

# Bionische Rüsselkinematik für sichere Roboteranwendungen in der Mensch-Maschine-Interaktion „BROMMI“

## Konsortialführer

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF  
 Geschäftsfeld Robotersysteme  
 Dr. techn. Norbert Elkmann  
 Sandtorstraße 22  
 39106 Magdeburg  
 norbert.elkmann@iff.fraunhofer.de  
 Tel: 0391 / 4090 - 222

## Projektpartner

TU Berlin, FG Regelungssysteme  
 [project:syntropy] GmbH  
 Festo AG & Co. KG  
 IFA – Institut für Arbeitsschutz der DGUV

## Das Projekt

Ziel des Projekts „BROMMI“ ist die Entwicklung von bionischen Roboter-Manipulatoren nach dem Vorbild des Elefantenrüssels. Dieser zeichnet sich durch hochflexible und sichere Bewegungsmöglichkeiten aus, die im Zuge des Projekts technisch umgesetzt werden sollen. Entwickelt werden zwei modular aufgebaute Demonstratoren mit unterschiedlichen Ansätzen für die sichere Mensch-Maschine-Interaktion. Beide Manipulatoren werden zusätzlich mit einem Kamerasystem und einer Bildverarbeitung ausgestattet, welche das Erkennen von Objekten sowie deren gezielte Aufnahme und Ablage während eines Pick-and-Place-Szenarios ermöglichen.



Bild 1: Tripedale Alternanzkaskade

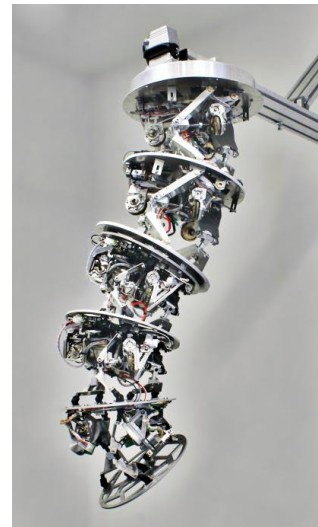


Bild 2: Serielle Modularkinematik

**Tripedale Alternanzkaskade** Die Tripedale Alternanzkaskade TAK ist ein ausschließlich mit pneumatischen Muskeln betriebener mehrsegmentiger Manipulator. Jedes Segment kann 2D Flexionsbewegungen über eine kegelförmige Muskelanordnung und zentralem Wellengelenk mit Druckstab ausführen. Dies stellt eine Weiterentwicklung des antagonistischen Prinzips dar. Eine Bauraumoptimierung wird über eine alternierende Kaskadierung der Segmente erreicht. Über die verwendeten fluidischen Muskeln der Firma Festo ist das passive System inhärent nachgiebig und somit sicherer als vergleichbare starre Kinematiken. Zusätzlich kann die Nachgiebigkeit im aktiven System in Grenzen eingestellt und geregelt werden. Die TAK besticht durch eine hohe gewichtsbezogenen Leistung – Leichtbau – und Dank einfachem und konsequent modularem Aufbau durch eine schnelle und kostengünstige Herstellung. Ein weiterer Vorteil dieses Konzepts ist, dass die Positioniergenauigkeit primär nur von der Steifigkeit des Zentralendruckstabes mit Wellengelenk anhängt und nicht von den muskelhaltenden Sternen.

**Serielle Modularkinematik** Die Serielle Modularkinematik SMK ist ein zum Patent angemeldetes mechatronisches System, welches aus einer variablen Anzahl von sog. Multigelenken modular aufgebaut ist. Bei einem Multigelenk

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

handelt es sich um ein sphärisches und hochleistungsfähiges Koppelgetriebe, welches sowohl eine Schubbewegung als auch eine rüsselgleiche Flexionsbewegung ausführen kann. Seine Baugröße ist skalierbar und kann den zweckbezogenen Bestimmungen angepasst werden. Das Multigelenk wurde konstruktiv für die Handhabung industriell üblicher Lasten optimiert, wodurch es der Kinematik u.a. eine hohe Positioniergenauigkeit verleiht. Durch die zusätzliche Schubbewegung kann ein großer Arbeitsraum abgedeckt werden, der aufgrund der besonderen Bewegungsmöglichkeiten einem geringen Bewegungsraum gegenübersteht.

## Bionischer Ansatz

Das Projekt verfolgt mit der Entwicklung der beiden Roboter-Manipulatoren zwei unterschiedliche Ansätze. Bei der Entwicklung der Tripedalen Alternanzkaskade liegt der zentrale Schwerpunkt auf der Regelung der fluidischen Muskeln in einer mehrsegmentigen Kinematik. Zusätzlich werden die Aspekte eines dezentralen Steuerungs- und Regelungskonzeptes sowie neue Materialkombinationen für robotische Tragstrukturen fokussiert. Die Entwicklung einer Kinematik mit den vielseitigen Bewegungsmöglichkeiten des Elefantenrüssels ist das primäre Ziel für den Manipulator. Serielle Modularkinematik. Weiterhin stehen der große Arbeitsraum, die sicheren und direkten Bewegungen sowie die hohe Positioniergenauigkeit des Elefantenrüssels im unmittelbaren Fokus der Forschungsarbeiten.



Bild 3: Keine Berührungsgänge durch eine hohe Sicherheit

## Umweltentlastender Effekt und Nachhaltigkeit

**Soziale Nachhaltigkeit** Durch den demographischen Wandel in Europa beteiligen sich immer weniger Menschen an der Generierung des Bruttosozialproduktes. Dies erfordert einen intensiveren Einsatz von Robotern in der industriellen Produktion, die hierdurch neben dem demographisch bedingten Personalmangel weiter bestehen kann. Die Entwicklung der neuen und innovativen Roboter-Manipulatoren begegnet diesem Strukturwandel durch ihre zahlreichen Einsatzmöglichkeiten. Neben der industriellen Produktion ermöglicht ihre hohe Sicherheit die Erschließung neuer Anwendungen wie z.B. im Pflege-, Domestik- und Life-Science-Bereich.

**Ökonomische Nachhaltigkeit** Die neuen Roboter-Manipulatoren zeichnen sich durch ein gutes Masse-Leistungs-Verhältnis aus, welches die Handhabung von hohen Lasten bei einer geringen Eigenmasse und Aufnahmeleistung beschreibt. Dies wird durch eine konsequente Leichtbauweise erreicht und ermöglicht einen ökonomisch vorteilhaften Betrieb. Weiterhin erübrigt die hohe Sicherheit der Manipulatoren die Einsparung von trennenden Schutzeinrichtungen, was zu einer erheblichen Platzeinsparung z.B. in der Produktion führt.

**Ökologische Nachhaltigkeit** Die globale Verknappung von Ressourcen und die steigende CO<sub>2</sub>-Emission erfordern immer dringlicher die Entwicklung von rohstoff- und energiesparenden Technologien. Die Entwicklung der neuen Roboter-Manipulatoren mit einem verbesserten Masse-Leistungs-Verhältnis, welches im Vergleich mit herkömmlichen Industrierobotern auch mit einer erheblichen Reduzierung des Energieverbrauchs einhergeht, ist ein wichtiger Beitrag in dieser Richtung. Diese ökologische Nachhaltigkeit impliziert neben einem bedeutsamen Wettbewerbsvorteil auch die Möglichkeit einer grünen, und damit besseren, Vermarktung.

## Anwendungspotenzial und Wirtschaftlichkeit

Aufgrund der vielfältigen Bewegungsmöglichkeiten und ihrer hohen Sicherheit für den Menschen wird das Anwendungspotenzial beider Roboter-Manipulatoren als allgemein hoch eingeschätzt. Sowohl in der industriellen Produktion als auch im Bereich der Servicerobotik lassen sich zahlreiche neue Anwendungsfelder erschließen, die eine sichere Mensch-Maschine-Interaktion voraussetzen. Die konsequente Leichtbauweise beider Manipulatoren und die damit einhergehenden Materialeinsparung und reduzierte Energieaufnahme trägt essentiell neben der Nachhaltigkeit auch zu ihrer Wirtschaftlichkeit in der Anschaffung sowie im laufenden Betrieb bei. Weiter ist durch ihre hohe Sicherheit die Einsparung trennender Schutzeinrichtungen möglich, was die effiziente und wirtschaftliche Gestaltung von Produktions- oder Arbeitsflächen erlaubt.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung