ein Prototyp eines aktiven Exoskeletts für die unteren Extremitäten entworfen und im Anschluss getestet. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Einbindung einer virtuellen Umgebung zur Erhöhung der Arbeitssicherheit und Reduktion der Arbeitslast. Die dafür notwendigen Aspekte zur Steigerung der Akzeptanz können gemeinsam mit den Fachbereichen der THD berücksichtigt und praxisnah erprobt werden.

### **Ergebnis/ Result:**

Mithilfe eines Marker-basierten Motion Capture Systems der Fa. OptiTrack wurden Bewegungsanalysen verschiedener Probanden durchgeführt. Dabei wurden die realen Aufnahmen in die Software OpenSIM zur biomechanischen Analyse übertragen. Eine möglichst realitätsnahe Simulation wurde durch die Ergänzung von Bodenreaktionskräften mithilfe einer Force-Plate und EMG-Sensordaten erreicht.

Diese anwendungsspezifischen Bewegungen werden zum einen als Input für das Design und die Konstruktion verwendet. Zum anderen ist nach der Konstruktion des Prototypen eine Simulation des Modells mit dem Exoskelett geplant, um Kontakt- und Kollisionskräfte bei Bewegungen zu ermitteln. Die Mehrkörpersimulation mit einem Human Dummy Model wird im Rahmen einer Kooperation gemeinsam mit dem Software-Hersteller MSC / Hexagon aufgebaut, getestet und validiert. Basierend auf den Bewegungen, den

auftretenden Kräften und den Randbedingungen zur Integration von Aktorik und Sensorik wurde zunächst eine Designstudie und im Folgenden eine detaillierte Konstruktion mit modularem Aufbau entwickelt. Dabei wird neben der Anpassbarkeit an den Träger großer Wert auf ein neu entwickeltes Gelenk gelegt, welches die Roll-Gleit-Bewegung des Knies möglichst unbehindert zulässt. Die Integration von Aktorik und Sensorik sowie die Erweiterung des Exoskeletts für den Hüftbereich wurde im Anschluss durchgeführt.

Ausgehend von einer umfangreichen kinematischen Analyse der menschlichen Bewegungen und der auftretenden Geschwindigkeiten, Kräfte und Momente wurde ein Aktorkonzept ausgearbeitet, welches den Träger nahezu vollständig entlasten kann. Die Ansteuerung der Aktoren erfolgt aktuell noch durch einfache Algorithmen und soll im nächsten Schritt von EMG-Sensorik (Elektromyographie) und EEG-Sensorik (Elektroenzephalografie) unterstützt werden. Das Brain-Computer-Interface gibt Feedback, ob die ausgeführte Bewegung mit der gedachten Bewegung übereinstimmt.

Weitere laufende Aktivitäten sind die Analyse von Sensordaten bzw. Bewegungsprofilen mit Machine und Deep Learning Verfahren, um die Aktorik von aktiven Exoskeletten personalisiert anzusteuern und so eine optimierte User Experience zu ermöglichen. Aktuell wird ein erstes Workflow-Konzept für die Datenerfassung mit einem Smartphone, das Preprocessing für die weiteren Analysen und die Datenhaltung für die spätere Integration in die Steuerung erarbeitet. Zur Analyse mittels Machine-Learning-Methoden werden im ersten Schritt Unsupervised Learning Verfahren (unüberwachtes Lernen) wie SVM (Support Vector Machine) und k-Means Algorithmen untersucht, um einzelne Bewegungen zu extrahieren. Langfristig ist auch der Einsatz einer vorausschauenden Bewegungserkennung geplant.

Darüber hinaus wurden mit potentiellen Anwendern gemeinsame Konzeptideen für Projektanträge entwickelt und bei verschiedenen nationalen Förderprogrammen eingereicht.

**Projektbeteiligte/ Project participants:**

**Professoren (wissenschaftliche Leiter der jeweiligen TC's)**

**Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Aumer**  
Technologie Campus Cham  
Badstraße 21  
93413 Cham  
E-Mail: wolfgang.aumer@th-deg.de  
Tel.: ++49 (0) 9971 99673-46

**Prof. Dr. Wolfgang Dorner**  
Technologie Campus Freyung  
Grafenauer Str. 22  
94051 Freyung  
E-Mail: wolfgang.dorner@th-deg.de  
Tel.: ++49 (0) 991 3615-487

**Prof. Dr.-Ing. Mathias Hartmann**  
Technologie Campus Hutthurm  
Hochleiten 1  
94116 Hutthurm  
E-Mail: mathias.hartmann@th-deg.de  
Tel.: ++49 (0) 8505 919879-32

**Wissenschaftliche Mitarbeiter:innen**

**Christina Jegel (B.Eng., B.A.) [TC Cham]**  
E-Mail: christina.jegel@th-deg.de  
Tel.: ++49 (0) 9971 99673-25

**Johann Brunner (M.Eng.) [TC Cham]**  
E-Mail: johann.brunner@th-deg.de

**Peter Landstorfer (M.Sc.) [TC Cham]**  
E-Mail: peter.landstorfer@th-deg.de  
Tel.: ++49 (0) 9971 99673-34

**Christina Sigl (M.Sc.) [TC Freyung]**  
E-Mail: christina.sigl@th-deg.de  
Tel.: ++49 (0) 8551/91764-36

**Sebastian Kölbl (Dipl.-Ing.) [TC Hutthurm]**  
E-Mail: sebastian.koelbl@th-deg.de  
Tel.: ++49 (0) 8505/919879-34

**Projektpartner/ Project partners:**

**THD-intern:**

**Prof. Dr. Richard Latzel, Linda Zeindl (Fakultät Angewandte  
Naturwissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen): Bewegungsanalyse,  
EMG-Sensorik, Biomechanik**

**Prof. Stephan Windischmann (Fakultät Elektro- und Medientechnik):  
Bereitstellung Bewegungslabor / Motion Capturing System**

**Gefördert durch/ Funded by:**

**Technische Hochschule Deggendorf**

**Logos/ Logos:**



insgesamt maximal 450 Wörter/ limit of 450 words in total