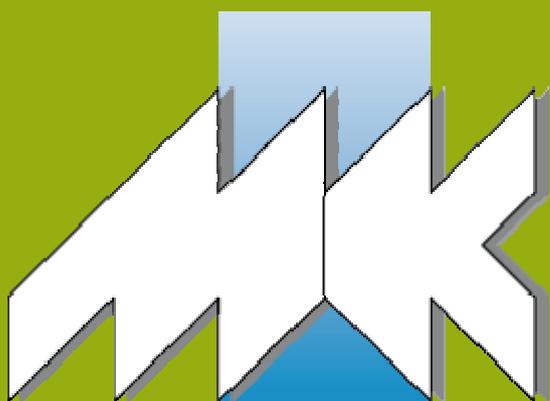


**RUB**

**RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM**



**LEHRSTUHL FÜR  
MASCHINENELEMENTE  
UND  
KONSTRUKTIONSLEHRE  
FORSCHUNGSSCHWERPUNKT  
MECHATRONIK**



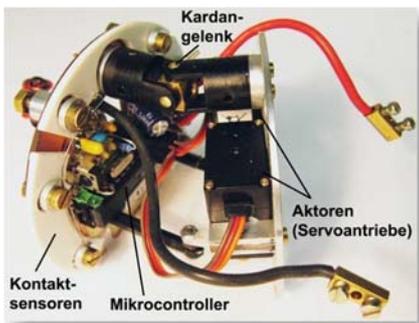
Roboter SaBemA

## SABEMA

### SCHLANGENARTIGES BEWEGUNGSSYSTEM FÜR MULTIPLE ANWENDUNGSGEBIETE

#### MOTIVATION

Schlangen verfügen über die Fähigkeit, sich im unstrukturierten Gelände sowie auf unterschiedlichen Untergründen sicher und effizient fortzubewegen. Hierzu nutzen sie verschiedene Lokomotionsformen und profitieren von einem hochflexiblen Körper. Mit dem Roboter SaBemA werden die biologischen Lösungsprinzipien in die Technik umgesetzt.



Modul mit zwei Freiheitsgraden

#### UMSETZUNG

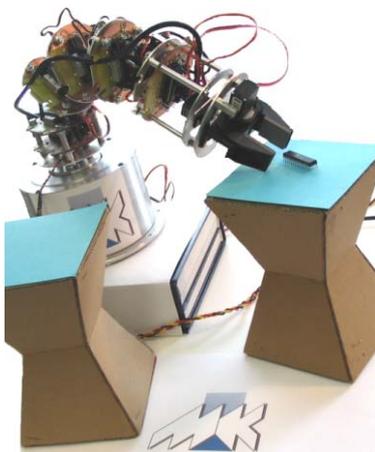
SaBemA ist aus gleichartigen Modulen mit jeweils zwei Freiheitsgraden aufgebaut. Durch deren Kopplung entsteht ein hyperredundantes System. Der Einsatz kann auch beim Ausfall einzelner Module sichergestellt werden. Besonderheiten sind:

- Nutzung unterschiedlicher Fortbewegungsmechanismen (z.B. Schlängeln, Raupenkriechen, ...)
- Adaption an Gelände über Kontaktsensoren
- Verwendung als serieller, stationärer Manipulator möglich

#### TECHNISCHE DATEN

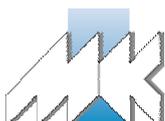
Für jedes Modul kommen Servomotoren aus dem Modellbau zum Einsatz. Der Roboter ist kabelgebunden. Die Kommunikation unter den Modulen erfolgt über einen I<sup>2</sup>C-Bus. Für die Anbindung des Roboters an das Bediensystem wird das TCP/IP verwendet. Wichtige Kenndaten sind:

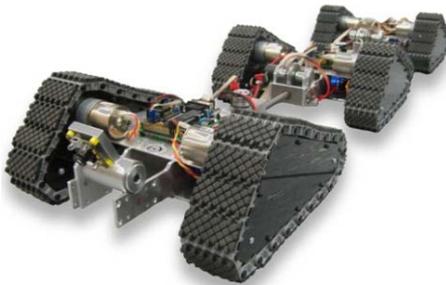
- Gewicht: 1 kg
- Durchmesser: 70 mm
- Nenndrehmoment: 30 Ncm
- max. Stellwinkel: +/- 32° (pro Modul)



Einsatz in der Handhabungstechnik

#### GEFÖRDERT UND BETREUT DURCH





Roboter ATLoS

## ATLOS AUTOMATED TRACKED TRAIN LOCOMOTION SYSTEM

### MOTIVATION

Die Modularisierbarkeit von mobilen Robotern ist nicht nur auf die Mechanik beschränkt. Bei hoch komplexen Systemen mit vielen Freiheitsgraden kann der Kommunikationsaufwand durch geeignete Regelungsarchitekturen reduziert werden. ATLoS demonstriert den Einsatz und die Koordination verteilter Regelungsstrukturen in mechanisch gekoppelten Systemen.

### UMSETZUNG

ATLoS besteht aus drei identischen Modulen, die mechanisch gekoppelt sind und durch Ketten angetrieben werden. Jedes Modul verfügt über eine eigene Regelung. Untereinander sind die Module mit einem CAN-Bus vernetzt, wobei ein Kommunikationsmodell mit unterschiedlichen Abstraktionsgraden verwendet wird. Es entsteht eine hierarchische Regelungsarchitektur, mit der auch sehr komplexe Systeme effektiv beherrscht werden können. Besonderheiten sind:

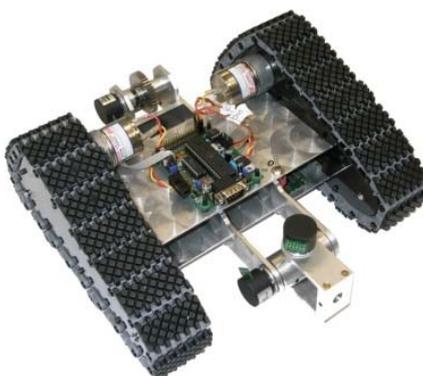
- System kann mit zusätzlichen Modulen erweitert werden
- konsequente Modularisierung und Hierarchisierung von Steuerung und Regelung
- umgesetzte Pfadfolgung mittels CCD-Kamera

### TECHNISCHE DATEN

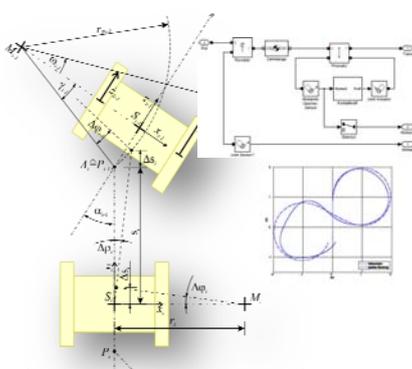
ATLoS weist momentan sechs unabhängig angesteuerte Kettenantriebe sowie vier passive Gelenke (2x Rotation, 2x Translation) auf. Weitere Kenndaten sind:

- **Gewicht:** 3 kg
- **max. Geschwindigkeit:** 2 km/h

### GEFÖRDERT UND BETREUT DURCH



kettengetriebenes Modul mit  
Steuerelektronik



kinematisches Modell und  
Simulationsergebnisse





QuadTrax 4x2 im Einsatz in einer Testumgebung

## QUADTRAX 4X2

### HOCHMOBILE PLATTFORM FÜR DEN EINSATZ IN URBANEN SCHADENSUMGEBUNGEN

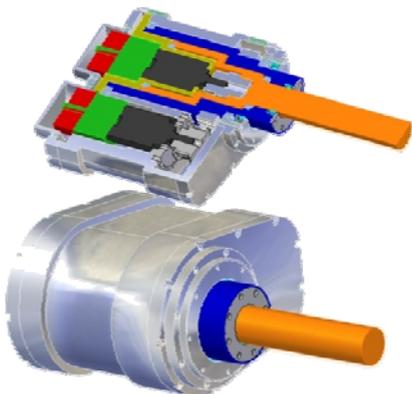
#### MOTIVATION

Durch die Kombination verschiedener Bewegungsformen (Fahren, Laufen, ...) lässt sich die Mobilität herkömmlicher Systeme steigern. Dies stellt der QT 4x2 eindrucksvoll unter Beweis. Der Roboter ist in der Lage, beachtliche Hindernisse und Steigungen zu überwinden, wodurch sich das System insbesondere für Einsätze in Schadensumgebungen eignet.

#### UMSETZUNG

Die vier hochintegrierten Antriebsmodule mit jeweils zwei Freiheitsgraden ermöglichen eine hybride Fortbewegung in Form von Kettenantrieben sowie Schwenkarmen. Die Steuerung erfolgt bedienerfreundlich über ein Joypad. Besonderheiten sind:

- kabelgebundener sowie ferngesteuerter Einsatz möglich
- integrierte Stereokamera sowie WLAN-Kameras
- Geländeadaptation mittels Impedanzkontrolle

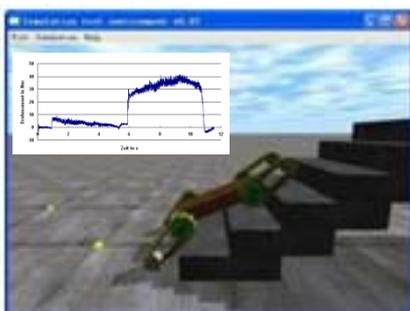


Antriebsmodul mit zwei Freiheitsgraden

#### TECHNISCHE DATEN

Für die acht unabhängigen Freiheitsgrade kommen leistungsstarke Maxon-Motoren zum Einsatz. Der integrierte Steuerungs-PC erlaubt die Anbindung additiver Sensoren sowie Aktoren. Wichtige Kenndaten sind:

- **Nutzlast:** 10 kg
- **Betriebsdauer:** 3 Stunden (im Akkubetrieb)
- **max. Geschwindigkeit:** 4 km/h
- **Nenn Drehmoment:** 18 Nm (Schwenkarme)



Virtuelle Erprobung der Bewegungsplattform (ODE)

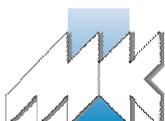
#### GEFÖRDERT UND BETREUT DURCH



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

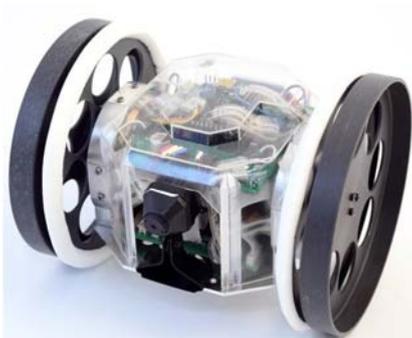


Technologiezentrum





Roboter ARteMiS



hochintegriertes Segment



Antriebsmodul mit Sensorik zur Roboter-Umwelt-Interaktion

## ARTEMIS

### ADAPTIVER ROBOTER ZUR TRAKTIONSEFFIZIENTEN MOBILITÄT IN SCHADENSGBIETEN

#### MOTIVATION

Radgetriebene Fahrzeuge und Roboter zeichnen sich durch einen einfachen Aufbau aus. Sie weisen aber keine Möglichkeiten der Adaption an ein vorliegendes Gelände auf. Diese Potenziale sind bei einem segmentierten Roboter gegeben, der aus einzelnen Modulen besteht, die über aktive Gelenke miteinander gekoppelt sind. Die erzielbare Adaption kann für eine effiziente Mobilität des Gesamtsystems genutzt werden.

#### UMSETZUNG

ARteMiS besteht aus fünf gleichartigen Segmenten mit jeweils zwei unabhängig voneinander angetriebenen Rädern. Zwischen den Segmenten befinden sich Gelenke mit drei aktiven Freiheitsgraden. Die Antriebsmodule verfügen über eine innovative Sensorik zur kraftbasierten Messung der Roboter-Umwelt-Interaktion. Weitere Besonderheiten sind:

- integrierte Schlupfmessung, 5 IMUs, 22 Winkelencoder, 3 WLAN Kameras
- autonome Adaption zur traktionseffizienten Fortbewegung

#### TECHNISCHE DATEN

Der Antrieb der Räder ebenso wie der Gelenke erfolgt über leistungsstarke Maxon-Motoren mit Harmonic Drive Getrieben. Zur Kommunikation wird ein CAN-Bus verwendet. Weitere Kenndaten sind:

- **Abmessungen (LxBxH):** 950 mm x 180 mm x 85 mm
- **Gewicht:** 7 kg

#### GEFÖRDERT UND BETREUT DURCH



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

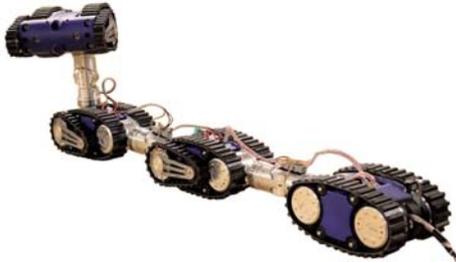


Technologiezentrum

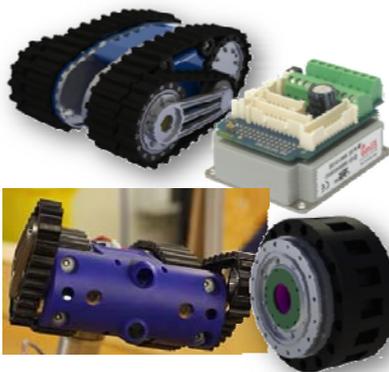


Fakultät für Maschinenbau  
Institut Product and Service Engineering  
Lehrstuhl für Maschinenelemente und Konstruktionslehre

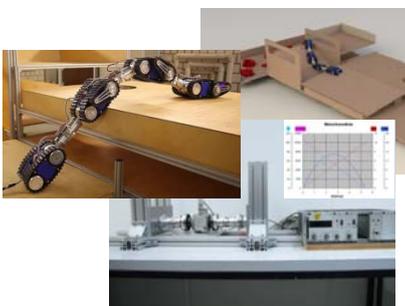
Dr.-Ing. Patrick Labenda  
+49 (0) 234 / 32 - 22477 ☎  
labenda@lmk.rub.de ✉



Erkundungsroboter  
Moebhiu²s (Grafik)



Modularer Systemaufbau



Bewegungsstudien und  
Komponententests

## MOEBHIU<sup>2</sup>S

### MOBILER ERKUNDUNGSROBOTER FÜR DIE BERGUNG HILFEBEDÜRFTIGER IN UNSTRUKTURIERTEN UMGEBUNGSSZENARIOEN

#### MOTIVATION

Moebhiu<sup>2</sup>s ist ein Roboter, der für die Erkundung und Ortung von Verschütteten nach Gebäudeeinstürzen entwickelt worden ist. Das System zeichnet sich durch ein hohes Maß an Flexibilität und Geländegängigkeit aus und kommt dort zum Einsatz, wo herkömmliche Roboter an ihre Mobilitätsgrenzen stoßen.

#### UMSETZUNG

Moebhiu<sup>2</sup>s vereint die Einfachheit herkömmlicher Ketten mit den Vorteilen biologisch inspirierter, schlangenähnlicher Bewegungsmechanismen. Eine Besonderheit ist der strikt modulare Systemaufbau. Hieraus ergeben sich folgende Vorteile:

- flexible Erweiterbarkeit des Basissystems
- frühzeitige Validierung und Verifizierung von Komponenten, Modulen sowie des Gesamtsystems

#### TECHNISCHE DATEN

Moebhiu<sup>2</sup>s weist 30 aktive Freiheitsgrade auf und kommt akkubetrieben zum Einsatz. Für die Bedienung und Ortung kommen Stereo-, Thermo- und WLAN-Kameras zum Einsatz. Zusätzlich sind ein CO<sub>2</sub>-Sensor, eine IMU, Kontaktsensoren in den Ketten sowie Encoder integriert. Kenndaten:

- Abmessungen (LxBxH): 1850 mm x 250 mm x 155 mm
- Gewicht: 50 kg
- max. Geschwindigkeit: 4 km/h
- Betriebsdauer: 45 min (geländeabhängig)

#### GEFÖRDERT UND BETREUT DURCH



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Technologiezentrum



Fakultät für Maschinenbau  
Institut Product and Service Engineering  
Lehrstuhl für Maschinenelemente und Konstruktionslehre

Dipl.-Ing. Marc Neumann  
+49 (0) 234 / 32 - 24055 ☎  
neumann@lmk.rub.de ✉

[www.lmk.rub.de](http://www.lmk.rub.de)



RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM  
LEHRSTUHL FÜR MASCHINENELEMENTE  
UND KONSTRUKTIONSLEHRE

DR.-ING. PATRICK LABENDA  
(LEHRSTUHLLEITUNG IN VERTRETUNG)

UNIVERSITÄTSSTR. 150  
D-44801 BOCHUM  
+49 (0)234/32-23637 ☎  
LABENDA@LMK.RUB.DE ✉