

# Biokybernetik an der Universität Bielefeld

Biologische  
Kybernetik

Universität Bielefeld

## Standort im Profil

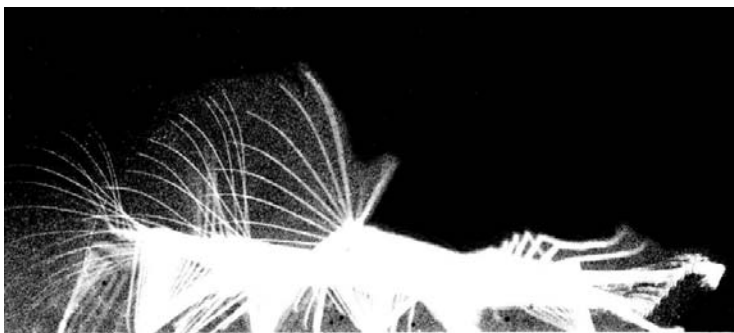
Der Lehrstuhl Biologische Kybernetik der Fakultät für Biologie an der Universität Bielefeld unter der Leitung von Prof. Volker Dürr ist in ein interdisziplinäres Forschungsumfeld eingebunden. Der Grundsatz der Universität, "gemeinsam Forschen und Lehren unter einem Dach", ist in Bielefeld nicht nur architektonisch umgesetzt, sondern drückt sich auch in den Kooperationen der Forschungsbereiche innerhalb und zwischen den Fakultäten aus. Nicht zuletzt durch den Studiengang "naturwissenschaftliche Informatik", durch Projekte des Forschungsverbunds "Bielefeld Institute of Interactive Intelligent Systems" (BI<sup>3</sup>S) und des Exzellenz-Clusters "Cognitive Interaction Technology" oder durch Angebote des "Zentrums für interdisziplinäre Forschung" (ZIF) wird gebietsübergreifendes Denken unseren Studierenden konsequent schon während des Studiums vermittelt.

## Arbeitsweise

Viele Probleme sind in der Natur bereits gelöst, lange bevor sie dem Mensch als solche bewusst werden. Problemlösungen dieser Art zu analysieren, zu abstrahieren und in technische Anwendungen umzusetzen, ist die Arbeitsweise in der Bionik. Daran arbeiten in der AG Biologische Kybernetik Biologen mit Informatikern und Ingenieuren eng zusammen. Wir beschäftigen uns vornehmlich mit der Bewegungs- und Handlungskontrolle von Tieren und Menschen. Die entdeckten verhaltens- und neurophysiologischen Prinzipien und Mechanismen werden zunächst als konzeptuelle Modelle in Computersimulationen abgebildet, um schließlich bei der Entwicklung autonomer Laufroboter angewandt zu werden. Autonomie von Maschinen bedeutet uns nicht nur adäquate Regelungsalgorithmen in Hardware zu implementieren. Vielmehr setzen wir künstliche neuronale Netze ein, um diese Maschinen auch mit lernfähigen, mentalen Modellen auszustatten, sodass sie selbständig situationsgerechte Verhaltensentscheidungen treffen können.

## Forschungsschwerpunkte

**Aktive Sensorik:** Die meisten Sinnesleistungen von Mensch und Tier sind durch aktive Bewegungen des Sinnesorgans geprägt. Die Blickrichtung der Augen, die Tastbewegung der Fingerspitzen oder der Fühler, wie auch die Ausrichtung der Ohrmuschel werden ständig an die gegenwärtige Situation angepasst. Dabei ändert die Bewegung nicht nur die Qualität des Sinneseindrucks, sie führt oft selbst zur Eigenstimulation der Sinnesorgane und erzeugt dadurch völlig neue Information. Diese Eigenstimulation bringt viele Vorteile mit sich, muss vom Tier jedoch von Fremdstimulation unterschieden werden, um die Auswirkung seiner eigenen Handlungen richtig einschätzen zu können. Am Beispiel des aktiven taktilen Sinnes – der Fühlerbewegung von Insekten - untersuchen wir in Bielefeld die Bedeutung von Such- und Abtaststrategien für die Nahorientierung beim Laufen, Greifen und Klettern. Dabei dient die Antenne der Stabheuschrecke als Vorbild für die Entwicklung neuartiger Tastsonden.



adapted from Dürr et al., (2001) J.Comp.Physiol.A

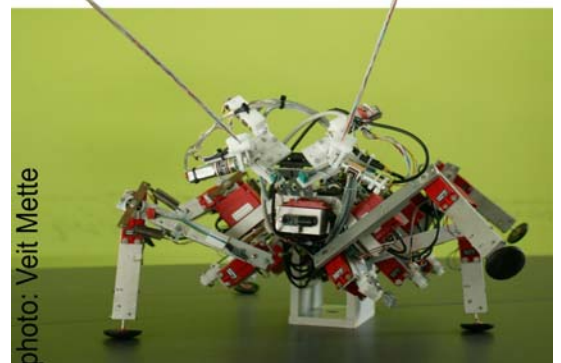
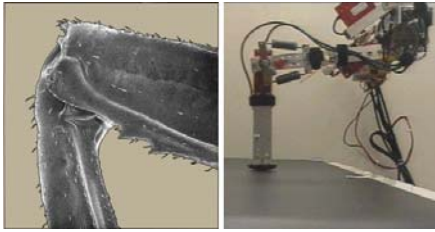


photo: Veit Mette

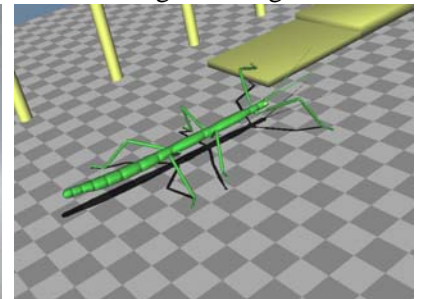
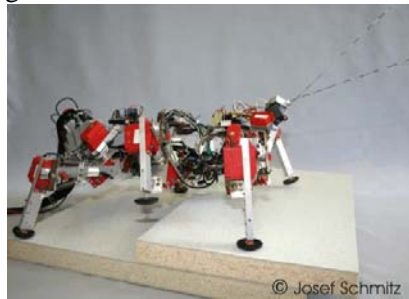
**Elastische Gelenke:** Eine herausragende Entwicklung im Bereich Aktuatorik haben die Muskeln der Tiere erfahren.



Zusammen mit elastischen Strukturen in den Gelenken, besitzt der Muskelantrieb eines Beines eine inhärente Nachgiebigkeit. Diese kann zudem, je nach Anforderung, situationsbedingt eingestellt werden. So werden unterschiedlich geschmeidige Bewegungsweisen möglich, die vom feinfühligem Polieren bis zum kräftigen Hämmern reichen. Die Untersuchungen der zugrunde liegenden Strukturen und Regelungseigenschaften sind Ausgangspunkt für die Umsetzung in technische Systeme.

**Mechanische Eigenschaften des Muskel-Skelett-Systems:** Die Gliedmaßen aller Tiere werden durch Muskeln bewegt, die sich in ihrem elementaren Aufbau nur wenig unterscheiden, gleichgültig ob sie einem Marienkäfer oder einem Elefanten gehören. Weit größere Unterschiede findet man im Skelett, besonders in den Gelenken. Anhand von biomechanischen Modellen von Insektenextremitäten untersuchen wir die Abstimmung aktiver und passiver Muskel-, Skelett- und Gelenkeigenschaften auf die zu erfüllende Funktion der Gliedmaße: etwa die Positioniergenauigkeit einer Antenne oder die Belastungskompensation eines Beines. Die Ergebnisse zielen auf ein integriertes Design von Segmenten, Aktuatoren, und Regelung für robuste, flexibel einsetzbare Manipulatoren.

**Kontroller-Architekturen:** Im Gegensatz zu derzeitigen technischen Lösungen setzt die Natur bei komplexen, adaptiven Prozessen nicht auf eine zentrale Kontrolleinheit, die alle Abläufe "im Blick" behält, sondern bevorzugt modulare Lösungen. Unsere Untersuchungen der räumlich-zeitlichen Koordination mehrerer Beine beim Laufen zeigen, dass ein adaptives, robustes Schrittfolgemuster durch den Informationsaustausch eigenständiger, lokaler Agenten - den Einzelbein-Steuerungen - erreicht werden kann. Auch bei der gleichzeitigen Regelung mehrerer Gelenke in einer geschlossenen kinematischen Kette hat ein dezentraler Ansatz Vorteile gegenüber einer globalen Berechnung. Dies führte zu modular aufgebauten Kontroller-Architekturen, die schon heute erfolgreich für bionische, adaptiv reagierende Roboter eingesetzt werden.



## **Kooperationen**

Die AG Biologische Kybernetik pflegt seit langem internationale Kontakte im Rahmen von Forschungs- und Kooperationsprojekten, u.a. mit den Universitäten Catania (Italien), Madrid (Spanien), TU München und TU Ilmenau (Deutschland). Anwendungsorientierte Kooperationen bestehen z.B. mit dem Fraunhofer Institut für Fabrikautomation (IFF Magdeburg) und der Fa. AnaFocus (Sevilla). Die AG Biologische Kybernetik bietet aufgrund ihrer Expertise auch die Durchführung externer Forschungs- und Entwicklungsaufträge an. Der organisatorische Rahmen hierfür ist durch das Profitcenter ISBionics innerhalb des Instituts für Innovationstransfer (IIT GmbH) gegeben.

## **Lehre, Aus- und Weiterbildung, Öffentlichkeitsarbeit**

Eine wesentliche Aufgabe ist die Ausbildung von Studierenden in den Fachgebieten 'Biologische Kybernetik', 'Künstliche Neuronale Netze' und 'Intelligente Verhaltensleistungen'. Die bionische Komponente wird in Projektstudien durch Implementierungsarbeiten am Laufroboter TARRY vertieft. Der Öffentlichkeit werden die Entwicklungen durch Ausstellungs- und Tagungsbesuche, sowie durch Film-, Fernseh- und Radiobeiträge zugänglich gemacht.

## **Kontakt**

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung

Prof. Dr. Josef Schmitz  
Biologische Kybernetik  
Fakultät für Biologie, Universität Bielefeld  
Postfach 10 01 31  
D-33501 Bielefeld  
Tel: 0521/106-5532 / -5529  
Fax: 0521/106 89010  
e-mail: josef.schmitz@uni-bielefeld.de

Prof. Dr. Volker Dürr  
Biologische Kybernetik  
Fakultät für Biologie, Universität Bielefeld  
Postfach 10 01 31  
D-33501 Bielefeld  
Tel: 0521/106-5528 / -5529  
Fax: 0521/106 89010  
e-mail: volker.duerr@uni-bielefeld.de