

BIONIK

in Baden-Württemberg *Biomimetics in Baden-Württemberg*



Theresia Bauer
Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kunst
des Landes Baden-Württemberg

Theresia Bauer
Minister of Science, Research and the Arts of
Baden-Württemberg

Bionik in Baden-Württemberg Nachhaltige Technikentwicklung nach dem Vorbild Natur

Um Wohlstand und Wohlergehen unserer Gesellschaft nachhaltig zu sichern, brauchen wir Innovationen. Innovationen, die nur Wissenschaft und Forschung hervorbringen können. Technologien der Zukunft müssen darauf gerichtet sein, Ressourcen zu schonen, statt sie zu verschwenden. Für solche nachhaltigen technischen Lösungen gibt es in der Natur lehrreiche und zahlreiche Vorbilder.

Die Aufgaben der Zukunft werden nur mit einer Innovationskultur zu leisten sein, die an Fächergrenzen nicht haltmacht, sondern aus allen erdenklichen Wissens- und Erfahrungsquellen schöpft. Die Bionik liefert bereits heute zahlreiche Beispiele dafür, wie Forschung an der Schnittstelle von Biologie und Ingenieurwissenschaften die Natur als Ideengeber nutzen kann.

Seit vielen Jahren fördert Baden-Württemberg das Kompetenznetz Biomimetik und setzt damit auf die Innovationskraft der Bionik. Die Zusammensetzung der Forschungsverbände, die Qualität der Forschungsarbeiten und die fruchtbaren Innovationsimpulse zeigen, wie breit und erfolgreich die Bionik-Forschung in Baden-Württemberg aufgestellt ist.

Wir freuen uns, dass dank der Landesförderung und des enormen Engagements der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Baden-Württemberg ein Netzwerk entstanden ist, das weit über die Landesgrenzen hinaus Strahlkraft besitzt und das als Vorbild für Initiativen an anderen Standorten dient.

— Theresia Bauer

Biomimetics in Baden-Württemberg Sustainable technology development inspired by nature

To secure prosperity and well-being for our society in a sustainable manner, we need innovations – innovations that can solely be generated by science and research. Future technologies need to aim at conserving resources instead of wasting them. In nature many instructive role models can be found for such sustainable technological solutions.

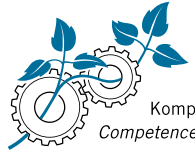
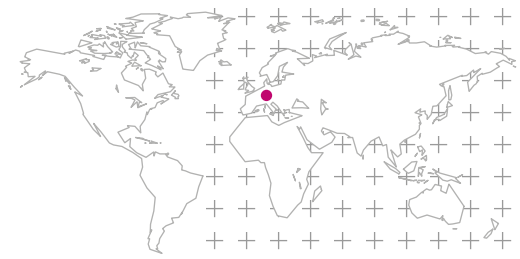
The challenges of the future must be addressed by a culture of innovation, going beyond traditional disciplinary boundaries and drawing upon all conceivable sources of knowledge and experience. Biomimetics already offers a variety of examples of how research at the interface of biology and engineering benefits from the treasure trove of nature.

For many years the Land Baden-Württemberg has funded the Competence Network Biomimetics and thus relies on the innovative strength of biomimetics. The composition of the research collaborations, the quality of the research projects and the productive innovation impulses show how widespread and how successful research in biomimetics is in Baden-Württemberg.

We are delighted, that thanks to the funding provided by the regional government and the immense commitment of the involved scientists a network has grown up in Baden-Württemberg, which is well known far beyond the state borders and serves as a model for initiatives at other locations.

— Theresia Bauer

Theresia Bauer



Kompetenznetz Biomimetik
Competence Network Biomimetics

► **Kontakt**

Dr. Olga Speck
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Kompetenznetz Biomimetik
Botanischer Garten, Fakultät für Biologie
Schänzlestraße 1
79104 Freiburg
E-Mail: mail@kompetenznetz-biomimetik.de
Tel: +49 (0) 7 61-203 28 03
Fax: +49 (0) 7 61-203 28 04
Web: www.kompetenznetz-biomimetik.de
www.bionik-bw.de

► **Contact person**

Dr. Olga Speck
University of Freiburg
Competence Network Biomimetics
Botanic Garden, Faculty of Biology
Schänzlestraße 1
79104 Freiburg
Germany
E-mail: mail@kompetenznetz-biomimetik.de
Phone: +49 (0) 7 61-203 2803
Fax: +49 (0) 7 61-203 2804
Web: www.kompetenznetz-biomimetik.de
www.bionik-bw.de

Kompetenznetz Biomimetik – Pflanzen und Tiere als Ideengeber für die Entwicklung neuer Materialien und Technologien

Das „Kompetenznetz Biomimetik“ ist ein interdisziplinär arbeitendes Netzwerk, dessen Akteure sich mit der systematischen Übertragung von Problemlösungen der Natur in technische Anwendungen (Bionik) befassen. Ziel ist es, zusammen mit Partnern aus Industrie und Wirtschaft gemeinsame Entwicklungen von innovativen Produkten und Technologien zu ermöglichen. Aufgrund der Interdisziplinarität der Akteure und der bestehenden FuE-Projekte ist ein Transfer der Forschungsergebnisse in technische Produkte entlang der gesamten Wertschöpfungskette gewährleistet.

Kernkompetenzen im Bereich Bionik

Forschung und Entwicklung

- Form-Struktur-Funktions-Zusammenhänge bei Pflanzen und Tieren sowie von Pflanze-Tier-Interaktionen
- Materialprüfung und technische Biologie
- Oberflächen und Grenzflächen
- Leichtbau und Materialien
- Optimierung
- Fluidodynamik
- Energie
- Faserbasierte Werkstoffe und Verbundmaterialien
- Architektur
- Übertragung in technische Anwendungen im Labor- und Technikumsmaßstab bis hin zur industriellen Fertigung

Dienstleistungen

- Beratung von Wissenschaftlern und Industriefirmen
- Projektmanagement
- Industrieseminare, Workshops und Kongresse
- Recherche mittels Bionik-Datenbank
- Öffentlichkeitsarbeit
- Lehre, Aus- und Weiterbildung

Competence Network Biomimetics – Plants and animals as concept generators for the development of new materials and technologies

The „Competence Network Biomimetics“ is an interdisciplinary working network, whose members are engaged in the systematic translation of problem solutions of nature into technical applications (biomimetics). The objective is to enable the joint development of innovative products and technologies together with partners from business and industry. Due to the interdisciplinarity of its active members and the current R&D projects, a transfer of research results into technical products along the whole value chain is guaranteed.

Core competences in the field of biomimetics

Research and Development

- Form-structure-function relationships in plants, in animals and in plant-animal-interactions
- Material testing and technical biology
- Surfaces and interfaces
- Lightweight construction and materials
- Optimisation
- Fluid dynamics
- Energy
- Fibre-based materials and composite materials
- Architecture
- Transfer into technical application on laboratory and pilot plant scale, and scaling up to industrial level

Services

- Consultancy for scientists and industry
- Project management
- Industry workshops, creative workshops, and conferences
- Research data-base on biomimetics
- Public relations
- Education, advanced training, and on-the-job training

Freiburg

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
University of Freiburg
Seite 6 *page 6*

Karlsruhe

Karlsruher Institut für Technologie
Karlsruhe Institute of Technology
Seite 10 *page 10*

Stuttgart

Universität Stuttgart
University of Stuttgart
Seite 14 *page 14*

Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart
State Museum of Natural History Stuttgart
Seite 16 *page 16*

Denkendorf

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik
Institute of Textile Technology and Process Engineering
Seite 8 *page 8*

Tübingen

Eberhard Karls Universität Tübingen
University of Tübingen
Seite 12 *page 12*

Das Land der Erfinder und Denker

Als eine besonders innovative und zukunftsfähige Wissenschaftsdisziplin gilt die Bionik (Biomimetik), die national wie international eine rasch wachsende Beachtung findet und in Baden-Württemberg mit exzellenten Institutionen vertreten ist. Bionik oder das „Lernen von der Natur“ steht für Wissens- und Technologietransfer von der biologischen Grundlagenforschung in innovative technische Produkte und Verfahren. Das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg investiert seit 2002 in diese Zukunftstechnologie durch die Förderung des „Kompetenznetzes Biomimetik“. Nicht zuletzt aus diesem Grund findet man im „Land der Erfinder und Denker“ bundesweit die größte Konzentration von Bionik-Kompetenzen. Netzwerkträger sind die Universitäten Freiburg, Tübingen und Stuttgart, das Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf, das Karlsruher Institut für Technologie und das Staatliche Museum für Naturkunde Stuttgart.

The land of inventors and thinkers

As a particularly innovative and future-suited scientific discipline, biomimetics (bionics) is winning rapidly growing attention both nationally and internationally. In Baden-Württemberg it is represented by some excellent institutions. Biomimetics or „Learning from nature“ involves transfer of knowledge and technology from basic biological research into innovative technical products and processes. Since 2002 the Ministry of Science, Research, and the Arts of the Federal State of Baden-Württemberg has invested in this future-oriented technology by funding the „Competence Network Biomimetics“. At least in part for this reason, here in the „The land of inventors and thinkers“, one finds the greatest concentration of biomimetics-competences in the whole country. The network supporters are the Universities of Freiburg, Tübingen, and Stuttgart, the Institute of Textile Technology and Process Engineering in Denkendorf, the Karlsruhe Institute of Technology, and the State Museum of Natural History Stuttgart.

gefördert durch
sponsored by



Freiburg



Forschungs- und Lehrgarten der Universität Freiburg, der auch als Schaufenster der Bionik dient.

Research and teaching garden of the University of Freiburg which as well serves as showcase window of biomimetics.



Der Botanische Garten Freiburg hat vier Schaugewächshäuser mit insgesamt 910 m² Fläche.

The Botanic Garden Freiburg has four display greenhouses with an area of altogether 910 m².



► Kontakt

Prof. Dr. Thomas Speck
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Plant Biomechanics Group
Botanischer Garten, Fakultät für Biologie
Schänzlestraße 1
79104 Freiburg

E-Mail: mail@kompetenznetz-biomimetik.de
Tel: +49 (0) 7 61–203 28 03
Fax: +49 (0) 7 61–203 28 04
Web: www.bionik-freiburg.de

► Contact person

Prof. Dr. Thomas Speck
University of Freiburg
Plant Biomechanics Group
Botanic Garden, Faculty of Biology
Schänzlestraße 1
79104 Freiburg
Germany

E-mail: mail@kompetenznetz-biomimetik.de
Phone: +49 (0) 7 61–203 28 03
Fax: +49 (0) 7 61–203 28 04
Web: www.bionik-freiburg.de

Bionik an der Universität Freiburg

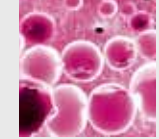
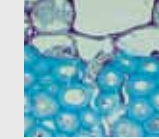
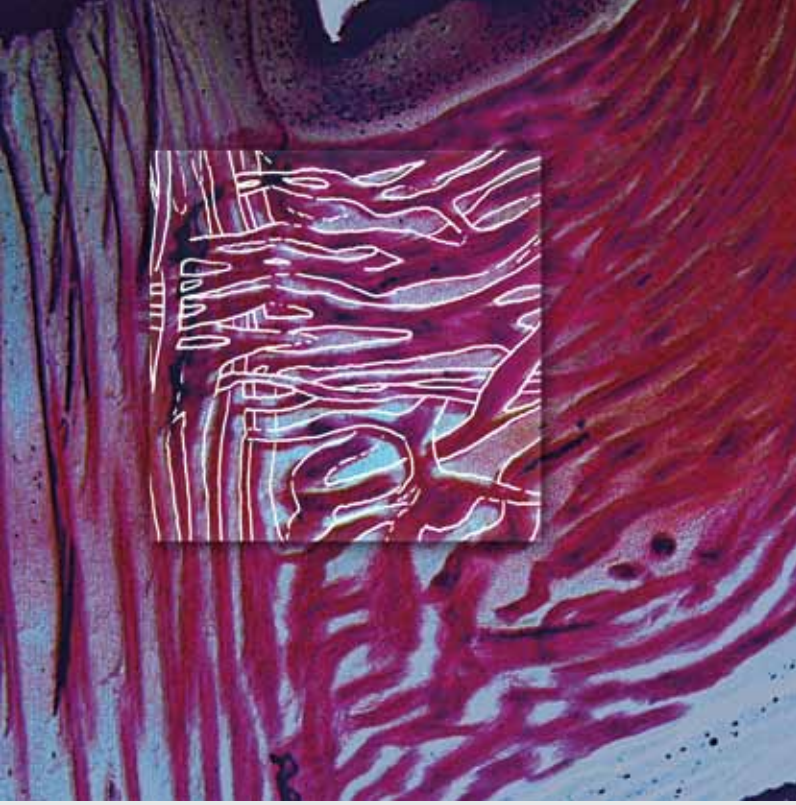
Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Plant Biomechanics Group Freiburg zeichnen sich durch die quantitative Analyse des Zusammenhangs von Form, Struktur und Funktion bei Pflanzen und die Übertragung der Prinzipien in technische Produkte aus. Dabei decken die Wissenschaftler mit ihren Kompetenzen die gesamte Wertschöpfungskette von der biologischen Grundlagenforschung bis zur Entwicklung von bionischen Prototypen ab.

Durch die Einbindung des Botanischen Gartens steht der Plant Biomechanics Group eine große Vielfalt von Pflanzen als nahezu unerschöpfliches Reservoir an biologischen Vorbildern für bionische Lösungen zur Verfügung. Im Fokus stehen Leichtbau- und Haftstrukturen sowie Gradientenmaterialien, Faserverbünde und Smart Materials mit Funktionen wie Selbstreparatur und Selbstadaptation.

Biomimetics at the University of Freiburg

In the Plant Biomechanics Group Freiburg the main focus of the research and development activities is the quantitative analysis of the relationship of form, structure and function in plants and the transfer of principles into innovative technical products. The scientists of the group cover with their competences the whole value chain from basic biological research to the development of biomimetic products on a bench-scale.

The Plant Biomechanics Group is integrated in the Botanic Garden Freiburg and thus has access to a large diversity of plants as an almost bottomless reservoir of biological models. The focus is on lightweight constructions and attachment structures as well as gradient materials, fibre-reinforced composites, and smart materials like self-repairing and self-adapting materials.



+ Reparaturzelle verschließt einen Riss im Festigungsgewebe eines Stängels der Pfeifenwinde.
Repair cell sealing a fissure in the strengthening tissue of a stalk of Dutchman's Pipe.

+ Bionischer Schaum mit selbstreparierenden Eigenschaften.
Biomimetic foam with self-repairing characteristics.

Der Faserbündelverlauf in den Verzweigungsstellen des Drachenbaums wird zur bionischen Optimierung von Knotenpunkten in verzweigten technischen Bauteilen genutzt.
The fibre bundle orientation in branch points of the dragon tree is used for the biomimetic optimisation of nodal sections in branched technical construction components.



+ Die Fruchtwand der Pomelo, einer Zitrusfrucht, besitzt eine hierarchisch aufgebaute zelluläre Schaumstruktur, wodurch die Frucht den Fall aus bis zu 15 m Höhe unbeschadet übersteht.
The fruit wall of the Pomelo, a citrus fruit, consists of a hierarchically organised cellular foam structure which allows the fruit to survive the fall of up to 15 m height undamaged.

Selbstreparatur ist kein Privileg der Natur

Pflanzen haben im Laufe ihrer Evolution die Fähigkeit zur Wundversiegelung und -heilung entwickelt. Durch Verletzungen oder Wachstumsprozesse entstehende Risse in den Pflanzengeweben werden schnell wieder geschlossen und anschließend repariert. Basierend auf biologischen Untersuchungen an Lianen wurde das Prinzip der schnellen Wundversiegelung auf technische Materialien übertragen. Die Entwicklung einer bionischen Beschichtung, die Verletzungen pneumatischer Strukturen schnell und effizient repariert, ist im Technikumsmaßstab bereits gelungen.

Verzweigungen in Natur und Technik

Verzweigte Landpflanzen mit optimierter Orientierung von Holz- und Faserbündeln sind Ideengeber für technische Bauteile mit hoch belasteten Knotenpunkten. Pflanzen können als Faserverbundmaterialien betrachtet werden, bei denen Faserverteilung, Faserverlauf und Fasereinbettung im Grundgewebe im Laufe der Evolution für verschiedenste Arten statischer und dynamischer Belastungen optimiert wurden.

Aufprall- und Durchschlagschutz nach dem Vorbild der Natur

Die Fruchtwände von Nüssen und Steinfrüchten, wie beispielsweise der Kokosnuss, sowie diverser Zitrusfrüchte sind von besonderem Interesse für die Entwicklung bio-inspirierter technischer Materialien mit hoher Aufpralldämpfung und Durchschlagresistenz. Hierbei nutzen die biologischen Vorbilder hierarchisch aufgebaute zelluläre Schaumstrukturen und Faserverbünde oder deren Kombination, um überschüssige Aufprallenergie möglichst rasch zu absorbieren. Neue bionische Materialien, die exzellente Aufpralldämpfung mit hohem Härtegrad und großer Zähigkeit kombinieren, können für den Transport von Gefahrgütern, als Schutzkleidung oder beim Aufprallschutz in Fahrzeugen eingesetzt werden.

Self-repair is not a privilege of nature

Plants have developed the ability to seal and heal wounds in the course of evolution. Fissures caused by injuries or growth processes in plant tissues are quickly sealed again and subsequently repaired. Based on biological analyses of vines, the principle of rapid wound sealing of plants was successfully transferred into technical materials. The development of a biomimetic coating, which repairs fissures of pneumatic structures fast and efficiently, has been successful on a pilot plane scale.

Branching in nature and technology

Branched terrestrial plants with optimised orientation of wood and fibre bundles serve as concept generators for branched technical construction components with high load bearing capacity at the nodal sections. Plants can be regarded as fibre-reinforced composite materials, for which fibre distribution, fibre orientation and fibre embedding in the ground tissue have been optimised in the course of evolution for the most diverse kinds of static and dynamic loads.

Impact and puncture protection according to the model of nature

Fruit walls of nuts and drupes, like for example coconuts, as well as of various citrus fruits are of special interest for the development of bio-inspired impact and puncture resistant technical materials. Here the biological role models use hierarchically organised cellular foam structures and fibre-reinforced composite materials, or their combination in order to absorb the excess collision energy as quickly as possible. Biomimetic materials which combine excellent impact damping and shock absorbance with a high degree of hardness and high toughness can be used for the transport of dangerous goods, as protective wear, or as crash protection in vehicles.

Denkendorf



Luftaufnahme des Instituts für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf.

Aerial photo of the Institute of Textile Technology and Process Engineering Denkendorf.



► Kontakt

Dr.-Ing. Thomas Stegmaier
Institut für Textil- und
Verfahrenstechnik (ITV) Denkendorf
Körschtalstraße 26
73770 Denkendorf

E-Mail: thomas.stegmaier@itv-denkendorf.de
Tel: +49 (0) 7 11 93 40–219
Fax: +49 (0) 7 11 93 40–297
Web: www.itv-denkendorf.de

► Contact person

*Dr.-Ing. Thomas Stegmaier
ITV Institute of Textile Technology
and Process Engineering Denkendorf
(ITV Denkendorf)
Körschtalstraße 26
73770 Denkendorf
Germany*

*E-Mail: thomas.stegmaier@itv-denkendorf.de
Phone: +49 (0) 7 11 93 40–219
Fax: +49 (0) 7 11 93 40–297
Web: www.itv-denkendorf.de*

STANDORT LOCATION

Bionik am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf

Die Forschungsteams am ITV Denkendorf arbeiten an der Umsetzung bionischer Ideen in innovative Produkte durch die Herstellung und Verarbeitung faserbasierter Werkstoffe, häufig auch in Kombination mit anderen Materialien. Dabei bieten Technologien entlang der textilen Produktionskette besonderes Potenzial für bionische Entwicklungen. Ausgehend von der Polymersynthese, dem Spinnen von (Spezial-) Fasern über die unterschiedlichen textilen Flächenbildungsverfahren sowie Oberflächenmodifikation mit Nanotechnologie bis hin zur Herstellung von Composites durch Beschichten, Laminieren, Schäumen oder Harzinjektion steht eine breite Palette unterschiedlicher Fertigungstechnologien zur Verfügung, um die Lösungen aus der Natur in marktgerechte, innovative Produkte und Verfahren zu übertragen.

PORTRAIT PORTRAIT

Biomimetics at the Institute of Textile Technology and Process Engineering Denkendorf

The biomimetics research teams at ITV Denkendorf work on the realisation of biomimetic ideas into innovative products through the production and processing of fibre-based materials, often in combination with other materials. Technologies along the textile production chain offer great potential for biomimetic innovations. Starting from polymer synthesis, the spinning of specialised fibres, the versatile textile formation technologies as well as surface modification with nanotechnology to the production of composites through coating, laminating, foaming or resin injection a large palette of manufacturing technologies is available to transfer ideas from nature into market-driven innovative products and processes.



+ Eine effektive Lösung zur Trinkwassergewinnung: Nebelabscheider mit textiler, wabenbasierter Struktur nach dem Vorbild des Wüstenkäfers.

An effective solution for extraction of drinking water from the air: mist collectors with textile, honeycomb structure based on the role model of the darkling beetle.

+ Entwicklung selbstreinigender, textiler Oberflächen durch die Übertragung des Lotus-Effekts auf Textilien.

Development of self-cleaning textile surfaces behaviour by the transfer of the Lotus-Effect on textiles.



+ Pultrusionsanlage zur Produktion biologisch inspirierter Faserverbundmaterialien, wie dem „Technischen Pflanzenhalm“.

Pultrusion plant for the production of bio-inspired fibrous composite materials, like the “Technical Plant Stem”.



+ Bionische Faserverbundmaterialien wie der „Technische Pflanzenhalm“ besitzen eine strukturoptimierte Kombination aus Stabilität und Leichtbau.

Biomimetic fibrous composite materials, like the “Technical Plant Stem”, show a structurally optimised combination of stability and lightweight.

Selbstreinigende Textilien

Die Lotus-Pflanze und einige andere Pflanzen und Insekten besitzen die faszinierende Eigenschaft der Selbstreinigung: nach einem Regenschauer sind ihre Oberflächen makellos sauber. Das aus der Natur erkannte Wirkprinzip konnte am ITV durch hydrophobe Mikro- und Nanostrukturen auf die Oberfläche von Textilien übertragen werden. Zur Bestätigung des „unsichtbaren“ Nutzens steht ein eigens entwickeltes Prüfzeichen zur Verfügung, das insbesondere bei Outdoor-Materialien eingesetzt wird.

Trinkwassergewinnung aus Nebel und Tau – die Natur macht es vor

Die Bereitstellung von Trinkwasser ist eine der großen Herausforderungen der Menschheit für die Zukunft. In der Natur gibt es verschiedene pflanzliche und tierische Vorbilder für die Wasserabscheidung aus der Luft. Dazu konnten die Forscher ein drei-dimensionales Abstandstextil entwickeln, das in äußerst effektiver Weise Wasser aus Nebel abscheidet.

Technischer Pflanzenhalm: leicht und stabil

Gräser und Schachtelhalme sind trotz ihrer hohlen Stängel und dünnen Halmwände erstaunlich stabil. Aus mechanischer Sicht sind sie Leichtbaukonstruktionen. Inspiriert durch dieses Vorbild der Natur entwickelte das ITV Denkendorf zusammen mit Biologen aus Freiburg den „Technischen Pflanzenhalm“, ein strukturoptimiertes Faserverbundmaterial, das sich durch eine Kombination aus Stabilität und Leichtbau auszeichnet. Es ist für den Einsatz in der Luft- und Raumfahrttechnik aber auch in der Fahrzeugtechnik, bei Sportgeräten und in der Architektur geeignet.

Solarthermische Gebäudesysteme: dem Eisbär ins Fell geschaut

Auf der Basis der solarthermischen Funktionen des Eisbärfells wurde ein Gesamtkonzept für energetisch autarke Bauweisen mit textilen Werkstoffen entwickelt. Ein Mehrlagenaufbau wurde dazu in die freitragenden Wandflächen eines Membranbaus, der am ITV Denkendorf als Demonstrator aufgebaut ist, integriert. Die Wärme wird in einem Energiesystem chemisch/physikalisch saisonal gespeichert.

Self-cleaning textiles

The lotus plant and some other plants and insects have the fascinating property of self-cleaning: after a rain shower their surfaces are completely clean. At ITV the principle inspired by nature was transferred to textiles by hydrophobic superimposed micro- and nano-structures. For the evaluation of the “invisible” benefit, a newly developed test seal is available, which is particularly applied for outdoor materials.

Drinking water abstraction from mist and dew – nature demonstrates it

The provision of drinking water is one of the great challenges of mankind in the future. In nature different herbal and animal examples are found for the water separation from air. According to this the researchers could derive a three-dimensional spacer fabric which effectively extracts water from dew.

The Technical Plant Stem: lightweight and stable

Grasses and horsetails despite their hollow stems and thin stem walls are astonishingly stable. From the mechanical point of view, they are lightweight constructions. Inspired by these biological role models, the ITV Denkendorf in cooperation with biologists from Freiburg developed the “Technical Plant Stem”, a biomimetic fibrous composite material which is characterised by a combination of high stability and lightweight. It is suitable for the use in aerospace as well as in automotive engineering, sports equipment, and architecture.

Solar thermal building systems: looking at the polar bear's fur

On the basis of the solar thermal functions of the polar bear a concept for an energetically self-sustaining construction method with textile materials was developed. A multilayer assembly was integrated into the self-supporting wall areas of a membrane construction, which is built as a model at ITV Denkendorf. The thermal energy is chemically/physically accumulated seasonally in an energy system.

Karlsruhe



Permanente Anhaftung bei Kletterpflanzen: Haftstruktur des Wilden Weins mit neun Haftscheiben auf Mauerputz.

Permanent attachment in climbing plants: attachment structure of Boston Ivy with nine attachment pads on plaster.

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der Unterseite einer Haftscheibe des Wilden Weins.

Scanning electron micrograph of the bottom of an adhesive pad of Boston Ivy.



► Kontakt

Prof. Dr. Oliver Kraft
KIT, Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Angewandte Materialien -
Werkstoff- und Biomechanik (IAM-WBM)
Hermann-von-Helmholtz Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

E-Mail: oliver.kraft@kit.edu
Tel: +49 (0) 721 608 – 248 15
Fax: +49 (0) 721 608 – 258 59
Web: www.iam.kit.edu/wbm
www.mattheck.de

► Contact person

Prof. Dr. Oliver Kraft
KIT, Karlsruhe Institute of Technology
Institute for Applied Materials (IAM-WBM)
Hermann-von-Helmholtz Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Germany

E-mail: oliver.kraft@kit.edu
Phone: +49 (0) 721 608 – 248 15
Fax: +49 (0) 721 608 – 258 59
Web: www.iam.kit.edu/wbm
www.mattheck.de

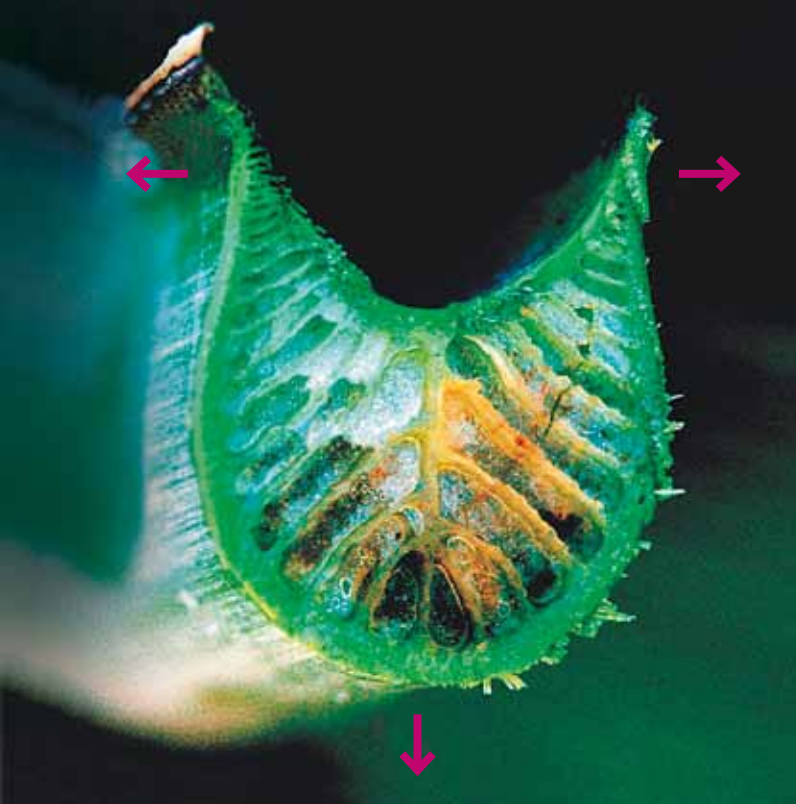
Bionik am KIT, Institut für Angewandte Materialien – Werkstoff- und Biomechanik (IAM-WBM)

Am Institut für Angewandte Materialien werden Materialien und Strukturen im Hinblick auf Zuverlässigkeit und Sicherheit erforscht. Die Kernkompetenzen des Instituts sind mechanische Prüfungen bei Längenskalen bis in den Nanobereich, Schädigungsanalysen, Lebensdauervorhersagen sowie Modellierung und Simulation von Werkstoffen und Komponenten und theoretische Beschreibung von Bauteilversagen. Die Auswertung von Schädigungsanalysen ist die Grundlage für die Optimierung von Materialien, Bauteilen und Systemen. Die Analyse pflanzlicher Haftsysteme führt zu neuen Erkenntnissen für den Aufbau von Verbundwerkstoffen. Zur Optimierung technischer Konstruktionen werden Designregeln biologischer Strukturen erforscht und in die Technik überführt.

Biomimetics at KIT, Institute for Applied Materials

At the Institute for Applied Materials, materials and structures are investigated with respect to reliability and safety. The central competences of the institute are mechanical testing on variable length scales down to the nano regime, damage analyses, lifetime predictions as well as modelling and simulation of materials and components and the theoretical description of component failure. The evaluation of these failure analyses is the basis of optimisation methods for materials, components, and systems.

Analysis of plant attachment systems leads to new knowledge on the structure of composite materials. To optimise technical constructions, design rules of biological structures are explored and transferred to technology.

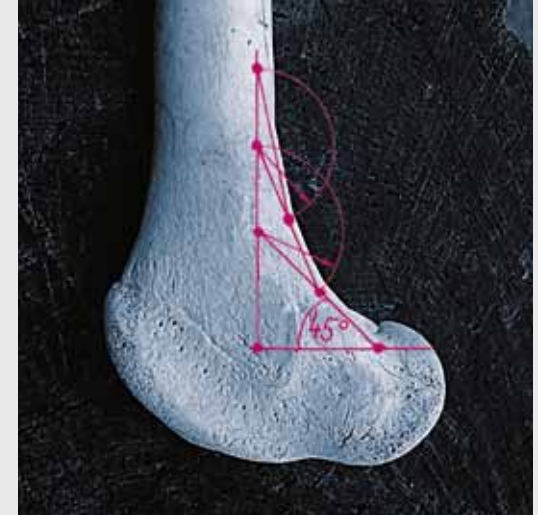


Formoptimierung nach der Natur:
Lehrmeister Baum.

Shape optimization according to nature – the tree as a teacher.

Der Querschnitt eines Bananenblattstiels will sich unter Biegelast verformen, wie die roten Pfeile zeigen. Der untere Bogen knickt nicht aus, da er durch sich teils verzweigende seilartige Strukturen nach innen gezogen wird.

The cross section of a banana leaf stalk tries to distort under a bending load, as shown by the red arrows. The lower arch does not buckle out, as it is drawn inwards through itself by partially branched rope-like structures.



Universalformen der Natur: auch der Säugetierknochen kann durch die Kontur der Zugdreiecke beschrieben werden.

Universal shapes of nature: even mammalian bones can be described by the contour of tension triangles.

Formoptimierung

Biologische Strukturen sind hervorragend an ihre mechanischen Belastungen angepasst. Die Erforschung biologischer Designregeln ermöglicht eine Formoptimierung technischer Bauteile analog dem lastadaptiven Wachstum biologischer Kraftträger. Entsprechend dem Axiom konstanter Spannung wird eine gleichmäßige Spannungsverteilung erreicht, wodurch Bauteile belastbarer werden und ihre Lebensdauer erhöht wird. Eine enorme Vereinfachung der Bauteilkonstruktion ist die graphische „Methode der Zugdreiecke“. Die Kontur der Zugdreiecke, ursprünglich als computerfreies Denkwerkzeug gedacht, erweist sich zunehmend als weitreichende Universalform der Natur, als dauerhafte Kerbausformung, ja sogar als Anleitung zum richtigen Baumschnitt.

Leichtbau

In der Natur wird Leichtbau durch effizienten Einsatz von Rohstoffen bedingt. Durch Abbau von minderbelastetem Material wie beim Knochen entstehen Hohlstrukturen. Analog hierzu erfolgt die Optimierung technischer Bauteile durch Entfernung nicht benötigter Bereiche. Die Methode der Kraftkegel grenzt hochbelastete Bereiche von Faulpelz-Strukturen ab und schafft Leichtbaustrukturen als weiteres Denkwerkzeug ohne Computer!

Pflanzliche Haftsyste

Pflanzliche Haftorgane können dauerhafte Verbindungen mit unterschiedlichsten Materialien eingehen. Spezielle Formanpassungen und biochemischen Komponenten stellen Lösungen für viele mechanische Probleme bereit, wie z. B. dauerhafte Befestigung an unterschiedlichen Untergründen, Verbindungen von steifen und biegsamen Materialien oder graduelle Übergänge von mechanischen und chemischen Eigenschaften in einer Baueinheit.

Shape optimization

Biological structures are highly adapted to their mechanical loads. Exploring the design rules of biological structures enables shape optimisation of engineering components in analogy to the load-adaptive growth of biological load carriers. According to the “Axiom of Uniform Stress”, a homogeneous stress distribution in engineering components is achieved to increase their mechanical load capacity and extend their durability. A formidable simplification in the design process is the graphical “Method of Tension Triangles”. The contour of the Tension Triangles, originally a computer-free design tool, increasingly proves to be an extensive universal shape in nature for a durable notch design and even a guidance for a proper tree-cut.

Lightweight construction

In nature lightweight construction is determined by efficient utilisation of raw materials. As less loaded material is removed, hollow structures result, as in case of bones. Analogously, engineering components are optimised by the removal of not required areas. The Method of Force Cones separates highly loaded areas from lazy areas and it creates lightweight structures as a thinking tool without use of computer.

Plant attachment systems

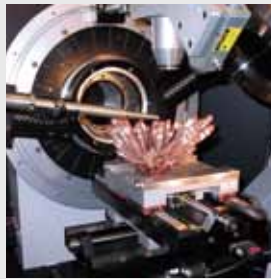
Plant attachment organs may form permanent connections with diverse materials. Special shape adaptations and biochemical components represent solutions for many mechanical problems, such as e.g. long-term attachment to different substrates, connections of stiff and flexible materials or gradual transitions of mechanical and chemical properties in technical construction components.

Tübingen



Die Neue Aula der Universität Tübingen.

The Neue Aula of the University of Tübingen.



Die Universität Tübingen ist besonders gut für die Analyse von Materialstrukturen ausgerüstet: hier ein mikrofokussierendes Röntgendiffraktionssystem mit Flächendetektor.

The University of Tübingen is particularly well equipped to analyse material structures: here a microfocussing XRD-GADDS.



Eine Computertomographieaufnahme zeigt die makroskopische Struktur des Seeigelstachels.

Computer tomographic image revealing the macroscopic structure of the sea urchin spine.

Eberhard-Karls
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



► Kontakt

Prof. Dr. Oliver Betz
Abteilung für Evolutionsbiologie
der Invertebraten
Institut für Evolution und Ökologie
Eberhard-Karls-Universität Tübingen
Auf der Morgenstelle 28 E
72076 Tübingen

E-Mail: oliver.betz@uni-tuebingen.de
Tel: +49 (0) 70 71-2 97 29 95
Fax: +49 (0) 70 71-29 46 34
Web: www.bionik-tuebingen.de

► Contact person

*Prof. Dr. Oliver Betz
Department for Evolutionary Biology
of Invertebrates
Institute for Evolution and Ecology
University of Tübingen
Auf der Morgenstelle 28 E
72076 Tübingen
Germany*

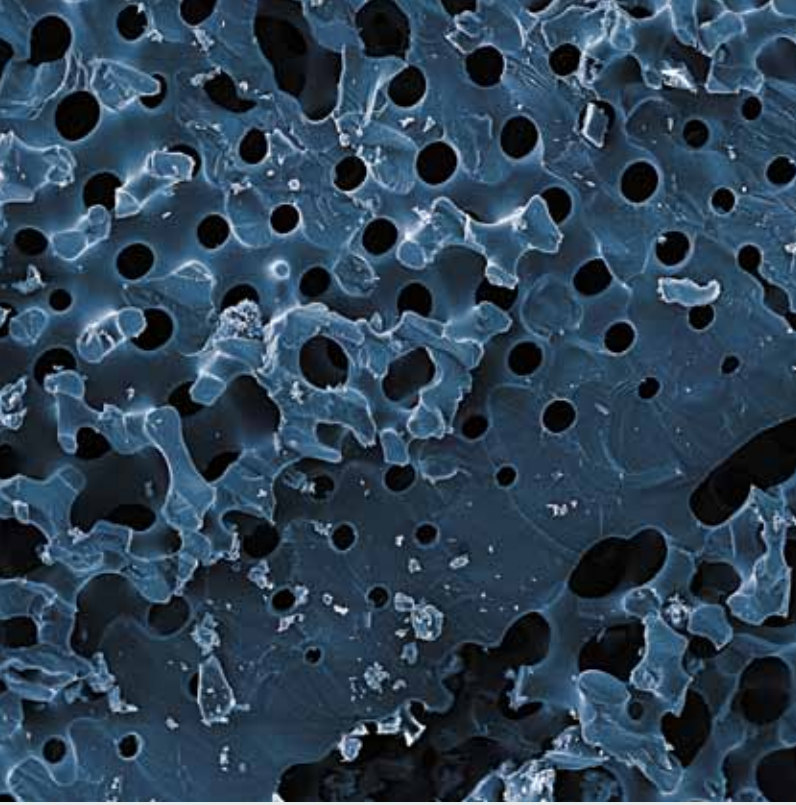
*E-mail: oliver.betz@uni-tuebingen.de
Phone: +49 (0) 70 71-2 97 29 95
Fax: +49 (0) 70 71-29 46 34
Web: www.bionik-tuebingen.de*

Bionik an der Universität Tübingen

An der Universität Tübingen werden bionische Fragestellungen an Instituten der Biologie, Chemie, Geowissenschaften und Medizin verfolgt. Hierbei steht die Grundlagenforschung im Vordergrund, wobei der Frage nachgegangen wird, welche funktionellen Eigenschaften aus bestimmten morphologischen Strukturen oder Biomaterialien resultieren und wie diese in technische Systeme übertragen werden können. Schwerpunkte der Forschung liegen in den Bereichen Werkstoffentwicklung, Fluidverhalten sowie Grenz- und Oberflächen. Hierbei interessieren uns derzeit insbesondere die Entwicklung neuer Verbundmaterialien sowie die Analyse biologischer Klebsysteme. Als biologische Vorbilder dienen dabei vor allem marine Wirbellose und Insekten.

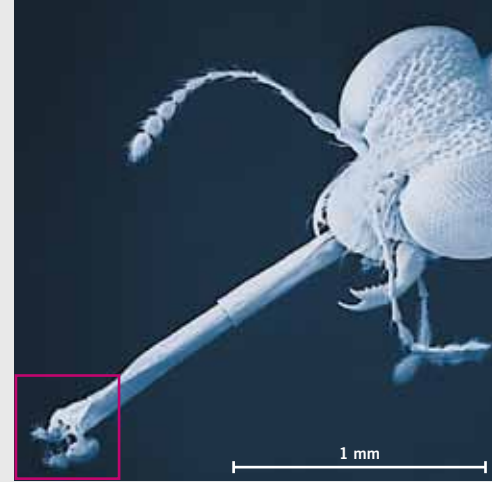
Biomimetics at the University of Tübingen

Biomimetic research at the University of Tübingen is conducted at institutes for biology, chemistry, geosciences, and medicine. Our focus lays on basic research with the main aim to evaluate how functional properties result from morphological structures or biomaterials and how these properties can potentially be transferred to biomimetic technical systems and applications. A number of characterisation techniques are used to investigate matter, structure and properties. The main fields of research are material development, fluid dynamics as well as surfaces and interfaces. Current projects include the development of new composite materials and the analyses of biological adhesion systems. The biological model systems consist mainly of marine invertebrates and insects.

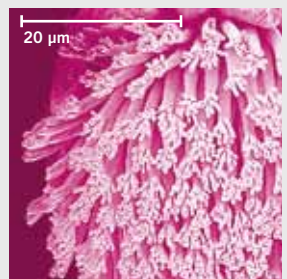
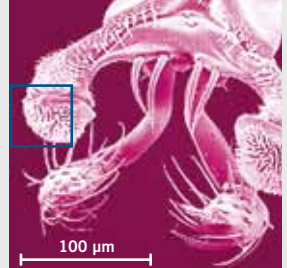


+

Porenordnung und Strukturierung lenken Risse ab und sorgen in diesem Seeigelstachel für Sollbruchstellen.
Pore ordering and structuring cause crack deflection and act as predetermined breaking points in this sea urchin spine.



Käfer der Gattung Stenus mit vorgestreckter Klebzunge.
Beetle of the genus Stenus with protruded sticky tongue.



Klebpolster mit Hafthaaren an der Spitze der Klebzunge eines Käfers der Gattung Stenus.
Adhesive pads with adhesive outgrowths on the sticky tongue of a beetle of the genus Stenus.

Die Stacheln des Griffelseeigels – Vorbild für fluidtransparente Einschlagschutzsysteme

Seeigelstacheln dienen zum Schutz und die großen Stacheln zum Verkeilen in der Brandungszone des Riffs. Sie sind porös, daher besonders leicht und offen für den Austausch von Fluiden. Zudem besitzen sie ein außergewöhnliches Bruchverhalten unter Druck- und Einschlagbelastung: einzelne Ebenen des Materials stürzen nacheinander ein, was viel Energie über lange Wege verbraucht. Dieser Knautschzoneneneffekt wird durch strukturelle Konstruktionsmerkmale während des gesamten Vorgangs verstärkt. Biomimetische Keramiken auf der Basis von Al₂O₃ und ZrO₂ simulieren dieses Verhalten und sind Prototypen für neuartige Schutzkonstruktionen von Helmen oder Schnitt- und Stichschutzsystemen.

Komplexe Adhäsionsmechanismen wirbelloser Organismen als Vorbild für biologisch inspirierte Haftsysteme

Haftsysteme werden von Meerestieren zur permanenten Festhaftung beziehungsweise von Insekten zur reversiblen Adhäsion beim Laufen eingesetzt. Derartige natürliche Haftsysteme werden sowohl strukturell als auch chemisch charakterisiert, um das synergistische Zusammenwirken der beteiligten mechanischen Elemente einerseits und der chemischen Hauptkomponenten der beteiligten Haftsekrete andererseits zu verstehen. Hieraus sollen Funktionsmodelle mikrostrukturierter und flüssigkeitsvermittelter Adhäsionsorgane entwickelt werden, die als Ideengeber für biologisch inspirierte technische Haftsysteme bis hin zu biofunktionalen Klebstoffen dienen können.

The spines of the pencil sea urchin – Model for fluid transparent impact resistance systems

Sea urchin spines are used for protection and to wedge the animal into the reef in the surf zone. Echinoid skeletons and spines are porous and thus particularly light weight and open for the exchange of fluids. In addition, they show an extraordinary fracturing behaviour in compression and impact loading: a sequential or cascading breakdown of tiers of porous material, which thereby consumes large amounts of energy over a long path. This crumple zone effect is enhanced and kept on a high stress level by special structural construction features. Biomimetic ceramics based on Al₂O₃ and ZrO₂ simulate this behaviour and become prototypes for new protective constructions for helmets or cut and sting protection systems.

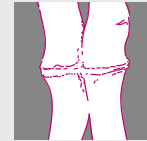
Complex adhesion mechanisms of invertebrates as examples for bio-inspired adhesive systems

Adhesion systems are used by marine invertebrates to permanently fixate skeletons to the substrates. Reversible adhesion is also employed by insects to facilitate the walking process. Such natural adhesive systems are structurally as well as chemically analysed in order to understand the synergetic interactions between mechanical elements on the one hand and chemical components on the other. As a result, models will be developed to explain the function of the microstructure and the fluid influenced adhesion organs. These will serve to develop a wide range of bio-inspired technical products including adhesions systems and bio-functional glues.

Stuttgart



Baubotanische Vogelbeobachtungsstation
"Baubotanical" Birdwatching station



Querschnitt und Ansicht einer einjährigen Verwachsung von Ästen einer Platane in einem baubotanischen Bauwerk.

Cross-section and overview of an annual fusing of branches of the sycamore tree in a "baubotanical" building.



Universität Stuttgart

► Kontakt

Prof. Dr. Jan Knippers
Fakultät 1 – Architektur und Stadtplanung
Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen
Universität Stuttgart
Keplerstr. 11
70174 Stuttgart

E-Mail: j.knippers@itke.uni-stuttgart.de
Tel: +49 (0) 7 11-68 58 32 80
Fax: +49 (0) 7 11-68 58 27 56
Web: www.itke.uni-stuttgart.de
www.uni-stuttgart.de/igma
<http://icd.uni-stuttgart.de>

► Contact person

*Prof. Dr. Jan Knippers
Faculty 1 – Architecture and Urban Planning
Institute of Building Structures and Structural Design
University of Stuttgart
Keplerstr. 11
70174 Stuttgart
Germany*

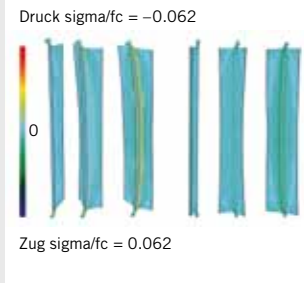
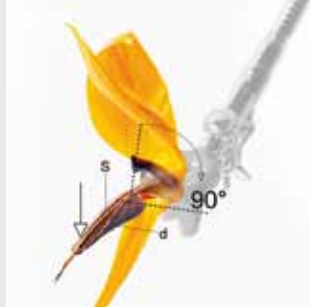
*E-mail: j.knippers@itke.uni-stuttgart.de
Phone: +49 (0) 7 11-68 58 32 80
Fax: +49 (0) 7 11-68 58 27 56
Web: www.itke.uni-stuttgart.de
www.uni-stuttgart.de/igma
<http://icd.uni-stuttgart.de>*

Bionik an der Universität Stuttgart

Die interdisziplinäre Ausrichtung der Bionik führt zu neuen Ansätzen für die Gestaltung unserer Lebensräume. Aus der Zusammenarbeit von Architekten, Ingenieuren und Naturwissenschaftlern entstehen innovative Ideen für energieeffiziente Gebäudekonzepte und Fassaden, für neue Materialien und Leichtbau, für Entwurfs- und Optimierungsverfahren und nicht zuletzt für Gestaltung und Design. An der Fakultät für Architektur und Stadtplanung der Universität Stuttgart bearbeitet ein Team aus drei verschiedenen Instituten Projekte aus den Bereichen wandelbarer Leichtbau auf Grundlage natürlicher Prinzipien, Bauen mit lebenden Pflanzen sowie ontogenetische und evolutionäre Prozesse in der Entwurfstheorie.

Biomimetics at the University of Stuttgart

The interdisciplinary orientation of biomimetics leads to new approaches for the arrangement of our habitats. From the cooperation of architects, engineers and natural scientists innovative ideas arise – for energy efficient building concepts and facades, for new materials and lightweight construction, for design and optimisation procedures and last but not least for design. At the Faculty for Architecture and Urban Planning, University of Stuttgart a team coming from three different institutes is working on projects in the fields of deployable lightweight construction based on natural principles, building with living plants as well as ontogenetic and evolutionary processes in design theory.



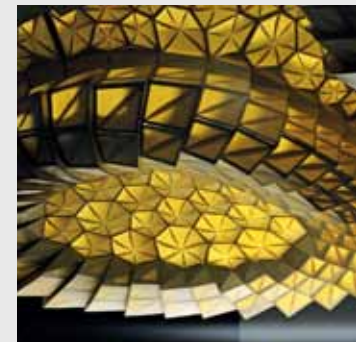
Konzept einer Fassadenverschattung auf der Grundlage der elastischen Kinematik der Blüte der Paradiesvogelblume.

Concept of a facade shading based on the elastic kinetics of the bird of paradise flower.



ICD/ITKE Forschungspavillon 2012, Stuttgart: Robotisch gefertigte Leichtbaustruktur auf der Grundlage des Plattenskeletts des Sanddollars.

ICD/ITKE Research Pavilion 2012, Stuttgart: Robotically fabricated lightweight structure based on the plate skeleton of the Sand Dollar.



HygroScope, Centre Pompidou, Paris: Klimaadaptive, hygroskopisch aktivierte Flächenstruktur nach dem Prinzip der Fichtenzapfen

HygroScope, Centre Pompidou, Paris: climate-adaptive, hygroscopically actuated surface structure based on the principle of spruce cones.

Wandelbare Verschattungssysteme

Am Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (itke) hat sich die Auseinandersetzung mit der Bionik aus dem langjährigen Forschungsschwerpunkt „Bauen mit faserverstärkten Kunststoffen und Textilien“ entwickelt. Mit Methoden der Bionik werden am itke derzeit wandelbare Leichtbaustrukturen, adaptive Verschattungssysteme, Bioverbundmaterialien und konstruktive Aspekte der Baubotanik untersucht. In einem aktuellen Projekt werden Wandelbare Verschattungssysteme entwickelt, deren Kinematik aus elastischen Pflanzenbewegungen abgeleitet wird.

Baubotanik – Lebende Tragstrukturen

Die Forschungsgruppe Baubotanik – Lebendarchitektur am Institut Grundlagen Moderner Architektur und Entwerfen (igma) beschäftigt sich mit der Frage, wie lebende Holzpflanzen unmittelbar für konstruktive und ästhetische Zwecke in der Architektur nutzbar gemacht werden können. Dabei wird untersucht, wie lebende Tragstrukturen aus Pflanzen gebildet werden können und inwieweit es möglich ist, Selbstoptimierungsprozesse pflanzlichen Wachstums technisch nutzbar zu machen. Gleichzeitig wird die Gestalt eines Bauwerks nicht mehr nur vom Planer bestimmt, sondern ist dynamischen Wachstumsprozessen unterworfen.

Evolutionäre Entwurfsmethoden

Ein Forschungsgebiet des Instituts für Computational Design (ICD) ist die sich aus dem Transfer biologischer Prinzipien ableitende Entwicklung computerbasierter Entwurfsmethoden, die auf ontogenetischen und evolutionären Prozessen beruhen. Vertiefende Forschungsprojekte untersuchen die Anwendung dieser Verfahren in der Entwicklung performativer Materialsysteme für die Architektur, die sich durch einen funktional-integrativen Charakter, hohe Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit auszeichnen.

Deployable shading systems

Biomimetics at the Institute of Building Structures and Structural Design, University of Stuttgart (itke), evolved out of several years of experience in the development of fibre reinforced and textile structures. Here nature is used as a great source of inspiration for the development of elastic fibrous structures, adaptive textile shading systems, bio-composites and structural aspects of “Baubotanik”. In a current research project deployable shading systems are being developed. The kinetics of these structures is based on elastic plant movements.

Baubotanik – living load bearing structures

The main focus of the Research Group “Baubotanik” at the Institute for Architectural Theory and Design (igma) is to employ living woody plants for constructional and aesthetic demands in architecture. Investigations deal with the question how living load bearing structures could be constructed and to what extent self-optimisation processes of plant growth could be utilised for technical purposes. Another interesting aspect of this project is that the shape of a “baubotanical” building depends on dynamic growth processes and is no longer under the total control of the designer.

Evolutionary design methods

The Institute for Computational Design (ICD) at the University of Stuttgart researches and develops computational design methods based on the transfer of the biological principles of ontogenetic and evolutionary processes. Research projects investigate the application of such methods in the development of performative material systems in architecture, in order to achieve high-level functional integration and sustainability.

Stuttgart



Die Ausstellung im Museum am Löwentor zeigt Tiere der Urzeit von den Sauriern bis zum Mammut.

In the Museum am Löwentor, you can see findings from primeval times, from the earliest dinosaurs to the ice ages.

Das Schloss Rosenstein ist Sitz der biologischen Ausstellung, die einen Einblick in die heutige Tierwelt und ihre Lebensräume gibt.

Schloss Rosenstein houses the biological exhibition and gives an overview of today's animal kingdom and the Earth's major ecosystems.



STAATLICHES
MUSEUM FÜR
NATURKUNDE
STUTTART
Forschungsmuseum
Am Löwentor und
Schloss Rosenstein

► Kontakt

PD Dr. Anita Roth-Nebelsick
Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart
Rosenstein 1
70191 Stuttgart

E-Mail: anita.rothnebelsick@smns-bw.de
Tel: +49 (0) 7 11-89 36 148
Fax: +49 (0) 7 11-89 36 100
Web: www.naturkundemuseum-bw.de

► Contact person

PD Dr. Anita Roth-Nebelsick
State Museum of Natural History Stuttgart
Rosenstein 1
70191 Stuttgart
Germany

E-mail: anita.rothnebelsick@smns-bw.de
Phone: +49 (0) 7 11-89 36 148
Fax: +49 (0) 7 11-89 36 100
Web: www.naturkundemuseum-bw.de

Bionik am Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart (SMNS)

Das SMNS verfügt mit vier wissenschaftlichen Abteilungen (Botanik, Entomologie, Paläontologie/Geologie und Zoologie) über umfangreiche wissenschaftliche Kompetenzen. Der Forschungsrahmen reicht von Biosystematik und Taxonomie bis hin zur angewandten Forschung. Eine wesentliche Ressource hierfür ist die umfangreiche naturkundliche Sammlung mit mehr als 11 Millionen Objekten. Die öffentliche Vermittlung von wissenschaftlichen Inhalten stellt eine weitere Kernaufgabe dar.

Biomimetische Schwerpunktthemen umfassen biologische Strömungsprozesse, Aerosolabscheidung, biomimetische Aspekte symbiotischer Beziehungen sowie Schädel- und Schalenkonstruktionen. In der Sammlung verfügbare Fossilien und deren Evolutionsgeschichte werden in die biomimetische Forschung einbezogen.

Biomimetics at the State Museum of Natural History Stuttgart (SMNS)

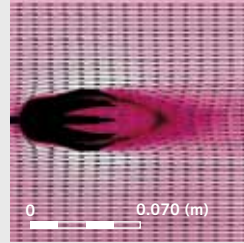
The SMNS represents an institution of research and education of the Federal State of Baden-Württemberg. Four scientific departments (Botany, Entomology, Palaeontology/Geology and Zoology) ensure a comprehensive scientific competence. Research at the SMNS covers various topics from biosystematics to applied research. Communication of scientific information to the general public represents another main task of the SMNS.

Biomimetic topics focus on biological flow processes, deposition of aerosols on biological surfaces, adhesion, biomimetics of symbiotic systems and skull and shell architecture. Biomimetic research also includes fossils available in the collections and their evolutionary histories.



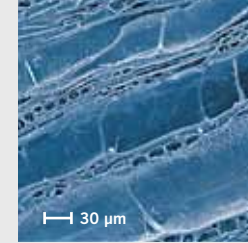
Wassertropfen auf Blatthaaren des Schwimmpfarnes.

Water drops on leaf hairs of the floating fern.

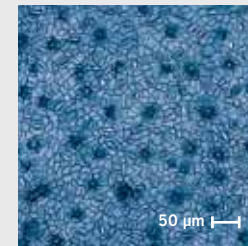


Computersimulation der Strömung um eine fossile Seelilie.

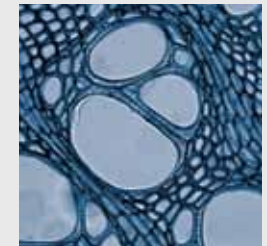
Computer simulation of the flow pattern around a fossil sea lily.



Holz der Esche im Längsschnitt.
Longitudinal section of wood of ash.



Mikroporen (Stomata) eines fossilen Blattes.
Micropores (stomata) of a fossil leaf.



Holz der Liane Chodantus im Querschnitt.
Cross-section of wood of the liana Chodantus.

Haltbare Luftschichten unter Wasser

Viele biologische Oberflächen sind in der Lage, unter Wasser eine Luftschicht sehr lange stabil zu halten. Dieses Phänomen hat unterschiedliche biologische Funktionen. Für den technischen Bereich gibt es zahlreiche attraktive Anwendungen für stabile Luftschichten, wie z. B. Reduzierung des Strömungswiderstandes oder Anti-Fouling (Verhinderung der Besiedlung untergetauchter Objekte durch Organismen). Eine erfolgreiche Entschlüsselung der Prinzipien der biologischen „Lufthaltung unter Wasser“ stellt einen entscheidenden Schritt in Richtung der technischen Umsetzung dar.

Der faserbasierte Wassertransport in Pflanzen

Holz stellt nicht nur ein Baumaterial mit faszinierenden mechanischen Eigenschaften dar, sondern übernimmt auch die gesamte Wasserversorgung eines Baumes. Der Wasserfluss erfolgt ohne jeglichen Energieaufwand, wobei die Triebkraft durch die an den Blättern stattfindende Verdunstung geliefert wird. Die Flussrate richtet sich dabei genau nach dem Bedarf. Auch an pflanzlichen Fossilien lässt sich diese Funktion zeigen. Das biomimetische Potential der zugrundeliegenden Mechanismen und Strategien wird unter verschiedenen Aspekten untersucht. Ziel ist die Konzeptionierung eines faserbasierten energieautarken Flüssigkeitsferntransportes.

Biologische Filtersysteme

In der Natur existieren ausgeklügelte Filterapparate, mit denen auch kleinste Partikel unter schwankenden Strömungsbedingungen aufgenommen werden können. Derartige Strukturen haben einen langen Fossilbeleg in der Erdgeschichte, und bieten daher auch die Möglichkeit, adaptive Entwicklungen während der Evolution zu analysieren. Die zugrundeliegenden Architekturen und Strategien sind interessant für technische Filter- und Sensorsysteme.

Persistent air layers under water

Numerous biological surfaces are able to maintain an attached air layer for an extended time period if immersed in water. This phenomenon is of high technical interest for various aspects, including the reduction of friction drag or anti-fouling (prevention of settling of aquatic organisms upon immersed technical objects). A successful identification of the basic principles and structural preconditions of persistent air layers in biology is an important step towards devising technical surfaces with the same abilities.

Fibre-based water transport in plants

Besides its fascinating mechanical properties, wood represents the water-conducting tissue of plants. Water flow is generated by evaporation at the leaves and occurs without expense of metabolic energy. Flow rate is dictated by demand. Even fossil plant material can be analysed with respect to water flow capacity. The biomimetic potential of plant water transport is studied under various aspects with the aim of devising concepts for fibre-based water transport without energy demands.

Biological filter systems

During biological evolution, sophisticated systems for filter-feeding were developed. Natural filter apparatuses are able to capture minute particles under fluctuating flow conditions. The comprehensive fossil records of biological filter systems provide the study of adaptive developments during evolution. Principles and strategies of biological filter processes provide for interesting inspirations for technical filter and sensor systems.

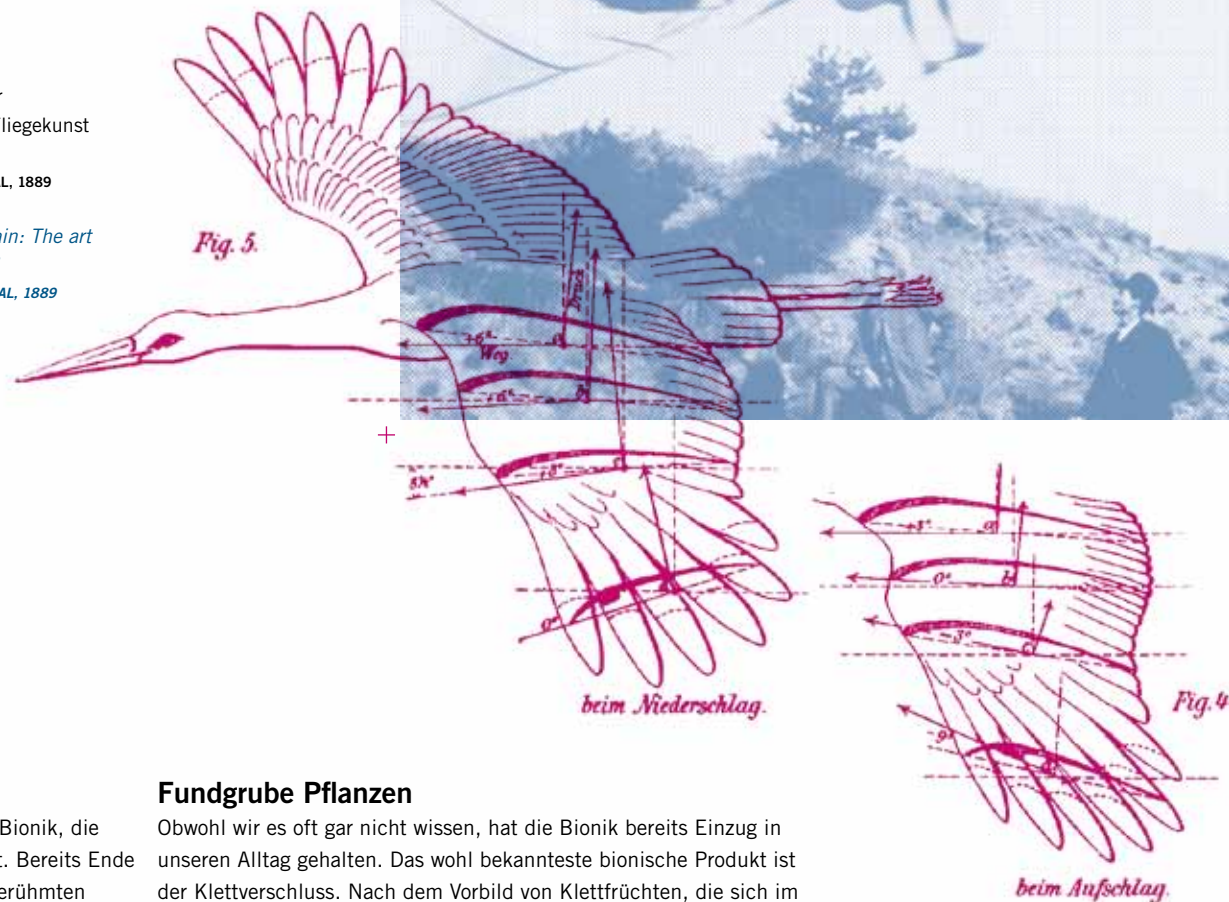
Wie alles begann How it all began

„Die Beobachtung der Natur ist es, welche immer und immer wieder dem Gedanken Nahrung gibt: Es kann und darf die Fliegekunst nicht für ewig dem Menschen versagt sein.“

AUS „DER VOGELFLUG ALS GRUNDLAGE DER FLIEGEKUNST“, OTTO LILIENTHAL, 1889

“Observing nature gives us food for thought over and over again: The art of flying cannot and may not be denied to mankind forever.”

FROM “BIRD FLIGHT AS THE BASIS OF THE ART OF AVIATION”, OTTO LILIENTHAL, 1889



Der Traum vom Fliegen

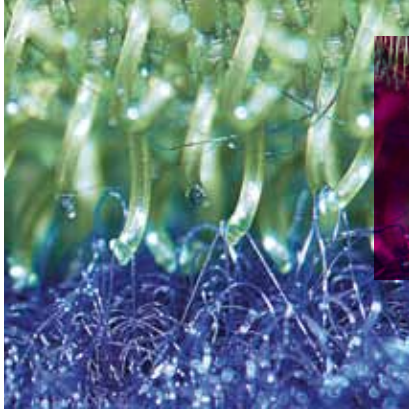
Mit dem Traum vom Fliegen begann die Geschichte der Bionik, die heute zu den innovativsten Forschungsrichtungen gehört. Bereits Ende des 15. Jahrhunderts entwarf Leonardo da Vinci seine berühmten Flugmaschinen nachdem er den Vogelflug studiert hatte. Ein anderer Pionier des Fliegens war Otto Lilienthal. Auch er experimentierte zunächst mit dem Prinzip des Schlagflugs der Vögel. Aber erst die Entkoppelung der beim Vogelflug vorhandenen Doppelfunktion von Auf- und Vortrieb brachte den Durchbruch. Lilienthal erkannte die große Bedeutung von gewölbten Tragflächen und realisierte 1891 seinen ersten erfolgreichen Gleitflug. Auch Pflanzen wurden erfolgreich als Ideengeber für Flugobjekte genutzt. So entwickelte George Cayley ab 1829 von Tieren inspirierte Fluggeräte und Fallschirme nach dem Vorbild der Federflugfrucht des Wiesenbocksbarts. Igo Etrich baute 1906 einen bemannten Nurflügel-Gleiter nach dem Vorbild der Flug-samen eines tropischen Kürbisgewächses.

Fundgrube Pflanzen

Obwohl wir es oft gar nicht wissen, hat die Bionik bereits Einzug in unseren Alltag gehalten. Das wohl bekannteste bionische Produkt ist der Klettverschluss. Nach dem Vorbild von Klettfrüchten, die sich im Tierfell verhaken, hat George de Mestral 1951 den Klettverschluss unter dem Markennamen Velcro® zum Patent angemeldet.

Intelligente Materialien

Materialien, die selbstständig auf wechselnde Umgebungsbedingungen reagieren, gehören heute zu den großen Zielen der Bionik und Materialforschung. In der Natur findet man zahlreiche Vorbilder. Aber selbstadaptive, selbstreparierende und selbstreinigende Materialien sind kein Privileg der Natur. Nach dem Vorbild der selbstreinigenden Blattoberflächen der Lotusblume wurden beispielsweise Fassadenfarben mit Lotus-Effect® entwickelt.



Oben: Klettfrüchte
Links: Klettverschluss unter dem Mikroskop.

Picture above: Burrs
Picture on the left: Fabric hook-and-loop-fastener under the microscope.



Indische Lotusblume, eine Pflanze mit selbstreinigenden Blattoberflächen.

The lotus plant with self-cleaning leaf surfaces.

Vorbild der ersten Fallschirme waren die Federflugfrüchte des Wiesenbocksbarts.

Model of the first parachutes were the fruits of the Goat's Beard, which are propagated with the help of a hairy pappus.



Flugsamen der tropischen Kürbisart *Alsomitra macrocarpa* mit einer Spannweite von bis zu 20 cm können mehrere Kilometer im stabilen Gleitflug zurücklegen.

Winged seeds of the tropical pumpkin *Alsomitra macrocarpa* with a span of up to 20 cm can cover several kilometers in a stable gliding flight.



The dream of flying

The history of biomimetics began with the dream of flying. Today biomimetics is one of the most innovative fields of research. Already at the end of the 15th century Leonardo da Vinci proposed his famous flying machines after studying the flight of birds. Another pioneer of flying was Otto Lilienthal. He also first experimented with the principle of flapping flight of birds. But the breakthrough came with the uncoupling of the double function of lift and forward propulsion present in bird flight. Lilienthal recognised the great importance of curved wings and in 1891 realised his first successful gliding flight. Plants were also successfully used as concept generators for flight objects. Thus George Cayley developed from 1829 airplanes inspired by animals and parachutes after the model of the anemochorous fruit of the Goat's Beard, and Igo Etrich in 1906 built a manned wings-only glider after the model of the flying seed of a tropical pumpkin.

Treasure trove plants

Although we often do not know it at all, biomimetics has already taken a place in our everyday lives. Indeed the best known biomimetic product is the fabric hook-and-loop-fastener. After the model of burrs, which hook themselves in animal fur, in 1951 George de Mestral submitted the idea for a patent under the brand name Velcro®.

Intelligent materials

Materials, which autonomously react to changing environmental conditions, are today among the major goals of biomimetics and materials research. In nature one finds numerous models. But self-adaptive, self-repairing and self-cleaning materials are not just a privilege of nature. After the model of the self-cleaning leaf surfaces of the lotus plant for example facade colours with Lotus-Effect® were developed.

Impressum

Herausgeber
Kompetenznetz Biomimetik
Schänzlestraße 1
79104 Freiburg

Redaktion
Dr. Olga Speck & Prof. Dr. Thomas Speck
Kompetenznetz Biomimetik
Schänzlestraße 1
79104 Freiburg
mail@kompetenznetz-biomimetik.de

Übersetzungen
Dr. Randall Cassada

Bildnachweise
Plant Biomechanics Group Freiburg: 6, 7, 19; ITV Denkendorf: 8, 9; KIT: 10, 11; Wikipedia: 12 o.l., 18, 19 r.u.; Prof. Dr. Oliver Betz: 13 o.r., 13 u.r.; Prof. Dr. Klaus G. Nickel: 12 u.l., 12 o.r., 13 o.l.; Dr. Werner Arens: 13 o.m.; igma Stuttgart: 14; itke Stuttgart: 15 l.; icd Stuttgart: 15 r.; Rotraud Harling 16 l.; Reimund Baumann 16 r.; PD Dr. Anita Roth-Nebelsick: 17 o.l., 17 o.r., 17 u.r.; Janina Dynowski 17 o.m.; Michaela Grein 17 u.m.; Prof. Dr. Stanislav N. Gorb: U1.

Konzept, Gestaltung, Satz, Litho
grasundsterne
Werbeagentur und Corporate Publishing GmbH
Kapuzinerstr. 9
Tel.: +49 (0) 89 720 169 100
80337 München
tim.sternefeld@grasundsterne.de

Druck
S+F Becke, München

Copyright 2012
Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Kompetenznetzes Biomimetik unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Für die Richtigkeit der Angaben wird trotz sorgfältiger Recherche keine Haftung übernommen.

Published by
Competence Network Biomimetics
Schänzlestraße 1
79104 Freiburg

Edited by
Dr. Olga Speck & Prof. Dr. Thomas Speck
Competence Network Biomimetics,
Germany
Schänzlestraße 1
79104 Freiburg, Germany
mail@kompetenznetz-biomimetik.de

Translation
Dr. Randall Cassada

Photo Sources
Plant Biomechanics Group Freiburg: 6, 7, 19; ITV Denkendorf: 8, 9; KIT: 10, 11; Wikipedia: 12 t.l., 18, 19 b.r.; Prof. Dr. Oliver Betz: 13 t.r., 13 b.r.; Prof. Dr. Klaus G. Nickel: 12 t.l., 12 t.r., 13 t.l.; Dr. Werner Arens: 13 t.c.; igma Stuttgart: 14; itke Stuttgart: 15 l.; icd Stuttgart: 15 r.; Rotraud Harling 16 l.; Reimund Baumann 16 r.; PD Dr. Anita Roth-Nebelsick: 17 t.l., 17 t.r., 17 b.r.; Janina Dynowski 17 t.m.; Michaela Grein 17 b.m.; Prof. Dr. Stanislav N. Gorb: Cover.

Produced by
grasundsterne
Werbeagentur und Corporate Publishing GmbH
Kapuzinerstr. 9
Tel.: +49 (0) 89 720 169 100
80337 Munich
Germany
tim.sternefeld@grasundsterne.de

Printed by
S+F Becke, Munich

Copyright 2012
The document and all parts thereof are copyrighted material. Any and all use beyond the limitations of copyright law without the agreement of the Competence Network Biomimetics (Kompetenznetz Biomimetik) is forbidden and shall be punishable by law. This applies particularly to duplication, translation, microfilming, and storage and processing in electronic systems. Despite careful research, no responsibility shall be assumed for the correctness of the information.



Kompetenznetz **Biomimetik**
*Competence Network **Biomimetics***



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KUNST



www.kompetenznetz-biomimetik.de