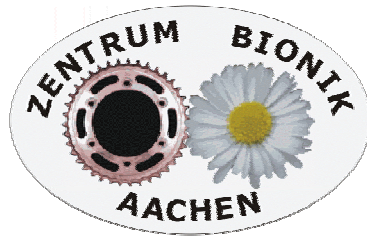


## Aachen

### Der Standort im Profil



Das *Zentrum Bionik Aachen* ist als interdisziplinäres Zentrum in das „Forum Life Sciences“ der RWTH-Aachen eingebunden. Seine Aufgabe ist es, die verschiedenen bionischen Forschungs- und Lehrkompetenzen der RWTH zu bündeln. Bionische Forschung findet an der RWTH Aachen mittlerweile in 6 Fakultäten und 20 Instituten statt und in Zusammenarbeit mit dem Helmholtz Institut für biomedizinische Technik, dem Deutschen Wollforschungsinstitut und dem Uni-Klinikum Aachen. In Kooperation mit dem

Forschungszentrum Jülich wurde zudem ein virtuelles Institut für Biohybridtechnologie (vIBHT) gegründet, das von der Helmholtz-Gesellschaft gefördert wird.

### Die „bionische Denkweise“ am Standort Aachen

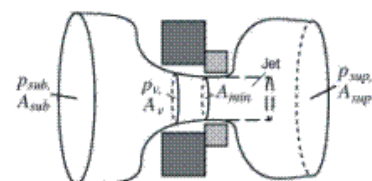
Die Natur liefert oft verblüffende Vorlagen für das technische Gestalten. Bei Problemlösungen kann sie dabei auf 3 Milliarden Jahre biologischer Evolution zurückgreifen. Diese extrem langen Optimierungszeiten haben oft zu erstaunlichen Leistungen geführt.

Relevante Phänomene in der Natur zu erkennen, sie zu beschreiben, zu abstrahieren und damit der technischen Umsetzung zugänglich zu machen ist klassischerweise Aufgabe der Bionik. Der Zugang kann dabei sowohl von biologischer Seite als auch von technischer Seite erfolgen. In Aachen wird unter Bionik allerdings nicht nur dieser klassische Ansatz verfolgt, sondern generell das Spannungsfeld zwischen Biologie und Technik verstanden. So bildet auch die Verschmelzung technischer Systeme mit biologischen Komponenten zu biohybriden Systemen einen Schwerpunkt in Forschung und Lehre an der RWTH. Dies dient einerseits zum besseren Verständnis der biologischen Systeme, andererseits aber auch zur Schaffung hybrider Systeme, die die hervorragenden Eigenschaften beider Welten vereinen.

Entscheidende Voraussetzung für die Vermittlung zwischen Biologie und Technik ist die interdisziplinäre Kommunikation. Bionik zu studieren oder an Bionik zu forschen heißt also zuerst, die Sprache der verschiedenen Disziplinen zu verstehen.

### Bionische Forschungs- und Entwicklungsprojekte an der RWTH

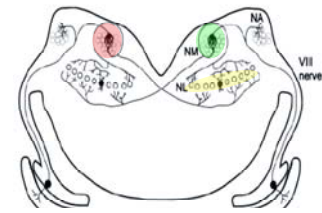
1. **Informations- und Neurobionik:** auf biologischen Prinzipien basierendes Schalllokalisationssystem auf mobilen Robotern (Kooperation zwischen dem Institut Biologie 2 und dem Institut Informatik V), das mit 2 Mikrofonen auskommt. Implementierung eines neuronalen Schaltkreises der Schalllokalisation als biohybriden Computerchip (Kooperation des Institutes Biologie 2, des Institutes für Werkstoffe der Elektrotechnik und dem Forschungszentrum Jülich im vIBHT).
2. **Bewegungsbionik:** Entwicklung von Bewegungssystemen (Hände, Arme) nach der Natur. Modellierung der menschlichen Stimmerzeugung (Lehrstuhl für Baustatik und Baudynamik und des Lehrstuhl für Phoniatrie und Pädaudiologie.).
3. **Strömungsbionik:** Optimierung einer Mikroblutpumpe nach biologischem Vorbild. Analyse der Turbulenzdämpfung am Eulenflügel. Experimentelle Strömungsuntersuchung zum Verständnis der Rauschentstehung im menschlichen Vokaltrakt an einem pulsierend durchströmten Modellkanal mit naturgetreuer Stimmklappenfunktion (Lehrstuhl für Strömungslehre und Aerodynamischen Instituts und des Lehrstuhl Phoniatrie und Pädaudiologie).
4. **Strukturbionik:** Entwicklung und Validierung eines Ganzkörpermodells des Stütz- und Bewegungsapparates des Rückens (Lehrstuhl für Baustatik und Baudynamik und Institut für Biomedizinische Technologien).
5. **Verfahrensbionik:** Einsatz des Lotuseffekts beim Bewachsen von Glasreaktoren. Einsatz von biologischen Funktionshohlräumen bei der Herstellung von Keramiken.
6. **Organisationsbionik:** Gestaltung von Unternehmensabläufen nach dem Vorbild der Natur (Lehrstuhl für Produktionssystematik und Institut Biologie 2).
7. **Evolution- und Optimierungsbionik:** Einsatz genetischer Algorithmen zur Optimierung in der Verfahrenstechnik und Kunststoffverarbeitung.



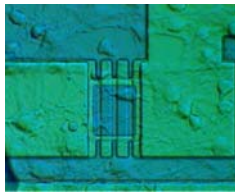
Modell der Strömung im menschlichen Kehlkopf

## Biohybride Schaltungen

Exemplarisch soll hier eines der Gemeinschaftsprojekte der RWTH (Institut für Biologie 2 und Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik) und des FS Jülich (Institute Schichten und Grenzflächen 2) aus dem Bereich Neurobionik näher dargestellt werden. Im Stammhirn der Vertebraten gibt es spezialisierte Neurone der Hörbahn, die als Koinzidenzdetektoren das Richtungshören ermöglichen. Schall, der nicht genau von frontal auf den Schädel trifft, kommt zuerst an einem Ohr und dann mit einer zeitlichen Verzögerung am anderen Ohr an. Verzögerungsbahnen der Neurone der beiden Hörkerne Nuclei magnocellularis (NM) konvergieren auf Detektorneurone im Stammhirn, Nuclei laminaris (NL). Durch viele verschiedene Kombinationen von Verzögerungsstrecken können alle natürlich auftretenden Laufzeitunterschiede und damit Schallquellen-Lokalisationen kodiert werden.

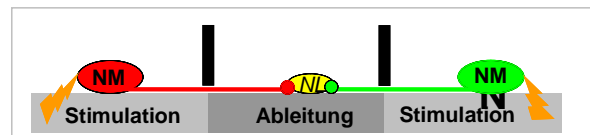


Der biologische Hörbahn-Schaltkreis im Huhn



Neuron auf Feld-Effekt-Transistor

Die Neurone des Nucleus magnocellularis und des Nucleus laminaris sollen auf Siliziumoxid Wafern ausgesät werden. Dabei sollen die Neurone des N. magnocellularis auf Iridiumoxid Elektroden und die Neurone des N. laminaris auf Feld-Effekt-Transistoren positioniert werden. Erstere sollen dann elektrisch gereizt werden, während letztere elektrisch abgeleitet werden. Wenn sich die explantierten Neurone *in vitro* wieder adäquat verschalten, kann dieser Schaltkreis im Detail studiert werden.



Aufbau des biohybriden Schaltkreises

## Öffentlichkeitsarbeit, Lehre, Aus- und Weiterbildung

Eine wesentliche Kompetenz des *Zentrum Bionik Aachen* liegt im Bereich Aus- und Weiterbildung. Als Lehrangebot im Hauptstudium für Biologen, Informatiker und Ingenieure wird eine zweisemestrige Ringvorlesung angeboten. Im Wintersemester wird in die beteiligten Fachgebiete eingeführt und eine gemeinsame begriffliche Grundlage geschaffen, um im Sommersemester ausgewählte Themenbereiche zu vertiefen. Ergänzt werden die Vorlesungen um ein wöchentliches bionisches Seminar und ein vierwöchiges bionisches Blockpraktikum. Die Ringvorlesungen werden von den RWTH Instituten Biologie 2, Allgemeine Mechanik, Technische Akustik, Werkstoffe der Elektrotechnik, Datenmanagement und Exploration, Informationssysteme und den FS Jülich Instituten Schichten und Grenzflächen 2 und Biologische Informationsverarbeitung getragen.

## Kontakt

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung:

**Dr. Harald Luksch**  
Geschäftsführer  
Zentrum Bionik  
Biologie 2  
RWTH Aachen  
Kopernikusstrasse 16  
52056 Aachen  
Tel.: 0241-8024832  
Fax: 0241-8022133  
E-Mail: [luksch@bio2.rwth-aachen.de](mailto:luksch@bio2.rwth-aachen.de)

**Dr. Marcus J. Wirth**  
Assistent d. Geschäftsführung  
Zentrum Bionik  
Biologie 2  
RWTH Aachen  
Kopernikusstrasse 16  
52056 Aachen  
Tel.: 0241-8024869  
Fax: 0241-8022133  
E-Mail: [wirth@bio2.rwth-aachen.de](mailto:wirth@bio2.rwth-aachen.de)