

# BIONIK

## Innovation & Qualifikation

Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr,  
Innovation und Technologie, Österreich

**2010**



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Einleitung	4
Stimmen der Experten: Helmut Tributsch	5
Stimmen der Experten: Reinhard Mundl	6
Stimmen der Experten: Maria Pruckner	8
Bionik	9
BionIQa – eine Initiative des BMVIT	12
Bionik Akteurslandschaft Österreich	14
Akteure:	
> Aus- und Weiterbildung	25
> Ausstellungen / Parks	35
> Forschungseinrichtungen	41
> Universitäten	71
> Unternehmen	137
Organisationen und Kontakte	162
Index	172

## IMPRESSUM

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
1010 Wien, Renngasse 5  
[www.bmvit.gv.at](http://www.bmvit.gv.at)

Abteilungsleiterin:  
Mag.<sup>a</sup> Evelinde Grassegger, bmvit

Leitung Bionik Initiative:  
[www.bioniqa.at](http://www.bioniqa.at), [info@bioniqa.at](mailto:info@bioniqa.at)  
DI(FH) Andreas Blust, bmvit  
T +43-(0)1-711 62-65 34 13  
E [andreas.blust@bmvit.gv.at](mailto:andreas.blust@bmvit.gv.at)

Redaktion:  
Dr. Petra Gruber, transarch  
DI(FH) Andreas Blust, bmvit

Recherche:  
Dr. Petra Gruber, transarch  
Dipl.-Ing. Bernhard Schreilechner

Design & Produktion:  
Projektfabrik Waldhör KG, 1180 Wien, [www.projektfabrik.at](http://www.projektfabrik.at)

Fotos:  
Sofern nicht anders angegeben von den jeweiligen Akteuren

Veröffentlichung: Jänner 2010  
Ort der Veröffentlichung: Wien  
Auflage: 2500 Stück

Die einzelnen Beiträge wurden dem bmvit für die Verwendung in dieser Broschüre zur Verfügung gestellt. Jede Autorin und jeder Autor ist für den jeweiligen Beitrag selbst verantwortlich. Von eventuellen Ansprüchen von Seiten Dritter (insbesondere Urheberrechte, Patentrechte, etc.) sind das bmvit und die Redaktion freigestellt.

# Vorwort

Technik und Technologie bestimmen in einem noch nie dagewesenen Umfang das Leben in einer modernen Gesellschaft. Die damit verbundenen Innovationen besitzen eine Schlüsselfunktion für die Entwicklungsmöglichkeiten und die Lösung bedeutender Aufgaben. Die Einführung technischer Neuerungen agiert im Spannungsfeld zwischen beabsichtigten und unbeabsichtigten Folgen dieser Innovationen. Unsere Aufgabe ist es, die zunehmend divergierenden Standpunkte in Einklang zu bringen wobei die klassischen Wissenschaftsdisziplinen hier an ihre Grenzen stoßen.

Bereits Albert Einstein hat erkannt, dass ein Problem nicht mit den gleichen Denkstrukturen zu lösen ist, die zu seiner Entstehung beigetragen haben. Die Bionik ist dabei ein möglicher Ansatz, der die Grenzen zwischen den klassischen Disziplinen überwindet und eine neue Methodik zur Lösung von Problemen bietet.

Für die Suche nach Lösungen steht der Bionik das größte Forschungslabor der Welt zur Verfügung: die Natur. Die seit Jahrtausenden stattfindenden Evolutionsprozesse, durch die Lebewesen individuelle Überlebensstrategien entwickelt haben, werden durch wissenschaftliche Untersuchungen sichtbar gemacht und in der Technik angewendet.

Eine Reihe von WissenschaftlerInnen, ForscherInnen und UnternehmerInnen aus Österreich haben dieses Potenzial erkannt. Diese Querdenkerinnen und Querdenker sind Vorreiter für eine vernetzte und kooperative Arbeitsweise zwischen den Disziplinen Biologie und Technik.

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie unterstützt mit der Förderung des Forschungsgebietes Bionik die Innovationsleistung und Innovationsqualität der österreichischen Wirtschaft nachhaltig.

## **Doris Bures**

Bundesministerin für Verkehr,  
Innovation und Technologie



# Einleitung

In den letzten Jahren hat sich Bionik als Wissenschaft zunehmend etabliert, an Transparenz gewonnen und sich weltweit im universitären und industriellen Umfeld zu einem innovativen Forschungsgebiet entwickelt.

Das bmvit hat 2006 erste Erhebungen über das Potenzial der Bionik in Österreich beauftragt. Das Ergebnis charakterisiert das Geschehen auf dem Feld der Bionik in Österreich als eine Vielzahl von verstreuten Einzelaktivitäten. Ein systematischer Austausch zwischen den AkteurInnen findet nur vereinzelt statt und auf vielen Ebenen herrscht noch Unwissenheit über Potenzial und Möglichkeiten von Bionik. Es besteht Bedarf für Verbreitung und Aufklärung. Gleichzeitig wird Potenzial und Kompetenz über Bionik in Österreich als hoch eingeschätzt, da schon einige AkteurInnen beachtliche Erkenntnisse und Ergebnisse vorzeigen können. Vor diesem Ausgangspunkt hat sich das bmvit zum Ziel gesetzt, den Beitrag der Bionik im österreichischen Innovationssystem substantiell zu erhöhen.

Bionik ist Anziehungspunkt für neugierige Menschen, die über die etablierten Disziplinen hinausgehen und neue Wege in Forschung und Innovation suchen. Derzeit findet diese interdisziplinäre Herangehensweise eingebettet in den etablierten Wissenschaften und Forschungsbereichen statt. Institutionell ist Bionik in Österreich derzeit noch wenig verankert, deshalb kommt Bionik nur in wenigen Fällen in den Bezeichnungen von Abteilungen und Instituten vor. Auf der gezielten Suche trafen wir jedoch eine Vielzahl engagierter BionikerInnen, die uns ihre Arbeitsbereiche, Forschungsgebiete und Projekte für diese Broschüre zugesendet haben. Die Rückmeldungen haben unsere Erwartungen deutlich übertroffen und sind für uns Indikator dafür, dass wir in dieser ersten Auflage bei weitem nicht alle BionikerInnen in Österreich erreicht bzw. gefunden haben.

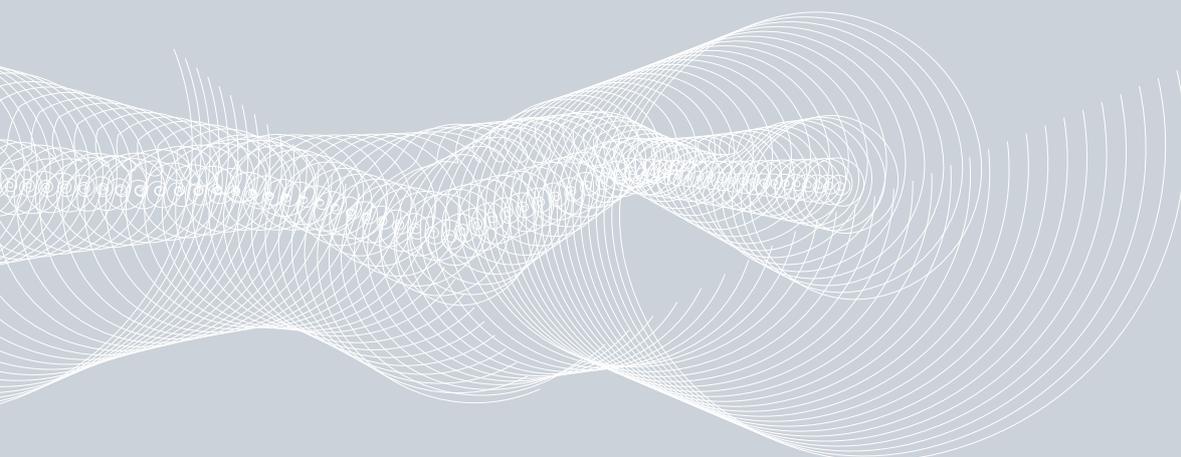
Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie eröffnet mit dieser Broschüre eine Plattform für Bionik in Österreich. Ziel ist Transparenz und Bekanntheit von Bionik zu erhöhen, das Verständnis über Bionik zu verbessern und den Zugang zu den Akteurinnen und Akteuren zu erleichtern.

Wir danken Frau Dr. Petra Gruber für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung und Recherche und Herrn DI Bernhard Schreilechner für seine umfangreiche Suche nach BionikerInnen.

Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre.



alle Fotos: Petra Gruber



## Stimmen der Experten: Helmut Tributsch

Mit Bionik umschreibt man die Forschungsrichtung, die sich das Ziel gesetzt hat, nützliche technische Entdeckungen der Natur in unsere moderne Industriegesellschaft zu überführen. Diese Fachbezeichnung, welche die Biologie mit der Technik verbindet, ist gerade erst ein halbes Jahrhundert alt. Man sollte aber, wenn man daran interessiert ist, die Erfindungen der Natur technisch nachzuvollziehen, zur Kenntnis nehmen, dass die Beschäftigung mit der Bionik nicht erst eine moderne Erfahrung ist. Seit er von seiner tierischen Vergangenheit aufgewacht ist und sich durch seinen aufrechten Gang diversifizieren konnte, hat der Mensch wahrscheinlich immer wieder technische Probleme durch Naturbeobachtungen gelöst. Er hat wohl schon das Feuer als natürliches Phänomen kennen und kontrollieren gelernt. Das Nähen und Weben könnte der Mensch vom Webervogel gelernt haben und den Nutzen von Textilien beim Betrachten ähnlicher natürlicher Gewebe-Strukturen, welche Palmen umhüllen. Noch vor kurzem haben einzelne Naturvölker sich mit solchen Basthüllen von Bäumen bekleidet. Die weit verbreitete Adobe Bautechnik mit Lehm, gemischt mit Stroh, hat der Mensch vielleicht von Insektenvölkern gelernt, oder vom Töpfervogel, welche dieselbe Technik anwenden. Möglicherweise hat er den Vorteil rollender Bewegung erkannt als er Mistkäfer beim Rollen von Dungpillen beobachtete.

Die Funktion nahezu aller unserer mechanischen Werkzeuge findet sich übrigens in den Beißwerkzeugen, Schnäbeln und Klauen von Tieren wieder. Im zwanzigsten Jahrhundert sind Architekten, Biologen und Ingenieure immer wieder auf faszinierende technische Natur-Vorbilder gestoßen und haben mit ihrer Begeisterung die Fahne der Bionik hochgehalten. Heute gibt es Schiffe, deren Hülle einer Haifischhaut nachgeahmt ist, oder sie haben birnenartige Unterwasser-Vorbauten, welche Delphin-Nasen nachempfunden sind. Das umweltfreundliche Bionic-Car ist ein Auto, dessen Form einem kompakten Fisch nachempfunden ist. Schussichere Westen profitieren von der außerordentlichen Zugfestigkeit von Polymer-Fasern, die Spinnenfäden nachgebaut wurden. Selbstreinigende Oberflächen simulieren die Strategie der Lotus-Blattoberfläche und hoch effiziente Kleber kopieren die Klebetechnik gewisser Meeresschnecken, mit der sie sich unter Wasser an Felsen anhaften. Moderne Insektizide nutzen die chemische Abwehr gewisser Pflanzen. Die Klette war Vorbild für den viel genutzten Klett-Verschluss. Baumfrösche können es sich nicht leisten, von glitschigen Rinden und Blättern abzurutschen. Heute verbessert ihre Bienenwaben-strukturierte Sohle bereits das Profil von Winterreifen. Die Bionik hat bewiesen, dass sie uns technischen Fortschritt bringt.

Aber bisher waren die Erkenntnisse der Bionik im wesentlichen sporadischer Natur. Sie entstanden meist nebenher, durch Zufälligkeiten, durch spezielle Interessen, durch motivierte Einzelpersonen. Reicht dies für die Herausforderungen unserer Zeit? Können wir es uns leisten ein so produktives Gebiet, ohne ausgebildete Fachleute, so nebensächlich zu behandeln? Die hier demonstrierte Bereitschaft zahlreicher Forschungsgruppen, mit ihrem Spezialwissen auf dem Gebiet der Bionik zusammen zu arbeiten, die Entscheidung, für die Bionik / Biomimetik einen eigenen Fachhochschul- Studiengang aufzubauen, wird für dieses Wissensgebiet einen neuen Entwicklungs-Abschnitt einleiten. Wir können hoffen, die technischen Zusammenhänge in der Natur deutlich besser verstehen zu lernen. Die Bionik könnte dann systematisch aufgearbeitet werden. Wie produktiv und innovativ dürfte dieses Gebiet werden, wenn Technologie-Lösungen der Natur so professionell aufbereitet wären, dass Ingenieure ihre Ideen gezielt aussuchen und anwenden können? Dies dürfte vor allem für Wissensgebiete wichtig sein, auf denen die Menschheit besser keine wertvolle Zeit mit riskanten Experimenten verlieren sollte – zum Beispiel auf dem Gebiet der Energienutzung.



Prof. Dr. Helmut Tributsch lehrte von 1982 bis 2008 am Institut für physikalische und theoretische Chemie der Freien Universität Berlin und war gleichzeitig Leiter der Abteilung Solare Energetik am Hahn-Meitner-Institut. Zehn weitere Jahre arbeitete er an ausländischen Institutionen, wie als Post-Doctoral fellow an der University of California, Berkeley, als Heisenberg-Stipendiat am CNRS in Paris-Meudon und als Professor an der Stanford University. Seine Hauptinteressengebiete sind die regenerative Energieforschung sowie dabei vor allem solar-technologische Strategien in Anlehnung an die Natur. Die Auseinandersetzung mit der Energie-Bionik hat seine Forschungsaktivitäten (über 400 Fachartikel und 10 Bücher) immer wieder stimuliert.

## Stimmen der Experten:

### Reinhard Mundl

#### ANWENDUNGEN DER BIONIK IN DER REIFENENTWICKLUNG

##### Einleitung

Die Erfindung des Luftreifens durch den Eisenbahningenieur William Thomsen im Jahre 1845 steht am Anfang einer nun schon mehr als 150 Jahre dauernden Produktverbesserung des immer noch gleichen Grundprinzips. Seit damals wurden enorme Fortschritte in Haltbarkeit, Bodenhaftung, Rollwiderstand, Gewicht und Produktkosten durch Produktionsautomatisierung bei riesigen Stückzahlen erreicht (2008 wurde ca. 1 Milliarde PKW-Reifen weltweit hergestellt). Fortschritte wurden darin relativ stetig bei selten auftretenden Entwicklungssprüngen (1904: Ruß als Verstärkung von Kautschuk, 1909: Synthetikautschuk, 1938: Rayon und Stahlcord als Baumwollersatz, 1949: Stahlgürtelreifen, 1994: Silica als Füllstoff, 2000: Roboter für vollautomatische Fertigung). Der Reifenentwickler/-forscher wird dabei durch ständigen Innovationsdruck, der durch den globalen Wettbewerb angefacht wird, herausgefordert, nach neuen Ideen notwendigerweise auch weit entfernt von seinem Fachgebiet zu suchen.

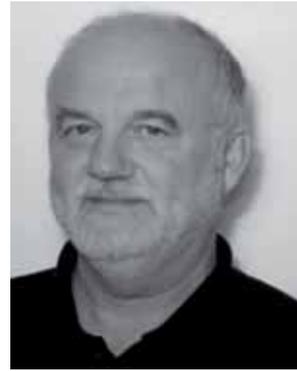
##### Bionik als Ideengeber

In diesem kreativnotwendigen Umfeld begann ich 1994 in meiner Tätigkeit als Reifenentwickler bei Semperit auf die Natur als Ideengeber zu setzen. Rasch war klar, dass unmittelbar umsetzbare Vorbilder in der Natur (rotatorische Komponenten in Organismen) nicht vorhanden waren und so mussten bessere natürliche Beispiele für Funktionsanforderungen des Reifens gesucht werden (zum Beispiel Haftprinzipien in der Fortbewegung im Tierreich). Reifeningenieurere können zwar solche Zielsetzungen in physikalischen/ chemischen Begriffen definieren, müssen aber die Suche Fachleuten der Biologie/ Zoologie überlassen. Erste Ergebnisse brachte damals eine Studienarbeit des Instituts für Zoologie an der Universität Wien. Schon allein die unterschiedlichen Fachsprachen (lateinische Fachbegriffe in der vergleichenden Zoologie auf der einen Seite, mathematisch-mechanische Beschreibungen in der Reifentechnologie auf der anderen Seite) erforderten gegenseitiges Lernen und Akzeptanzbereitschaft.

Mit dem Wechsel des Arbeitsplatzes zu Continental nach Hannover wurden meine bionischen Ambitionen durch Kontakte mit bereits auf diesem Gebiet vorhandenen Hochschulinstituten intensiviert (Institut für Zoologie Uni Saarbrücken, TU Berlin: Institut für Bionik und Evolutionsstrategie). In gemeinsamen Workshops und weiteren Studienaufträgen wurden Produktideen geboren.

##### Bionisch induzierte Produktverbesserungen

Mechanische Überlegungen hatten den Einsatz netzartiger Feinschnitte zur Verbesserung des Schnee- und Eisgriffs in den Profilstollen von Winterreifen nahegelegt. Grundlagenstudien der Universität Glasgow lieferten die erstaunliche Erkenntnis, dass vermutlich genau solche Oberflächenstrukturen auch in der Natur an den Zehen von Baumfröschen die Haftung begünstigen. Ähnliche Strukturen werden ebenso in den Kontaktballen von Heuschreckenbeinen beobachtet und wurden am Max Planck Institut in Tübingen mit einer hohen Haftfähigkeit gemessen. Angeregt durch diese Sachverhalte entwickelte Continental Winterreifen mit hexagonalen Lamellenetzen und bestätigte deren verbesserte Haftung auf rutschigen Oberflächen experimentell.



Der gelernte Maschinenbauingenieur und ehemalige wissenschaftliche Assistent an der Technischen Universität Wien hat sich viele Jahre lang bei Siemens und Continental in Forschung und Entwicklung mit der Bionik in der Reifenindustrie beschäftigt.



### Validierte Produktpotentiale

Bionische Ideen bedürfen jedoch auch geeigneter hochtechnologischer Rahmenbedingungen um zur Realisierung zu gelangen. Beispielhaft dient dazu die Idee einer selbstreinigenden Reifenseitenwand, in der, angelehnt an die Mikrostruktur der Oberfläche eines Lotusblattes, eine solche Oberfläche mit Hilfe von Laserfertigungstechnologie erzeugt wurde. Der mit Selbstreinigung einhergehende Effekt einer extrem schlechten Benetzbarkeit der nach diesem Vorbild strukturierten Gummioberfläche konnte im Laborexperiment bestätigt werden. Das eingesetzte Fertigungsverfahren für die notwendigen Heizformen ist allerdings für eine Großserienherstellung wirtschaftlich nicht darstellbar und auch Fragen zur notwendigen Lebensdauer solcher Oberflächen blieben in Folge ungeklärt.

### Neue Entwicklungsstrategien

Ebenso wurde versucht, das der biologischen Vielfalt zugrunde liegende Evolutionsprinzip in strukturierter Form auf die Züchtung von besonders Aquaplaning resistenten Reifenprofilen anzuwenden. Dabei wurden von einem Programm, „Profilgenerator“ genannt, ausgehend von einem einfachen „Elter“-Profil „Kinder“-Profile generiert, die sich in der Selektion der Reifenprüfung bewähren mussten. Die besten wurden durch Rekombination in die Lage versetzt, mit Hilfe des Profilgenerators eine nächste Generation von Profilkindern zu erzeugen. Schwachpunkt dieser Strategie ist die Langsamkeit eines solchen Entwicklungszyklus, in dem die Versuchsprofile aufwendig durch Roboterschnitzen erzeugt werden und die im Fahrzeugtest zu selektieren sind. Voraussetzung für den breiten Einsatz dieser Evolutionsstrategie wird ein „virtueller“ Entwicklungszyklus sein, der durch Simulation am Computer alle wichtigen Reifeneigenschaften im Voraus berechnen kann.

### Schlussfolgerungen

Das Feld schnell umsetzbarer bionischer Produktideen ist in einer „reifen“ Branche begrenzt. Weitere Anregungen basieren immer auf Grundlagenuntersuchungen außerhalb des spezialisierten Ingenieurwissens, die daher nur von externen Forschungseinrichtungen wahrgenommen werden können. Die Themenvorgabe muss allerdings aus der Industrie kommen, da nur hier die notwendigen Anforderungen und deren wirtschaftliche Relevanz bekannt ist. Das hohe finanzielle Risiko solcher Anstrengungen setzt ein weitsichtiges und fachübergreifend orientiertes Management voraus, das sich nicht nur am unmittelbaren Erfolg orientiert.

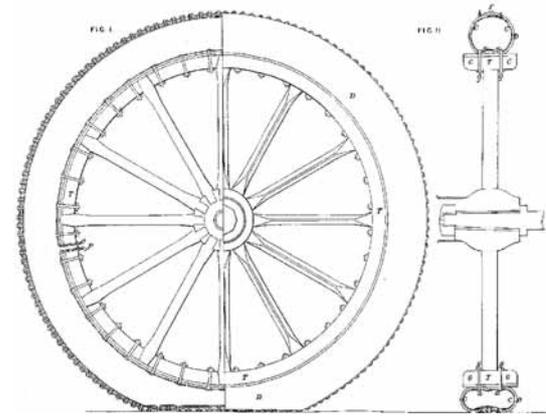
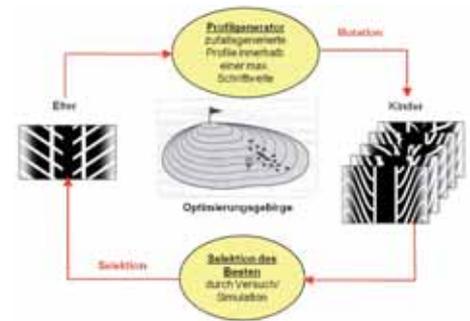
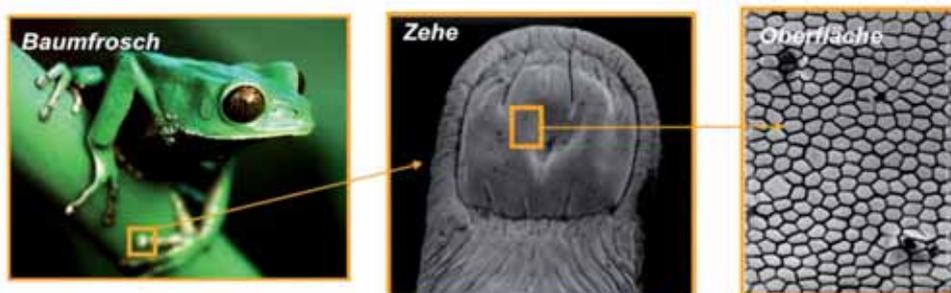


Bild aus Thomsons Patentschrift 1845



Evolutionsstrategie in der Reifenprofilentwicklung



Haftoberflächen beim Laubfrosch

## Stimmen der Experten:

### Maria Pruckner

#### Nicht dümmer sein als die Natur

Bionische Konzepte für sichselbstorganisierende Managementlösungen zu nutzen, ist mir schlicht und einfach passiert. Auf einem Waldviertler Bauernhof aufgewachsen, dann rund 15 Jahre lange im Beruf der Krankenpflege, konnte mein Hirn gar nicht anders, als komplexe Probleme anhand biologischer Modelle begreifen. Es bot sich mir auch nie ein Grund, es anders zu machen, weil es besser als alles andere funktioniert.

Entscheidend ist für meine Überlegungen, dass jede produktive soziale Organisation als komplexes Gefüge in einem noch komplexeren Umfeld erfolgreich sein muss. Komplexe Systeme enthalten prinzipiell mehr Information als das menschliche Gehirn erfassen und verarbeiten kann. Sie sind von Natur aus undurchschaubar, verhalten und entwickeln sich zudem eigendynamisch.

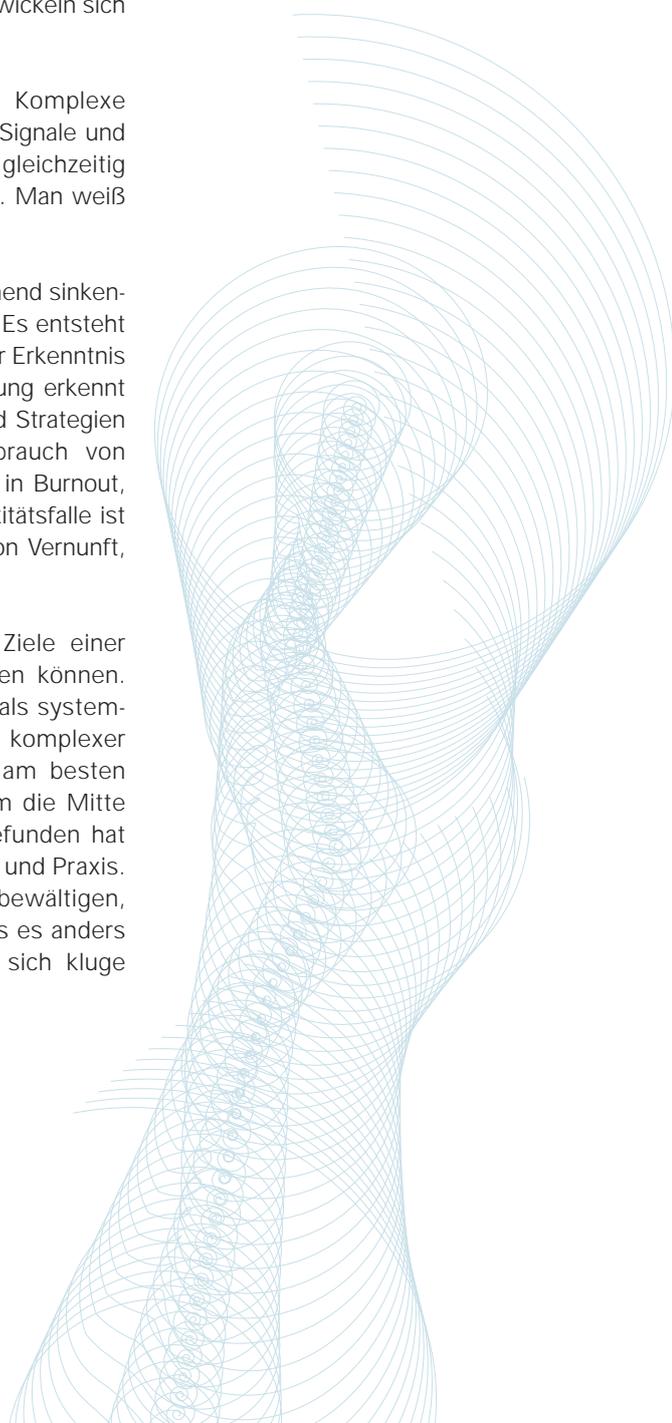
Das Komplexitätsproblem ist genauer hingesehen ein Hirnproblem. Komplexe Verhältnisse bewirken aufgrund des überfordernden Angebots erreichbarer Signale und denkbarer Information einerseits Dichtstress. Andererseits entsteht gleichzeitig Mangelstress, weil komplexe Systeme nie vollkommen durchschaubar sind. Man weiß zwar, was man weiß, aber man weiß nicht, was man nicht weiß.

Im Verhältnis zu seinem Ansteigen senkt Stress die Hirnleistung. Die zunehmend sinkende Hirnleistung verhindert zunehmend das Erreichen relevanter Information. Es entsteht eine sich aufschaukelnde Wechselwirkung zwischen einem Mangel an nötiger Erkenntnis und Stress. Diesen Teufelskreis nenne ich Komplexitätsfalle. Ihre Entwicklung erkennt man an Misserfolgen und Konflikten, die zu falschen Problemdiagnosen und Strategien führen, die bei zunehmender Realitätsblindheit mit steigendem Verbrauch von Ressourcen bei sinkendem Erfolg, Angst und Misstrauen einhergehen und in Burnout, Eskalationen, schweren Krisen und Zusammenbrüchen enden. Die Komplexitätsfalle ist kurz gesagt eine sichselbstorganisierende Verblödungsdynamik, die nicht von Vernunft, sondern vom unwillkürlichen Nervensystem gesteuert wird.

Management verlangt daher, dafür zu sorgen, dass die Zwecke und Ziele einer Institution ohne kontraproduktiven Stress entschieden und erfüllt werden können. Manager haben gegenüber komplexen Umständen praktisch keine Wahl, als system- und hirngerecht zu führen. Entweder sie arrangieren sich mit der Natur komplexer Systeme oder sie scheitern. Die Natur komplexer Systeme lässt sich am besten anhand der Naturgesetze ihres Funktionierens verstehen. Sie wurden um die Mitte des 20. Jahrhunderts im Rahmen der Kybernetik beschrieben. Herausgefunden hat man sie mittels des bionischen Konzepts – durch das Lernen von der Natur und Praxis. Bionisch basierte Managementkonzepte helfen, Komplexität nicht nur zu bewältigen, sondern intelligent zu nutzen. Die aktuelle Weltwirtschaftskrise zeigt, dass es anders nicht mehr geht. Nicht dümmer sein als die Natur – daran werden sich kluge Führungskräfte orientieren. Die Aussichten für die Bionik sind gut.



Die selbstständige Management-Kybernetikerin konzentriert sich auf die entscheidenden Fragen, die ManagerInnen im professionellen Umgang mit komplexen Problemstellungen immer im Kopf haben müssen und auf Tools, die am schnellsten zu den besten nachhaltig wirksamen Entscheidungen führen. Mehr über ihren Ansatz und ihre Publikationen unter [www.mariapruckner.com](http://www.mariapruckner.com)



# Bionik

## Bionik – Biologie und Technik

Bionik bedeutet „Lernen von der Natur für die Technik“. Der Prozess der Evolution hat in 3,4 Milliarden Jahren die Gesamtheit des Lebens auf der Erde hervorgebracht, und in beständiger dynamischer Weiterentwicklung an sich ständig verändernde Umweltbedingungen angepasst. Bionik versucht, die dabei entstandenen Lösungen und Strategien zu verstehen und deren Prinzipien systematisch für die Technik zu nutzen. Bionik ist kein Allheilmittel, aber man erhofft sich von ihr innovative und umweltverträgliche High-Tech Produkte und Lösungen. Voraussetzung für die Bionik ist eine tiefgreifende Erkenntnis über biologische Vorgänge.

International ist die Bionik, oder „Biomimetics“ im englischen Sprachraum, zu einer eigenen Wissenschaftsdiziplin geworden. Im Unterschied zur Biotechnologie sind in der Bionik Lebewesen Ideengeber für technische Umsetzungen, sind aber nicht in die Herstellung der Produkte eingebunden.

## Methodik

Bionik ist eine Innovationsmethode, die in vielen technischen Bereichen Anwendung findet. Die Annäherung an bionische Innovation kann von der Seite der Technik (problemorientiert) oder von der Seite der Biologie (lösungsorientiert) erfolgen. Diese grundsätzlich unterschiedlichen Herangehensweisen werden als Top-down und Bottom-up Prozesse (oder Biomimetics by Analogy bzw. Biomimetics by Induction) bezeichnet, und sind mit unterschiedlichen Entwicklungszeiten und Anforderungen verknüpft. So hat zum Beispiel die Erforschung und Übertragung des Selbstreinigungseffekts des Lotus Blattes von der Entdeckung des Phänomens bis zur Entwicklung von technischen funktionellen Oberflächen mehrere Jahrzehnte gedauert, dafür aber haben selbstreinigende Oberflächen die gesamte Produktwelt von der Fassadenfarbe bis zu Textilien erobert.



Foto: Bernhard Schreilechner



Foto: Petra Gruber

## Bereiche der Bionik

Die Breite der Palette an Forschungsthemen, die im Rahmen der Bionik bearbeitet werden ist beachtlich und wird in drei grosse Gruppen gegliedert: Konstruktions- oder Strukturbionik (Oberflächen, Konstruktionen), Verfahrensbionik (z.B. Photosynthese) und Informationsbionik (z.B. Evolution). Die Anwendungsbereiche der Bionik liegen vor allem in Medizin, Oberflächentechnik, Maschinenbau, Materialentwicklung, Architektur, Kommunikationstechnik und Robotik. Die Bionik als Querschnittsmaterie ist in Österreich in den etablierten Organisationsstrukturen von Forschung und Industrie integriert und auch versteckt. Die Verschiedenartigkeit der Anwendungsbereiche bionischer Entwicklungen erschwert die Sichtbarkeit der Bionik als Gesamtdisziplin.

## Umweltverträglichkeit

Die Bionik ist eine Wissenschaft im Spannungsfeld zwischen Natur und Technik, aber die Umweltverträglichkeit bionischer Lösungen ist nicht garantiert. Auch wenn die Auseinandersetzung mit Phänomenen der Natur ein erhöhtes Bewusstsein für den Wert der natürlichen Umwelt nahelegt, muss die Zielsetzung der Umweltverträglichkeit und der Nachhaltigen Entwicklung eine eigenständige Absicht sein, die in den technischen Anforderungskatalog implementiert werden kann.

## Rolle von Innovation in Gesellschaft und Wirtschaft

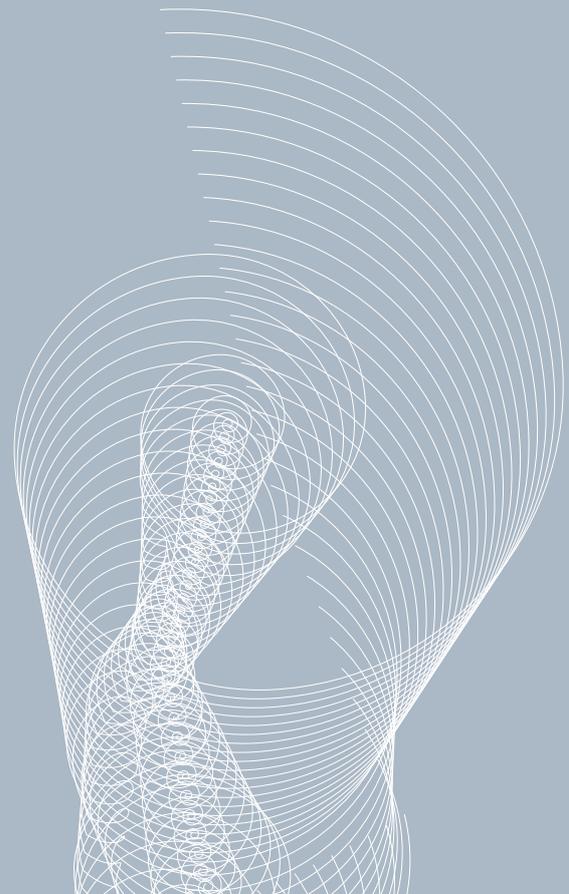
Naturwissenschaft und Technik sind bestimmende Faktoren für die Entwicklung einer modernen Gesellschaft. Innovationen besitzen dabei eine Schlüsselfunktion, und werden als wesentliche Voraussetzung für die Lösung bedeutender gesellschaftlicher Aufgaben gesehen. Ein vitales Wirtschaftssystem verbunden mit einer hohen Wettbewerbsfähigkeit ist ein entscheidendes Kriterium für den Wohlstand einer Gesellschaft. Vor dem Hintergrund der wirtschaftlichen Globalisierung und der damit einhergehenden Verlagerung der Warenproduktion an Standorte mit kostengünstigen Bedingungen nimmt der Druck auf die Industrieländer hinsichtlich Innovationsbereitschaft und Innovationsgeschwindigkeit stetig zu. Die Entwicklung von qualitativ hochwertigen Produkten und Verfahren ist Voraussetzung für erfolgreiche Innovationsvorsprünge und damit für die Sicherung des wirtschaftlichen Wohlstands (Halbritter 2008). Bionik, als inter- und transdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungsdisziplin überschreitet Grenzen und greift auf Lösungen und Strategien der Natur zurück. Bionik eröffnet neue Fragestellungen wo die klassischen Disziplinen an ihre Grenzen stoßen. Mit Bionik wird die Verbindung zwischen den Naturwissenschaften und der Technik hergestellt und stellt einen erfolgversprechenden Ansatz für die Lösung der gegenwärtig globalen Herausforderungen der Gesellschaft.

## Emergenz

In der hierarchisch strukturierten Welt entstehen mit jeder Strukturebene neuartige Eigenschaften; ein Phänomen das man als Emergenz bezeichnet. Die Systemtheorie besagt, dass die Probleme und Fragestellungen nicht auf derselben Ebene gelöst werden können. Es ist daher nötig über die Grenzen der klassischen Disziplinen, Denkmuster und Organisationsstrukturen hinauszugehen um eine nachhaltige Entwicklung zu erzielen. Die Bionik als interdisziplinäre Wissenschaft kann in diesem Sinn eine Vermittlerrolle einnehmen.



Foto: Petra Gruber



## Wissen als Kapital

Wissen als Kapital ist eine der wichtigsten Voraussetzung für Innovation in einer Wissensgesellschaft. Die Neugier am Funktionieren der Dinge erfordert in unserer hochtechnologischen Zeit ein hohes Mass der Auseinandersetzung mit technischen Grundlagen. Es ist daher erforderlich Spass und Freude an Forschung und Technik in besonderem Mass zu vermitteln und zu fördern. Die Bionik kann gleichzeitig den Zugang zur technischen Entwicklung erleichtern und die wissenschaftlichen Grundlagen fördern. Die Ausbildung für interdisziplinäre Forschung und Entwicklung ist eine Herausforderung, der mit neuen Lehrkonzepten und Unterrichtsmethoden begegnet werden muss.

## Zugang und Vernetzung

Für die Einführung von Innovation in die gesellschaftliche Praxis sind erfinderische, gut ausgebildete Menschen und ein proaktives Umfeld erforderlich. Der offene Zugang zu wissenschaftlichen Feldern und Domänen ist die Grundvoraussetzung für die Ausbildung von hochqualifizierten WissenschaftlerInnen und TechnikerInnen. Die Entstehung interdisziplinärer Forschung in bestehenden Forschungseinheiten wie z.B. den Universitäten ist nicht selbstverständlich sondern bedarf der Initiierung und Unterstützung, sowohl von der jeweiligen Organisationsleitung selbst als auch von aussen, z.B. über Forschungsförderung. Für die Einführung von Erfindungen in Industrie und Wirtschaft ist ein funktionierendes Miteinander zwischen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen sowie Wirtschaft und Industrie nötig. Nur die Zusammenarbeit kann die Spezialkenntnisse des Wissensarbeiters in Leistungen verwandeln (Drucker 2001). Die Vernetzung der BionikerInnen, die im europäischen Raum derzeit stattfindet, ist die Basis für die Entstehung eines dynamischen Entwicklungsraumes.

## Zusammenfassung

Bionik nutzt die in Jahrmmillionen entwickelten optimierten Lösungen und Strategien der Natur für technische Anwendungen in vielen verschiedenen Bereichen. Ziel dieses interdisziplinäre Ansatz ist nachhaltige Innovation für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit und des Wirtschaftsstandorts. Die Förderung von Qualifikation, Innovation und Vernetzung in der Bionik ist Voraussetzung für den nachhaltigen Erfolg.



Foto: Archiv



Foto: Petra Gruber

*Daher muss das Management heute von der Annahme ausgehen, dass keine Technologie zu einer bestimmten Industrie gehört, sondern dass im Gegenteil alle Technologien potenziell – und sogar mit einiger Wahrscheinlichkeit – von großer Bedeutung für sämtliche Industrien sind und Einfluss auf diese haben werden.*

*(Peter F. Drucker)*

# BIONIQ

Bionik Innovation & Qualifikation Austria

## eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie steht für einen offenen Ansatz in der Innovationspolitik. Die Bionik hat bereits erstaunliche Innovationen hervorgebracht. Durch die Verbindung von Biologie und Technik wurden neue Fragestellungen generiert, die zu gänzlich neuen, faszinierenden Lösungen geführt haben. Lösungen, die bei Menschen sämtlicher Altersstufen das Interesse an Naturwissenschaft und Technik geweckt haben.

Lotus-Effekt, selbstreparierende Strukturen, Klebstoffe, künstliche Haihaut, Finite-Elemente gestützte bionische Bauteiloptimierung, Faserverbundmaterialien und viele andere Beispiele mehr sind Ergebnisse einer exzellenten Bionikforschung, die neue Maßstäbe an Effizienz und Leistungsfähigkeit hervorbringt.

In Österreich gibt es eine Vielzahl von erfolgreichen Forscherteams. Mit koordinierter Unterstützung der öffentlichen Hand sollen die Ergebnisse der Bionikforschung in die Forschungs-, Innovations, und Produktionsabteilungen der Industrie einfließen.

Die Bionik Initiative des bmvit wird keine neue Förderschiene eröffnen, sondern eine koordinierte Unterstützung dieses Handlungsfeldes anbieten. Dem breiten Themenspektrum der Bionik steht weiterhin das gesamte Angebot der österreichischen Forschungsförderung zur Verfügung. Zur Umsetzung der Initiative setzt das bmvit ein Bionik Kompetenzteam ein, das die Akteure und Netzwerke in den folgenden Bereichen unterstützen soll:

### Netzwerkaufbau

Bionik ist die Annäherung der Welt der Biologie an die Welt der Technik. ForscherInnen und EntwicklerInnen haben oftmals wenig Einblick in die Methoden, Erkenntnisse und Probleme von anderen Disziplinen. Charakteristisch für Bionik ist auch, dass Ursprung und Anwendung von Forschungsergebnissen oft in völlig unterschiedlichen Bereiche liegen: Künstliche Haihaut wird auf Flugzeugen aufgebracht, der Kofferfisch liefert die Idee für ein Auto.

Vernetzung in der Bionik erfordert folgende Maßnahmen: erstens die Förderung der erfolgreichen Zusammenarbeit zwischen dem Fachbereich der Biologie und der Technik und zweitens die aus dieser Zusammenarbeit entwickelten Erkenntnisse in Industrie und Wirtschaft zu tragen. Bionik benötigt daher eine systematische Vernetzung von ExpertInnen die wenig oder gar nichts voneinander wissen und sich doch perfekt ergänzen.

Diese Vernetzung soll über die Grenzen von Österreich hinaus reichen. Kooperationen mit internationalen AkteurInnen, Netzwerken und Forschungsprogrammen werden als ergänzende Maßnahme gesehen.

## Innovationen - von der Idee zum Projekt ...

Die Umsetzung von Bionikprojekten erfordert Offenheit gegenüber neuen Zugängen und untererwarteten Ergebnissen. Wenn ein Meeresbiologe mit einem Automobilbauer oder eine Dendrologin mit einer Architektin in ein Forschungsprojekt einsteigen soll, ist Vertrauen durch das Management gefordert. Damit solche interdisziplinären Projektteams erfolgreich forschen und entwickeln können, muss über die Bewertung und Beurteilung von Projektanträgen und das Projektrisiko eine reale Chance auf Förderung eingeräumt werden. Die österreichische Forschungsförderungsgesellschaft bietet eine Vielzahl von Fördermöglichkeiten, die sich dieser Projekte annehmen können.

Das Bionik Kompetenzteam soll ExpertInnen aus Forschung und Wirtschaft gezielt ansprechen und Berührungspunkte mit der Bionik herstellen. Gemeinsam mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG sollen die Bewertungs- und Beurteilungsstandards bei der Einreichung von Bionikprojekten im Hinblick auf die Interdisziplinarität modifiziert und verbessert werden.

## Awareness Maßnahmen

Das Bionik Kompetenzteam soll eine öffentliche Informationsplattform über Bionik in Österreich betreiben. Diese Plattform soll eine Anlaufstelle für BionikerInnen und Interessierte sein um aktuelle Informationen auszutauschen und die Zusammenarbeit zu unterstützen. Mit gezielten Maßnahmen soll das Potenzial der Bionik in Politik, Medien, Forschung und Wirtschaft verbreitet werden. Die Leistungen erfolgreicher Bionikprojekte sollen in der Öffentlichkeit entsprechend honoriert und auch international präsentiert werden.

## Qualifikation

Das Q in BionIQ steht für Qualifikation. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere junge Leute hohes Interesse an der Bionik zeigen. Rückmeldungen aus Projektarbeiten und Praktika zeigen deutlich, dass die Bionik ein großes Interesse an Naturwissenschaft und Technik hervorbringen kann. Neben dem reinen Gebrauch der Technik wird wieder Neugierde am Funktionieren der Dinge und insbesondere an ihrer Weiterentwicklung geweckt. Erste Bildungsmöglichkeiten werden in Österreich bereits angeboten. Darüber hinaus muss jedoch noch die Abstimmung mit der Wirtschaft gelingen, damit die Bionikaus- und Weiterbildung den Innovationszyklus in der Wirtschaft beleben kann.

## Bionik Akteurslandschaft in Österreich

Studien und Konferenzen der letzten Jahre zeigten deutlich, dass Österreich über eine große Gruppe an Bionik Akteuren und Interessierten verfügt. Es hat sich herausgestellt, dass die Themenvielfalt enorm ist. Bis zum Vorliegen der Bionik Broschüre des bmvit gab es keinen systematischen Überblick über die AkteurInnen in Österreich. Über Vorstudien der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und des bmvit, bereits vorliegende Kontakte und bestehende Netzwerke (Bionik Austria, TU Bionik Center of Excellence) wurde ein breiter Aufruf gestartet um möglichst viele AkteurInnen für die vorliegende Broschüre zu gewinnen.

Das BionIQ Kompetenzteam soll die Bionik zu einem wichtigen Teilgebiet im österreichischen Innovationssystem entwickeln.

www.BionIQ.at  
info@bioniq.at

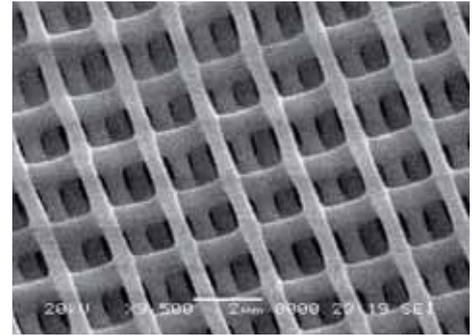


Foto: JOANNEUM RESEARCH



© GrAT

# Bionik Akteurslandschaft Österreich

Alle Akteure wurden gebeten, in einer Matrix die Selbsteinschätzung ihrer Bionikaktivitäten vorzunehmen. 100 Punkte waren in einem Feld zu verteilen, dessen Raster einerseits von den Kategorien des OECD Frascati Handbuchs zur Definition von Forschung und Entwicklung und andererseits von den Polen Biologie und Technik gebildet wurde. Dieses Verfahren liefert ein nicht nach Organisations- und Projektgrößen quantifiziertes Stimmungsbild der Bionikaktivitäten in Österreich.

Die Auswertung der einzelnen in der Broschüre in Kapiteln dargestellten Organisationen lässt einige interessante Rückschlüsse zu. Insgesamt haben 90% der Akteure diese Selbsteinschätzung vorgenommen.

## Ausbildung

Die Ausbildungsinstitutionen in Österreich (inklusive der universitären Ausbildungen) ordnen ihre Bionik-Aktivitäten im mittleren Bereich zwischen Biologie und Technik an. Hier scheint es aber doch insofern eine Tendenz in Richtung Technik zu geben, als von diesen Institutionen auch ein geringes Mass an technikorientierter Experimenteller Entwicklung und Angewandter Forschung angegeben wurde.

## Ausstellungen

Für die beiden Ausstellungsinsitutionen lässt sich keine allgemeingültige Aussage ableiten. Das Engagement des Ökoparks Hartberg liegt im industriellen und wirtschaftlichen Bereich, während der Naturpark Zirbitzkogel-Grebenzen eher in Richtung Biologie tendiert.

## Forschungseinrichtungen

Die Forschungseinrichtungen AIT, Joanneum und Erich Schmidt Institut sind eindeutig im Bereich der angewandten Forschung, und hier vor allem auf der Seite der Technik aktiv. Es gibt aber auch einen Anteil angewandter Forschung in den Naturwissenschaften. Die Institutionen haben auch Anteile in der technischen Grundlagenforschung und in der Experimentellen Entwicklung angegeben, und einen relativ grossen Anteil an sonstigen wissenschaftlichen und technologischen Aktivitäten.

## Universitäten

Bei den Universitäten spielt die Grundlagenforschung die grösste Rolle. Hier scheinen die Aktivitäten gleichmässig über die Achse Biologie - Technik verteilt zu sein, während in der Angewandten Forschung die Tendenz wieder in Richtung Technik geht. Die Experimentelle Entwicklung liegt ebenfalls in diesem Bereich. In den Ausbildungsaktivitäten ist keine Tendenz festzustellen. Die anderen Bereiche sind in geringem Ausmass, und eher in Richtung Technik vertreten.

### Unternehmen

Die Aktivitäten der Unternehmen liegen eindeutig im Bereich der Technik. Der Schwerpunkt liegt auch bei den Unternehmen auf der Angewandten Forschung, es gibt aber auch grosse Anteile in der Grundlagenforschung. Interessanterweise sind auch die Unternehmen im Bereich der Ausbildung sehr aktiv. Die weiteren Entwicklungsstufen bis zu den industriellen Aktivitäten sind bei den Unternehmen alle vorhanden und relativ gleichmässig vertreten.

### Gesamt

Das Gesamtbild zeigt wie es die Auswahl der Akteure erwarten lässt eindeutig einen Schwerpunkt in der Angewandten Forschung im Technikbereich. Der grosse Bereich der Grundlagenforschung ist dagegen eher gleichmässig zwischen Biologie und Technik verteilt. Die Ausbildung hat einen grossen Anteil an den Aktivitäten, und tendiert leicht in die Technik. Der Bereich Experimentelle Entwicklung liegt auf vermehrt auf der Seite der Technik. Produktentwicklung und andere wissenschaftliche und technologische Tätigkeiten sind in geringerem Mass vorhanden und auch auf der Seite der Technik. Den kleinsten Anteil haben industrielle Aktivitäten, auch hier ist die Technik vorherrschend.

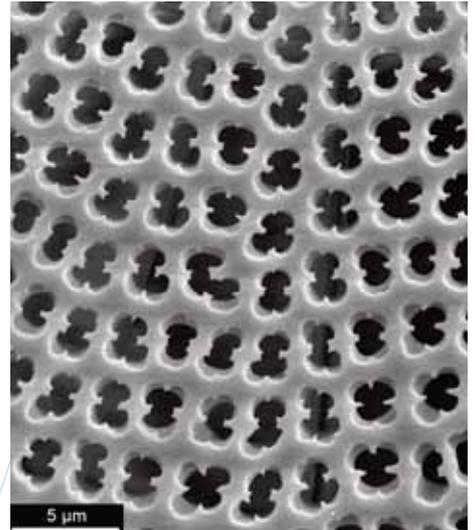
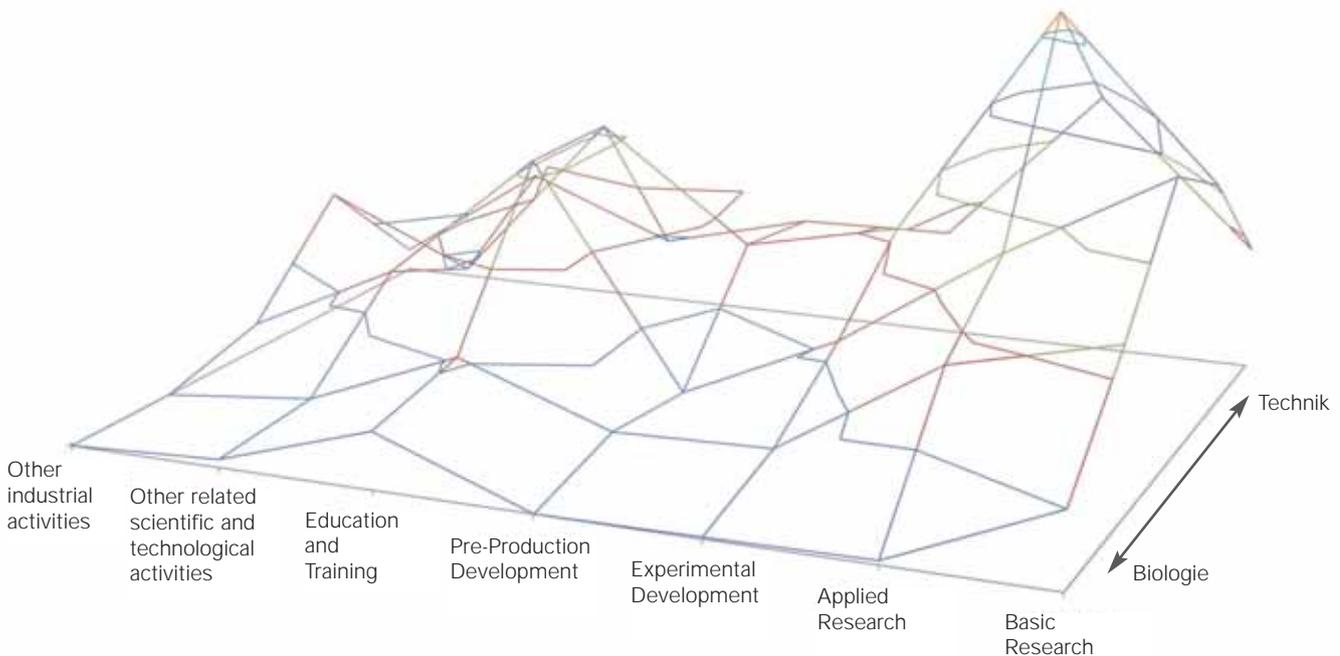
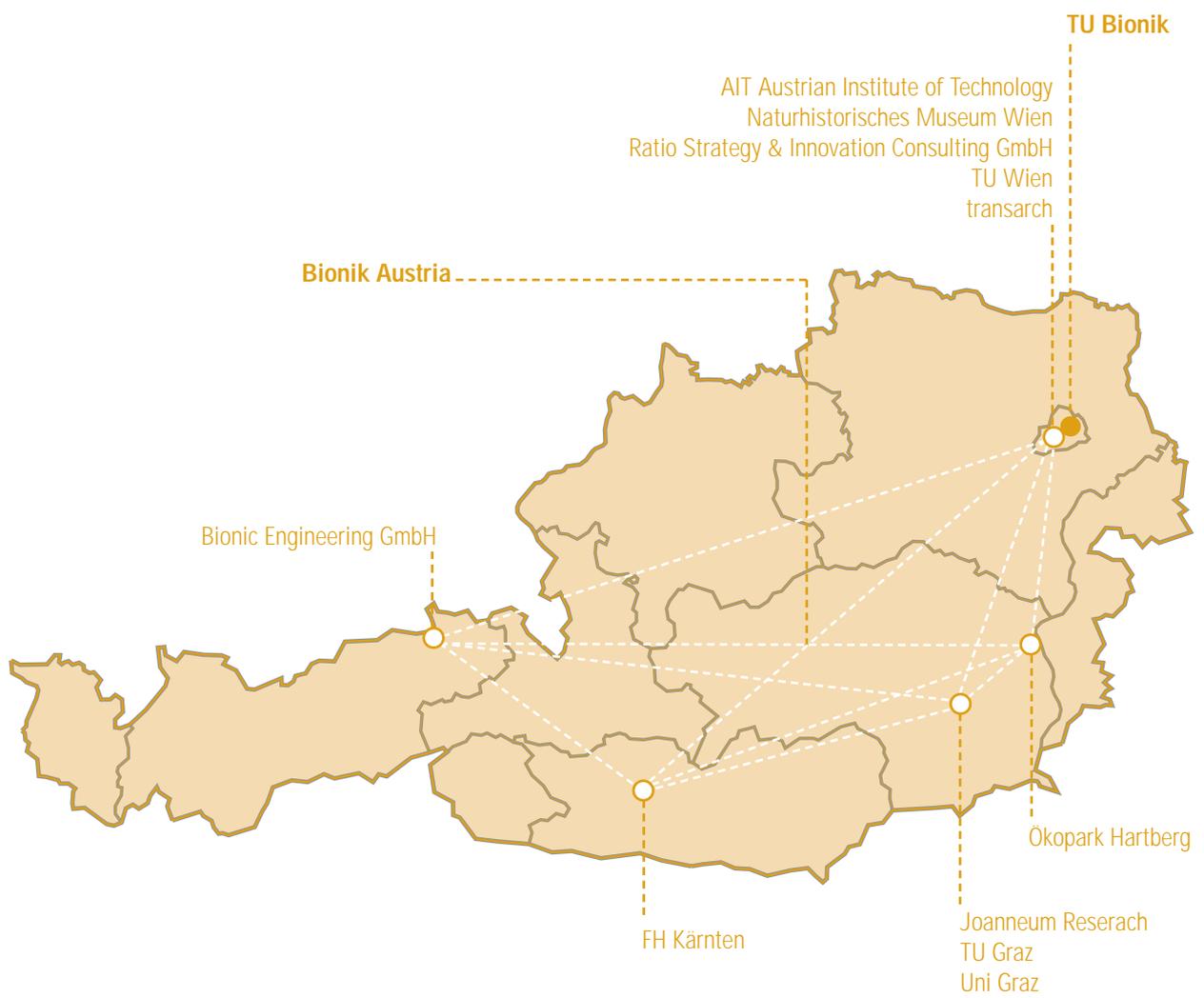


Foto: AWI/JanMichels





# Netzwerke

Bionik Austria

TU Bionik



# Bionik Austria

**BIONIK AUSTRIA**

*BIONIK AUSTRIA dient als thematisches Netzwerk der Förderung der bionikrelevanten Forschung und Entwicklung durch Stimulierung eines vielfältigen Gedanken- und Ideenaustausches. Der zentrale Gedanke der Bionik ist der Technologietransfer von lebenden auf technische Systeme. Das Bionik-Netzwerk will somit den Transfer „science to science“ wie auch „science to business“ forcieren.*

*Bionik Austria wurde 2008 gegründet und ist die österreichische Community für ForscherInnen und UnternehmerInnen.*

**Bionik Austria unterstützt die Erreichung folgender thematischer Ziele:**

- > Sammlung und Aufbereitung von Forschungsergebnissen aus der Technischen Biologie für Produktentwickler („WISSEN SCHAFFEN“). Dazu gehören die Grundlagenforschung innerhalb der Technischen Biologie, die Abstraktion von Ausgangs- und Lösungsparametern und die Aufbereitung für Analogieübertragungen (Konstruktionskataloge)
- > Kreativitätssteigerung und Recherchemöglichkeit für das Finden von „Naturpatenten“ („WISSENSCHAFT NUTZEN“). Ist die Ausgangssituation ein technisches Problem und der Wunsch das Finden des dazugehörigen natürlichen Lösungsvorbildes, so wird die Recherche nach nicht-technischen Patenten und Patenten ohne Technizität unterstützt

**Der Zusammenschluss von fachlich heterogenen ExpertInnen und AnwenderInnen im Bereich Bionik lässt mindestens folgende Vorteile erwarten:**

- > Gezielte und kreative Lösungssuche von vernetzten ExpertInnen in technischen und nichttechnischen Bereichen
- > Erweiterung des Pools an vermittelbaren ExpertInnen für Technologietransferprogramme
- > Zugang zu Unternehmen mit interessanten Fragestellungen seitens der Wissenschaft
- > Zugang zur Wissenschaft seitens interessierter innovativer Unternehmen
- > Entwicklung von interdisziplinären Projektvorhaben

*Gründungsmitglieder waren die Technische Universität Graz, Institute der Technischen Universität Wien, Institute der Karl Franzens Universität Graz, die Abteilung systems research des Austrian Institute of Technology, die JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, die Fachhochschule Kärnten, das Naturhistorische Museum Wien, die Ökopark Hartberg GmbH, die ratio strategy & innovation GmbH, die bionic engineering gmbH sowie diverse Schulen und Unternehmen. Den derzeitigen Vorsitz hat die JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH.*

*Neben der Vernetzung österreichischer ForscherInnen und Unternehmen, findet auch ein Austausch mit Akteuren aus Slowenien und Kroatien, mit der deutschen BioKoN, der BioKoN International sowie dem britischen Bionis Netzwerk statt. Die zahlreichen beteiligten ExpertInnen sind somit wechselseitig für InteressentInnen greifbar.*

*Das Netzwerk Bionik Austria steht weiteren InteressentInnen aus Forschung und Industrie offen.*

**BIONIK AUSTRIA**

Austrian Center for Applied Studies  
in Biomimetics and Biokybernetics  
[www.bionikforschung.at](http://www.bionikforschung.at)



**DI Clemens Schinagl**

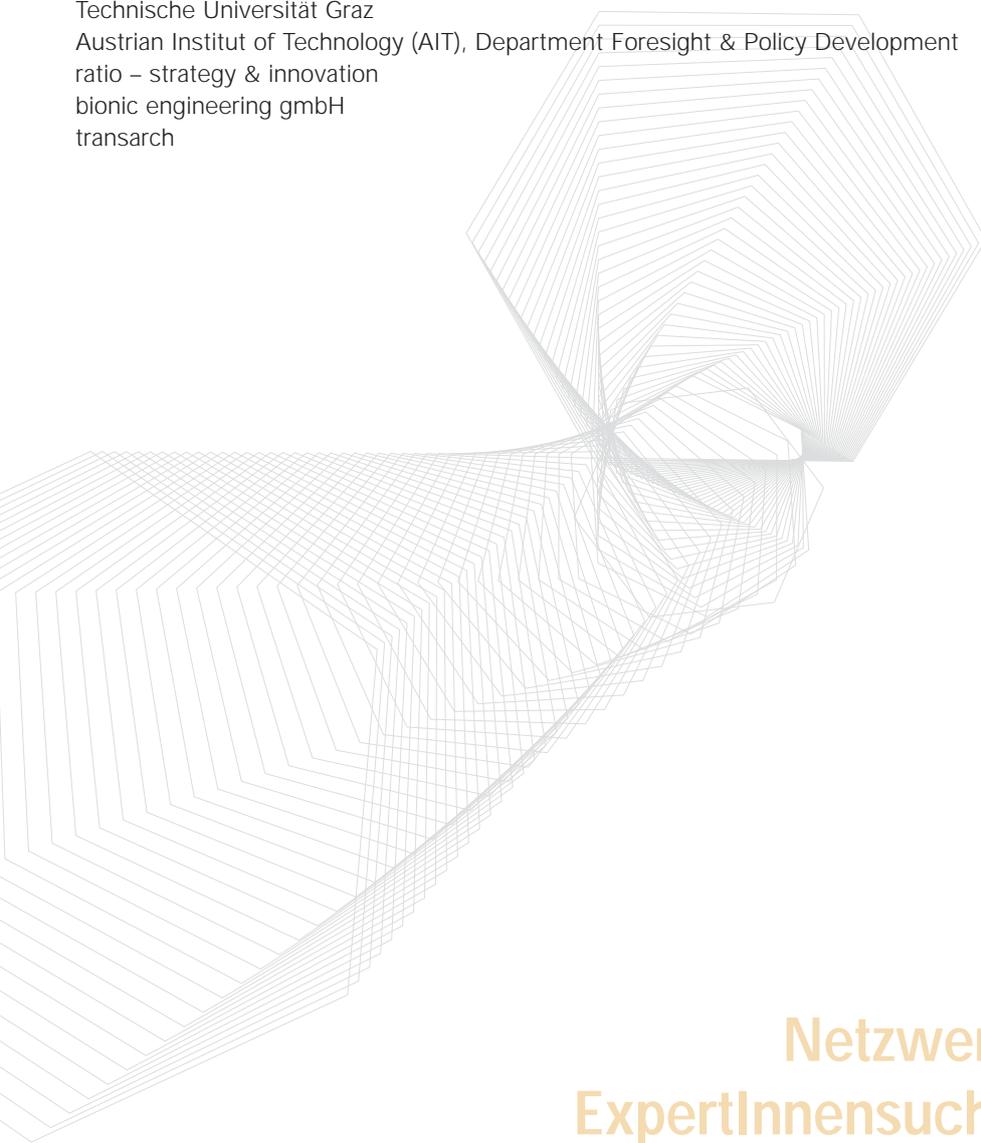
Vorstandsvorsitzender  
Maschinenbauer  
T +43 (0)316 876 1124  
M +43 (0)6991 876 1124  
F +43 (0)3169 876 1124  
[clemens.schinagl@joanneum.at](mailto:clemens.schinagl@joanneum.at)  
[www.joanneum.at/sta](http://www.joanneum.at/sta)





## Gründungs- und Vorstandsmitglieder

Naturhistorisches Museum Wien  
 Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH  
 Ökopark Hartberg  
 Fachhochschule Kärnten  
 Technische Universität Wien  
 Universität Graz  
 Technische Universität Graz  
 Austrian Institut of Technology (AIT), Department Foresight & Policy Development  
 ratio – strategy & innovation  
 bionic engineering gmbH  
 transarch



Netzwerk  
 ExpertInnensuche  
 Technologietransfer  
 Ideenfindung  
 Projektentwicklung

# TU Bionik



*Bionik/Biomimetics wird derzeit an allen Fakultäten der TU Wien beforscht. Der Aufbau eines gemeinsamen Forschungsschwerpunkts Bionik/Biomimetics, und die Etablierung einer transdisziplinären Forschungsstätte soll die Aktivitäten an der Technischen Universität bündeln, verstärken und nach innen und außen sichtbar machen.*

*Das TU BIONIK Center of Excellence ist im Juni 2008 gegründet worden. Der Sprecher des Kooperationszentrums ist Prof. Herbert Stachelberger, der gemeinsam mit einem Kernteam die Bionik Aktivitäten der TU koordiniert. Derzeit sind insgesamt 34 Personen aus 8 verschiedenen Fakultäten am Kooperationszentrum für Bionik/Biomimetics beteiligt.*

## TUBIONIK

Center of Excellence für Bionik/Biomimetics  
der Technischen Universität Wien  
Institut für Verfahrenstechnik  
Getreidemarkt 9/166  
1060 Wien  
bionik.tuwien.ac.at  
biomimetics.tuwien.ac.at



### O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Herbert Stachelberger

Sprecher TU BIONIK  
Chemiker, Botaniker, Technische Mikroskopie  
Tel.: +43 (0)1 58801 17301  
Fax: +43 (0)1 58801 17399  
hstachel@mail.zserv.tuwien.ac.at  
www.vt.tuwien.ac.at

**Kooperationszentrum  
Netzwerk  
Interdisziplinäre Projektentwicklung  
ExpertInnenpool**



## Inhaltliche Ausrichtung

*Bionik als Wissenschaftsdisziplin befasst sich systematisch mit der technischen Umsetzung und Anwendung von Konstruktionen, Verfahren und Entwicklungsprinzipien biologischer Systeme. Dazu gehören auch Aspekte des Zusammenwirkens belebter und unbelebter Teile und Systeme.*

*(Definition nach Werner Nachtigall und VDI, D)*

*Biomimetics is the abstraction of good design from nature.*

*(Definition nach den Centres for Biomimetics, UK)*

Die breite Definition soll viele Forschungsbereiche, die den Informationstransfer aus der Natur für eigenständiges technisches Gestalten nutzen, einbinden.

Ökologie ist im Begriff Bionik nicht impliziert. Die Ökologische Verträglichkeit von bionisch entwickelten Lösungen ist nicht garantiert, im Gegenteil – wie bei anderen Eingriffen in Ökosysteme sind die Umweltauswirkungen zu untersuchen. Die angestrebte Verpflichtung zu ökologischer Nachhaltigkeit soll unabhängig von der Entwicklungsmethode garantiert sein.

Die Ausrichtung des Netzwerks ist eher anwendungsorientiert. Die nötige Grundlagenforschung wird in Zusammenarbeit mit Partnern auf der TU und anderen Universitäten bzw. durch Konsulenten durchgeführt.

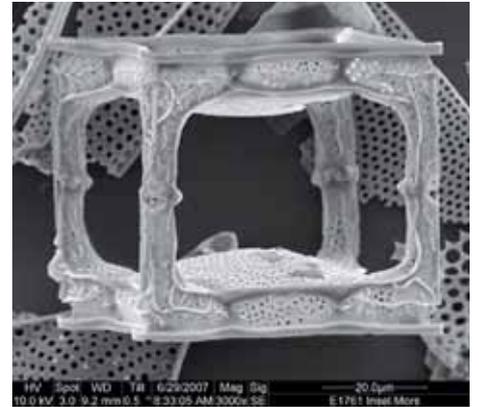
## Ziele des TU-weiten Kooperationszentrums für Bionik / Biomimetics TUBIONIK

Ziel des Kooperationszentrums ist die Bündelung der Bionikforschung an der TU Wien auf einer gemeinsamen Plattform. Dadurch sollen der Informationsaustausch verbessert, weitere interdisziplinäre Zusammenarbeit initiiert und Synergien in der Nutzung der Kompetenzen, Methoden und Ressourcen anderer erzielt werden.

Durch den Aufbau eines gemeinsamen Forschungsschwerpunkts Bionik/Biomimetics, erfolgt die Etablierung einer transdisziplinären Forschungsstätte. Die Vernetzung der Aktivitäten (vorerst an der TU, aber auch über darüber hinaus) soll zu einer verstärkten nationalen und internationalen Akquisition von Projektförderungen führen. Durch die Breite der Materie werden verschiedene Vorhaben im Rahmen des Kooperationszentrums entstehen. Die einzelnen Teilnehmer aus diesem ExpertInnenpool werden Projekte in ihrem jeweiligen primären Kompetenzbereich einbringen, und gemeinsam mit einer Forschergruppe aus dem Kooperationszentrum und externen Partnern bearbeiten. Die schon bestehenden Kontakte zu anderen Forschungsstätten, zur Industrie und anderen Netzwerken (Bionik Austria, BIOKON) sollen verstärkt werden. Im Rahmen des Kooperationszentrums werden auch Symposien und Workshops durchgeführt werden. Durch das Einladen von externen Experten (z.B. Seminare) werden neue Impulse gesetzt.

Über Öffentlichkeitsarbeit soll Bionik Interesse an der TU wecken und auch als Attraktor für SchülerInnen dienen um sie vermehrt dazu anzuregen, sich mit der Möglichkeit eines Technikstudiums intensiv auseinanderzusetzen.

Weitere Informationen auf [bionik.tuwien.ac.at](http://bionik.tuwien.ac.at), [biomimetics.tuwien.ac.at](http://biomimetics.tuwien.ac.at)



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer Kieselalge. Derartige biologene Silikatstrukturen zeigen komplexe Verbindungsstrukturen, und dienen als Inspirationsquelle für Verbindungen in neuen dreidimensionalen mikroelektromechanischen Systemen (MEMS).



Prototypenmodell eines bionisch inspirierten Fassadensystems, Entwurfsprojekt an der Abteilung für Hochbau 2 im Sommersemester 2007 in Zusammenarbeit mit einer Surfboardfirma und einem Hersteller von Biocomposites.



Erstes Netzwerktreffen im Festsaal der Technischen Universität Wien im Juni 2008.

Fakultät	Abteilung, Institut in dem Bionikaktivitäten stattfinden
Architektur und Raumplanung	E253/4 – Abteilung für Hochbau und Entwerfen E259/1 – Abteilung für EDV-gestützte Methoden in Architektur und Raumplanung E259/2 – Abteilung Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau E259/4 – Fachbereich Architekturtheorie E260 – Institut für Städtebau, Landschaftsarchitektur und Entwerfen
Bauingenieurwesen	E202 – Institut für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen E206 – Institut für Hochbau und Technologie
Technische Chemie	E163 – Institut für Angewandte Synthesechemie E164 – Institut für Chemische Technologien und Analytik E166 – Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Techn. Biowissenschaften
Maschinenwesen und Betriebswissenschaften	E307 – Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik E308 – Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie E317 – Institut für Leichtbau und Struktur-Biomechanik E325 – Institut für Mechanik und Mechatronik
Elektrotechnik und Informationstechnik	E362 – Institut für Festkörperelektronik, Zentrum für Mikro- und Nanostrukturen E366 – Institut für Sensor- und Aktuatorssysteme E384 – Institut für Computertechnik
Mathematik und Geoinformation	E101 – Inst.of Analysis and Scientific Computing E127 – Institut für Geoinformation und Kartographie
Physik	E134 – Institut für Allgemeine Physik E136 – Institut für Theoretische Physik
Informatik	E186 – Institut für Computergraphik und Algorithmen

## Schwerpunkte Bionikaktivitäten

Architekturentwurf, Biomaterials in der Architektur

Digital Architecture and Planning

Nachhaltige und effiziente Tragkonstruktionen

Architekturtheorie, Geschichte und Theorie des Organismus in der Architektur

Stadtentwicklung

Biomechanik, Dynamisches Verhalten biomechanischer Systeme

Baudynamik, Hochbaukonstruktion und Bauwerkserhaltung

Biokompatible und bioabbaubare Materialien für Tissue Engineering, Dentaltechnik und Rapid Prototyping mit dem Fokus auf lichthärtbaren Systemen. Synthese, Prüfung, Abbauverhalten, Zellanhaftung und zellselektive Oberflächenmodifizierung.

Charakterisierung von Biopolymeren

Fasertechnologie, Lebensmittelchemie, Lebensmitteltechnologie, Polymerchemie, Technikfolgenabschätzung, Verpackungswesen, Wasseruntersuchung, Mikroskopie

Dynamische Simulation muskulärer Systeme, Leistungsoptimale muskelgetriebene Antriebe, Funktionelle Elektrostimulation

Nichtmetallische Werkstoffe, Biomaterialien, Rapid Prototyping von Biomaterialien: Entwicklung biokompatibler und bioabbaubarer Werkstoffe mittels Stereolithographie (SL)

Leichtbau, Theoretische, numerische und experimentelle Biomechanik

Biomechanik

Biokompatibilität von Oberflächen, Zellmonitoring für die Pharmakognosie (CaCo2 Zellen), orts- und zeitaufgelöste Gewebsuntersuchungen im Hinblick auf elektr. Aktivitäten

Konstruktionsmethodik, Kreativitätsmethoden, TRIZ, Produktentwicklung, Fokus auf Mikrosystemtechnik, Tribologie, Feinwerktechnik; Mikro- und Nanosystemtechnik, Messtechnik, Sensor Elektronik

Bionik in der Automatisierungstechnik, Integration von Forschungsergebnissen aus Psychoanalyse, Neurologie und Ingenieurwesen in ein Computermodell der menschliche Psyche

Computerunterstützte Neurowissenschaft und Biomedizinische Technik

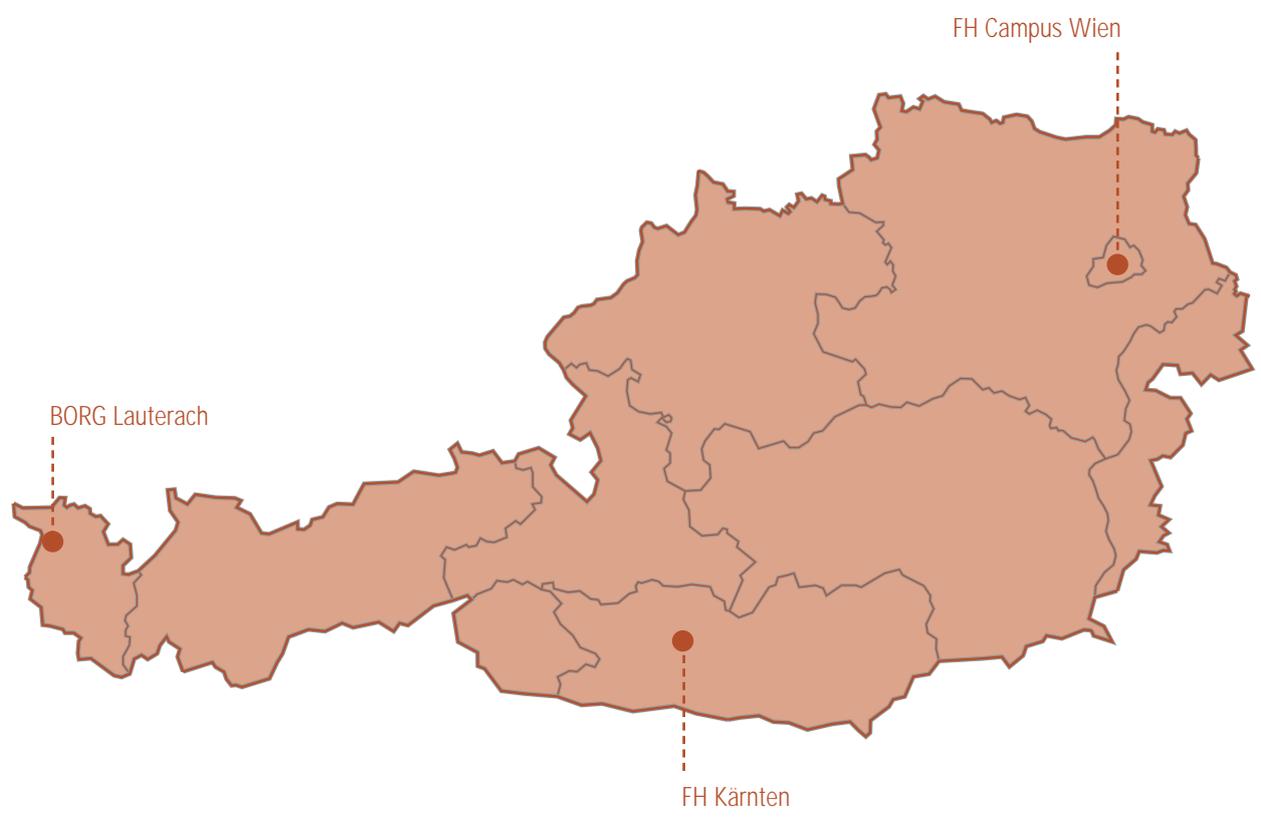
Räumliche Wahrnehmung, Benutzerinterfaces für Geoinformationssysteme, ökonomische und organisatorische Aspekte des Sammelns und Verwaltens von Geographischer Information

(Bio-)Nanotechnologie , Tribologische Mikro- und Nanosysteme aus der Biosphäre, Engineering Biology

Theoretische Physik

Evolutionary Computation





# Aus- und Weiterbildung

BORG Lauterach  
FH Campus Wien  
FH Kärnten



# BORG Lauterach



Das BORG Lauterach ist ein Bundesoberstufenrealgymnasium, das an die vierte Klasse Hauptschule oder Gymnasiumunterstufe anschließt. Der Oberstufenunterricht dauert vier Jahre und wird mit der Matura abgeschlossen. Das BORG Lauterach bietet drei Schwerpunktsetzungen an, eine davon wird vor Schulantritt entsprechend den Begabungen und Wünschen gewählt.

Im Zweig NWT – Natur, Wissenschaft, Technik – bilden Naturwissenschaften und Technik sowie die daraus resultierenden Anwendungen den Schwerpunkt des Unterrichtsgeschehens. Dabei wird besonderer Wert auf das praxisbezogene Arbeiten gelegt. In diesem Zusammenhang werden neueste Erkenntnisse und Entwicklungen aus den Bereichen Physik, Chemie sowie Biologie und Umweltkunde berücksichtigt. Aus diesem Grund hat auch Bionik als moderne Forschungsrichtung Eingang in den Lehrplan des NWT-Zweiges gefunden und ist nun seit vielen Jahren zentraler Bestandteil der Wahlpflichtfächer Biologie und Physik.

## Ausbildung Fortbildung Modellbau



### Hofrat Mag. Armin Greußing

Direktor  
Germanist und Religionspädagoge  
T +43 (0)5574 73307  
F +43 (0)5574 73307 6  
borg.lauterach@cnv.at

### Mag. Rouven Schipflinger

Lehrer Bionik – Einführung, Wahlpflichtfach Bionik,  
Biologie und Umweltkunde  
Biologe  
T +43 (0)5574 73307  
F +43 (0)5574 73307 6  
rouven.schipflinger@schule.at

### Mag. Manfred Huber

Lehrer Wahlpflichtfach Bionik, Physik, Mathematik  
Mathematiker und Physiker

## Bundesoberstufenrealgymnasium Lauterach

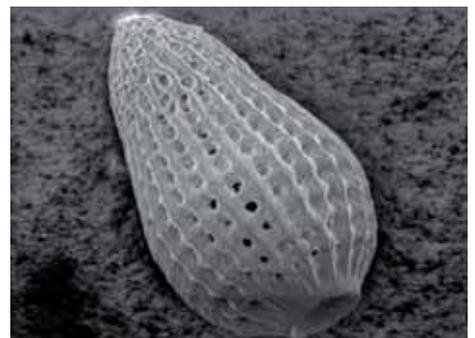
Montfortplatz 16A  
6923 Lauterach  
www2.vobs.at/borgl



Arbeiten an diversen Werkstücken im Biosaal für das Bionik-Projekt mit der inatura, ein modernem Naturkundemuseum in Dornbirn ([www.inatura.at](http://www.inatura.at)).



"Fotoshooting" für das Bionik-Projekt. Die Schüler zeigen einen selbst gebastelten Fischertechnik-Laufroboter und sein natürliches Vorbild, eine Stabheuschrecke aus unserer hauseigenen Zucht.



REM-Aufnahme eines Kieselalgen-Skeletts. Das Foto wurde von Prof. (FH) Heinz Duelli im Rahmen eines Projektes an der FHV in Dornbirn gemacht.

## Arbeit am BORG Lauterach

Das Bundesoberstufenrealgymnasium Lauterach in Vorarlberg ist die erste Schule, in der Bionik im naturwissenschaftlichen Zweig als Schwerpunktthema gelernt werden kann. Im ersten Semester (9. Schulstufe) bekommen die SchülerInnen einen Überblick zu den Inhalten, Methoden und Zielen der Bionik. Von der 6. bis 8. Klasse wählen sie dann jährlich 2 Wochenstunden aus den Fächern Biologie, Chemie und Physik als Schwerpunkt-Wahlfach, in dem handlungsorientiert und interdisziplinär zu verschiedenen Themengebieten gearbeitet wird. Dabei werden zunächst die biologischen Konstruktionen (z.B. Vogelflügel) bzw. Verfahren (z.B. Fotosynthese) mit Hilfe von Literatur, Internetrecherchen und vor allem praktischen Versuchen studiert und ihr Form- bzw. Wirkmechanismus analysiert. Nach diesen biologischen Vorbildern werden anschließend zumeist in Kleingruppenarbeit eigene technische Werkstücke (z.B. Fluggeräte) und Modelle (z.B. Farbstoffzelle) hergestellt und erprobt. Die gute EDV-Ausstattung der Schule ermöglicht in allen Projektphasen die Einbindung des Computers im Bionikunterricht.

### Bisher wurden an der Schule unter anderen folgende Projekte durchgeführt:

Bau von Fluggeräten nach natürlichen Vorbildern, Projekt „Ei-Fall“, Erarbeitung der Sonderausstellung BIONIK in der inatura in Dornbirn, Konstruktion von Brücken und Türmen nach dem Vorbild von Grashalmen und Bäumen, Bau von Erschütterungssensoren nach dem Prinzip des Becherhaares von Spinnen, Herstellung von Laufrobotern und Spurensuchern in Fischertechnik, Konstruktion eines Flossenbootes.

Nähere Informationen zu den angeführten Projekten erhalten Sie im Internet unter [www.vobs.at/borg/](http://www.vobs.at/borg/)

### Lehrtätigkeit an der FHV (Mag. Schipflinger):

Die Arbeit an der Fachhochschule Vorarlberg ist theoretischer angelegt, wobei viel Raum für Diskussionen eingeräumt und der Vorlesungsteil durch einen Besuch in der inatura, einem modernen naturkundlichen Museum in Dornbirn, sowie einen Übungsteil im Mikrotechnik – Forschungszentrum der FH ergänzt wird. Das Wahlfach Bionik wird im Rahmen einer TLV (Transdisziplinäre Lehrveranstaltung) abgehalten und steht Studenten aller Studienrichtungen des 3. und 5. Semesters offen. Die Lehrveranstaltung wurde bisher vor allem von Mechatronikern und Studenten der Betriebswirtschaft und Informatik besucht. Neben dem Vorstellen praktischer Beispiele aus allen Teildisziplinen der Bionik und neuen naturorientierten Problemlösungsstrategien sind die Steigerung des Kreativitätspotentials, die Förderung einer ganzheitlichen Sichtweise sowie das Sensibilisieren für ein umweltverträgliches und nachhaltiges Konstruieren und Wirtschaften wesentliche Ziele dieses Seminars.

## Lehrinhalte

### Konstruktionen

- > Konstruktionsbionik, Material- und Werkstoffbionik, Bionische Robotik und Prothetik, Mikro- und Nanobionik

### Verfahren

- > Verfahrens/Prozessbionik, Baubionik, Klima/Energetobionik
- > Bewegungsbionik, Kinematik und Dynamik

### Informationen

- > Sensor- und Neurobionik
- > Evolutionsbionik
- > Organisationsbionik

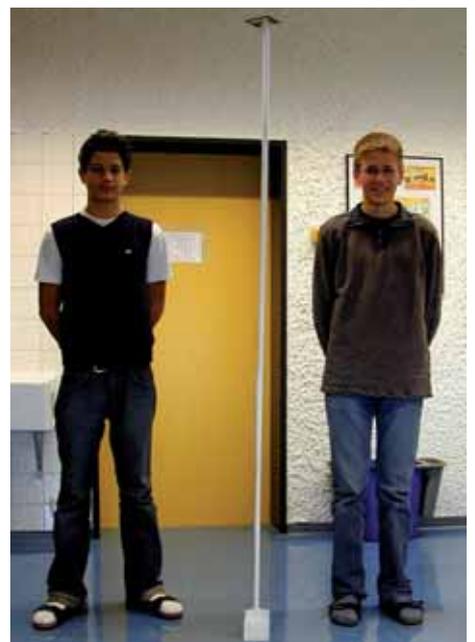
Die Beschreibung der Lehrveranstaltung im ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System) ist unter folgender Adresse zu finden: [www.fhv.at/ects/d/2009/WS200821702.html](http://www.fhv.at/ects/d/2009/WS200821702.html)



Das Anreißen nach vorherigem maßstäblichem Plan. Diese Gruppe wählt für die Flosse einen Tupperware-Deckel.



Diese Gruppe wählt einen vertikalen Flossenantrieb.



Der Siegerturm mit der sensationellen Höhe von 2,1 m. Er besitzt ein rundes Profil mit Verstärkungen bei den Klebstellen.

# FH Campus Wien



Die FH Campus Wien besteht in der heutigen Form seit 2002 und erhielt den Status „Fachhochschule“ im Sommer 2004. Das Studienjahr 2009/10 starten die meisten Studiengänge im neuen Stammhaus der FH Campus Wien, Favoritenstraße 226, 1100 Wien. Bis dahin wird das modernste FH-Gebäude Österreichs fertig gestellt. Mit rund 3.000 Studierenden ist die FH Campus Wien mittlerweile eine der größten Fachhochschulen österreichweit und die größte FH in Wien.

Aus den Bereichen „Technik und Management“, „Gesundheit“, „Soziales“ und „Public Management“ steht den Studierenden ein Angebot an rund 40 Bachelor- und Master-Studiengängen zur Auswahl. Die FH Campus Wien arbeitet im Bereich „Technik und Management“ mit der Universität Wien, der Universität für Bodenkultur, der Veterinärmedizinischen Universität Wien und der Technischen Universität Wien zusammen. Die Gesundheits-Studiengänge werden in Kooperation mit dem Wiener Krankenanstaltenverbund (KAV) geführt. Hier erfolgt eine fachliche Kooperation mit der Universität Wien und der Medizinischen Universität Wien. „Public Management“ wurde gemeinsam mit dem Bundeskanzleramt und „Public Tax“ mit dem Bundesfinanzministerium entwickelt. Zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsprojekte der Studiengänge und externe Auftragsforschung werden über eigene Forschungsgesellschaften abgewickelt. Die FH Campus Wien ist mit Unternehmen, Organisationen und öffentlichen Einrichtungen ebenso vernetzt wie mit Partner-Schulen aus BHS und AHS.

## Fachhochschule, FH Campus Wien Bereich – Technik und Management

Favoritenstrasse 226

1100 Wien

[www.fh-campuswien.ac.at](http://www.fh-campuswien.ac.at)



### Ing. Wilhelm Behensky, MEd

Geschäftsführer

T +43 (1)6066877 100

F +43 (1)6066877 109

[office@fh-campuswien.ac.at](mailto:office@fh-campuswien.ac.at)



### FH Prof. DI Andreas Posch

Studiengangsleiter Angewandte Elektronik u.  
Technisches Projekt- u. Prozessmanagement  
Elektrotechniker mit dem Schwerpunkt Mikro-  
prozessortechnik und industrielle Elektronik  
T +43 (1)6066877 2111  
F +43 (1)6066877 2119  
[andreas.posch@fh-campuswien.ac.at](mailto:andreas.posch@fh-campuswien.ac.at)



### Univ.L.Prof.DI.Mag.Dr. Alfred Pesek

Entwicklungsteam Bionik  
Sportwissenschaftler, Chemiker,  
Umwelttechniker  
T +43 (1)33126 645  
M +43 (0)699 17170717  
F +43 (1)33126 204  
[alfred.pesek@tgm.ac.at](mailto:alfred.pesek@tgm.ac.at)

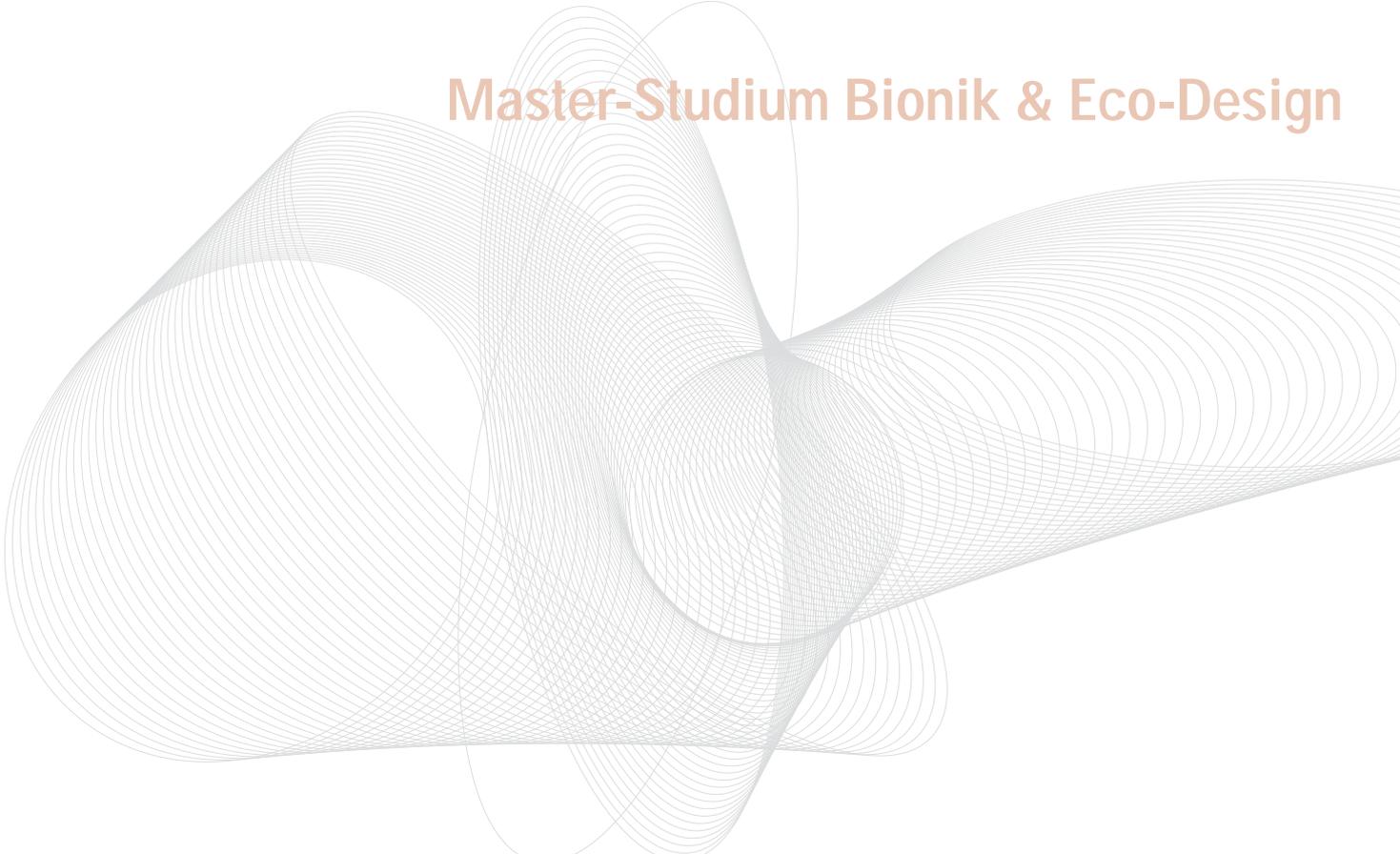
## **Bionik & Eco-Design**

Aufbauend auf eine fundierte technische und/oder biologische Bachelor-Ausbildung eröffnet das Master-Studium Bionik & Eco-Design Absolventinnen und Absolventen u.a. Beschäftigungsfelder in den Bereichen Konstruktion und Design, aber auch in der Gesundheitsvorsorge und in der Entwicklung medizinischer Technologien sowie in den klassischen Ingenieurwissenschaften.

### **Beispielhaft wären dies folgende Aufgabenbereiche**

Implantatologie, Biohybrid- und Nanotechnologie, Entwicklung neuer therapeutischer Geräte und Einrichtungen sowie Anwendungen in der Energiewirtschaft und Elektrotechnik, der Umwelttechnik, Adaptonik, Biosensorik und verfahrenstechnische Energetik, Maschinenbau sowie im Bereich Mechatronik.

# Master-Studium Bionik & Eco-Design



# FH Kärnten



Die Fachhochschule Kärnten hat sich in den rund 10 Jahren ihres Bestehens zu einer einzigartigen Institution entwickelt. Durch die Ausweitung des Studienangebots und der organisatorischen Weiterentwicklung bietet die Fachhochschule Kärnten in den verschiedensten Bereichen eine zukunftsorientierte Ausbildung in enger Kooperation mit Wirtschaft und Wissenschaft. Die Schwerpunkte liegen im Bereich Technik, Gesundheit und Soziales und Wirtschaft.

## Fachhochschule Kärnten

Bauingenieurwesen und Architektur  
Villacher Straße 1  
9800 Spittal an der Drau  
[www.fh-kaernten.at](http://www.fh-kaernten.at)



**D.ID. Mag. Peter Piccottini**  
Projektleiter Bionik  
Industrial Design  
T +43 (0)590 500 1147  
F +43 (0)590 50 1110  
[peter.piccottini@fh-kaernten.at](mailto:peter.piccottini@fh-kaernten.at)  
[www.fh-kaernten.at/biomimetics](http://www.fh-kaernten.at/biomimetics)

**Energiebionik**  
**Solare Energetik**  
**Energiezukunft nach dem Vorbild der Natur**  
**Solare Bionik-Strategie**

## Das Pilotprojekt Bionik an der Fachhochschule Kärnten

Im September 2007 startete an der Fachhochschule Kärnten ein aus Drittmitteln des Landes Kärnten durch die Kärntner Landesregierung gefördertes, zwei Jahre andauerndes Pilotprojekt zum Querschnittsthema Bionik dessen Projektleiter D.ID. Mag. Peter Piccottini ist. Folgende Ziele werden seither mit diesem Projekt verfolgt:

1. Erhebung einer möglichen Implementierbarkeit bionischer Lehrinhalte in die bestehenden Studiengänge an der Fachhochschule Kärnten.
2. Aufbau eines überregional tätigen Kompetenznetzwerkes und einer Forschungsplattform für Bionik an der Fachhochschule Kärnten.
3. Basisarbeit und Aufbauarbeit an Schulen und anderen Institutionen in Kärnten in Form von Vorträgen, Seminaren und Workshops und durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit.
4. Verknüpfung und Zusammenarbeit zwischen der Fachhochschule Kärnten und Kärntner Schulen bei bionischen Forschungsprojekten und Forschungsthemen durch Diplombetreuungen an Gymnasien und Höheren Schulen etc.
5. Vernetzung mit nationalen und internationalen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen: Erschließung von Kooperationsmöglichkeiten für die Fachhochschule Kärnten national und international.
6. Entwicklung und Aufbau eines Fachhochschul Studiengangs (Master) aus einem Bereich der Bionik an der Fachhochschule Kärnten.

Seit Beginn des Projekts konnte die Fachhochschule Kärnten sich mit dem Thema Bionik sowohl national als auch international sehr gut positionieren. In Österreich ist sie die einzige Fachhochschule, die sich mit einem eigenen Entwicklungsprojekt aktiv am Aufbau und der Bekanntmachung dieser jungen Wissenschaftsdisziplin beteiligt, und ist eines der Gründungsmitglieder des Vereins Bionik Austria.



### 1. internationales Bionik Symposium 2008 – bionik-A in Villach.

Über 280 Teilnehmerinnen und Teilnehmer besuchten das von der Fachhochschule Kärnten im Rahmen des Pilotprojekts Bionik veranstaltete 1. internationale Bionik Symposium – bionik-A – und nutzten die Gelegenheit die junge Wissenschaft BIONIK kennenzulernen.

Die Veranstaltung fand im Rahmen des an der Fachhochschule Kärnten im September 2007 gestartete und durch Drittmittel des Landes Kärnten geförderte Pilotprojekt Bionik am Dienstag, den 25. November 2008 in den Räumen des Parkhotel Villach statt. Die Abendveranstaltung wurde in Kooperation mit dem Cluster Forum des Micro Electronic Cluster me2c veranstaltet.

Bei dieser Veranstaltung der Fachhochschule Kärnten konnten zahlreiche Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus der internationalen Bionik Forschung, Referentinnen, Referenten und Gäste aus fünf Nationen (Deutschland, Frankreich, Holland, Schweiz und Österreich), der Wirtschaft der Industrie aber vor allem auch viele Schülerinnen und Schüler aus dem Raum Villach und Umgebung begrüßt werden.

### Zu den unterschiedlichsten Bionik-Themen referierten:

- > DI Clemens Schinagl, Joaneum Research
- > Prof. Dr. Thomas Speck, Universität Freiburg
- > DI Dr. techn. Petra Gruber, transarch, TU-Wien
- > Dipl. Arch. Mag. arch. Biruta Kresling, bk-bionik Paris, Kunstuniversität Linz
- > DI Dr. techn. Edgar Schiebel, Austrian Research Centers GmbH – ARC
- > Univ. Doz. Dr. Hubert Brückl, Austrian Research Centers GmbH – ARC
- > Dr. Tobias Seidl, Advanced Concepts Team, European Space Agency – ESA

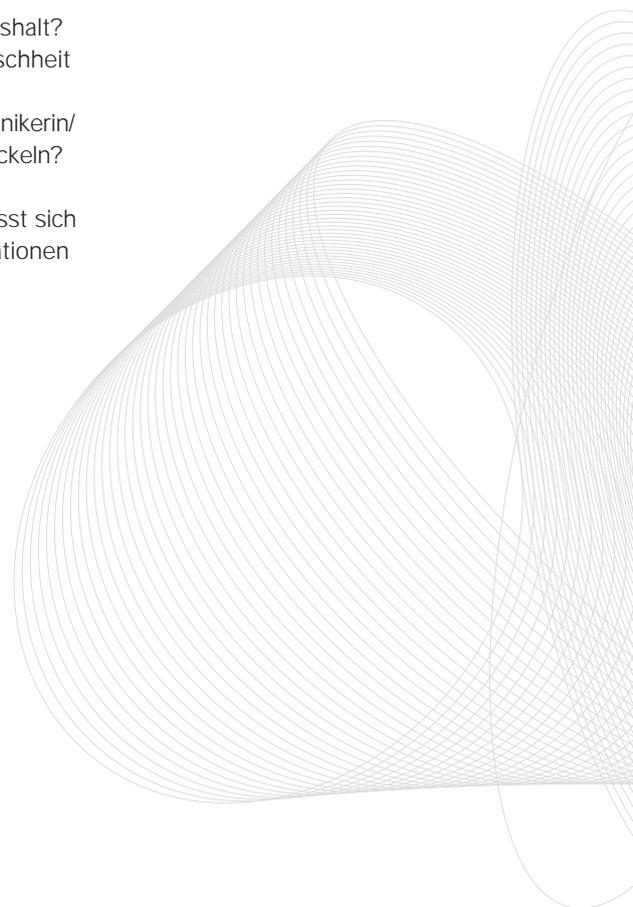
Der Abendvortrag im Rahmen des Cluster Forums des me2c [micro]electronic cluster wurde von em. Univ.Prof. Dr. Helmut Tributsch, Freie Universität Berlin, Hahn-Meiter-Institut Berlin zum Thema Energiebionik gehalten.

Die Veranstaltungsreihe soll biennial fortgesetzt werden und das nächste mal 2010 stattfinden.

### Der Master-Studiengang „Bionik/Biomimetics in Energy Systems“ an der Fachhochschule Kärnten

Die Energiebionik hat als Teildisziplin der Bionik die Untersuchung von Energiewandlungen in lebenden Organismen für die Entwicklung ähnlicher technischer Systeme und Geräte zur Energiegewinnung zum Inhalt. Die folgenden Fragestellungen sind daher im Master-Studiengang „Bionik/Biomimetics in Energy Systems“ unter anderem von aktueller Relevanz:

- > Wie funktionieren natürliche Energie-Systeme?
- > Welche Energie-Konzepte verfolgt die Natur und wie regelt sie ihren Energiehaushalt?
- > Welche zukünftigen Technologien und Systeme lassen sich daraus für die Menschheit ableiten?
- > Welche neuen technischen Energie-Systeme können Sie als zukünftige Energiebionikerin/ als zukünftiger Energiebioniker aus diesen Erkenntnissen für die Menschheit entwickeln?
- > Wie könnte eine solar-industrialisierte Welt einmal aussehen?
- > Welche nach dem Vorbild der Natur gestaltete Energie-Zukunft ist denkbar und lässt sich in einer Solaren Bionik-Strategie für das „Energie-Schicksal“ zukünftiger Generationen definieren?



Das angebotene breite Spektrum an Fächern bietet Studierenden eine Lernumgebung, die sowohl wissenschaftsbezogen als auch praxisorientiert verläuft. Dabei wird unter anderem größter Wert auf eine stete Wechselwirkung zwischen theoretischer Grundlagenvermittlung sowie tätiger Forschung und Entwicklung gelegt. Der integrative Ansatz in der Lehre gewährleistet den zukünftigen Energiebionikern eine große Allgemeinkompetenz, Aufgeschlossenheit, soziale Kompetenz, Planungs- und Handlungsflexibilität ebenso, wie auch die notwendige Wirtschaftskompetenz, die sie bestmöglich für die Lösung zukünftiger Herausforderungen und Aufgabenstellungen in interdisziplinär tätigen Teams qualifiziert.

## Forschung und Entwicklung

**Forschungsthemen im Master-Studiengang „Bionik/ Biomimetics in Energy Systems“ sind unter anderem:**

- > Alternative Energien
- > Solare Energetik
- > Solare Wasser-Technologie
- > Forschung zu Bio-Analogen Technologien
- > Wasserstoff von der Wasserabspaltung
- > Wasser als Energie-Nebenprodukt
- > Wasserstoff aus den Meeren
- > Biologische Energie-Strategie
- > Nano-Solarzellen
- > Biomaterialien
- > Wasserstoffthermolysse
- > Alternative Antriebssysteme
- > Alternativer Energietransport
- > Bionische Energie-Strategien
- > Bionische Grundlagenforschung
- > Synthetische Oberflächengestaltung nach Vorbildern aus der Natur

## Vollzeit-Studium „Bionik/Biomimetics in Energy Systems“ im Überblick:

Vorlesungssprache: Englisch

Zeitliche Organisation: Vorlesungszeit ist von Montag bis Freitag  
(in Ausnahmefällen auch am Samstag)

Dauer: 4 Semester

Studienplätze pro Jahr: 25

Studienbeginn: Anfang Oktober 2009

Akademischer Abschluss: Master of Science (MSc)



# Ausstellungen / Parks

Naturpark Zirbitzkogel-Grebenzen

Ökopark Hartberg



# Naturpark Zirbitzkogel-Grebenzen



Der Naturpark Zirbitzkogel-Grebenzen befindet sich im oberen Murtal an der steirisch-kärntnerischen Grenze, erstreckt sich über insgesamt 10 Naturparkgemeinden und ist einer der wasserreichsten Naturparke in ganz Österreich. Die Eiszeit vor ~ 15 000 Jahren hat das Landschaftsbild geprägt und eine weite, harmonisch geformte Kulturlandschaft voller Naturschönheiten zwischen 700m und 2396m Höhe hinterlassen.

Wie jeder österreichische Naturpark basiert auch dieser auf dem gleichrangigen Miteinander der vier Säulen: „Regionalentwicklung“, „Naturschutz“, „Erholung“ und „Bildung“. Vor allem die Stärkung des regionalen Bewusstseins und die Wissensbildung der heimischen Bevölkerung nehmen einen wichtigen Stellenwert in den Aktivitäten und Projekten des Naturparks ein.

Mittels der Forschungsinitiative „Forschung macht Schule“ des BMVIT und BM:UKK wurde Jugendlichen die Möglichkeit geboten, attraktive forschungsorientierte Praktika zum Thema BIONIK zu absolvieren und so das regionale Interesse für Naturwissenschaften belebt. So gelingt es dem Naturpark einerseits zukunftsorientiert zu handeln und andererseits das geistige Potenzial in der Region zu verfestigen.

Mit Hilfe der Institution der Naturparkschulen innerhalb des Naturparks steht auch der Wissensbildung außerhalb der 4-wöchigen Praktika nichts im Wege. Mit der im Sommer 2009 konzipierten Wanderausstellung „BIONIK“ stehen auch die notwendigen Lehrmittel für den Lehrkörper ab dem Frühjahr 2010 zur Verfügung. Darüberhinaus wird aktiv an der Wissensvermittlung in eigens gestalteten Bionik Führungen in der Naturparkregion gearbeitet. Eigene Fortbildungsseminare für Natur- und LandschaftsführerInnen, BIONIK Seminare für Lehrer, sowie Interessierte sollen die notwendige Unterstützung geben, sodass sich der Naturpark als Ausbildungszentrum etablieren kann.



## Mag. Michael Baldauf

Geschäftsführer  
Umweltsystemwissenschaftler mit  
Fachschwerpunkt Geografie  
T +43 (0)3584 4100 3  
M +43 (0)699 10635996  
F +43 (0)3584 4100 4  
m.baldauf@naturpark-grebenzen.com



## BSc Elisabeth Schitter

Bionik Praktikum Koordinatorin  
Umweltsystemwissenschaftlerin mit  
Fachschwerpunkt Geografie  
T +43 (0)3584 4100 2  
M +43 (0)664 4026603  
F +43 (0)3584 4100 4  
e.schitter@naturpark-grebenzen.com

## Naturpark Zirbitzkogel-Grebenzen

Hauptplatz 4  
8820 Neumarkt  
www.naturpark-grebenzen.com  
www.naturpark-grebenzen.at



Tautropfen

Die Aufnahme wurde dafür verwendet um den „Lotuseffekt“ nachzuempfinden.

## Bionik Aktivitäten im Naturpark

Juli 2008: österreichweit erstes Innovationspraktikum BIONIK

Sommer 2008: Erstellung eines Leitfadens für Natur- und LandschaftsführerInnen

September 2008: Vortrag beim BIONIK Kongress „An der Schnittstelle zwischen Biologie und Technik“ in Wien

Juli 2009: „generation innovation“ Praktikum: „Bionik-Inspiziert von der Natur“

- > Herbst 2010 Eröffnung des Bionik Themenweges im Naturpark
- > Ab Frühjahr 2010 Fertigstellung der Wanderausstellung für Schulen

Dem Naturpark ist es ein großes Anliegen das geistige Potenzial in der Region zu halten, um somit eine innere Stärkung zu bewirken. Zukunftsorientierte Initiativen sowie naturrelevante Projekte dienen der Verfestigung in der Bewusstseinsbildung. Peripherieräume sind oftmals von einer starken Abwanderung bedroht, um diesen negativen Aspekt entgegenzuwirken setzt der Naturpark auf natur- und wissensinteressierte Jugendliche.

Mit den regionalen Naturparkschulen besteht enger Kontakt und somit sind die Türen auch in den Lehrplan der Schulen geöffnet. Die Wanderausstellung wurde so konzipiert, dass sie für alle Schultypen geeignet ist und jederzeit erweitert werden kann. Um nicht nur den theoretischen Hintergrund verschiedener Funktionsprinzipien zu erklären dient der Themenweg mit seinen Exponaten als attraktive Wissensvermittlung. Naturparkführungen rund um das Thema BIONIK werden von ausgebildeten Natur- und Landschaftsführern auch Gästen näher gebracht.



Exkurs Wasserlebewesen

PraktikantInnen erforschen ihren Naturpark.

# Innovation Schnittstelle Bionik und Naturpark

# Ökopark Hartberg



Dem oekopark Hartberg, der 1998 unter der Patronanz der Stadtwerke Hartberg in der oststeirischen Bezirksstadt eröffnet wurde, liegt ein innovatives Drei-Säulen-Konzept, das ein Netzwerk aus eigenständigen Umweltgewerbebetrieben, ein Zentrum für angewandte Forschung sowie Erlebnis- und Ausstellungseinheiten umfasst, zu Grunde. Die Konzeption und Grundausrichtung orientiert sich an der Realisierung und Demonstration von ökologischer Technik nach dem Vorbild der Natur. Die am oekopark vorbildhaft gelebte und gezeigte Nutzbarmachung der Kreativität der Natur bei der Entwicklung und Anwendung nachhaltig zukunftsfähiger Umwelttechnologien zieht sich als Leitgedanke und Mainstream durch sämtliche Aktivitätsbereiche.

- > *Gewerbepark – programmatische Themenausrichtung auf Umwelttechnologie und nachhaltige Produktivität*
- > *Forschungspark – Forschungs- und Technologieentwicklungsprojekte in Zusammenarbeit mit den am oekopark ansässigen Gewerbebetrieben*
- > *Erlebnispark – Unterhaltsame Wissensvermittlung durch Bereitstellung von naturwissenschaftlichen und ökologiezentrierten Bildungsangeboten in Form von interaktionsorientierten Ausstellungseinheiten; Authentizität durch Einbettung in ein alltagsnahes Umfeld*



## OBR DI Reinhard Fink

Geschäftsführer

Tel.: +43-(0)3332 62250 0

Fax: +43-(0)3332 62250 20

info@oekopark.at

## oekopark Hartberg

oekopark Errichtungs GmbH

Am Ökopark 10

8230 Hartberg

www.oekopark.at



© Foto Alfred Mayer – Woche /Hartberg

Arbeiten – Forschen – Erleben  
Ver- und Entsorgungskonzepte  
Umwelttechnologien  
Bildungsangebote  
Bionikpark



## Arbeiten – Forschen – Erleben am oekopark Hartberg

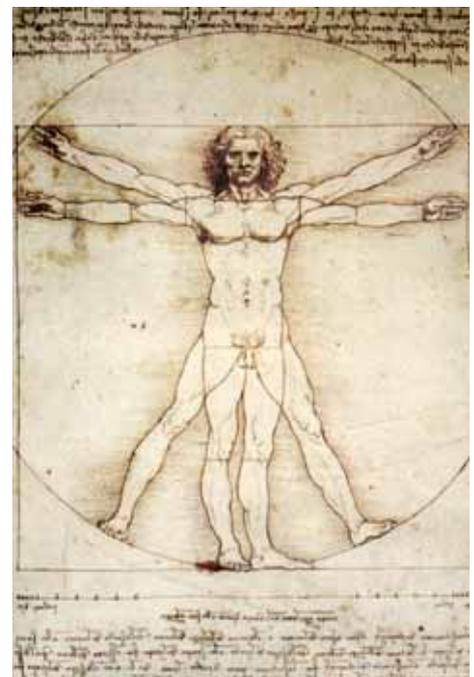
Diese bis dato einzigartige Kombination stellt unter Beweis, dass sich Ökologie und Ökonomie nicht ausschließen, sondern einander symbiotisch ergänzen können bzw. sollten. Bereits zu Beginn der Betriebs- und Forschungstätigkeit wurden interaktive Lern- und Forschungselemente für Besucher aller Altersklassen in das oekopark-Konzept integriert. Ziel dieser „Erlebniseinheiten“ war und ist die zeitgemäße und unterhaltsame Vermittlung anspruchsvoller Inhalte des weit gefassten Themenkreises Natur, Wissenschaft und Technik. Diese Form der Wissensvermittlung geschieht also dezentral direkt vor Ort über das gesamte oekopark-Gelände hinweg und soll den Forschungs- und Entdeckungsgeist der BesucherInnen stimulieren. Dazu lassen ausgewählte oekopark-Unternehmen im Sinne „gläserner Betriebe“ hinter ihre Betriebskulissen blicken.

Ferner hatte die Auftaktausstellung dieses umfassenden Erlebnis- und Forschungsbereichs das Thema Bionik zum Inhalt. Die Folgeausstellung behandelte speziell das Lebenswerk Leonardo da Vincis, der wegen seiner methodischen Suche nach Inspirationsquellen aus der belebten Natur nach wie vor als „Urbioniker“ gehandelt wird.

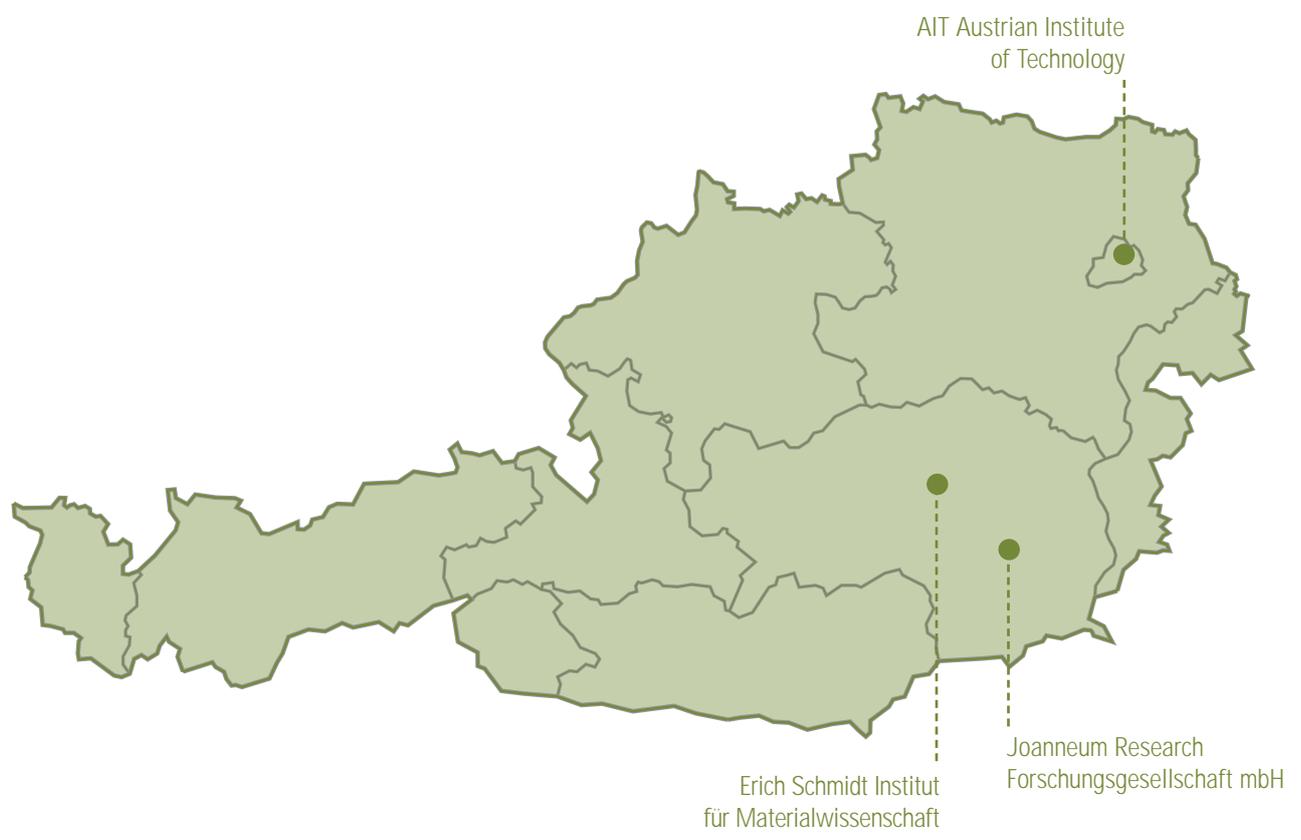
Der oekopark beheimatet darüber hinaus bereits seit Jahren die DAVINCI-Privatschule, eine reformpädagogischen Einrichtung in der die SchülerInnen durch Einsatz moderner Lernkonzepte zum eigenverantwortlichen und selbstständigen Lernen hingeführt werden. Nicht nur der Name DAVINCI ist eine Referenz an das italienische Universalgenie: Auch das Unterrichtsfach Bionik wurde verbindlich im Lehrplan verankert. Verschiedene Bereiche des oekoparks werden im Schulalltag – je nach Unterrichtsinhalt – als Lernstationen in den pädagogischen Ablauf integriert.

Dieser thematische Ansatz wurde unverändert beibehalten und die Bionik ist nach wie vor Leitthema und gedanklicher Überbau des Erlebnisbereich-Konzepts – diese Präsenz soll sich künftig am gesamten Parkgelände durch viele kleine dezentral inszenierte Exhibits und dokumentierte Schauobjekte (wie z.B. Demonstrationseinheit transparenter Wärmedämmung, Lotusan®-beschichteter Gebäudeflächen, Gartenrobotern uvm.) äußern. In einer Zentralausstellung wird dem Laien der Einstieg in das mannigfaltige Themenfeld der Bionik leicht gemacht, durch zahlreiche Anwendungsbeispiele wird der/die BesucherIn sensibilisiert und mit diesem Rüstzeug auf eine Entdeckungsreise in die Welt der Bionik am oekopark gesandt.

Somit wird der Bionikpark nahtlos in den Erlebnisbereich des oekopark Hartberg integriert und bildet neben inhaltlicher Kongruenz auch durch gegebene Infrastruktur sowie günstige geographische Lage den idealen Ausgangspunkt für die weitere Repräsentanz des Themas Bionik in der Öffentlichkeit.



Leonardo da Vinci – Urvater der Bionik  
„Der vitruvianische Mensch“  
© iStockphoto.com/Jodie Coston



# Forschungseinrichtungen

AIT Austrian Institute of Technology

Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH

Erich Schmidt Institut für Materialwissenschaft



# AIT Austrian Institute of Technology



Das AIT Austrian Institute of Technology ist das österreichische Forschungsinstitut von europäischem Format, das sich mit den zentralen Infrastrukturthemen der Zukunft beschäftigt.

## AIT Austrian Institute of Technology

Donau-City-Str. 1  
1220 Wien  
www.ait.ac.at

Aufgabe des AIT ist es mit seinen fünf eigenständigen und ergebnisverantwortlichen Departments (Energy, Mobility, Health & Environment, Safety & Security sowie Foresight & Policy Development) mit enger Anbindung an die thematisch fokussierte Industrie und an Auftraggeber aus öffentlichen Institutionen zu arbeiten und diesen einen wesentlichen Mehrwert durch Innovationen und neue Technologien zu bieten. Das AIT Austrian Institute of Technology versteht sich dabei als hoch spezialisierter Forschungs- und Entwicklungspartner, der sich mit den zentralen Infrastrukturthemen der Zukunft beschäftigt. Dabei sollen Methoden und Technologien von Morgen für die Innovationen von Übermorgen entwickelt werden.

Die Gesellschafter des AIT Austrian Institute of Technology sind die Republik Österreich (BMVIT Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie), die 50,46% der Anteile hält und der Verein zur Förderung von Forschung und Innovation in der Industriellenvereinigung Österreich, der 49,54% der Anteile hält.

Das AIT Austrian Institute of Technology an den Standorten Wien Tech Gate (Sitz der Geschäftsführung), Wien Tech Base (vormals arsenal research), Seibersdorf, Wr. Neustadt, Ranshofen und Leoben steht für angewandte Forschung, Innovation und Technologie.

Seibersdorf ist der Sitz der beiden 100% Tochtergesellschaften Seibersdorf Labor GmbH, die aktiv mit Labor- und Servicedienstleistungen am Absatzmarkt tätig ist und Nuclear Engineering Seibersdorf, die von der Republik Österreich mit der Konditionierung und Zwischenlagerung von radioaktiven Stoffen beauftragt ist.



Departments	Geschäftsfelder mit Bionikaktivitäten	Schwerpunkte Bionikaktivitäten
Foresight & Policy Development	Technology Management	Genetische Algorithmen Technologiestudie Bionik
	Regional and Infrastructure Policy	Ökobionik
Health & Environment	Nano Systems	Nanotechnologie Sensorik Life Science Dünne Schichten
Safety & Security	Safe and Autonomous Systems Neuroinformatics	Safety & Security 3D-Vision Neuroinformatics Bioinspirierte technische Kognitionssysteme Silicon Retina
Mobility	Dynamic Transportation Systems	Clusterung Klassifikation Prognose Intelligente Transportsysteme Multimodale Verkehrsströme
Energy	Sustainable Building Technologies	Energieeffizientes Bauen Energieaktive Gebäude Passives Design Nachhaltige Gebäudetechnik Bauklimatik



# AIT Foresight & Policy Development

## Technology Management



*Emergenz beschreibt die Entstehung von unerwarteten Phänomenen durch das Zusammenwirken von Systemelementen. Wir fokussieren Erkenntnisse über solche Wirkungsmechanismen komplexer Systeme auf zwei Forschungsthemen, die wir auch Kunden aus der Wirtschaft und öffentlichen Einrichtungen als wissenschaftliche Dienstleistungen anbieten. Dabei handelt es sich um die Identifikation und Beschreibung emergierender Forschungsthemen und Technologien sowie um das Management von Komplexität.*

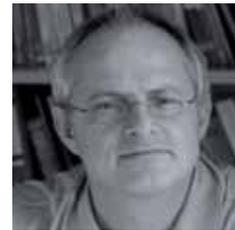
*Damit unterstützen wir einerseits die Gestaltung von Forschungsstrategien von Forschungseinrichtungen und andererseits die Implementierung neuer Technologien in der Industrie und bei innovativen Dienstleistungen.*

### Visualisierung komplexer Netzwerkstrukturen nach dem Beispiel der Natur: simulierte Abkühlung und genetische Algorithmen

Eines unserer Forschungsgebiete ist die Visualisierung von komplexen relationalen Beziehungen, wie es beispielsweise umfangreiche Netzwerke sind. Solche Netzwerke können graphentheoretisch beschrieben und durch Matrizen abgebildet werden. Die Projektion dieser multidimensionalen Strukturen auf eine zweidimensionale Ebene ist nicht trivial und erfolgt durch Abbildung auf ein Massenpunktmodell. Knoten des Netzwerkes sind dabei die Massenpunkte. Die Kanten repräsentieren die Ähnlichkeitsrelation und werden als Federkräfte abgebildet. Die deterministische Bestimmung der Lage der Knoten ist exakt nicht mehr möglich und erfordert spezielle Algorithmen. Ein Algorithmus, der sich dazu anbietet, ist das simulierte Abkühlen (simulated annealing) wie es beispielsweise in der Natur durch Abkühlen von Wasser bis unter den Gefrierpunkt und der anschließenden Kristallbildung vorkommt, womit die Wassermoleküle eine definierte Lage bekommen. Eine zweite Möglichkeit liegt in der Verwendung eines evolutionären Algorithmus. Die Idee dahinter ist die, zufällig generierte Lösungen (Variation) für die Lage der Knoten (Population) zu erzeugen und anschließend auszuwählen, ob die gewonnene Lage mit der Ähnlichkeitsrelation höher oder geringer korreliert. Die Lösung mit höherer Korrelation wird ausgewählt (Auslese). Damit verfolgen die Algorithmen die Strategie der biologischen Evolution.

### AIT Austrian Institute of Technology Foresight & Policy Development

Geschäftsfeld Technology Management  
Donau-City-Str. 1  
1220 Wien  
[www.ait.ac.at/foresight\\_and\\_policy\\_development](http://www.ait.ac.at/foresight_and_policy_development)

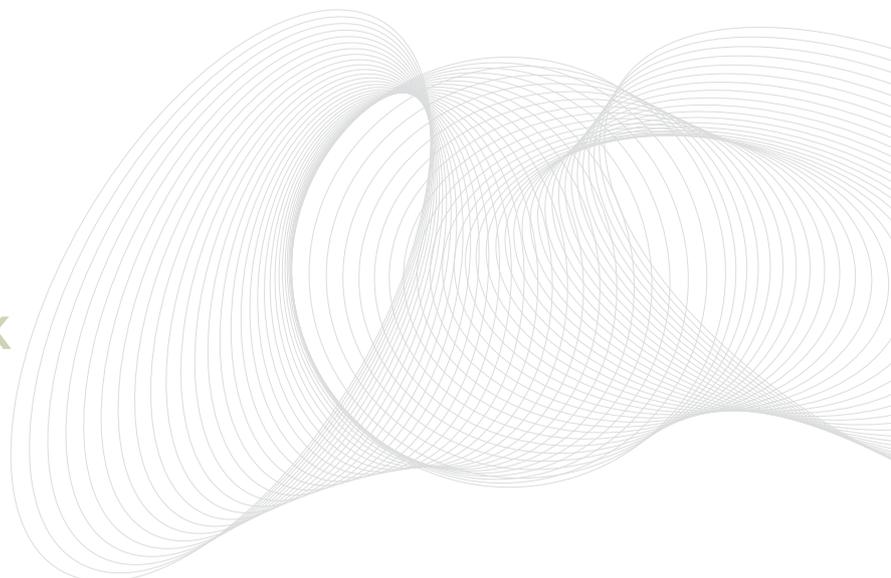


#### Dr. Edgar Schiebel

Geschäftsfeldleitung  
Maschinenbauer  
T +43 (0)50 550 4500  
F +43 (0)50 550 4599  
[edgar.schiebel@ait.ac.at](mailto:edgar.schiebel@ait.ac.at)

## Genetische Algorithmen

## Technologiestudie Bionik



## Studie Bionik

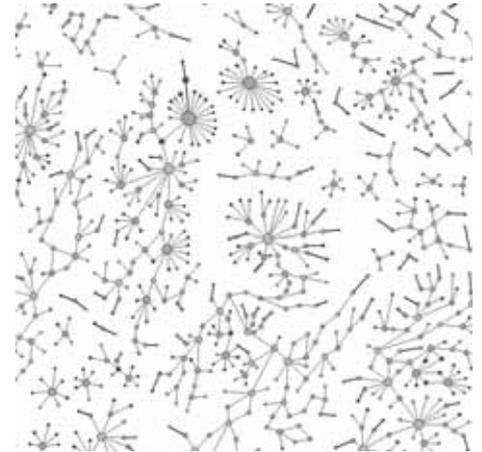
In einem vom BMVIT beauftragten Projekt wurde die internationale sowie spezifisch österreichische Forschungslandschaft im Bereich der Bionik (auch: Biomimikry, Biomimetik, Biomimese) erfasst. Zu diesem Zwecke wurden statistische und bibliometrische Methoden eingesetzt. Als Datengrundlage dienten internationale wissenschaftliche Artikel zum Thema Bionik, die in Online-Datenbanken recherchiert wurden. Die Ergebnisse umfassen jenen Teil der Bionik-Forschung, der sich in technisch-naturwissenschaftlich bzw. vorwiegend Werkstoffe / Elektrotechnik / Elektronik / IT orientierten und dabei nicht spezifisch chemisch oder medizinisch bzw. biomedizinisch ausgerichteten Online-Datenbanken abbildet. Die Analyse zeigte, dass Bionik eine Vielzahl unterschiedlicher Inhalte und Disziplinen kombiniert, „Bioengineering“, „Chemical Engineering“ und „Engineering Physics“ bilden dabei den zentralen Kern. Die meisten Publikationen sind Biologie- und/oder Chemie-Disziplinen zugeordnet.

USA und China sind in der Bionikforschung am stärksten vertreten. Deutschland ist führend in Europa. Hier sind auch Italien, Frankreich und Großbritannien mit relativ vielen Akteuren und Publikationen aktiv. Die Analyse der zentralen Akteure zeigte deutlich die Vorherrschaft Chinas. In der Betrachtung der Gruppierung der Akteure auf Grund von Forschungsinhalten konnten die Cluster „Automatisierung“ und „Strukturanalyse von Naturstoffen und Synthese biomimetischer Materialien“ identifiziert werden. Die letztgenannte Gruppierung zerfällt ihrerseits in zwei Bereiche: „Materialtechnik“ und „Chemie“. Dabei sind im Cluster „Automatisierung“ Akteure gruppiert, die in ihren Artikeln vor allem die Simulation und letztlich Übertragung optischer, mechanischer und kybernetische Prinzipien der Natur auf Informations- und Kommunikations- bzw. Steuerungstechnologien, wie z.B. Sensoren oder Aktuatoren beschreiben.

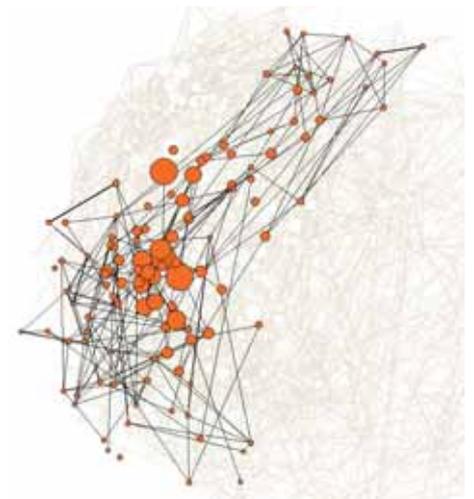
Der Cluster „Strukturanalyse von Naturstoffen und Synthese biomimetischer Materialien – Materialtechnik“ bündelt Akteure, die in ihren Artikeln vor allem die Strukturen und Bildungsmechanismen verschiedenster in der Natur vorkommender Materialien wie z.B. Knochen, Chitin-Panzer von Käfern oder Baumrinden studieren, die sich durch bestimmte Eigenschaften auszeichnen. „Strukturanalyse von Naturstoffen und Synthese biomimetischer Materialien – Chemie“ gruppiert Akteure vor allem auf Grund ihrer chemischen Forschungsinhalte. Forschungsthemen wie Chemische Synthese, Reaktionskinetik und Biosensoren sind hier in den Artikeln vorherrschend. Dabei handelt es sich zum größten Teil um grundlagenorientierte Forschung und nur teilweise um Entwicklungen mit bereits vorhandenem Anwendungskontext, wie z.B. im Falle von Biosensoren.

Österreich ist an allen Clustern beteiligt, etwas weniger stark allerdings in der Chemie. Die Technische Universität Wien und die Internationale Psychoanalytische Gesellschaft sind Teil des Clusters Automatisierung. Die Universität Wien befindet sich an thematisch zentraler Position im Cluster Materialtechnik. Die Universität für Bodenkultur und die Universität Graz befinden sich außerhalb der Clusterzentren. Die Österreichische Akademie der Wissenschaften und die Montanuniversität Leoben kooperieren im Bereich der Materialforschung mit dem Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Golm bei Potsdam. Dies ist einer der zentralen Akteure im Datensatz. Österreich schneidet im europäischen Vergleich relativ gut ab. Da Österreich an allen thematischen Akteursclustern (gering) beteiligt ist, weist es keinen inhaltlichen Schwerpunkt auf. Hier könnte womöglich ein Aufschwung in der Forschung die Position Österreichs in der internationalen Bionik-Forschung stärken, die notwendigen Keime dafür scheinen vorhanden.

Die konkrete Anwendung von Entwicklungen innerhalb der Bionik für Verkehrstechnologien könnte im Datensatz explizit kaum identifiziert werden. Allerdings bieten alle großen Forschungsthemen, nämlich die Entwicklung neuer Materialien bzw. Oberflächen mit spezifischen Eigenschaften und die Automatisierung und Robotik, beispielsweise, mit der Entwicklung innovativer Sensoren und Aktuatoren prinzipiell ein hohes Potential für künftige spezifische Anwendungen in der Verkehrstechnik. Einzige Ausnahme bildet die chemische Grundlagenforschung, deren Anwendungspotenzial für die Verkehrstechnik nicht unmittelbar einschätzbar ist.



Netzwerk von internationalen Wissenschaftlern auf Grund von Forschungsaufenthalten



Forschungscluster über Strukturmaterialien in der Bionik

# AIT Foresight & Policy Development

## Regional & Infrastructure Policy



*Der Themenbereich Ökobionik der Abteilung Regional & Infrastructure Policy ist interdisziplinär ausgerichtet. Im Schwerpunkt der von Dr. Markus Knoflacher geleiteten Arbeiten stehen Analysen von evolutiv entwickelten Regelungsvorgängen in Ökosystemen und die Anwendung der Erkenntnisse in unterschiedlichen gesellschaftlichen Handlungsbereichen. Die Entwicklung des Know-how erfolgt über Projekte in Kooperation mit Institutionen aus unterschiedlichen Disziplinen.*

### Arbeitsweise

Der Themenbereich Ökobionik beschäftigt sich mit regulativen Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Entitäten und unterschiedlichen Skalenebenen in Ökosystemen. Von besonderem Interesse sind dabei die strukturellen Merkmale und die Rolle von Informationsprozessen bei Regelungen in komplexen Systemen. Die Arbeiten tangieren deshalb ein breites Spektrum unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen wie beispielsweise Geologie, Hydrologie, Zoologie, Botanik, Mikrobiologie, Physik, Chemie oder Informatik. Für den Wissensaustausch bestehen Kontakte und Kooperationen mit Arbeitsgruppen in Australien, Deutschland, Frankreich, Italien, Schweiz, Großbritannien und China. Mit Methoden der qualitativen und quantitativen Systemanalyse, Netzwerkanalytik sowie struktur- und raumbezogener Analyseverfahren werden Forschungsergebnisse über unterschiedliche aber funktionell verbundene ökologische Prozesse analysiert. Die Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse in gesellschaftliche Handlungsbereiche erfolgt unter anderem mit Methoden der qualitativen Modellierung, hybrider Verfahren der Prozessmodellierung, der angewandten Automatentheorie, sowie mit räumlichen Modellierungsverfahren.

**AIT Austrian Institute of Technology**  
**Foresight & Policy Development**  
**Geschäftsfeld**  
**Regional & Infrastructure Policy**

Donau-City-Str. 1  
 1220 Wien

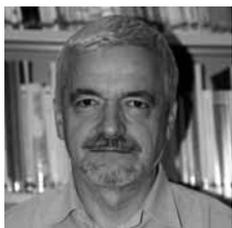
[www.ait.ac.at/foresight\\_and\\_policy\\_development](http://www.ait.ac.at/foresight_and_policy_development)

Ökobionik



**Dr. Wolfgang Loibl**

Geschäftsfeldleitung  
 Geograph  
 T +43 (0)50 550 4587  
 F +43 (0)50 550 4599  
[wolfgang.loibl@ait.ac.at](mailto:wolfgang.loibl@ait.ac.at)



**Dr. Markus Knoflacher**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
 Bauingenieur, Zoologe und Botaniker  
 T +43 (0)50 550 4584  
 F +43 (0)50 550 4599  
[markus.knoflacher@ait.ac.at](mailto:markus.knoflacher@ait.ac.at)



## Ökosysteme als Beispielsgeber

In Ökosystemen finden sich zahllose Beispiele von Regelungsprozessen auf unterschiedlichsten Skalenbereichen, die sich im Laufe von Milliarden Jahren entwickelt und bewährt haben. Die räumlichen Skalen der Prozesse umfassen die Bandbreite von Mikrometern bis zu erdumfassenden Prozessen, aber nur ein Teilbereich der Skalen kann durch Organismen direkt beeinflusst werden. Durch Selbstorganisation und Resilienz konnten auch tiefgreifende Systemstörungen überwunden werden. Über vielfältige Vernetzungen entwickeln sich in Ökosystemen emergente Wirkungen, die weit über die Teileleistungen seiner Einzelkomponenten hinausreichen. Von besonderem Interesse für gesellschaftliche Anwendungen sind dabei die Eigenschaften und Merkmale von Regelungsprozessen in komplexen Systemen und die Minimierung des Energieaufwandes für die dezentrale Regelung mehrfach gekoppelter Prozesse. Dazu finden sich Beispiele bei unterschiedlichen Organismen wie Pilzen oder Insekten. Bei der Übertragung von Erkenntnissen aus Ökosystemen in gesellschaftliche Systeme müssen aber die unterschiedlichen Systemmerkmale berücksichtigt werden. So laufen beispielsweise die ökologischen Prozesse über eine weitaus größere Bandbreite von zeitlichen und räumlichen Dimensionen ab als gesellschaftliche Prozesse. Es können aber auch analoge Prozessmuster auftreten, die sich aber auf unterschiedliche Indikatoren beziehen. So lassen sich beispielsweise analoge Regeln in Ausbreitungsprozessen von Pflanzen und menschlichen Siedlungen finden. Für die langfristige Sicherung der menschlichen Lebensgrundlagen ist es aber auch wichtig, die Bedeutung und Wirkungen der nicht direkt beeinflussbaren ökologischen Prozesse zu verstehen. Romantisierende Interpretationen von ökologischen Prozessen können deshalb ebenso wenig Gegenstand der Ökobionik sein wie die direkte und unkritische Übernahme von funktionellen Begriffen. Durch den methodischen Zugang der Ökobionik erhebt sich auch die Forderung nach einer präziseren Verwendung des Begriffes „Nachhaltigkeit“, da er ohne Klarstellung von nachprüfbar Bezügen inhaltslos bleibt.

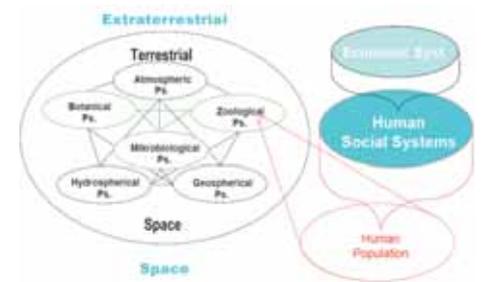
## Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte

Die Arbeiten im Themenbereich Ökobionik konzentrieren sich auf die systemische Ebene der Interaktionen zwischen unterschiedlichen Entitäten in Ökosystemen. Die Arbeiten sind an den Schnittstellen zwischen ökologischer Grundlagenforschung und den Anwendungen der Erkenntnisse angesiedelt. Anwendungsbereiche der Ergebnisse sind beispielsweise funktionell basierte integrative Bewertungen von Technologien oder die Entwicklung von Methoden für die adaptive Gestaltung von Landnutzungs- oder Verkehrsstrukturen.

## Öffentlichkeitsarbeit

Aktuelle Forschungsergebnisse werden der Öffentlichkeit durch Presseinformationen, Medienarbeit und über das Internet zugänglich gemacht.

[www.ait.ac.at/foresight](http://www.ait.ac.at/foresight) and policy development



Konzeptive Modelle bilden in der Ökobionik wichtige methodische Grundlagen für die Verbindung von theoretischen und empirischen Erkenntnissen

# AIT Health & Environment

## Nano-Systems



Das Geschäftsfeld Nano-Systems des AIT beschäftigt sich mit anwendungsrelevanten Themen der Nanotechnologien, um diese wichtigen Schlüsseltechnologien für neue oder verbesserte Produkte zu verwerten. Im Fokus steht die Entwicklung von Nanosensoren und „Lab-on-a-Chip“ Systemen für die biomedizinische Diagnostik. Dabei bedient sich die Arbeitsgruppe auch der Vorlagen der Natur. Grundlegende Prozesse der Natur spielen sich auf der Nanoskala ab. Biomoleküle wie DNA und Proteine als Bausteine des Lebens besitzen Durchmesser von etwa 2 und 10nm. Gerade mit ihrer „bottom-up“ Strategie verwirklichen die Nanotechnologien Konstruktionsprinzipien, wie sie aus der Natur bekannt sind. Bionik und Nanotechnologien sind deshalb füreinander wie geschaffen. Nano-Systems weiß die Vorzüge beider Technologiezweige in einer biomimetischen Nanotechnologie zu bündeln. Der Schlüssel zum Erfolg ist dabei die Vernetzung verschiedener Wissenschaftsdisziplinen.

### AIT Austrian Institute of Technology Health & Environment Geschäftsfeld Nano-Systems

Donau-City-Str. 1  
1220 Wien  
www.nanosystems.at



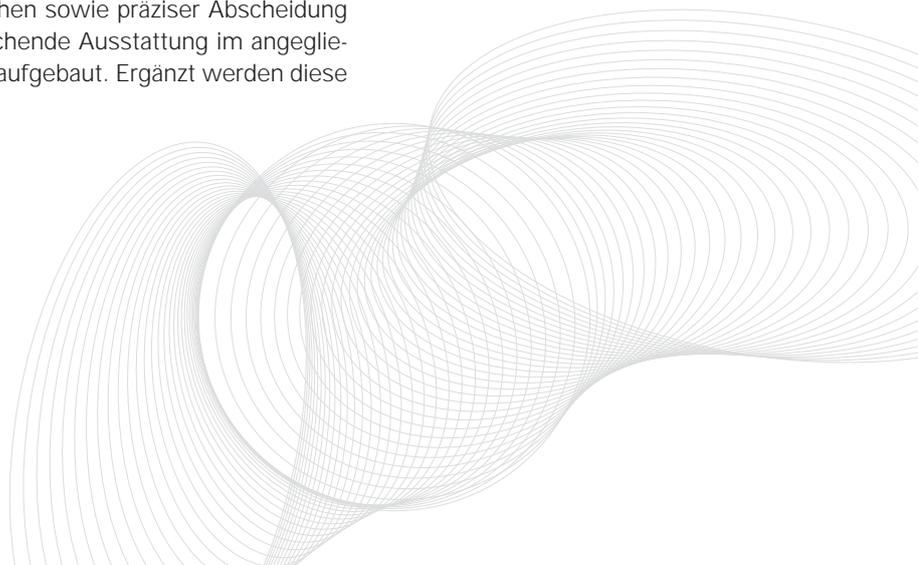
**Doz. Dr. Hubert Brückl**  
Geschäftsfeldleitung  
Physiker  
T +43 (0)50550 4301  
F +43 (0)50 550 4399  
hubert.brueckl@ait.ac.at



Grille mit Mechanosensoren an den Cerci

### Arbeitsgrundlage

Nano-Systems kombiniert Standardprozesse der Mikroelektronik mit funktionalen Schichtsystemen und innovativen Ideen aus den Nanowissenschaften. Optische und Elektronenstrahl-Lithographie werden ergänzt mit neuartigen Technologien wie selbstorganisiertem Wachstum von Nanodrähten und Nanoteilchen sowie präziser Abscheidung ultradünner Schichtsysteme. Dafür wurde eine entsprechende Ausstattung im angegliederten CTFT („Center for Thin Film Technology“) in Wien aufgebaut. Ergänzt werden diese Einrichtungen durch Test- und Analyselabors.



## Forschung und Entwicklung

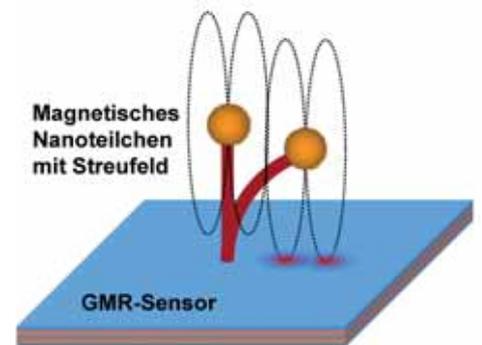
Wie die Cilien im menschlichen Innenohr werden auch in der Tierwelt Härchen als Mechanosensoren benutzt. Grillen besitzen zum Beispiel das empfindlichste bekannte Sensorsystem, um winzige Luftströme registrieren zu können. Am Hinterleib sitzen zwei Schwanzanhänge, sogenannte Cerci, die mit etwa 2000 Sensorhärchen, sogenannten Sensillen besetzt sind. Zusammen kodieren sie alle Windrichtungen aus 360°. Bemerkenswert ist die Empfindlichkeit nahe am thermischen Rauschen. Grillen können Luftgeschwindigkeiten von 10 cm pro Stunde (bei 30 Hertz) mit einer Richtungs-genauigkeit von 5 Grad messen. Eine Frequenzbandbreite von wenigen Hertz bis einigen Kilohertz wird durch die unterschiedlichen Längen und Dicken dieser Sensillen gewährleistet. Während die Grille damit ein hervorragendes Frühwarnsystem vor herannahenden Feinden - wie Spinnen oder Wespen - besitzt, demonstriert die Natur wieder einmal ihre äußerst erfolgreiche Verwirklichung funktioneller „Bauteile“ von bester Performance.

Die Fähigkeit, diese hochempfindlichen Systeme künstlich zu replizieren, öffnet die Tür zu neuen Ingenieur-lösungen, wie wir sie im Projekt „Biomimetischer Beschleunigungssensor“ verfolgen. Die Idee ist, ähnlich den Sensillen, die Bewegungen von künstlichen Nanodrähten durch eingebettete künstliche Sensoren zu registrieren. Aus Empfindlichkeitsgründen greifen wir dabei auf ein magnetisches Messprinzip zurück. Die Streufelder magnetischer Nanokomponenten, die in den Nanodrähten integriert sind, werden mit einer magneto-resistiven Sensorschicht, die sich direkt unter den Nanodrähten befindet, gemessen. Genutzt wird hierfür der Riesenmagnetowiderstand (GMR-Effekt). Bewegen sich die Nanodrähte durch Luftzug oder Stoss, ändern sich die Streufeldsignale und somit das Sensormesssignal.

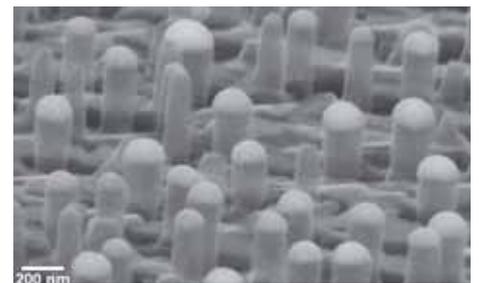
Unsere biomimetische Sensorentwicklung ist somit gekennzeichnet durch einfache und kostengünstige Prozessschritte, die allesamt auf Mikroelektronikebene umsetzbar sind. Kompatibilität der Integration in die Standard Halbleitertechnologie CMOS ist eine ideale Voraussetzung für eine spätere Produktverwertung. Im Vergleich zu den kommerziell erhältlichen Mikromechanischen Sensorsystemen (MEMS-Sensoren) streben wir eine kostengünstige Lösung an, die sich auszeichnet durch Breitbandempfindlichkeit, einfaches Frequenz-tuning im Herstellungsprozess, elektrisches Ausgangssignal, mobiler Einsatz, Strahlungshärte und Kombinierbarkeit mit anderen Sensoren.

Die elastischen Eigenschaften der Nanodrähte erlauben Anwendungen im Frequenzbereich von Hz bis MHz in Luft, Gasen oder Flüssigkeiten. Gegenwärtiger Schwerpunkt ist die Anwendung in Beschleunigungs- und Trägheitssensoren. Ein Beispiel sind Computermäuse, die überall funktionieren: Der Beschleunigungssensor kann Mausbewegungen auch ohne optische Abtastung des Untergrunds registrieren – sogar in alle drei Raumrichtungen.

Eine weitere Stoßrichtung der Arbeitsgruppe ist die Kombination von Nanotechnologie und Biomimetik für die Solarzellen-Entwicklung. Ähnlich der Energieerzeugung in Blättern (Chlorophyll-Prozess) können Farbstoffe zur Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie verwendet werden. Die Natur erzielt damit eine hohe Quantenausbeute (80%). Die Energieausbeute ist jedoch mit maximal 5% eher bescheiden. Wir wollen daher eine Idee verfolgen, die Oberflächen von Nanodrähten mit geeigneten Lichtantennen (z.B. Farbstoffen) zu dekorieren. Ziel wäre es, wie in der Natur eine hohe Quantenausbeute mit Lichtantennen zu erzielen, und mit vergrößerten Oberflächen der Nanostrukturen auch eine höhere Effizienz zu erzielen.



Prinzip des biomimetischen Beschleunigungssensors



Selbstorganisiert gewachsene Nanodrähte

Nanotechnologie  
Sensorik  
Life Science  
Dünne Schichten

# AIT Safety and Security

## Safe and Autonomous



Das AIT-Department Safety and Security beschäftigt sich mit Informations- und Kommunikationstechnologien der nächsten Generation zur Aufrechterhaltung kritischer Infrastrukturen und Evaluierung, Weiterentwicklung sowie Bereitstellung hochsicherheitsrelevanter Systeme. Dabei hebt es sich im Speziellen durch die Kombination wissenschaftlicher und technischer Fertigkeiten und Ressourcen hervor, um so die Kluft zwischen Wissenschaft und Industrie zu überbrücken. Es ist auf eine Vielzahl ausgewählter technologischer und anwendungsorientierter Tätigkeitsbereiche spezialisiert.

Auf dem Forschungsgebiet Intelligent Video Systems beschäftigt sich das Department mit neuesten Verfahren der Bildverarbeitung. So wurde eine weltweit einzigartige innovative 3D-Vision-Technologie entwickelt, welche der Funktion des menschlichen Auges nachempfunden wurde. Wie im menschlichen Gehirn werden dabei zeitliche Veränderungen der Umgebung registriert und ausgewertet.

### Roboter lernen „sehen“ – nach menschlichem Vorbild

ForscherInnen des Safety & Security Departments ist es erstmals gelungen, eine Technologie zu entwickeln, die es Robotern zukünftig ermöglichen wird, ihre Umgebung optisch dreidimensional (3D) wahrzunehmen. Dabei wird mit Hilfe von zwei digitalen Kameras – nach dem Vorbild eines menschlichen Augenpaares – ein dreidimensionales Modell der Umgebung in Echtzeit berechnet und auf einem speziellen 3D Monitor dargestellt.

Auf dem Forschungsgebiet Stereo Vision werden bei Safety & Security Möglichkeiten erforscht, die menschliche dreidimensionale Wahrnehmungsfähigkeit in technischen Systemen umzusetzen. Die Aufnahme der Bilder und die Berechnung des 3D-Modells geschehen in Echtzeit, wodurch man sich das System als dreidimensionalen Spiegel vorstellen kann. Dabei werden zwei digitale Kameras verwendet, die das künstliche Augenpaar am Computer repräsentieren sollen. Die so gewonnenen 3D-Informationen werden über Korrespondenzen in den beiden synchron aufgenommen Bildern berechnet, wobei die größte Schwierigkeit darin liegt, einzelne Szenenpunkte im linken Bild den entsprechenden Zwillingpunkten im rechten Bild zuzuordnen. Diese Problematik wird nun durch sogenannte Stereo Matching Methoden gelöst. Das Ergebnis ist ein live 3D-Bild das auf einem speziellen Monitor, der die dreidimensionale Wahrnehmung eines Bildes ohne 3D-Brille ermöglicht, dargestellt wird. Anwendung finden solche Systeme hauptsächlich auf Roboter Plattformen und dienen hier zur Navigation, Hindernis-, und Szenenerkennung.

### AIT Austrian Institute of Technology Safety and Security Geschäftsfeld Safe and Autonomous

Giefinggasse 2

1210 Wien

[www.ait.ac.at/safety\\_security](http://www.ait.ac.at/safety_security)



**DI Dr. Manfred Gruber**

Geschäftsfeldleitung

Technischer Physiker

T +43 (0)50 550 4183

F +43 (0)50 550 4150

[manfred.gruber@ait.ac.at](mailto:manfred.gruber@ait.ac.at)



**Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Hans Jörg Otto**

Business Development

Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaftler

T +43 (0)50 550 4232

F +43 (0)50 550 4150

[hans-joerg.otto@ait.ac.at](mailto:hans-joerg.otto@ait.ac.at)

Safety & Security

3D-Vision

Neuroinformatics

bioinspirierte technische Kognitionssysteme

Silicon Retina

# AIT Safety and Security

## Neuroinformatics



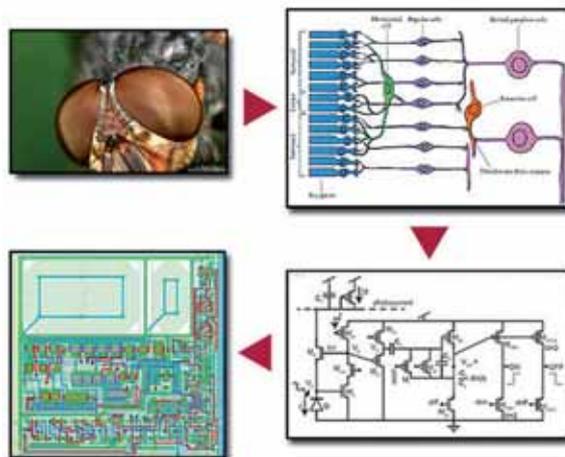
### Bio-inspirierte optische Sensor-Technologie

Anders als digitale Fotoapparate reagiert das biologische Auge auf Veränderungen in der Szene sofort zu dem Zeitpunkt, zu dem sie auftreten. Das Gehirn verarbeitet die optischen Signale „ereignisgesteuert“. Weiters nehmen Mensch und Tier bewegte Vorgänge verstärkt wahr. Beides sind charakteristische Merkmale eines bio-inspirierten optischen Sensors. Die WissenschaftlerInnen des Safety & Security Departments haben diese Funktionsweise von Netzhaut, Sehnerv und Teilen des Gehirns in Elektronik umgesetzt. Diese wurden als integrierte Schaltungen (ICs) in Silizium gegossen und stehen nun für den Einsatz in ersten technischen Anwendungen wie Sicherheitssystemen im Kraftfahrzeug, zur autonomen Roboternavigation, im Bereich Ambient Assisted Living (AAL) oder zur Verkehrs- und Sicherheitsüberwachung zur Verfügung.

Auf Basis der bio-inspirierten optischen Sensoren haben die ExpertInnen des Safety & Security Departments nun z.B. ein neues System zur Messung von Personenströmen in U-Bahnen, Kaufhäusern, bei Veranstaltungen oder in öffentlichen Bereichen entwickelt. Das System kann die notwendigen Informationen zuverlässig und schnell liefern, ohne Persönlichkeitsrechte zu verletzen. Die von Menschen frequentierte Szene wird dabei von bio-inspirierten Sensoren erfasst. Im Gegensatz zu einer Videokamera erfassen diese Sensoren jedoch nur die Umriss der bewegten Objekte.

Um eine räumliche Auflösung der Szene zu ermöglichen, arbeitet das System mit zwei Sensoren, die über stereoskopische Verfahren gekoppelt sind. Das Verfahren ermittelt so zusätzlich auswertbare Höheninformationen. Damit ist gewährleistet, dass die ebenfalls durch das Bild bewegenden Schatten von Passanten nicht als Personen klassifiziert und damit nicht gezählt werden.

Die Sicherstellung der Privatsphäre wird trotz Beobachtung gewährleistet: Die erfassten Pixelwerte stellen zwar die Umriss der Personen eindeutig fest, machen aber keine Gesichter oder Körperdetails deutlich. Somit ist von vorneherein eine Identifikation einzelner Personen systembedingt ausgeschlossen. Das Sensorsystem lässt sich damit problemlos in sensiblen Bereichen einsetzen.



Die Eigenschaften des biologischen Auges als Vorbild der technologischen Umsetzung

### AIT Austrian Institute of Technology Safety and Security Geschäftsfeld Neuroinformatics

Giefinggasse 2  
1210 Wien  
[www.ait.ac.at/safety\\_security](http://www.ait.ac.at/safety_security)



#### Univ.Doiz.MSc. DI DR. Heinrich Garn, MSc.

Geschäftsfeldleitung  
Nachrichtentechniker  
T +43 (0)50 550 4103  
F +43 (0)50 550 4125  
[heinrich.garn@ait.ac.at](mailto:heinrich.garn@ait.ac.at)



#### Ing. Manfred Krenn

Business Development and  
Partner Manager  
Elektrotechniker  
T +43 (0)50 550 4226  
F +43 (0)50 550 4125  
[manfred.krenn@ait.ac.at](mailto:manfred.krenn@ait.ac.at)

# AIT Mobility

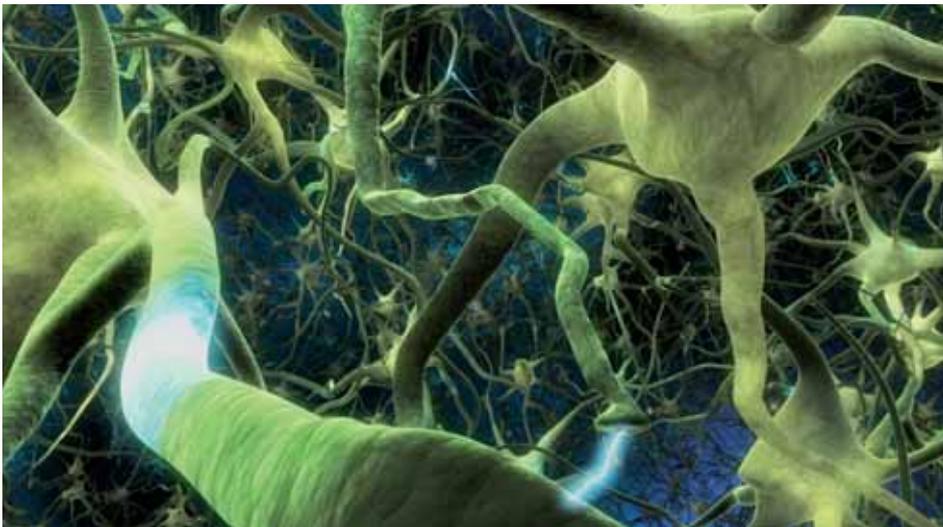
## Dynamic Transportation Systems



*Im Mobility Department beschäftigt sich im Geschäftsfeld Dynamic Transportation Systems ein interdisziplinäres Team mit der Analyse und Abbildung hochkomplexer Verkehrssysteme und deren nichtlinearer Dynamik. Bei der Behandlung aktueller Problemstellungen in internationalen Forschungsprojekten stehen verschiedenste Theorien und Verfahren auf dem Prüfstand. Bionische Zugänge ergänzen sich dabei oftmals mit statistischen, mathematischen und KI-Verfahren (Künstliche Intelligenz).*

### AIT Austrian Institute of Technology Mobility Geschäftsfeld Dynamic Transportation Systems

Giefinggasse 2  
1210 Wien  
[www.ait.ac.at/mobility](http://www.ait.ac.at/mobility)



Copyright © 2004 Lord of the Wind Films, LLC - All Rights reserved

### Clustering, Klassifikation und Prognose

Die Unterteilung von Daten in geeignete Gruppen (Clustering) sowie die Zuordnung von neuen Daten zu einer Gruppe (Klassifikation) bilden die Kernelemente der für die Abschätzung zukünftiger (Verkehrs-)Situations (Prognose). Biologisch inspirierte Methoden betreffen in diesem Zusammenhang beispielsweise die Theorie Neuronaler Netze (NN), die nicht nur in der Verkehrstelematik, sondern auch in bekannteren Bereichen wie z.B. Wetter und Klima, Aktienmärkte und Lagerhaltung international erforscht werden.

Dem Paradigma des Konnektionismus zufolge geschieht Informationsverarbeitung durch viele relativ einfache Einheiten (Neuronen), welche sehr stark untereinander verbunden sind und Signale austauschen. In der Biologie entspricht dies den Nervensystemen, auf den Menschen bezogen dessen Gehirn: einem Neuronalen Netz (NN), welches aus etwa 100 Milliarden Neuronen besteht und ständigen Lernprozessen unterliegt. Das zentrale Nervensystem besteht aus einer Vielzahl von Netzstrukturen, von denen einige wenige in den letzten 60 Jahren zuerst mithilfe von elektrischen Schaltkreisen und später als Softwaresimulation prinzipiell umgesetzt wurden. Im Vergleich zum biologischen Vorbild sind die künstlich generierten Modelle jedoch äußerst einfach und auf wenige Neuronen reduziert.

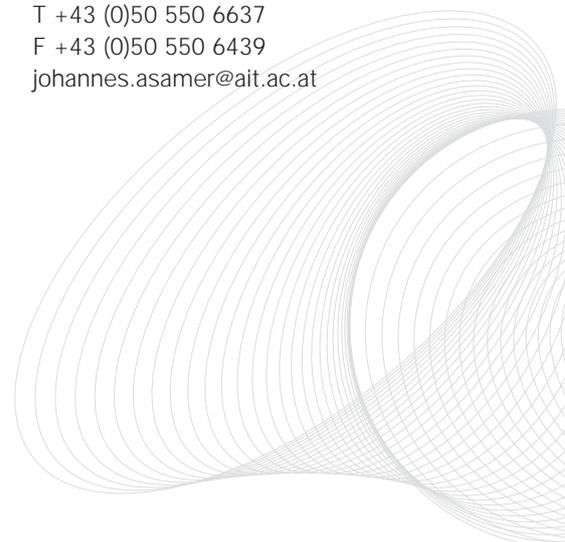
Im Verkehrsbereich sollen z.B. Reisezeiten und Verkehrszustände zunächst geclustert und mit Hilfe einer Klassifikation kurz- bzw. mittelfristig prognostiziert werden. Dabei können bereits zwei prototypisch umgesetzte Verkehrsinformationsdienste angesprochen werden, in denen zwei Architekturen künstlicher NN erfolgreich eingesetzt wurden.



**Dipl.-Ing. Dr. Werner Toplak**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Wirtschaftsingenieur für Maschinenbau  
T +43 (0)50 550 6685  
F +43 (0)50 550 6439  
[werner.toplak@ait.ac.at](mailto:werner.toplak@ait.ac.at)



**DI(FH) Johannes Asamer**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Elektro- und Computertechniker  
T +43 (0)50 550 6637  
F +43 (0)50 550 6439  
[johannes.asamer@ait.ac.at](mailto:johannes.asamer@ait.ac.at)



## Go-Smart

Mit dem System Go-Smart (Smart Mobility Analysis of Real-time Toll-Data) wurde ein Dienst geschaffen, der es einerseits ermöglicht in einem Geographischen Informationssystem (GIS) den aktuellen und auch zu erwartende Verkehrszustände darzustellen. Über 950 Multi-Layer Perceptrons (MLP) sind dabei im Prognosemodul integriert, sodass flächendeckende Aussagen für das gesamte österreichische hochrangige Straßennetz möglich werden.

Bei einem MLP handelt es sich um die allgemein am häufigsten verwendete NN-Architektur, deren Signalfluss feed-forward, d.h. ohne Rückkoppelungen, in hierarchischen Ebenen abläuft. Weitere Architekturen besitzen verschiedenste Feedbackschleifen und berücksichtigen Strukturen des Kurzzeitgedächtnisses.

## VorEWa

In Anlehnung an Eigenschaften des Neocortex, jenes Bereichs der Großhirnrinde welcher für Sensorik und Motorik zuständig ist, operiert eine Self-Organizing Map (SOM). Wesentlich dabei ist die Abbildung ähnlicher Daten auf räumlich benachbarte Bereiche des Neuronalen Netzes. Der Lernprozess bewirkt dabei die Ordnung historischer Daten auf der sogenannten Feature Map. Das Ergebnis, eine geordnete Darstellung komplexer Daten, dient als gute Grundlage für eine Clusterung und damit Klassifizierung bzw. Prognose.

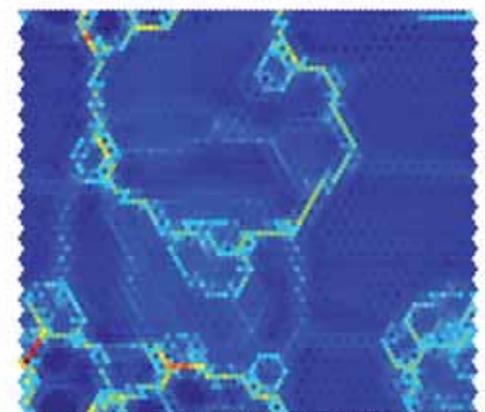
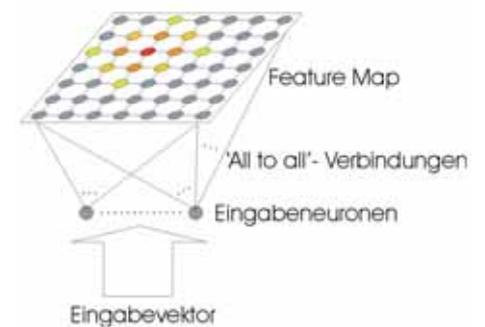
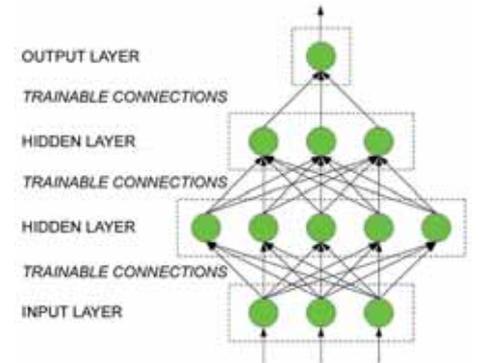
Erste Versuche zur Prognose einer Staugefährdung berücksichtigten Wettereinflüsse, Kalender- und Eventdaten im Projekt VorEWa (Vorhersage von Staugefährdung aufgrund Event- und Wetterauswirkungen). Hierfür wurden in den letzten beiden Jahrzehnten Visualisierungstechniken verwendet, um es Wissenschaftlern und Entscheidungsträgern zu ermöglichen, komplexe Systeme intuitiv besser zu verstehen.

Um Modelle ihrem Vorbild, dem konkreten System, anpassen zu können, kommen verschiedene Lernverfahren zum Einsatz. Die Verbindungen zwischen den Neuronen werden mithilfe mathematischer Algorithmen adaptiert, wobei neuere Verfahren nicht biologisch fundiert sind.

## Weitere Probleme mit Bionik-Bezug

Bei Optimierungsproblemen stehen u.a. Genetische Algorithmen (GA) und die Ant-Colony Optimization (ACO) aus dem Repertoire bionischer Zugänge zur Verfügung. Darüber hinaus wurden Adaptive Neuro-Fuzzy Inferenz Systeme (ANFIS) zur Fusion verschiedener Datenquellen herangezogen.

Zukünftige Vorhaben im Bereich der Bionik betreffen die Erprobung und Entwicklung neuer Technologien in den Gebieten Hardware, Software, Visualisierung und Systembeschreibung. Die Festigung strategischer Kooperationen soll dabei kurze Time-to-Market Zeiten begünstigen.



Clustering  
Klassifikation  
Prognose  
Intelligente Transportsysteme  
Multimodale Verkehrsströme

# AIT Energy

## Sustainable Building Technologies



Das Geschäftsfeld Sustainable Building Technologies im Departement Energy bei AIT befasst sich innerhalb des Forschungsbereichs 'Energy for the Built Environment' mit Strategien und Methoden zur Optimierung und Innovationssteigerung von energieeffizienten Gebäuden und Regionen. Um die Wechselwirkung Umwelt – Mensch – Gebäude bzw. gebauter Raum mit Energieeffizienz in erfolgreiche Verbindung zu bringen, steht Interdisziplinarität in Mittelpunkt der Tätigkeiten. Demgemäß werden in interdisziplinärer Forschungsarbeit innerhalb als auch außerhalb des Hauses sowie in enger Zusammenarbeit mit der Industrie neue Methoden und Konzepte entwickelt und die Wirtschaft bei der Umsetzung neuer Technologien und Projekte unterstützt. Im Zentrum steht das Zusammenspiel der technologischen Felder Gebäudetechnik, Bauphysik, Erneuerbare Technologien und Bauklimatik, welche mithilfe hochwertiger Kompetenzen in Simulation und Konzeptentwicklung rund um energieeffizientes Bauen der Zukunft behandelt werden.

Dem Lernen über Besonderheiten und Fähigkeiten biologischer Vorbilder wird in diesem Rahmen ein großes Potenzial in Punkto Energieoptimierung bei Komfortsteigerung zugeschrieben.

### Projektentwicklung – Bionik, Energieeffizienz und Gebäude

Um die Energieeffizienz von Gebäuden bzw. Gebäudehüllen zu steigern sind neue Strategien gefragt. Die Bionik birgt bei der Suche nach neuen Strategien ein großes Potenzial. Die Gebäudehülle muss als Schnittstelle zwischen Umwelt und Innenraum höchst komplexe, teils scheinbar widersprüchliche Anforderungen erfüllen. Betrachtet man die Tatsache, dass die Fassade den im Allgemeinen größten Oberflächenanteil an der Gebäudehülle – und auch die vielfältigsten Funktionen – besitzt, so beinhaltet sie ein wesentliches Gewinn- bzw. auch Verlustpotential in punkto Energie, Emissionsreduktion und Komfort. Fassaden müssen so z. B. die Maximierung der Tageslichtnutzung bei Minimierung thermischer Überhitzung, hohen Wärmeschutz und transparentes Erscheinungsbild erfüllen, deren Bedingungen sich je nach Jahreszeit auch noch umkehren können.

Gebaute und biologische Konstruktionen sind ähnlichen Umwelteinflüssen ausgesetzt. Daher sind die Anforderungen an Außenhüllen der Natur und an Gebäudehüllen bzw. Fassaden vergleichbar. Mit Hilfe der Bionik wird daher in Forschungsprojekten des Teams angestrebt, effiziente Strategien, Prozesse und Systeme der Natur kennen zu lernen und mögliche Potenziale zur Übertragung dieser Erkenntnisse zu identifizieren.

Unter anderem hat eine Studie zum Ziel, biologische Prinzipien zu identifizieren und analysieren, welche für nachhaltigere intelligente Gebäudehüllen („Grenzflächen zwischen Umwelt - Bedürfnisse“) umsetzbar sein könnten. Diese Erkenntnisse sollen als Grundlage zur Entwicklung von neuartigen Fassadenkonzepten dienen, welche die komplexen thermischen, energetischen und komfortbedingten Funktionen umwelt- und ressourcenschonend erfüllen können.

### AIT Austrian Institute of Technology Energy Geschäftsfeld Sustainable Building Technologies

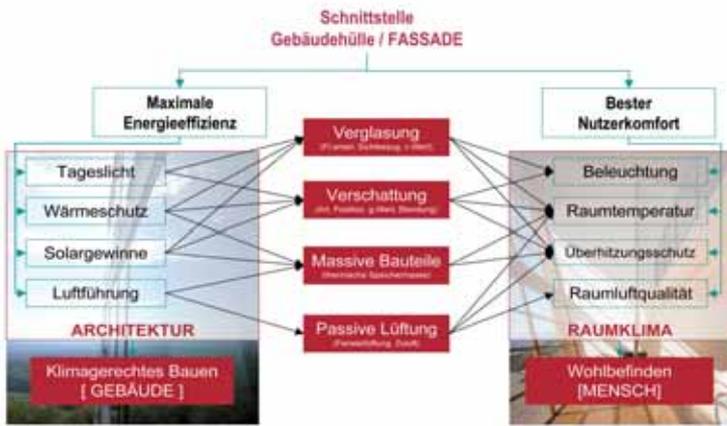
Giefinggasse 2  
1210 Wien  
[www.ait.ac.at/energy](http://www.ait.ac.at/energy)



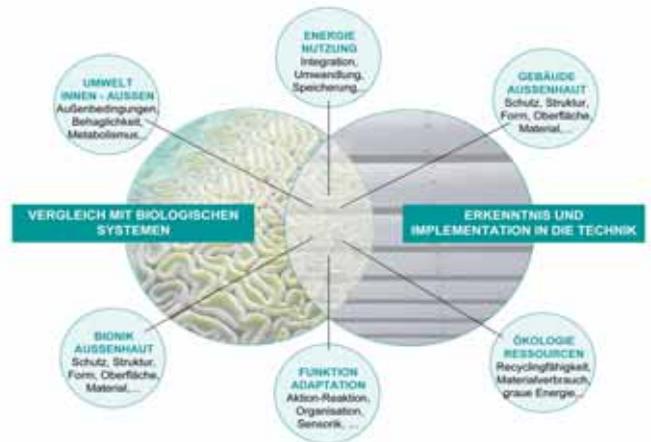
**DI Dr. Peter Palensky**  
Geschäftsfeldleitung  
Elektrotechniker  
T +43 (0)50 550 6699  
F +43 (0)50 550 6613  
[peter.palensky@ait.ac.at](mailto:peter.palensky@ait.ac.at)



**DI Susanne Gosztonyi**  
wissenschaftliche Mitarbeiterin  
Architektin  
T +43 (0)50 550 6582  
F +43 (0)50 550 6613  
[susanne.gosztonyi@ait.ac.at](mailto:susanne.gosztonyi@ait.ac.at)



Funktionsanforderungen an die Fassade – Optimierungsstrategien



Ausgangsthese für Potenzialuntersuchung bionischer Prinzipien

Hierbei werden die Potenziale von optimierten Lösungen bei Materialien, Strukturen und Prozessen in der Natur mittels analytischer Methoden identifiziert und die wirksamsten Prinzipien auf Konzepte für neuartige Fassadensysteme übertragen. Die Ergebnisse können in Zukunft Forschung und Entwicklung in der Bauindustrie unterstützen, Innovationen in Richtung klima-adaptive energieeffiziente Fassadensysteme voranzutreiben. Bei diesen Projekten wird durch ein interdisziplinäres und international zusammengesetztes Team aus den Bereichen der Ökologie, Biologie, Chemie, Architektur, Energietechnologie und Fassadentechnik ein ganzheitlicher Zugang ermöglicht. Dabei bestehen intensive Kooperationen mit den namhaften Bionik-Kompetenzzentren in Deutschland und Großbritannien.



Energieeffizientes Bauen  
 Energieaktive Gebäude  
 Passives Design  
 Nachhaltige Gebäudetechnik  
 Bauklimatik

# Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH

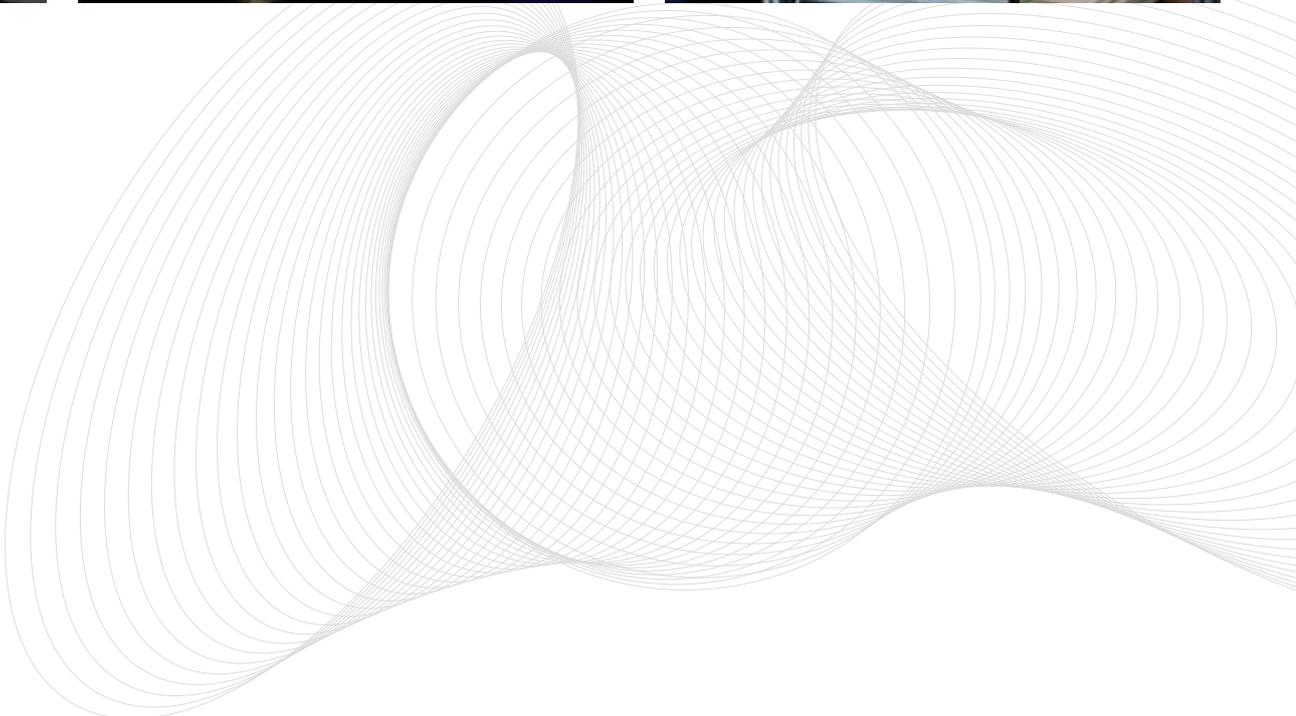


*JOANNEUM RESEARCH ist eine der größten außeruniversitären Forschungseinrichtungen Österreichs mit breitem Leistungsangebot für Wirtschaft und Verwaltung. Neben angewandter Forschung und Entwicklung für heimische Klein- und Mittelbetriebe bieten wir bedarfsorientiertes technisch-wirtschaftliches Consulting und Know-how in der interdisziplinären Bearbeitung komplexer Forschungsaufträge auf nationaler und internationaler Ebene.*

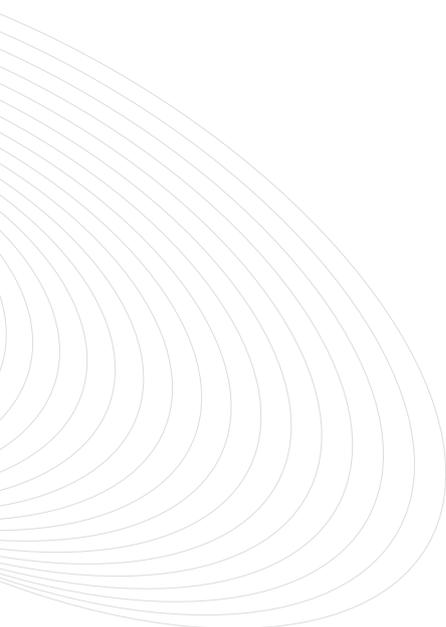
## **Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH**

Steyrergasse 17  
8010 Graz  
[www.joanneum.at](http://www.joanneum.at)

*Wir entwickeln und verbessern Produkte und Verfahren in den Bereichen Geowissenschaften und Umwelt, Biotechnologie und Umwelttechnik, Elektronik und Informationsverarbeitung, Werkstoffe und Verarbeitung sowie Wirtschaft und Technologie. Das Leistungsangebot umfasst angewandte Forschung und technologische Entwicklung, technologieorientierte Beratung und anspruchsvolle technische Dienstleistungen sowie Beratung, Unterstützung und Projektmanagement bei Anträgen für nationale und internationale Förderungen (z.B. EU-Rahmenprogramme) auch für Klein- und Mittelbetriebe.*



Geschäftsbereiche	Abteilung, in der Bionikaktivitäten stattfinden	Schwerpunkte Bionikaktivitäten
Nachhaltigkeit und Umwelt		
Informatik		
Elektronik und Sensorik		
Werkstoffe und Verarbeitung	Institut für Nanostrukturierte Materialien und Photonik	Angewandte Forschung und Entwicklung Nanomaterialien, Photonik, Mikro- und nanostrukturierte Oberflächen, Laserstrukturierung
	Laserzentrum Leoben	Leistungslaser für die Fertigungsschritten Schweißen, Legieren und Beschichten Entwicklung innovativer Prozesse für völlig neue Werkstoffe, Materialpaarungen, Fertigungs- und Konstruktionslösungen
Wirtschaft und Technologie	Institut für Angewandte Statistik und Systemanalyse	Angewandte Forschung und Entwicklung Biokybernetik, Evolutionäre Algorithmen, Neuronale Netze Stochastische Simulation, Modellierung komplexer Systeme Systemanalyse, Systemoptimierung Versuchsplanung, Studienplanung
Humantechnologie	Institut für Nichtinvasive Diagnostik	Chronobiologie, Chronomedizin, Physiologie, Herzfrequenzvariabilität Biokybernetik, Organismodynamik Präventivmedizin, Medizinische Diagnoseverfahren



# Joanneum Research

## Institut für nanostrukturierte Materialien und Photonik



Das Wort Nanotechnologie leitet sich von „Nanos“, dem griechischen Wort für Zwerg, her und steht für die Technologie, die die Welt der Atome und Moleküle erschließt: Im Maßstab von millionstel Millimetern können hier molekulare Bausteine zu völlig neuen Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften zusammengesetzt werden.

ExpertInnen des Instituts liefern mit dem Design neuartiger optischer, optoelektronischer und photonischer Bauelemente und Systeme die Grundlagen für die ständig wachsende Palette technischer Anwendungen für nanostrukturierte Materialien. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt dabei auf organischen Materialien und organisch-anorganischen Systemen.

Das selbst gesteckte Ziel geht weit über die reine Forschungs- und Entwicklungsarbeit hinaus. Durch enge Kooperation mit der Industrie will man heimische Unternehmen aktiv bei der Einführung der Technologie des neuen Jahrtausends unterstützen. Dies reicht von der Materialcharakterisierung über die Herstellung von Labormustern und die Entwicklung von Fertigungsprozessen bis hin zur Integration in bestehende Produktionsanlagen.



**Ao Univ. Prof. Dr. Joachim Krenn**  
 Institutsleiter  
 Physiker  
 T +43 (0)316 876 2701  
 joachim.krenn@joanneum.at

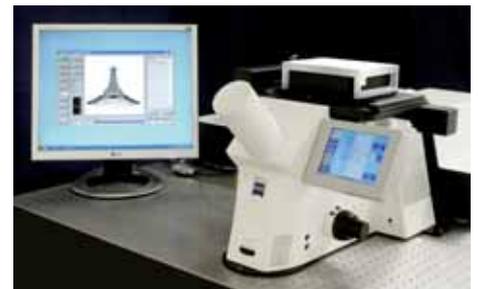


**DI Dr. Georg Jakopic**  
 Operativer Institutsleiter  
 Physiker  
 T +43 316 876 2703  
 georg.jakopic@joanneum.at

**Joanneum Research**  
**Forschungsgesellschaft mbH**  
**Institut für nanostrukturierte**  
**Materialien und Photonik**

Franz-Pichler-Straße 30  
 8160 Weiz

[www.joanneum.at/nmp](http://www.joanneum.at/nmp)



Anlage - Laserstrukturierung



Anlage – Nanoimprint-Lithographie

Angewandte Forschung und Entwicklung  
 Nanomaterialien, Photonik,  
 Mikro- und nanostrukturierte Oberflächen,  
 Laserstrukturierung

## Biomimetikrelevante Forschung & Entwicklung am Institut für Nanostrukturierte Materialien und Photonik

Die Eigenschaften von nanostrukturierten Materialien können sich stark von jenen unstrukturierter Materialien unterscheiden. Diese Unterschiede werden in der Nanotechnologie für eine Vielzahl völlig neuartiger Anwendungen genutzt, beispielsweise in der Medizin- und Energietechnik.

Die Erforschung und Beschreibung nanoskopischer Dimensionen erfordert nicht nur oft den gemeinsamen Einsatz physikalischer und chemischer Konzepte. Vielmehr finden sich auch vielfach Entsprechungen komplexer nanoskopischer Systeme in der Biologie – und damit eine natürliche Nähe von Nanotechnologie und Bionik.

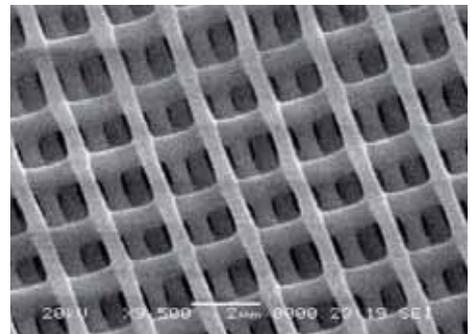
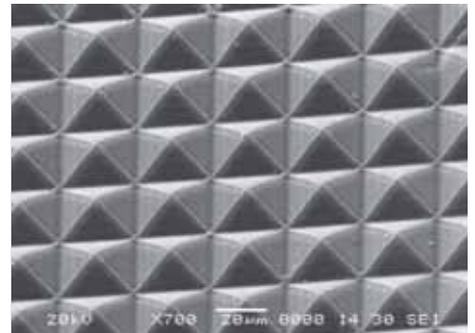
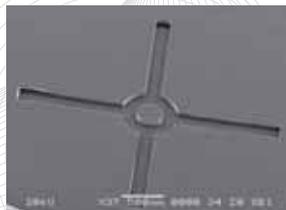
Am Institut für Nanostrukturierte Materialien und Photonik wird intensiv an der Entwicklung und Anwendung von Methoden zur Nanostrukturierung gearbeitet. Neben klassischen Methoden wie auf Licht- und Elektronenstrahlen beruhenden Strukturierungsverfahren sind dies die Nanoimprint-Lithographie und die dreidimensionale Laserstrukturierung.

Die Nanoimprint-Lithographie beruht auf der Strukturierung einer Oberfläche durch mechanischen Kontakt mit einem nanostrukturierten Stempel. Dieses Werkzeug kann viele Male verwendet werden und die Strukturierung kann großflächig erfolgen.

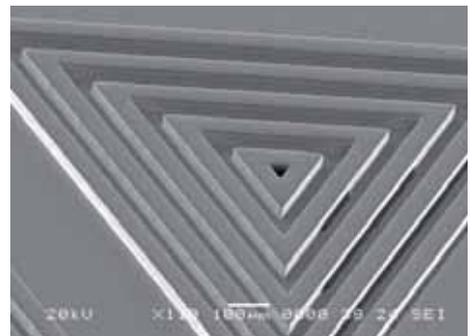
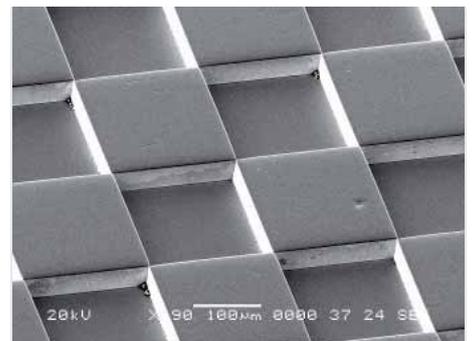
Für die Laserstrukturierung wird die durch nichtlineare Absorption im Fokus intensiver Laserpulse bedingte lokale Polymerisation einer Flüssigkeit genutzt um Nanostrukturen dreidimensional aufzubauen.

Die mit diesen Verfahren zur Nanostrukturierung am Institut behandelten naturinspirierten Themen umfassen einerseits optische Oberflächen, welche sich an die Struktur mancher Schmetterlingsflügel und Käferflügeldecken anlehnen. Diese dreidimensionalen Gitterstrukturen – photonische Kristalle – könnten, ihren belebten Vorbildern entsprechend, für neuartige Farbeffekte in Sicherheits- oder Dekoranwendungen verwendet werden, könnten aber auch zukünftige hochminiaturisierte photonische Elemente und Schaltkreise ermöglichen.

Andererseits wird die Haftung von Nanostrukturen nach dem Vorbild des an der Decke laufenden Geckos für neuartige Elektroden im Medizinbereich untersucht. Besonderes Augenmerk liegt in der Form und Anordnung der Nanostrukturen, um definierte Haftungseigenschaften ohne den Einsatz eines Klebers zu erreichen.



Beispiele – Laserstrukturierung



Beispiele – Nanoimprint-Lithographie

# Joanneum Research

## Institut für Angewandte Statistik und Systemanalyse



*Arbeits- und Forschungsziel des Instituts ist es, das Methodenspektrum der Angewandten Statistik in allen empirisch arbeitenden Bereichen von Wissenschaft, Wirtschaft, Umwelt und Verwaltung über interdisziplinäre Lösungsansätze einzusetzen. Damit sollen Problemlösungen objektiviert, effizienter und kostengünstiger gestaltet werden, um das Risiko bei Entscheidungsfindungen zu reduzieren.*

*Die Forschungsschwerpunkte des Instituts lassen sich in folgende Bereiche einteilen,*  
 > Statistik in der industriellen Entwicklung und Produktion (Technometrics)  
 > Wirtschaftsstatistik (Econometrics and Business Statistics)  
 > Public Health Management (Biometrics)

**Joanneum Research  
 Forschungsgesellschaft mbH  
 Institut für Angewandte Statistik  
 und Systemanalyse**

Steyrergasse 25a  
 8010 Graz  
[www.joanneum.at/sta](http://www.joanneum.at/sta)



### DI Clemens Schinagl

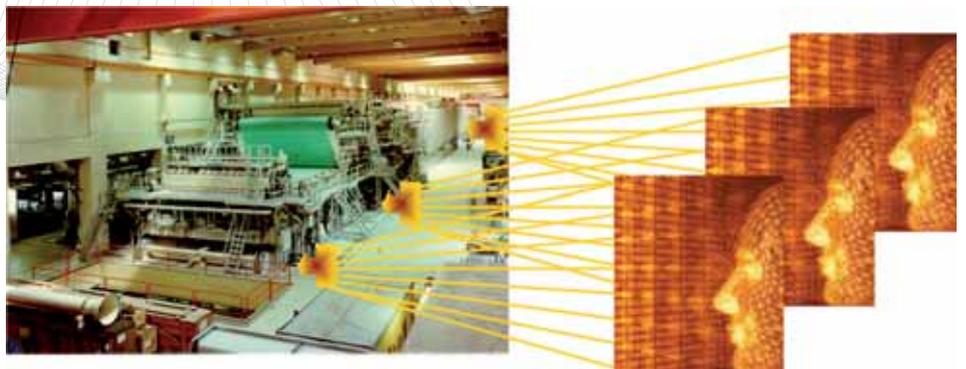
Leiter des Arbeitsschwerpunktes JOANNEUM CREATIVE LAB  
 Maschinenbauer, Umwelttechniker

T +43 (0)316 876 1124

M +43 (0)6991 876 1124

F +43 (0)3169 876 1124

[clemens.schinagl@joanneum.at](mailto:clemens.schinagl@joanneum.at)



Natürliches Vorbild und schematische „Realisierung“  
 als Verarbeitungsvorschrift für EDV-Programme.

## Biomimetik am Institut

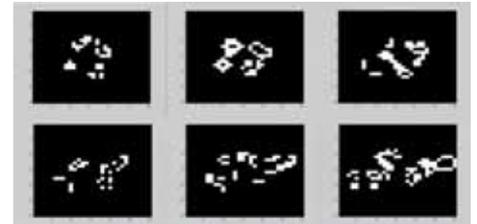
### Neuronale Netze, genetische Algorithmen, zelluläre Automaten und dynamische Systemmodellierungen („harte“ Biokybernetik):

Kybernetische Verfahren, welche natürliche Vorbilder mathematisch abstrahieren und zur Lösungsfindung in die Technik rückübertragen, haben seit einem halben Jahrhundert Tradition. Im Sinne des derzeit gängigen Bionikbegriffes handelt es sich um Methoden der „Lösungssuche“, „Bottom Up Bionik“, „bio-inspirierte Systemgestaltung“ etc.

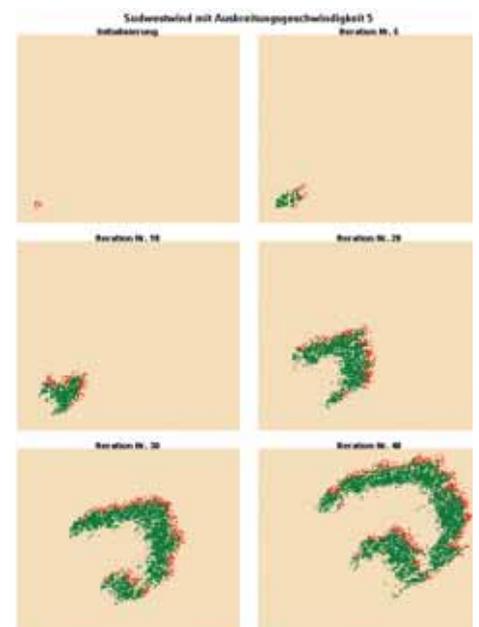
Als Beispiel sei hier ein Prognose- und Optimierungssystem einer der 5 weltweit größten Papiermaschinen mit über 500m Länge genannt. Ein Papiermachermeister kann nach jahrzehntelanger Berufserfahrung eine Papiermaschine mit einem Dutzend Walzen „aus dem Bauch heraus“ einstellen. Eine Papiermaschine der vorhin genannten Dimension jedoch sprengt jegliche menschliche Lernfähigkeit. Es wurde ein selbstlernendes Neuronales Netz implementiert, welches nach ca. 2 Jahren Lernen den Ausschuss bereits zu reduzieren begann. Immerhin produziert die Maschine ca. 900.000 Jahrestonnen Feinpapier.

Ein weiteres Beispiel der Anwendung solcher „harter“ Biokybernetischer Verfahren ist die Systemmodellierung mittel zellulärer Automaten. Mithilfe solcher Modelle werden am Institut unter anderem epidemiologische Vorgänge simuliert. Die Elementarzustände der einzelnen Zellen werden mit Hilfe von Infektionsmodellen berechnet. Dies ermöglicht die Simulation der Ausbreitungsverläufe von Infektionskrankheiten, speziell im Veterinärmedizinischen Bereich. Im Umweltbereich ergibt sich ein weites Anwendungsfeld für den Einsatz solcher Simulationsmethoden (z.B. Ausbreitung von Pflanzenschädlingen wie Borkenkäfer oder Rebzikade).

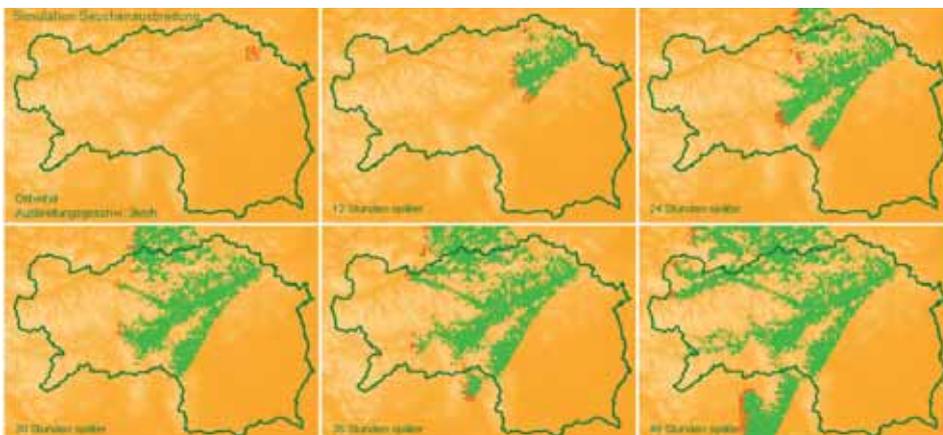
Es zeigte sich auch, dass die Übertragung dieser Simulationsmodelle in die Homosphäre recht gut funktioniert, so wird experimentiert, solche Simulationen bei bestimmten Rahmenbedingungen auch beispielsweise für die Ausbreitung von Falschgeld oder allgemein für die Prognose von Kriminalereignissen einzusetzen.



Modelle – erste Ausbreitung einer Infektionskrankheit



Ausbreitungssimulation bei Windeinfluss



Verschiedene wetterabhängige Szenarien einer „Durchseuchung“ einer Region

## Evolutionary Design und „neue“ Kreativitätstechniken

Betrachtet man die Artenvielfalt, so wird man wohl der Evolution die vielleicht größte Kreativität zusprechen. Die Prinzipien dieser Evolution, soweit sie uns bekannt sind, sind wesentlich variantenreicher als bloß die oft zitierten Darwinschen Regeln von Mutation und Selektion und „...survival of the fittest“.

Neben genau definierbaren Fitnesskriterien, wie Festigkeit, Gewicht, Herstellkosten etc. können auch subjektive Daten (Ästhetisches Empfinden, Haptik etc.) einfließen. Die Methoden wirken auf Vertreter der klassischen Methoden in Produktmanagement und Design zuweilen skurril und unglaublich.

Wir experimentieren jedoch gerade mit dem Einsatz solcher Methoden bei vergleichsweise bodenständigen kleingewerblichen Fragestellungen. Auch die abstrakteste Form der Bionik (Evolutionärbionik) ist unserer Meinung nach durchaus alltagstauglich und kann selbst für Kleinbetriebe interessant sein.

Als Beispiel hier ein „fast banales“, dafür bereits in die Praxis umgesetztes Experiment. Es handelt sich um eine mehrdimensionale Optimierung eines Terrassengeländers. Neben dem Gewicht, der Schweißnahtlängen, geschätzter Arbeitszeiten wurde auch eine ästhetische Bewertung in den Fitnessstest aufgenommen. Es zeigte sich überraschend die autopoietische Reduktion des Design auf nur 3 Bauelemente. Das realisierte Geländer aus Stahl ist etwa 15% leichter als die Ausgangsvariante aus Aluminium. Die Kosten der optimierten Form belaufen sich auf ca. 1/8 der Kosten der Ausgangsvariante.

Interessant ist auch, dass im gegenständlichen Fall dasselbe Ergebnis durch ein radikales Substituieren von Funktionen (Funktionstrimming nach Triz) erreicht wird.

**Biokybernetik, Evolutionäre Algorithmen, Neuronale Netze  
Stochastische Simulation, Modellierung komplexer Systeme  
Systemanalyse, Systemoptimierung  
Versuchsplanung, Studienplanung**

## Entwicklung von „Kreativitätstechniken“ der schöpferischen Orientierung an Patenten ohne Technizität

Das JOANNEUM CREATIVE LAB organisiert Ideenfindungsprojekte, in welchen fachlich heterogene Expertenteams aus z.B. vorhandenen Forschungs- und Entwicklungsergebnissen Patente und Produktkonzepte generieren.

Neben den üblichen Kreativitätstechniken werden auch eigene entwickelt, um beispielsweise „weiße Flecken“ in den Patentdatenbanken zu finden und gezielt zu besetzen.



Alu-Balkongeländer = Starttopologie  
Terassengeländer = Resultatoptologie (Stahl, evolutionär optimiert, ein Achtel der Laufmeterkosten der Starttopologie, 15% Gewichtsreduktion, 70% höhere Durchsichtigkeit, gleiche mechanische Belastbarkeit (Deformation bei Krafteinwirkung am Handlauf), höhere Bruchlasten).



# Joanneum Research

## Institut für Nichtinvasive Diagnostik



Jüngste Forschungsergebnisse belegen, daß Störungen der biologischen Rhythmik mit einem deutlichen Anstieg des Krebskrankungsrisikos und der Herzinfarktinzidenz einhergehen. Die Gestaltung der menschlichen Zeit und ihre Verschränkung in den biologischen Rhythmen wird deshalb eine wesentliche Rolle in der Diagnostik der Zukunft spielen. Am Institut für Nichtinvasive Diagnostik werden intelligente und für den Patienten belastungsfreie Diagnosemethoden entwickelt, die ein frühes Erkennen von Erkrankungsvorzeichen sowie die Prüfung gesundheitsfördernder Interventionen bereits am (noch) gesunden Menschen ermöglichen. Diese Methoden basieren auf der Messung von Körperrhythmen, in denen sich der Gesundheitszustand des Organismus widerspiegelt. Zusätzlich werden Interventionsmethoden zur Minderung von Stress und zur betrieblichen Gesundheitsförderung entwickelt. Ziel der Forschungsaktivitäten, in denen sich Wissenschaft und medizinische Praxis verbinden und der Mensch im Mittelpunkt steht, ist die Förderung einer zukunftsorientierten, patientenfreundlichen und gesundheitsfördernden Medizin.

**Joanneum Research**  
**Forschungsgesellschaft mbH**  
**Institut für Nichtinvasive Diagnostik**

Franz-Pichler-Strasse 30  
 8160 Weiz  
[www.joanneum.at/ind](http://www.joanneum.at/ind)



Probleme beim Ablösen von herkömmlichen Elektroden durch Haare. Weiters verursachen Haare schlechtere Klebehaftung auf der Haut und einen instabilen und ungenügenden, elektrischen Kontakt.



**Ao Univ. Prof. Dr. Maximilian Moser**  
 Institutsleiter  
 Physiologe, Chronobiologe  
 T +43 (0)316 876 2901  
 F +43 (0)316 8769 2901  
[maximilian.moser@joanneum.at](mailto:maximilian.moser@joanneum.at)

**Chronobiologie, Chronomedizin, Physiologie,  
 Herzfrequenzvariabilität, Biokybernetik,  
 Organismodynamik, Präventivmedizin, Medizinische  
 Diagnoseverfahren**

## Biomimetikbeispiel – BIOPAD – Vom Geckofuß zur Klebelektrode

Die ideale medizinische Elektrode, z.B. für EKG Messungen, verursacht keinen Übergangswiderstand, ist hautfreundlich, löst sich auch bei Bewegung und Schwitzen nicht ab, ist wasserdampfdurchlässig, hat generell hohe Bioverträglichkeit, wird aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt und ist ökologisch verträglich. Leider gibt es sie noch nicht! Unter Nutzung von Bionik soll ein Forschungsprojekt die Grundlagen für Elektroden erarbeiten, die möglichst nahe an die Idealeigenschaften herankommen.

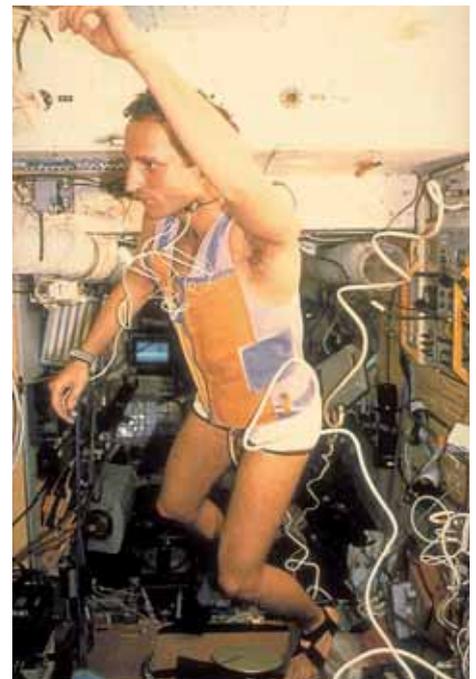
Klebelektroden zur Aufzeichnung bioelektrischer Signale wie z.B. des Elektrokardiogramms (EKG) sind häufig gebrauchte Produkte im klinischen Alltag. Klebrige Reste auf der Haut, allergische Reaktionen und die Problematik, silberhaltige Elektroden nach einmaligem Gebrauch wegwerfen zu müssen, stellen Probleme der derzeitigen Elektroden dar. Der Bedarf, besonders zum Langzeitmonitoring wie auch zur Kontrolle von Risikogruppen, ist im Steigen, nicht zuletzt aufgrund der demographischen Entwicklung – der Anteil älterer Menschen nimmt zu. Derzeitige Elektrodentypen basieren auf heute bereits veralteten Technologien. Die Elektroden enthalten z.B. Silber, potentiell allergene Klebstoffe, Kunststoffe und häufig Metalldruckknöpfe. Sie werden nach Gebrauch weggeworfen. Systembedingte, relativ hohe Übergangswiderstände limitieren die Signalqualität, Änderungen im Verlauf der Anwendungsdauer beeinträchtigen die Stabilität der Messung. Hautreizungen können durch den Abschluss der Haut sowie allergene Bestandteile am eigentlichen Elektrodenpad oder der Klebefläche verursacht werden. Bei Schweißbildung kann sich die Elektrode ganz lösen, besser haftende Kleber haben jedoch vermehrtes Allergiepotehtial. Neue Elektroden, die nano- bzw. mikrostrukturierte Eigenschaften nutzen und zumindest teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt sind, haben ein hohes Innovations- und ein beträchtliches Marktpotential.

In einer gemeinsamen Entwicklung mit anderen JOANNEUM RESEARCH Instituten (Inst. für Nanostrukturierte Materialien und Photonik, Inst. für Chemische Prozesstechnik und -kontrolle, Inst. für Nachhaltige Techniken und Systeme) sollen folgende Ziele erreicht werden:

- > Der Einsatz von Mikro- und Nanostrukturierung der Elektrodenoberfläche dient zur Optimierung der Haftung an der Haut, als auch der Verbesserung der Kontaktierung.
- > Durch Beschichtung der strukturierten Oberfläche unter Einbindung natürlicher bzw. naturidenter Moleküle wird die Elektrode hautfreundlicher sowie die Haftung optimiert.
- > Luft- und schweißdurchlässige Materialien werden möglichst für die gesamte Elektrodenfläche verwendet und sorgen für optimale Verträglichkeit.
- > Im gesamten zu planenden Lebenszyklus des Produkts, von der Rohstoffauswahl über die Produktion und Verwendung bis zur Entsorgung, wird den Prinzipien der ökologischen Verträglichkeit und Nachhaltigkeit entsprochen.



Hautirritationen ausgelöst durch ungeeignete Eigenschaften der benutzten Elektrodenmaterialien.



Sensoren des auf der Raumstation MIR eingesetzten Messgerätes Kymo, entwickelt von der Arbeitsgruppe des IND (EKG, Akzelerometer, Pulssensoren). Der österreichische Kosmonaut Franz Viehböck während einer Messung.

# Erich Schmid Institut für Materialwissenschaft



## Erich Schmid Institut für Materialwissenschaft

der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Department Materialphysik der Montanuniversität Leoben  
Jahnstraße 12  
8700 Leoben  
[www.oeaw.ac.at/esi](http://www.oeaw.ac.at/esi)

Das Erich Schmid Institut für Materialwissenschaft (ESI) in Leoben beschäftigt sich mit der Erforschung komplexer Materialien von der Makro- bis zur Nanodimension. Ziel der wissenschaftlichen Arbeiten ist es ein grundlegendes Verständnis der Werkstoffeigenschaften in Abhängigkeit der Struktur und des Aufbaus von Materialien zu erhalten. Hierzu werden elektronenmikroskopische Methoden, Röntgen- und Synchrotronverfahren eingesetzt sowie in-situ Experimente entwickelt, um neue Einblicke in die Entstehung und Wechselwirkung von Materialdefekten zu erhalten. Aus den experimentellen Ergebnissen werden Modelle zur Beschreibung verschiedener Materialeigenschaften abgeleitet. Das Erich Schmid Institut ist international vor allem in der Synthese neuer nanokristalliner Materialien durch Hochverformung, der Analyse von Verformungs- und Brucheigenschaften von Werkstoffen und in der Erforschung mechanischer Größeneffekte, z.B. in miniaturisierten Materialien, erfolgreich tätig.

Das Institut ist in Personalunion mit dem Department Materialphysik der Montanuniversität Leoben verbunden und beherbergt ein Christian Doppler Labor für lokale Analyse von Verformung und Bruch. Insgesamt sind mehr als 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der anwendungsrelevanten Grundlagenforschung tätig. Die materialphysikalischen Problemstellungen gewährleisten zahlreiche Kontakte zu Partnern in der Industrie, aber auch mit führenden Forschungseinrichtungen weltweit bestehen enge Kooperationen (z.B. Max-Planck-Institute (D), CNRS (F), Risø (DK), Univ. Minnesota, Purdue Univ. (USA), etc.). Das Institut engagiert sich bei der Ausrichtung internationaler Fachtagungen in Europa und den USA (z.B. EUROMAT, ICMCTF) und war maßgeblich an der erfolgreichen Antragsstellung des Leobener K2 Zentrums „MPPE“ (Materials, Processing and Product Engineering) im Rahmen der österreichischen Exzellenzinitiative Comet beteiligt.



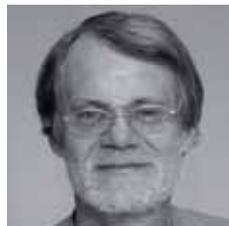
**Univ.Prof. Dr. Gerhard Dehm**  
Direktor  
Werkstoffwissenschaftler  
T +43 (0)3842 804 109  
F +43 (0)3842 804 116  
[gerhard.dehm@mu-leoben.at](mailto:gerhard.dehm@mu-leoben.at)



**Univ.Do. Dr. Jozef Keckes**  
Physiker  
T +43 (0)3842 804 208  
F +43 (0)3842 804 116  
e-mail: [jozef.keckes@mu-leoben.at](mailto:jozef.keckes@mu-leoben.at)



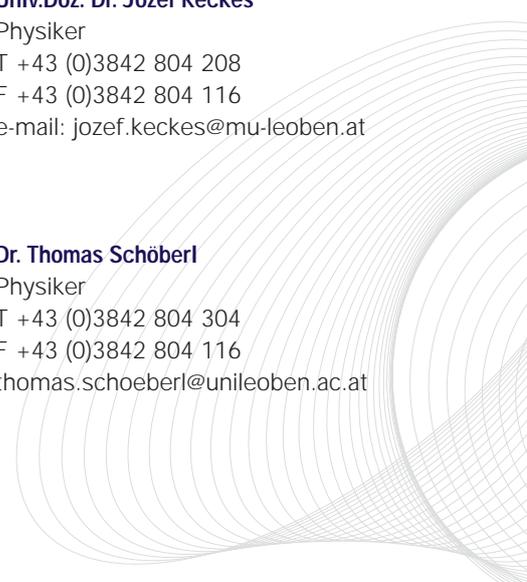
**Univ.Prof. Dr. Otmar Kolednik**  
Werkstoffwissenschaftler  
T + 43 (0)3842 804 114  
F +43 (0)3842 804 116  
[otmar.kolednik@oeaw.ac.at](mailto:otmar.kolednik@oeaw.ac.at)



**Dr. Thomas Schöberl**  
Physiker  
T +43 (0)3842 804 304  
F +43 (0)3842 804 116  
[thomas.schoeberl@unileoben.ac.at](mailto:thomas.schoeberl@unileoben.ac.at)



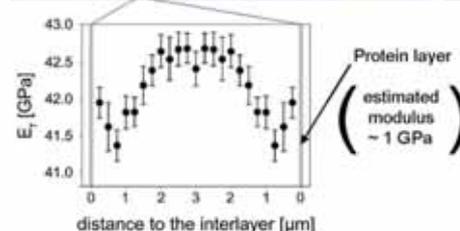
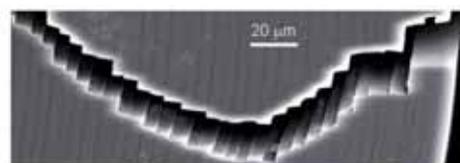
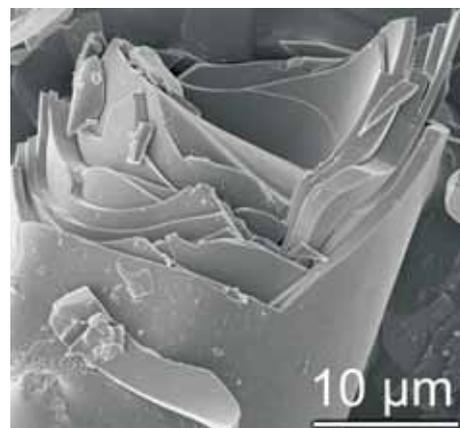
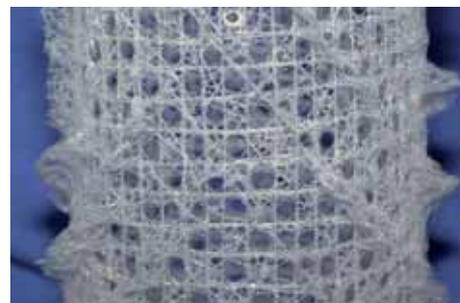
**Ao.Univ.Prof. Dr. Ingomar Jäger**  
Physiker  
T +43 (0)3842 804 308  
F +43 (0)3842 804 116  
[ingomar@unileoben.ac.at](mailto:ingomar@unileoben.ac.at)



## Entwicklung bruchresistenter Werkstoffe (Otmar Kolednik)

Die Lebensdauer eines Bauteiles ist begrenzt durch die Entstehung und das Wachstum von kleinen Defekten während der Herstellung und im Betrieb. Der Werkstoff wird sukzessive geschädigt, bis der Bauteil bricht oder eine notwendige Funktion nicht mehr erfüllen kann. Materialien, in denen sich Risse gar nicht oder nur schwer ausbreiten, sind der Traum jedes Bauteil-Entwicklers. Die Natur macht vor, wie es gehen soll. So bildet beispielsweise der Tiefseeschwamm *Euplectella* filigrane, korbähnliche Skelette aus dünnen Stäben. Jeder Stab besteht aus dünnen Glasschichten, mit weichen Proteinlagen dazwischen. Obwohl diese Skelette zu 95% aus sprödem Glas bestehen, sind sie nahezu unverwundlich. Ähnlich widerstandsfähig gegen Risse und Bruch ist Perlmutter.

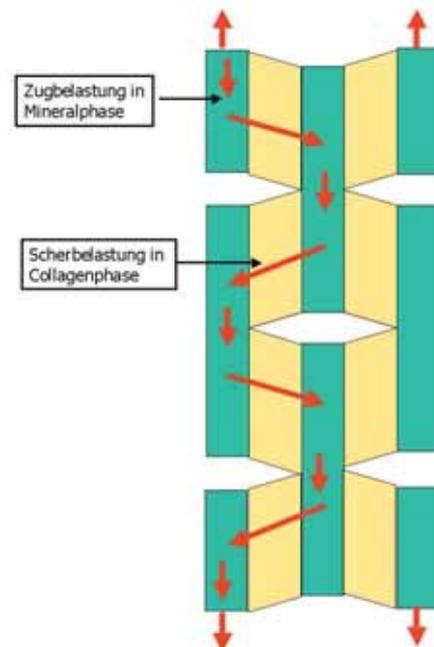
In Zusammenarbeit mit Prof. P. Fratzl vom Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam und Prof. F.D. Fischer, Institut für Mechanik, Montanuniversität Leoben, verwenden wir das neu entwickelte Konzept der „konfiguellen Kräfte“, um das Verhalten von Rissen in solchen biologischen Werkstoffen beschreiben zu können. Erste Resultate sind vielversprechend. Sie zeigen, dass durch die örtlichen Veränderungen der Materialeigenschaften eine Schutzschildwirkung entsteht, die die risstreibende Kraft stark reduziert, sodass ein Riss nicht mehr wachsen kann. Ansatzweise werden solche Effekte heute schon benützt, um die Brucheigenschaften von keramischen Schichtwerkstoffen zu verbessern. Aber es gibt noch keine technischen Verbundwerkstoffe, die ähnlich widerstandsfähig gegen Rissausbreitung sind, wie *Euplectella*. Diese Ideen haben auch eine Schlüsselrolle bei der Ausarbeitung des erfolgreichen Antrages zum neuen Comet K2-Zentrums in Leoben gespielt. Das Fernziel dieser Forschungsarbeiten ist es, in Zukunft einmal extrem bruchresistente Werkstoffe bauen zu können.



Mikro- und Nanostruktur  
 Bruchresistente Werkstoffe  
 Aufbau von Knochen  
 Abrasion von Zähnen  
 Zellulose-  
 Nanokompositwerkstoffe

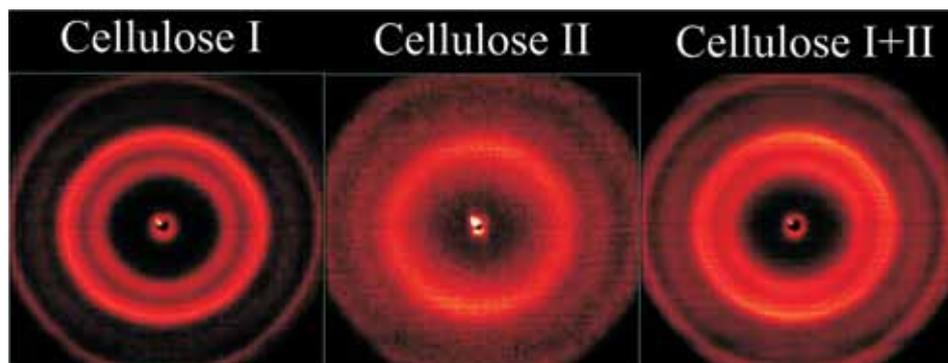
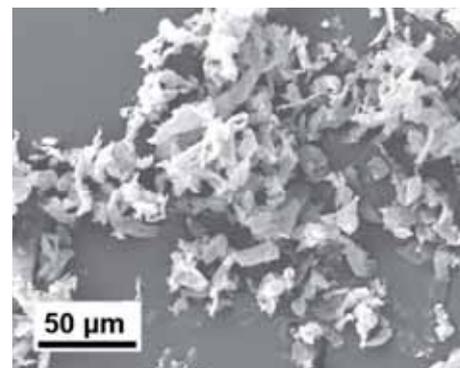
## Aufbau von Knochen (Ingomar Jäger)

Knochen ist ein organisches Verbundmaterial aus Hydroxyapatit-Plättchen und Kollagenfibrillen. Die Dicke der Plättchen und ihr mittlerer Abstand (jeweils ca. 2.5 – 3 nm) sind aus röntgenographischen Messverfahren bekannt, ihre Länge und Breite (ca. 50 x 30 nm) aus Rasterkraftmikroskop-Messungen. Lokal sind die Plättchen annähernd parallel angeordnet. Der genaue Aufbau der Struktur im Nanometerbereich kann jedoch nicht direkt bestimmt werden. Vom mechanischen Standpunkt aus ist ein "staggered model" naheliegend, bei dem die Plättchen parallel und stark überlappend (ähnlich dem Ziegelverbund in einer Mauer) geschichtet sind. Abschätzungen zeigen, dass die Kraftübertragung von einem Plättchen zum (überlappenden) nächsten durch Scherung des Kollagens zwischen den Plättchen erfolgt. Wegen des hohen Verhältnisses von Länge zu Abstand der Plättchen ist dies sehr effektiv. Das sogenannte „Jäger-Fratzl Modell“ gibt die guten Eigenschaften von Knochen, wie hohe Steifigkeit ohne katastrophale Versprödung, auf der Ebene der mineralisierten Kollagenfibrillen gut wieder. Allerdings ist über den Schermodul und die Scherfestigkeit des Kollagens auf der Nanometer-Skala wenig bekannt. Ein weiteres derzeit noch ungelöstes Problem ist, dass die Anordnung der Kollagenfibrillen im Knochen – von ziemlich ungeordnet, gekreuzt bis zu nahezu parallel – eine Beschreibung der mechanischen Eigenschaften des realen Knochens auf der Basis dieses Modells sehr erschwert.



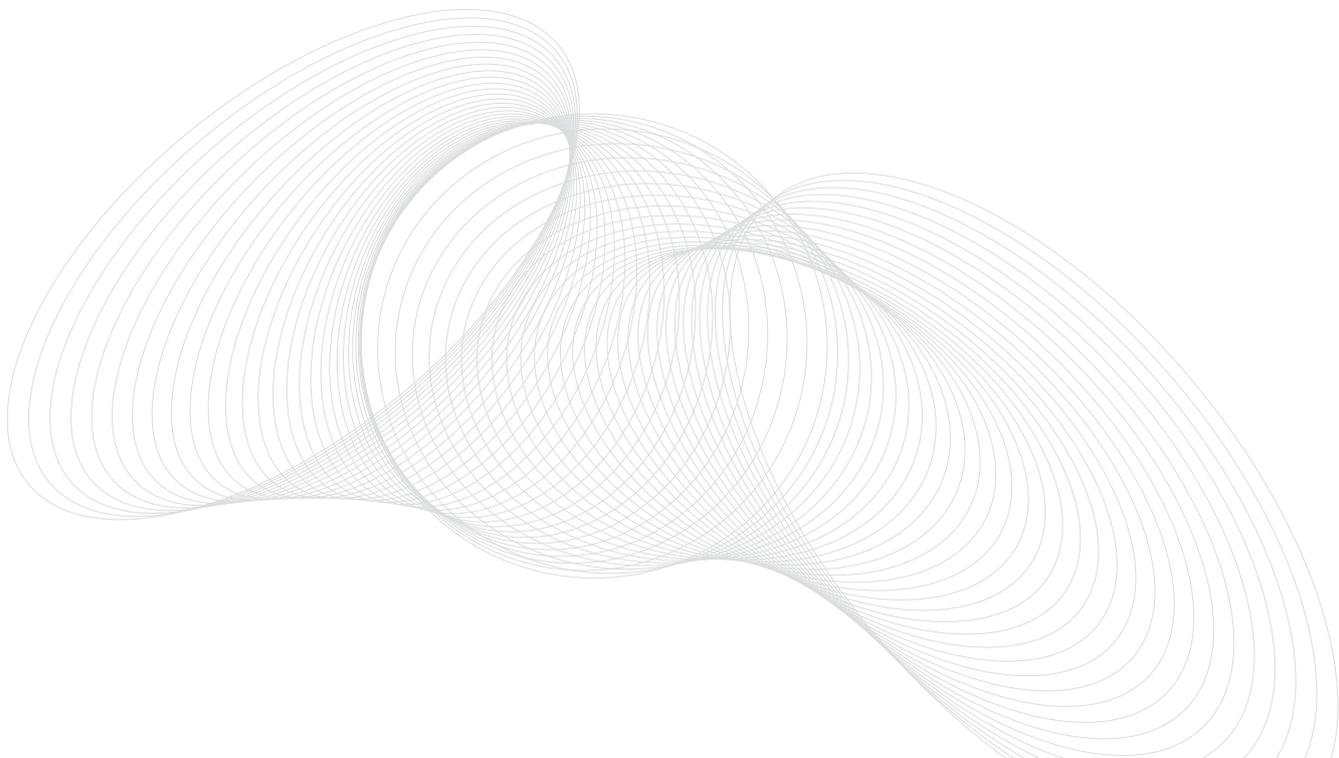
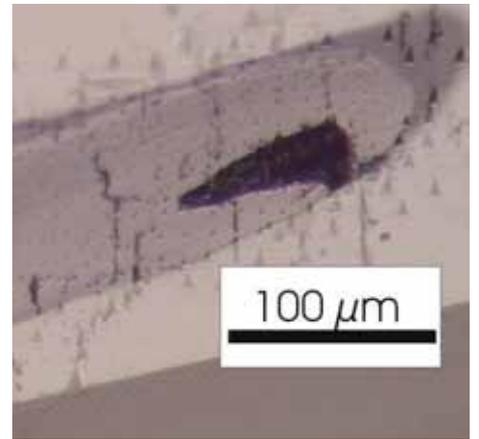
## Zellulose-Nanokompositwerkstoffe (Jozef Keckes)

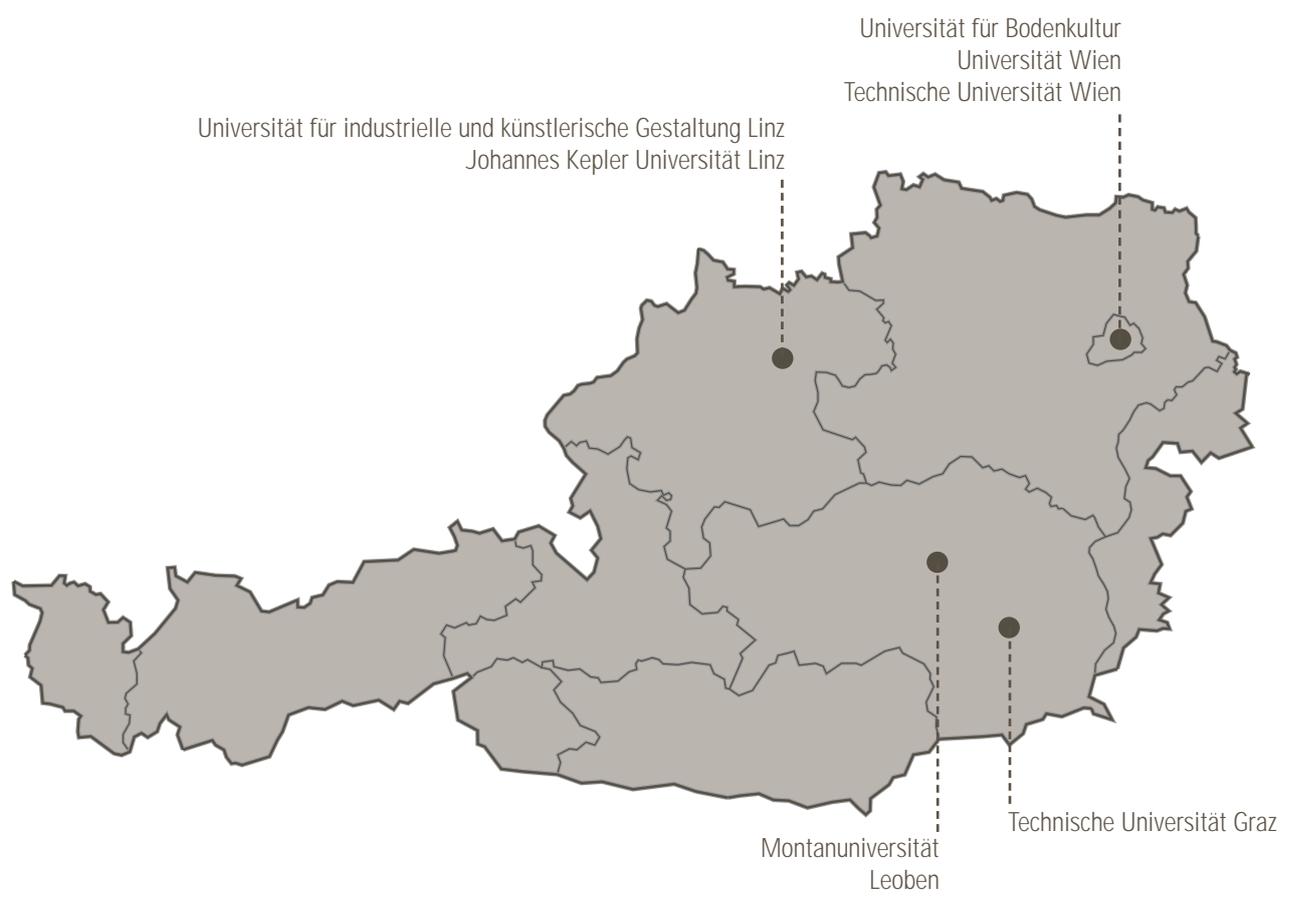
Durch teilweise Auflösung eines mikro-kristallinen Zellulosepulvers wurden Nanokomposit-Folien auf Zellulosebasis mit unterschiedlichem Zellulose-I zu Zellulose-II Verhältnis hergestellt. Die Filme bestehen aus unterschiedlichen Mengen ungelöster Zellulose-I Kristallen, die sich in einer regenerierten Zellulosematrix befinden. Die Folien sind isotrop und transparent für sichtbares Licht. Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Änderung des Zellulose-I zu Zellulose-II Verhältnisses die mechanischen Eigenschaften des Nanocomposites geändert werden können. Dabei wurde eine Zugfestigkeit von 240 MPa bei einer Bruchdehnung von 8.6%, sowie einem E-Modul von 13.1 GPa beobachtet. Diese hervorragenden Eigenschaften übertreffen klar die mechanischen Eigenschaften vergleichbarer Zellulosematerialien und haben zusätzlich die Vorteile, dass sie natürlichen Ursprungs und biologisch abbaubar sind. Die Arbeiten wurden in Kooperation mit Prof. Gindl von der Universität für Bodenkultur, Wien durchgeführt. Um Aufklärung über die Mechanik und den Aufbau der neuen Nanokomposit-Folien zu gewinnen, sollen in einem nächsten Schritt in-situ Zugexperimente mit nanofokussierten Synchrotronstrahlen durchgeführt werden.



## Abrasion von biologischen Werkzeugen (Thomas Schöberl)

In der Tierwelt findet man eine Reihe von Werkzeugen, die zum Beissen, Schneiden oder Kauen von Nahrung dienen, oder auch als 'Waffen' fungieren, wie zum Beispiel die Giftzähne des Meereswurms *Glycera dibranchiata*. In vielen Fällen müssen die Materialien dieser Werkzeuge nicht nur hart und steif sein, sondern aufgrund ihrer Einsatzbedingungen hohe Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb aufweisen. Während bei Wirbeltieren die erforderlichen mechanischen Eigenschaften durch massive Mineralisierung erreicht werden, findet man bei wirbellosen Tieren häufig eine Anreicherung von Metallen von einigen bis etwa 10 Prozent, im Fall des oben erwähnten Meereswurms auch in Form eines (kupferhaltigen) Minerals. Wissenschaftliche Untersuchungen der letzten Jahre und der Gegenwart beschäftigen sich unter anderem damit, den Einfluss solcher Metallanreicherungen auf die mechanischen Eigenschaften zu verstehen. Mittels Nanoindentierung und chemischem Mapping wurde der Zusammenhang zwischen lokalem Metallgehalt und Härte bzw. Steifigkeit gezeigt. Interessanterweise hängen diese Eigenschaften überdies stark vom Feuchtigkeitsgehalt des Materials ab, sowohl bei den Mandibeln von Wüstenheuschrecken, als auch bei den Zähnen von Meereswürmern. Die bei weitem stärkste Feuchtigkeitsabhängigkeit des Abriebverhaltens zeigte sich an genau dem Material, das Metallanreicherungen aufweist, ein Ergebnis, das weder durch klassische Messgrößen wie Härte und elastischer Modul, noch durch Reibung allein erklärt werden kann. Trotz drastisch niedrigerer Härte erreichen die Werkzeuge wirbelloser Tiere eine erstaunlich hohe, oft sogar mit Metallen und Keramiken vergleichbare Abriebfestigkeit.





# Universitäten

Universität für Bodenkultur

Universität Wien

Technische Universität Wien

Technische Universität Graz

Montanuniversität Leoben

Universität für industrielle und künstlerische Gestaltung Linz

Johannes Kepler Universität Linz



# Universität für Bodenkultur Wien



Universität für Bodenkultur Wien

*Die Universität für Bodenkultur Wien, die Alma Mater Viridis, versteht sich als Lehr- und Forschungsstätte für erneuerbare Ressourcen, die eine Voraussetzung für das menschliche Leben sind. Aufgabe der BOKU ist es, durch die Vielfalt ihrer Fachgebiete zur Sicherung dieser Lebensgrundlagen für zukünftige Generationen entscheidend beizutragen. Durch die Verbindung von Naturwissenschaften, Technik und Wirtschaftswissenschaften versucht sie, das Wissen um die ökologisch und ökonomisch nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen in einer harmonischen Kulturlandschaft zu mehren.*

*Wichtige Merkmale der Forschung an der BOKU sind das vorausschauende Erfassen von Problemen sowie die Bemühung um Praxisrelevanz, Internationalität und Interdisziplinarität. Das fachübergreifende Zusammenwirken von WissenschaftlerInnen auf internationalem Niveau soll zu möglichst umfassenden Fragestellungen und kreativen Problemlösungen führen.*

*Die Lehre an der BOKU wird ganzheitlich und koordiniert gestaltet; sie verhilft den AbsolventInnen zu Wissen, Verständnis und Flexibilität. Daraus beziehen diese die Bereitschaft, sich künftigen Herausforderungen zu stellen, und die Fähigkeit, mit ihnen in kompetenter Weise umzugehen. Getragen von der Dynamik der Forschung und einem hohen Maß an Praxisrelevanz werden mit modernen didaktischen Methoden zeitgemäße Stoffinhalte und aktuelle Bezüge vermittelt. StudentInnen und AbsolventInnen werden dadurch zu eigenen Ideen motiviert. Eine weltoffene wissenschaftliche Berufsvor- und -weiterbildung ermöglicht es ihnen, auch komplexe interdisziplinäre Zusammenhänge zu erfassen. Zum Erreichen dieser Ziele sind eine von Vertrauen getragene Zusammenarbeit aller und eine flexible Organisation erforderlich. Betroffene werden soweit wie möglich in die Vorbereitung von Entscheidungen eingebunden, sodass sich alle Angehörigen der BOKU mit ihr und ihren Zielsetzungen identifizieren können. Dadurch entsteht die Möglichkeit, auch dezentral zu entscheiden, effektiver zu handeln und flexibel auf neue Anforderungen zu reagieren.*

*Für die Öffentlichkeit ist die BOKU eine kompetente und selbstbewusste Partnerin. Sie verbindet die Bereitschaft, Kritik anzunehmen, mit der Verpflichtung, offen und klar Stellung zu beziehen.*

*Die BOKU bekennt sich zu internationalem Leistungsvergleich in Forschung und Lehre, zur Zusammenarbeit über regionale und nationale Grenzen hinweg und zur initiativen Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Entwicklungen.*

## Universität für Bodenkultur Wien

Gregor Mendel Straße 33

1180 Wien

[www.boku.ac.at](http://www.boku.ac.at)



Hauptgebäude Gregor Mendel Straße



Wilhelm Exnerhaus



Schwachhöferhaus



Schwachhöferhaus

Departments	Abteilung, in der Bionikaktivitäten stattfinden	Schwerpunkte Bionikaktivitäten
Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik	H891 Holzforschung (IHF)	Holz- und Naturfaserwerkstoffe Technologie nachwachsender Rohstoffe Holzforschung
	H892 Institut für Physik und Materialwissenschaft (IPM)	Bio-inspirierte Werkstoffe Hierarchische Bio-Materialien Struktur u. Eigenschaften biologischer Materialien Holz, ein Laminat und Zell-Verbundwerkstoff Brucheigenschaften biobasierter Materialien
Department für Biotechnologie		
Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt		
Department für Chemie		
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung		
Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie		
Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur		
Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften		
Department für Nachhaltige Agrarsysteme		
Department für Bautechnik und Naturgefahren		
Department für Wald- und Bodenwissenschaften		
Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie		
Department für Agrarbiotechnologie Tulln		
Zentrum für Nanobiotechnologie	H801 Department für Nanobiotechnologie (DNBT)	Nanobiotechnologie Molekulare Baukastensysteme Biomimetik Prokaryotisches Glykosylierungs-Engineering Synthetic Biology

# BOKU Wien

## Institut für Holzforschung (IHf)



**Universität für Bodenkultur Wien**  
Department für Materialwissenschaften  
und Prozesstechnik

### Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik Institut für Holzforschung (IHf)

Peter-Jordan-Straße 82  
1190 Wien  
[www.map.boku.ac.at/holzforschung.html](http://www.map.boku.ac.at/holzforschung.html)

Die Universität für Bodenkultur Wien steht mit ihrem Namen für Lehre und Forschung im Bereich der angewandten Lebenswissenschaften und natürlichen Ressourcen. Eingebettet in das Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik ist das Institut für Holzforschung gemeinsam mit dem räumlich und fachlich eng verknüpften Wiener Standort des Kompetenzzentrums für Holzverbundwerkstoffe und Holzchemie (Wood Kplus), einer der größten europäischen Forschungseinrichtungen im Bereich Holz und Naturfasern. Der Fokus des Standortes mit rund 50 MitarbeiterInnen liegt auf der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

Die Kernkompetenz des Institutes für Holzforschung erstreckt sich vom Laub- und Nadelholz als klassischer Massivholzwerkstoff über Holz-, Naturfaser- und Verbundwerkstoffe bis hin zur Nutzung chemischer Bestandteile des Holzes im Sinne einer „Bio-Raffinerie“. Die Bereiche Technologie, Physik, Anatomie/Biologie und Chemie arbeiten integrativ in der Grundlagenforschung, der angewandten Forschung sowie der Methodenentwicklung und der Lehre zusammen. Dem Institut für Holzforschung kommt eine zentrale Bedeutung im Bachelorstudium „Holz- und Naturfasertechnologie“ zu, es unterstützt das Bachelorstudium „Forstwirtschaft“ und ist federführend im Masterstudium „Holztechnologie und Management“. Die Betreuung von zahlreichen Dissertationen am Institut für Holzforschung stellt das Bindeglied zur wissenschaftlichen Karriere dar.



#### Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Christoph Buksnowitz

Universitäts-Assistent  
Forstwirt, Holzwissenschaftler  
T +43 (0)47654 4276  
M +43 (0)699 150 49 217  
F +43 (0)47654 4295  
[christoph.buksnowitz@boku.ac.at](mailto:christoph.buksnowitz@boku.ac.at)



Ein Pavillon gebaut aus natürlich gekrümmten Stammabschnitten (O. Roman).

## Lehre

Bionik ist der Forschung im Bereich biogener Materialien immanent. Nur durch das Verständnis der ursprünglichen Funktion im Organismus können die Leistungspotentiale natürlicher Materialien wie Holz und Naturfasern ausgeschöpft und innovative Anwendungsmöglichkeiten und Werkstoffkonzepte nach dem Vorbild der Natur entwickelt werden. Bionische Gedankenansätze sind ebenso in vielen Lehrveranstaltungen des Institutes für Holzforschung vertreten. Ab dem Wintersemester 2009 ist diesem Thema auch eine eigene Vorlesung „Bionik-technische Lösungen aus der Natur“ (LVA-Nr.891.322) gewidmet.

## Studentische Arbeiten

Ob die Nutzung der Strategien von Holzgewächsen mit der Bildung von Reaktionsholz auf besondere Belastungen durch Umwelteinflüsse wie Wind und Schnee zu reagieren oder die clevere Anwendung von natürlich gekrümmten Ast- und Stammabschnitten entsprechend ihrer Optimierung im lebenden Baum – bionische und interdisziplinäre Fragestellungen im Rahmen von Bachelor-, Master- oder Diplomarbeiten besitzen für StudentInnen immer mit einer besonderen Attraktivität und Faszination.

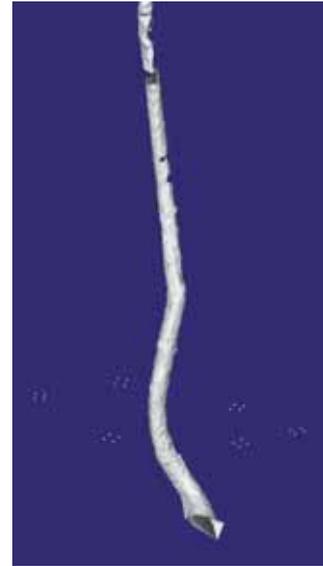
Ein Beispiel zeigt die Verwendung von natürlich gekrümmten Stammabschnitten für einen Pavillion. Eine Diplomarbeit in Zusammenarbeit mit dem Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung der BOKU erprobte eine Methode, diese komplexen Stammformen durch photogrammetrische Vermessung in einem CAD System Architekten und Designern für dreidimensionales Konstruieren zur Verfügung zu stellen. In der Folge werden im Rahmen einer Bachelorarbeit mechanische Materialkennwerte über den inhomogenen Stammquerschnitt bestimmt, welche in einer weiteren Arbeit statischen Simulationen zugeführt werden, mit dem Ziel, den von der Natur für einen bestimmten Belastungsfall optimierten Bauteil bestmöglich in einem Bauwerk einsetzen zu können.

## Grundlagenforschung

Grundlagenforschung im Bereich biologischer Strukturen ist der Ausgangspunkt für die Verknüpfung der gewonnen Erkenntnisse mit einer technischen Anwendung. Am Institut für Holzforschung wurde z.B. die Astanbindung zum Stamm in einigen Studien untersucht um die Konzepte der biologischen Optimierung und in weiterer Folge in die Werkstoffentwicklung und die Auslegung von Verbundwerkstoffen verbessern zu können.

## Beispiel

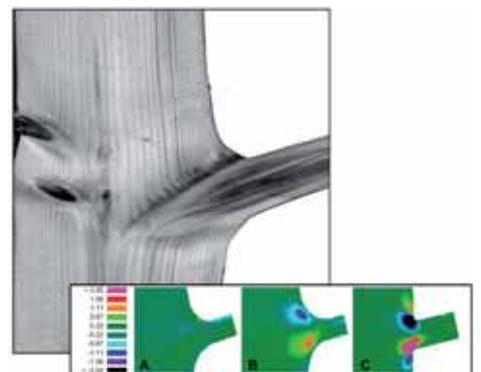
Anschaulich wird die biologische Optimierung in einem Vergleich zwischen einem Fichtenstammabschnitt mit Übergang zu einem Ast, einem formgleichen Abbild aus homogenem Kunststoff und einem vereinfachten Modell, das durch Verschneiden zweier Zylinder generiert wurde. Die Untersuchung mit dem Electronic Speckle Pattern Interferometer zeigt die drei Varianten unter vertikaler Belastung des Astes im Vergleich. Die natürlich optimierte Form in der Stamm-Ast-Übergangzone der Fichte, die unterschiedlichen Gewebetypen und die optimierte Faserorientierung führen zu einer sehr homogenen Dehnungsverteilung, die als Vorbild für Werkstücke aus Verbundwerkstoffen dienen könnte um dem Versagen von Bauteilen vorzubeugen.



Modellierte Oberfläche eines natürlich gekrümmten Stammes aus der punktwisen Oberflächenvermessung mittels Photogrammetrie (M. Hönegger, R. Mansberger).



Mechanische Charakterisierung von Holzproben im Zugversuch (C. Buksnowitz).



Dehnungsverteilungen unter Belastung im Vergleich zwischen einem „natürlich optimierten“ Fichtenast, einem formgleichen Kunststoffabdruck und einem vereinfachten Modell (U. Müller).

# Holz – und Naturfaserwerkstoffe Technologie nachwachsender Rohstoffe Holzforschung

# BOKU Wien

## Institut für Physik und Materialwissenschaft (IPM)



Die Forschungsschwerpunkte des IPM liegen im Bereich der Materialwissenschaft sowie in der Entwicklung physikalischer Messtechniken. Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf die Untersuchung der Struktur, der Festigkeit und der Bruchenschaften von natürlichen und technischen Materialien bei statischer und dynamischer Belastung. Dazu werden Untersuchungsmethoden wie mikro- und makromechanische Prüfmethoden, das Ultraschall-Ermüdungsverfahren sowie die Umwelt-Rasterelektronenmikroskopie angewendet. Ziel der Arbeiten ist die Erforschung von Struktur-Funktionsbeziehungen in Werkstoffen mit physikalischen Untersuchungsmethoden sowie die Verwertung dieses Wissens in Form von Kooperationen mit Industriepartnern und Forschungseinrichtungen des In- und Auslandes.

### Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik Institut für Physik und Materialwissenschaft (IPM)

Peter Jordan Straße 82  
1190 Wien  
[www.map.boku.ac.at/physik.html](http://www.map.boku.ac.at/physik.html)



#### Univ.-Prof. Dr. Mag. Stefanie Tschegg

Universitätsprofessor i.R.  
Physikerin, Materialwissenschaftlerin  
T +43 (0)1 47654 5160  
F +43 (0)1 47654 5159  
[stefanie.tschegg@boku.ac.at](mailto:stefanie.tschegg@boku.ac.at)

### Physik natürlicher und Natur imitierender Materialien

Physikalische und mikromechanische Charakterisierung von Werkstoffen: Die Charakterisierung der Mikro- und Nanostruktur natürlicher und naturbasierter Werkstoffe mit neuesten physikalischen Methoden (Röntgenstreuung, Synchrotron) ist insbesondere in Hinblick auf die Aktivitäten der BOKU im Bereich Nachwachsende Rohstoffe (NAWARO) von Belang. Wie Arbeiten im Bereich Biomechanik zeigen, lassen sich aus der Mikro- und Nanostruktur einerseits die oft erstaunlich guten spezifischen Eigenschaften natürlicher Werkstoffe erklären. Andererseits stellt die Erforschung von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Pflanzen die Basis für eine mögliche zukünftige Verwertung in der Entwicklung innovativer Werkstoffe dar.

Natur imitierende Werkstoffe und biokompatible Werkstoffe: Pflanzen und Knochen sind Beispiele für Nano-Verbundwerkstoffe, wobei der Aufbau der Zellwände in Pflanzen und die Mineralisierung des Gewebes in Knochen zu Materialien mit hervorragenden spezifischen Eigenschaften führen. In biomimetischen Materialien werden sowohl Pflanzengewebe als Gerüst für neue Werkstoffe verwendet, als auch neue insbesondere poröse Materialien in Analogie zu natürlichen Werkstoffen entwickelt. Neben der Entwicklung von Werkstoffen für die Medizin (biokompatible Werkstoffe), welche wegen der zunehmenden Lebenserwartung gesellschaftlich an Bedeutung gewinnen werden, können diese Forschungen die Entwicklung von pflanzlichen Werkstoffen wesentlich fördern. Ein wichtiges Thema bei der Herstellung und Verwendung neuer Werkstoffe stellt die mögliche Gesundheitsgefährdung dar, wie Probleme in Zusammenhang mit Nanoteilchen zeigen.



In-situ ESEM Mikroprüfmaschine mit Keilspaltprobe. ESEM In-situ Bruchmechanik: Eine Mikroverformungsmaschine, die in der Probenkammer eines Umwelt-Rasterelektronenmikroskops („ESEM“) eingebaut ist, erlaubt Messungen von bruchmechanischen Daten synchron mit der Oberflächenuntersuchung in der feuchten Atmosphäre des Mikroskops. Dadurch können viele Mechanismen geklärt werden.

Die Eigenschaften von Ober- und Grenzflächen sind in den letzten Jahren durch Fortschritte in der Nanotechnologie und deren Verständnis ins Zentrum des wissenschaftlichen Interesses gerückt. Chemische Zusammensetzung und Struktur beeinflussen die Wechselwirkung mit der Umwelt. Durch Funktionalisierung von Oberflächen lassen sich z.B. superhydrophobe Oberflächen erzeugen. Am IPM werden Oberflächenenergien mit der Kontaktwinkelmessmethode bestimmt und Strukturen z.B. am ESEM (Environmental scanning electron microscope, eine spezielle Variante des Rasterelektronenmikroskops) untersucht. Eine Ausweitung der Forschung auf diesem Gebiet in Richtung Veredelung, Funktionalisierung und Charakterisierung von NAWARO-Oberflächen zum besseren Verständnis von Verklebungen, erhöhter Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen eröffnet ein breites Forschungsfeld mit Anwendungscharakter.

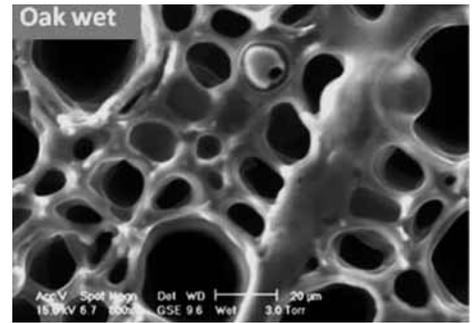
## Projekte

- > Mehrere Forschungsprojekte zum Einfluss der Struktur (Nano-, Mikro- und Makrostruktur) auf Festigkeit, Duktilität, Risseinleitung, Rissausbreitung (bruchmechanische Eigenschaften) von Holz, Holzwerkstoffen und Fasermaterialien.
- > Bioresorbierbare Materialien als Implantatwerkstoffe in der Kinder-Unfallchirurgie. Ermüdungsverhalten bei sehr hohen Lastwechselzahlen von bioinspirierte Nano-Werkstoffen und Umgebungseinfluss.
- > Vorbereitung und Leitung des COST Strategischen Workshops „Principles and Development of Bio-inspired Materials“ in Wien (BOKU) 13.-15. April 2010.
- > Kooperation mit Orthopädie: Interaktion von Cr-Co-Mo Abrieb mit repassivierten TiO<sub>2</sub> Oberflächen in der Endoprothetik
- > Kooperation mit Unfallchirurgie: Ermüdung von Schienbein- und Handimplantaten, Optimierung der Stabilität der Implantate.
- > Korrosionseinfluss auf Dampfturbinenmaterial (USA-Industriekooperation).
- > Verstärkung von Beton und Asphalt mit Naturfasern.

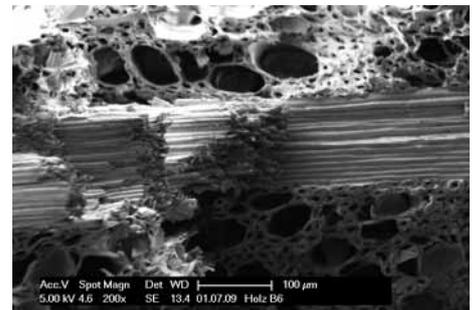
Abgeschlossen:

- > Leitung der COST Action E35 Mikrostruktur, Oberfläche, mechanische und Bruch-eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen (abgeschlossen 2008).
- > Christian-Doppler Labor für Grundlagen der Holzbearbeitung (abgeschlossen 2007)
- > EU-Projekt (abgeschlossen 2005): Oberflächenoptimierung von Zahnimplantaten

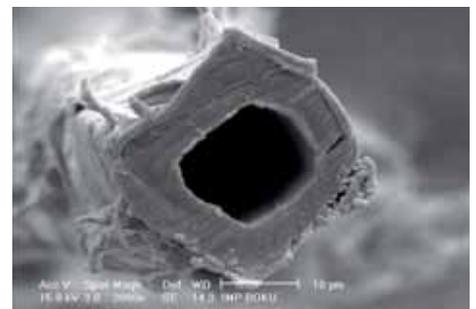
Bio-inspirierte Werkstoffe  
 Hierarchische Bio-Materialien  
 Struktur und Eigenschaften  
 biologischer Materialien  
 Holz, ein Laminat und Zell-Verbund-  
 werkstoff  
 Brucheigenschaften biobasierter  
 Materialien



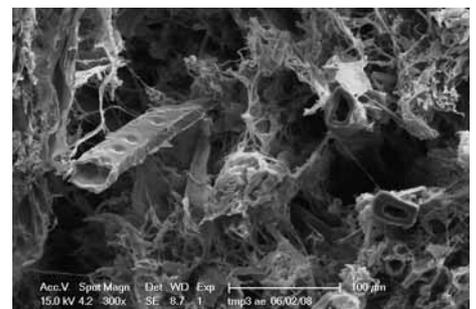
Das Innere der Holzzellen (lumen) ist mit Wasser gefüllt, und die Zellwände sind durch Wasseraufnahme angeschwollen. Diese Struktur wird beim Brechen des feuchten Holzes (Eiche) im ESEM sichtbar.



Vorbild Buchenholz für einen faserverstärkten, zellulären Verbundwerkstoff: Ist leicht, steif, zäh und besitzt großen Bruchwiderstand. Das Bild zeigt die Hohlräume der Zellen und Gefäße, die in Stammrichtung verlaufen und Holzstrahlenbündel senkrecht dazu.



Das Frühholz von Fichte besteht aus dünnwandigen, länglichen Zelluloseeröhrchen mit einem fast rechteckigen Hohlraum. Die in einer Ligninmatrix und Hemizellulose eingebettet sind. Bild zeigt herauspräparierte einzelne Zelle.



Künstlicher Verbundwerkstoff „Aerogel“: Zellulose-Aerogel, hergestellt am Institut für Chemie der BOKU aus einem Zellulosebrei (thermo-mechanischer 3% pulp in NMMO•H<sub>2</sub>O), das extrem niedrige Dichte mit guten mechanischen Eigenschaften verbindet. Im Bild sind Reste der Zelluloseeröhrchen zu erkennen.

# BOKU Wien

## Department für Nanobiotechnologie



*Die Nanobiotechnologie und Biomimetik stellen einen neuen transdisziplinären Zugang zu verschiedenen biologischen und technischen Disziplinen dar. In einem innovativen Ansatz werden biologische Prinzipien, chemische Verfahren, und physikalische Gesetze so zueinander in Verbindung gebracht, dass Bausteine und Strukturen mit neuen spezifischen und funktionellen Eigenschaften entstehen.*

*Am Department für Nanobiotechnologie (DNBT) der Universität für Bodenkultur Wien werden schwerpunktmäßig molekulare Baukastensysteme für die Herstellung funktioneller supramolekularer Strukturen auf der Basis von 2D - Proteinkristallen (S-Schichten) entwickelt. Die Grundbausteine sind native S-Schicht Proteine, S-Schicht Fusionsproteine, S-Schicht Neoglykoproteine, Polysaccharide, Lipide und Nukleinsäuren.*

### Universität für Bodenkultur Wien Department für Nanobiotechnologie (DNBT)

Muthgasse 11  
(Posteinlaufstelle: Muthgasse 18)  
1190 Wien  
[www.nano.boku.ac.at](http://www.nano.boku.ac.at)



**o.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Uwe B. Sleytr**  
Department Head  
Biotechnologe  
T +43 (0)1 36006 0  
[uwe.sleytr@boku.ac.at](mailto:uwe.sleytr@boku.ac.at)



**ao.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Paul Messner**  
Arbeitsgruppenleiter  
Biotechnologe  
T +43 (0)1 36006 0  
[paul.messner@boku.ac.at](mailto:paul.messner@boku.ac.at)



**ao.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Dietmar Pum**  
Stv. Department Head und  
Arbeitsgruppenleiter  
Physiker  
T +43 (0)1 36006 0  
[dietmar.pum@boku.ac.at](mailto:dietmar.pum@boku.ac.at)



**ao.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Bernhard Schuster**  
Arbeitsgruppenleiter  
Biochemiker  
T +43 (0)1 36006 0  
[bernhard.schuster@boku.ac.at](mailto:bernhard.schuster@boku.ac.at)



**ao.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Christina Schäffer**  
Arbeitsgruppenleiter  
Biotechnologin  
T +43 (0)1 36006 0  
[christina.schaeffer@boku.ac.at](mailto:christina.schaeffer@boku.ac.at)

## Projekte am DNBT

Die bearbeiteten Projekte reflektieren ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Grundlagenforschung und zielorientierten Entwicklungsarbeiten bis zur Optimierung von Technologien. Zahlreiche Projekte werden in nationalen und internationalen Kooperationen durchgeführt. Das standortspezifische Know-how und die gleichzeitige Vernetzung innerhalb des Vienna Institute of BioTechnology (VIBT) machen das DNBT zu einem fachlichen Kompetenzzentrum für biologisch inspirierte funktionelle Oberflächen zur Konzeption neuartiger Biomaterialien.

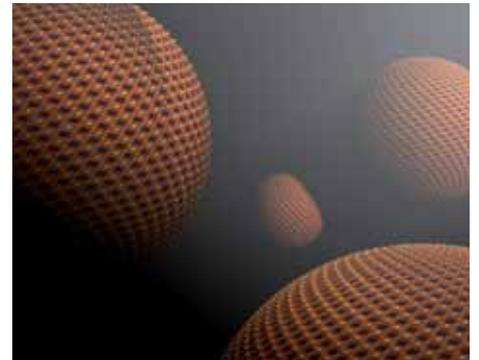
## S-Schichten als Basis eines molekularen Baukastensystems

S-Schichten sind monomolekulare Proteingitter, die in der Natur in großer Vielfalt als äußerste Zellwandschicht von Bakterien und Archaea (einzellige Organismen, eine Art „Urbakterium“) vorkommen. Sie stellen somit eines der häufigsten in der Natur vorkommenden Biopolymere dar. S-Schichtgitter sind aus morphologischen Einheiten – sog. Elementarzellen – aufgebaut, deren Größe zwischen 5 und 30nm und deren Dicke zwischen 5 und 10nm liegt. Die Gittersymmetrie der S-Schichten ist schräg, quadratisch oder hexagonal. Die Tatsache, dass S-Schichtproteine – entweder von den Bakterienzellen isoliert oder rekombinant hergestellt – von selbst wieder das ursprüngliche 2D-Gitter ausbilden (self-assembly) ist entscheidend für ihre Anwendungsperspektive in der Nanobiotechnologie. Abhängig von den Versuchsbedingungen kann die Reassemblierung in Lösung, auf geeigneten Trägern (z.B.: Metalle, Silizium oder Kunststoffe), beziehungsweise auch an Lipidfilmen und Liposomen erfolgen.

Das Anwendungsspektrum von S-Schicht-basierten Biomaterialien in der Nanobiotechnologie ist sehr breit und umfasst die „Life“ und „Non-life“ Sciences; es ist unter den folgenden Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkten im Detail beschrieben.

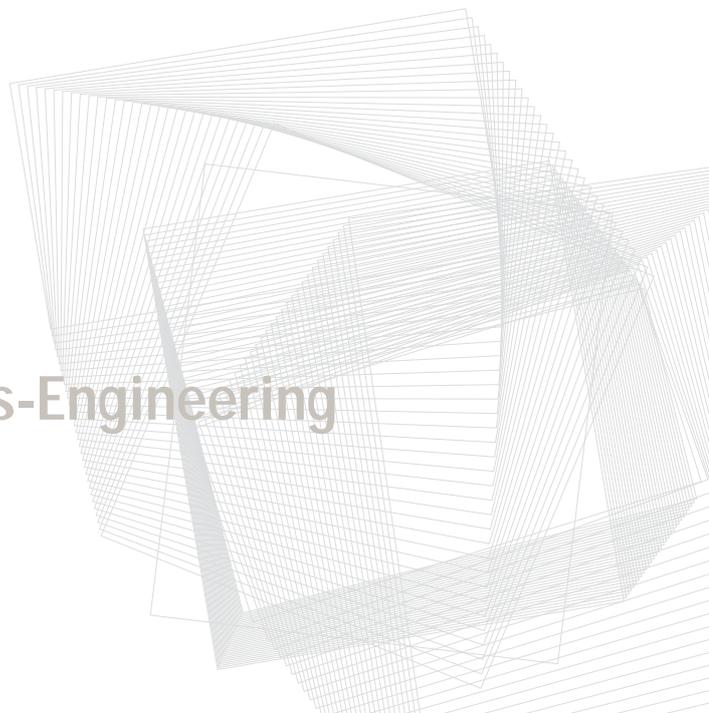


3D-Strukturvorhersage eines S-Schichtproteins. Dieses atomare Modell wurde mit Hilfe molekular dynamischer Simulationen errechnet.



Computersimulationen biomimetischer Virushüllen aus S-Schichtproteinen.

Nanobiotechnologie  
 Molekulare Baukastensysteme  
 Biomimetik  
 Prokaryotisches Glykosylierungs-Engineering  
 Synthetic Biology



## Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte

### > Funktionalisierung von Oberflächen

Das Funktionalisieren von Oberflächen stellt eine Schlüsseltechnologie in der Nanobiotechnologie dar. Durch den Einsatz von S-Schicht-Fusionsproteinen, die biologisch aktive Sequenzen beinhalten, kann das in einer nie zuvor erreichten Orientierung und räumlichen Abstand im Nanometerbereich realisiert werden. Die fusionierte Sequenz bestimmt die Verwendung der Fusionsproteine; als Impfstoff zur Behandlung von Allergien, als Affinitätsmatrix, als Sensoren für analytische Nachweismethoden sowie als Enzymreaktoren mit hohem Anwendungspotenzial im Bereich der biokatalytischen Prozesstechnologie. Einen weiteren Forschungsschwerpunkt stellt die Produktion von S-Schicht-stabilisierten und funktionalisierten Liposomen dar, die therapeutisch wirksame Substanzen zielgerichtet in Säugetierzellen transportieren sollen.

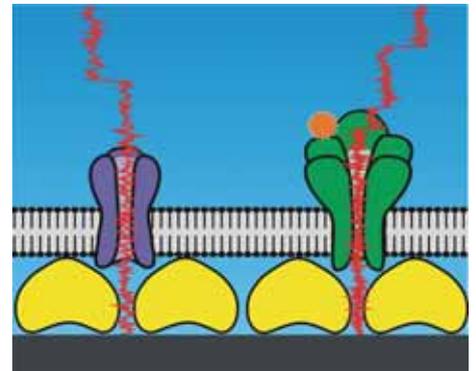
Die Zellhülle vieler Archaea besteht lediglich aus einer Plasmamembran, die von einer S-Schicht umschlossen ist. Da Archaea häufig in extremen Milieus leben (z.B.: bei 120 °C, pH=0, konzentrierte Salzlösungen), dient Ihre Zellhülle als Modell für die biomimetische Herstellung robuster Lipidmembranen. In diese können Transmembranproteine wie Rezeptoren, Enzyme, Ionenkanäle oder porenformende Proteine eingebaut und untersucht werden. Wegen der hohen pharmakologischen Bedeutung von Membranproteinen, die ein Drittel aller in einem Organismus enthaltenen Proteine ausmachen, zählt die Stabilisierung von Lipidmembranen zu den innovativsten und vielversprechendsten Strategien in der Nanobiotechnologie. Die Anwendungen reichen vom Nachweis biologischer Kampfstoffe und pharmazeutischer Wirkstoffselektion über die Diagnostik, DNS Sequenzierung bis zur Entwicklung neuartiger Sensorelemente und Biosensoren.

### > Neoglykoproteine

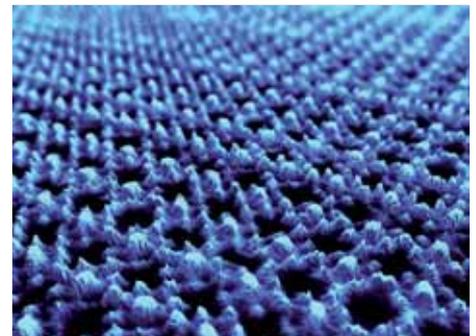
Zwei Drittel aller biologisch aktiven Proteine sind mit Kohlenhydraten modifiziert, wobei die Glykosylierung meist der Schlüssel zur Proteinfunktion ist. Daher kommt der Glykosylierung von S-Schichtproteinen besondere Bedeutung zu. Selbst-assemblierende S-Schichtproteine bieten die einzigartige Möglichkeit zur kontrollierten und gerichteten Organisation von Kohlenhydratmotiven mit nanoskaliger Genauigkeit für die Interaktion mit komplexen biologischen Systemen. Kürzlich wurde am DNBT ein rein genetischer Ansatz zur zielgerichteten Veränderung der natürlichen S-Schicht Glykosylierung durch kombiniertes carbohydrate und protein engineering zur Produktion funktioneller S-Schicht-Neoglykoproteine entwickelt. Damit ergeben sich Anwendungsperspektiven auf den Gebieten der Biokatalyse, der Biomimetik, dem drug targeting, der Vakzine-Entwicklung sowie der Diagnostik. Der S-Schichtprotein Glykosylierung kommt besonders als potenzielle Zielstruktur für die Wirkstoffentwicklung gegen bakterielle Infektionskrankheiten vermehrt Bedeutung zu.

### > Biomineralisation

Die Biomineralisation liegt an der Schnittstelle zwischen den „Life“ und „Non-life“ Sciences und wurde im Zuge der Evolution von der Natur optimiert. Die Mineralisationsvorgänge sind für die Wissenschaft und Technik äußerst interessant. Im Rahmen unserer Forschungen werden native und genetisch funktionalisierte S-Schichtproteine als Matrizen verwendet, um Nanopartikel herzustellen und zu binden. Durch die regelmäßige Anordnung der Nanopartikel, die spezielle elektronische, optische oder katalytische Eigenschaften haben, ergeben sich Anwendungen in der molekularen Elektronik und Optik. Weiters erlaubt die Abscheidung von Silikaten an S-Schichten die Herstellung glasartiger Strukturen, die als chemisch inerte Filter mit einheitlichen Poren im Nanometerbereich innovative Anwendungsgebiete öffnen werden.



Schematische Darstellung einer S-Schicht-unterstützten Lipidmembran. Eingebaute, funktionelle Membranproteine können eine diskrete Änderung in der Leitfähigkeit der Lipidmembran mittels Transport von z.B. Ionen durch Poren bzw. aktivierte Rezeptoren bewirken (rotes Signal).



Rasterkraftmikroskopische Aufnahme einer auf einem Siliziumwafer rekristallisierten S-Schicht mit quadratischer Gittersymmetrie. Die Größe der Elementarzelle beträgt 13,1 x 13,1nm.

## Methodenspektrum

Das angewandte Methodenspektrum ist breit und umfasst folgende Gebiete: Mikrobiologie, Molekularbiologie, Genetik, Proteinchemie, Kohlenhydratchemie, Biophysik, Cytochemie, Immunologie, Zellkultur, Mikroskopie, Ultrastrukturforschung, Liposomen- und Membrantechnologie.

## Öffentlichkeitsarbeit

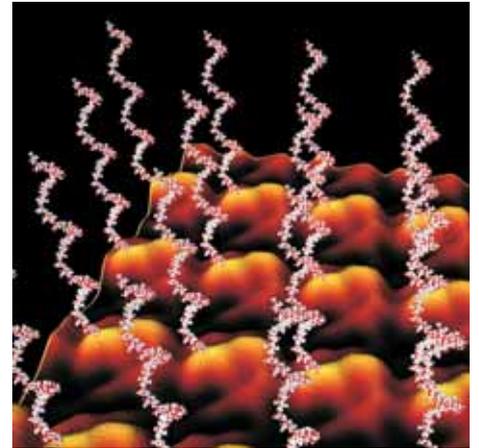
Aktuelle Forschungsergebnisse werden regelmäßig in Fachjournalen publiziert, bei internationalen Tagungen vorgestellt, sowie der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

## Perspektiven

Technologie der Zukunft = Wirtschaft der Zukunft

Innovative Technologien spielen eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung einer wissensbasierten Gesellschaft. Es ist allgemein anerkannt, dass „Wissen“ im globalen Wettbewerb immer mehr an Bedeutung gewinnt und zum ausschlaggebenden Standortfaktor für Regionen, Staaten und Kontinente wird. Gerade die Nanobiotechnologie und Biomimetik als transdisziplinäre Forschungs- und Technologiefelder decken zahlreiche Bereiche noch nicht verteilter Zukunftsmärkte ab. Sie stellen somit auch ein breites Berufsfeld für interdisziplinär ausgebildete Akademiker dar, wie sie die Universität für Bodenkultur aufgrund ihrer Zielsetzungen in Lehre und Forschung hervorbringt. Die nanobiotechnologischen Aktivitäten der BOKU im Rahmen des Vienna Institute of BioTechnology werden daher mittel- und längerfristig trans- beziehungsweise interuniversitär geplant und umgesetzt.

Weitere Informationen auf:  
[www.nano.boku.ac.at/znb.html](http://www.nano.boku.ac.at/znb.html)  
[www.vibt.at](http://www.vibt.at)



Modell einer selbst-assemblierten Monoschicht aus S-Schicht Neoglykoproteinen. Die langen Kohlenhydratketten des O7 Antigens von *Escherichia coli* sind periodisch angeordnet. Das Modell basiert auf einer elektronenmikroskopischen Aufnahme des S-Schicht Neoglykoproteingitters und den atomaren Daten der Kohlenhydratkette.



# Universität Wien



universität  
wien

Die Universität Wien wurde im Jahr 1365 gegründet und ist somit die älteste Universität im deutschen Sprach- und Kulturraum und eine der größten in Zentraleuropa. Derzeit sind rund 74.000 Studierende zugelassen. Das aktuelle Studienangebot umfasst ca. 180 Studien. Mit rund 8.600 MitarbeiterInnen, davon über 6.500 WissenschaftlerInnen, ist die Universität Wien die größte Lehr- und Forschungseinrichtung in Österreich. Es ist ihr Ziel, das breite Fächerspektrum zu erhalten, neue und innovative Forschungsfelder zu fördern und die Fächer stärker zu vernetzen.

## Forschung und Lehre

Aufgabe und Ziel der Universität ist es, Forschung und Lehre in höchster Qualität zu schaffen und zu erhalten. Forschung und Lehre werden dabei als untrennbare Einheit verstanden („forschungsgeliebte Lehre“). Eine hohe Forschungsorientierung und eine Kombination von Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung machen die Universität attraktiv für die besten Köpfe.

Forschung und Lehre an der Universität Wien umfassen ein weites Spektrum an wissenschaftlichen Fächern: von der Katholischen und Evangelischen Theologie, Rechtswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, Informatik, Historische Kulturwissenschaften, Philologische Kulturwissenschaften, Philosophie und Bildungswissenschaft, Psychologie, Sozialwissenschaften, Mathematik, Physik, Chemie bis zu Geowissenschaften, Geographie, Astronomie, Lebenswissenschaften, Translationswissenschaft, Sportwissenschaft und Molekulare Biologie. Aktivitäten im Bereich der Bionik sind vor allem in der Fakultät für Lebenswissenschaften zu finden.

## Fakultät für Lebenswissenschaften

Die Fakultät für Lebenswissenschaften ist eine von fünf Folgefakultäten der Fakultät für Naturwissenschaft und Mathematik. Lebenswissenschaften (Life Sciences) bedeutet Forschung an und über Lebewesen. Dafür sind besonders günstige Voraussetzungen an der Universität Wien gegeben. Das Feld wird methodisch solide von der molekularen Biologie bis zur Ökologie abgedeckt. Es ergibt sich eine geschlossene Kette an methodischer Kompetenz, welche sich mit der Folge der Schlagworte „Genom – Transkriptom – Proteom – Metabolom – Physiom – Individuum – Gesellschaft – Umwelt“ beschreiben lässt. In ähnlicher Weise stellt die sehr große Vielfalt an Lebewesen (Species), welche auf hohem wissenschaftlichen Niveau Gegenstand der Forschung sind, ein Potential dar, welches systematisch erschlossen und entwickelt werden soll. Das Feld reicht „Vom Mikroorganismus zum Menschen“.

Die „anthropozentrische“ Forschungsausrichtung der Fakultät bietet auch einen idealen Ansatz, um die durch einige Gruppen bereits erfolgreich vertretenen Neurowissenschaften weiter auszubauen. Das angekommene „Age of the Brain“ soll in der Fakultät ganz besonders wahrgenommen werden.

Das Profil der Fakultät wird schon dadurch verdeutlicht, dass drei Teilbereiche der Fakultät nach „Grundanliegen“ des Menschen bezeichnet sind: Ernährung, Gesundheit und Umwelt definieren Gebiete, welche sich an der Universität erfolgreich entwickelt haben. Wenn auch die weiteren Teilbereiche der Fakultät Anthropologie/Zoologie und Botanik klassische Fachbezeichnungen tragen, so bietet sich nichtsdestoweniger die Möglichkeit, der Fakultät eine zusätzliche Widmung unter dem Titel „Der Mensch in der Welt“ zu geben. Gerade die letztgenannten Bereiche ermöglichen es, das menschliche Dasein in seinen Facetten in der Forschung der Fakultät zu verankern: Der „Mensch als Lebewesen“ (Anthropologie, Neurobiologie), das „Wissen des Menschen über die belebte Natur“ (Mikrobiologie, Botanik, Zoologie) und schließlich der „Mensch als soziales und kulturelles Wesen“ (Sinneswahrnehmung und Verhalten bis hin zu Psychologie und Philosophie) bilden mit Ernährung, Gesundheit und Umwelt eine eigene für eine naturwissenschaftliche Fakultät neuartige Metaebene der wissenschaftlichen Ausrichtung.

## Universität Wien

Dr.-Karl-Lueger-Ring 1  
1010 Wien  
[www.univie.ac.at](http://www.univie.ac.at)



## Ao.Univ.-Prof. Dr. Eva Millesi

Kontakt Bionik Uni Wien  
Biologin  
T +43 (0)1 4277 54465  
M +43 (0)664 60277 54465  
F +43 (0)1 4277 9566  
[eva.millesi@univie.ac.at](mailto:eva.millesi@univie.ac.at)

Fakultäten	Abteilung, in der Bionikaktivitäten stattfinden	Schwerpunkte Bionikaktivitäten
Katholisch-Theologische Fakultät		
Evangelisch-Theologische Fakultät		
Rechtswissenschaftliche Fakultät		
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften		
Fakultät für Informatik		
Historisch-Kulturwissenschaftliche Fakultät		
Philologisch-Kulturwissenschaftliche Fakultät		
Fakultät für Philosophie und Bildungswissenschaft		
Fakultät für Psychologie		
Fakultät für Sozialwissenschaften		
Fakultät für Mathematik		
Fakultät für Physik		
Fakultät für Chemie		
Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie		
Fakultät für Lebenswissenschaften	Einrichtung Cell Imaging und Ultrastrukturforschung (CIUS)	Biologische Haftmechanismen Biomimetische Klebstoffe Medizinische Anwendungen Klebstoffanalyse und -synthese
	Department für Neurobiologie und Kognitionsforschung	Biosensorik Biomechanik Neurobiologie Neuroethologie Kommunikation
	Department für theoretische Biologie	Biomaterialien Systemtheorie Biomechanik
Zentrum für Translationswissenschaft		
Zentrum für Sportwissenschaft und Universitätssport		
Zentrum für Molekulare Biologie		

# Universität Wien

## Einrichtung Cell Imaging und Ultrastrukturforschung (CIUS)



universität  
wien

*Struktur ohne Funktion ist ein Leichnam und Funktion ohne Struktur ist ein Geist  
(Vogel & Wainwright, 1969)*

*Strukturkenntnis ist eine wesentliche Grundlage biologischer Forschung. Ziel des CIUS ist es, Strukturen unterschiedlichen Komplexitätsgrades aufzuklären und damit einen Beitrag zu leisten für ein besseres Verständnis von Funktion, ontogenetischen Prozessen und phylogenetischen Zusammenhängen.*

**Universität Wien**  
**Fakultät für Lebenswissenschaften**  
**Einrichtung Cell Imaging und Ultrastrukturforschung (CIUS)**

Althanstrasse 14  
1090 Wien  
[www.univie.ac.at/cius](http://www.univie.ac.at/cius)  
[www.adhesion.at](http://www.adhesion.at)



**Dr. Irene Lichtscheidl**

Leiterin der Arbeitsgruppe Life Cell Imaging  
Botanikerin, Zellphysiologin  
T +43 (0)1 4277 54270  
F +43 (0)1 4277 9542  
[irene.lichtscheidl@univie.ac.at](mailto:irene.lichtscheidl@univie.ac.at)  
[www.univie.ac.at/IECB/cell](http://www.univie.ac.at/IECB/cell)



**Mag. Daniela Gruber**

Leiterin der Arbeitsgruppe Ultrastrukturforschung  
(Administrative Leitung CIUS)  
Biologin  
T +43 (0)1 4277 54421  
F +43 (0)1 4277 9544  
[daniela.gruber@univie.ac.at](mailto:daniela.gruber@univie.ac.at)  
[www.univie.ac.at/cius/us/de](http://www.univie.ac.at/cius/us/de)

Biologische Haftmechanismen  
Biomimetische Klebstoffe  
Medizinische Anwendungen  
Klebstoffanalyse und -synthese

### Projekte, Aktivitäten, Forschungsgebiete

Adhäsion ist eine universelle Strategie, die in der Natur weit verbreitet ist. Von Bakterien, über Pilze bis hin zu Pflanzen und Tieren im aquatischen und terrestrischen Milieu werden chemische Substanzen zur Haftung eingesetzt. Jedes dieser Haftsysteme ist einzigartig hinsichtlich Struktur und Klebstoffzusammensetzung und spezifisch an die Anforderungen der jeweiligen Lebensweisen angepasst.

Krebse der Klasse Cirripedia (Seepocken) zum Beispiel bilden einen harten, zementartigen Haftstoff, mit dem sie sich im Meer dauerhaft an jeder denkbaren kompakten Oberfläche festkleben können. So haften sie neben dem natürlichen Substrat, dem Felsen in der Brandungszone, auch am glatten Metallrumpf von Schiffen und tragen durch die erhöhten Reibungswiderstände zu einem enormen Geschwindigkeitsverlust dieser bei. Selbst auf sog. Antihaftoberflächen wie Teflon kleben sie mit Leichtigkeit und lassen sich nur sehr schwer wieder entfernen.

Andere Arten wiederum, wie der drei Zentimeter große Tintenfisch *Idiosepius*, haben eine Art „Post-it“ Klebstoff entwickelt, mit dem sie sich an Algen und Seegras festhalten, aber zur Jagd nach Nahrung oder zur Flucht blitzschnell wieder lösen können.

Abgesehen von den reinen „Anklebebeispielen“ gibt es eine Vielzahl von Organismen, die Klebstoffe zum Beutefang (z.B. Fleischfressende Pflanzen), zur Verteidigung (z.B. Salamander) oder zur Tarnung vor Räubern (z.B. die Tintenfischart *Euprymna*) einsetzen. So unterschiedlich die Klebstoffe und ihre Anwendungsmöglichkeiten sind, so haben sie Vieles gemeinsam: eine kurze Aushärtungszeit innerhalb weniger Sekunden, eine starke Haftung auf den verschiedenartigsten Oberflächen, eine ausgeprägte Verformbarkeit und Flexibilität sowie die bestechende Eigenschaft, ungiftig und vollständig abbaubar zu sein.

Obwohl bereits Aristoteles über das Haftverhalten von Schiffshalterfischen berichtete und Darwin den Zementkleber von Seepocken untersuchte, werden viele dieser biologischen Klebstoffe erst seit kurzer Zeit genauer erforscht. Nicht nur, weil sie erhebliche Kosten unter anderem für die Schifffahrtsindustrie verursachen. Mit der vorschreitenden Nanotechnologie ist die Forschung erstmals in der Lage, Kleinstmengen dieser Klebstoffe zu isolieren und chemisch zu analysieren.

Das Ziel dieser Forschungen ist vielseitig. Zum einen soll der Klebevorgang verstanden werden, um entsprechende Schutzmechanismen gegen unerwünschten Befall, wie zum Beispiel von Seepocken auf Schiffsrümpfen, zu konstruieren (sog. Antifouling). Auf der anderen Seite können biologische Klebstoffe für medizinische Anwendungen nutzbar gemacht werden. Die meisten medizinischen Klebstoffe, die derzeit für die Wundheilung und für die Haftung medizinischer oder dentaler Implantate im Gewebe verwendet werden, sind synthetisch und bestehen mitunter aus gesundheitsschädlichen, nicht abbaubaren Substanzen.

Mit der Entwicklung biomimetischer („die Natur kopierender“) Klebstoffverbindungen, basierend auf natürlichen Klebstoffen, erhofft man sich vielfältige neue Anwendungsmöglichkeiten im medizinischen/zahnmedizinischen Bereich. Gleichzeitig sollen gesundheitsschädliche Nebenwirkungen vermieden werden.

Ein erster Erfolg in dieser Hinsicht stellt „Geckel“ dar, ein Klebstoff, der die Hafttechniken von Geckos und Muscheln kombiniert benutzt und von Prof. Phillip Messersmith von der Northwestern University in Chicago entwickelt wurde. Dies ist ein "sehr harter und permanenter Kleber", der für das "wässrigen Milieu" – zum Beispiel im Zahnbereich – eingesetzt werden kann.

Im Gegensatz dazu befasst sich die Forschungseinrichtung Cell Imaging and Ultrastructure Research (CIUS) an der Universität Wien zurzeit mit „temporären“ Klebstoffen, die man bei Bedarf wieder ablösen kann. Dabei ist insbesondere der kleine Tintenfisch *Idiosepius* im Fokus der aktuellen Untersuchungen. Es wird jedoch derzeit auch eine Reihe anderer Tiergruppen mit sehr verschiedenartigen (Klebe-) Konzepten wie Entenmuscheln (*Lepas*), Salamander und Rippenquallen von uns analysiert.

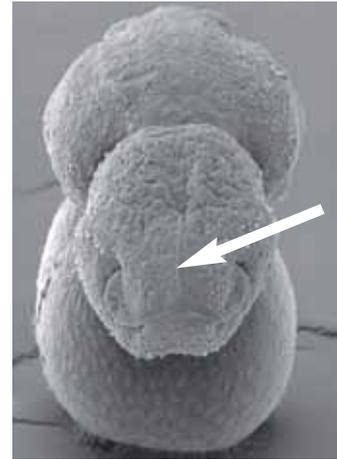
Ziel unserer Forschung ist es, das Nähen von Wunden überflüssig zu machen und Risse in lebenswichtigen Organen wie Milz oder Leber mit einem verträglichen, naturidentischen Stoff sekundenschnell zu kleben. Zusammen mit dem Klebetechnischen Zentrum des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung (IFAM) in Bremen (Deutschland), europaweit die größte unabhängige Forschungseinrichtung für industrielle Klebetechnik, analysieren wir die Klebstoffbestandteile und entwickeln entsprechende biomimetische Klebstoffe für die medizinische Anwendung.

Die Analyse biologischer Klebstoffe ist nur einer der Schwerpunkte unserer Forschungseinrichtung. Andere praxisbezogene Themen befassen sich u.a. mit der Reaktion von Zellen auf unterschiedliche ökologische Bedingungen (z.B. Schwermetallbelastung) sowie klinisch relevanten Untersuchungen auf dem Gebiet der Knorpelregeneration durch sog. „Tissue Engineering“ (in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Marlovits vom AKH Wien und dem LBI für experimentelle und klinische Traumatologie).

Dieses Ineinandergreifen von Grundlagenforschung und angewandter Forschung führt zu einer gegenseitigen positiven Beeinflussung und bereichert die Vielfalt der bearbeiteten Themen. Gefördert wird dies darüber hinaus durch die Doppelrolle, die CIUS innerhalb der Universität einnimmt. Neben der universitären Lehre steht unsere licht- und elektronenmikroskopische Einrichtung als Serviceeinrichtung und Kooperationspartner auch anderen Fachbereichen, Kliniken und Firmen zur Verfügung. Ein Anliegen ist uns, neben der wissenschaftlichen Tätigkeit, unsere Forschung der breiten Öffentlichkeit nahe zu bringen und dabei insbesondere andere Universitäten, Fachhochschulen und allgemein bildende höhere Schulen zu präsentieren. Somit erhoffen wir uns, Wissenschaft anschaulicher und verständlicher zu machen.



Nur 2 cm klein aber mit beeindruckender Klebeleistung: Tintenfische der Gattung *Idiosepius*.



Kurz vor dem Schlupf aus dem Ei bildet *Idiosepius* die Klebdrüse (Pfeil), setzt sie aber erst 14 Tage später vollständig ein.



Bekanntes Beispiel für Klebstoffe bei Pflanzen: Insektivoren – fleischfressende Pflanzen (hier: *Drosera*-Sonnentau)



Klebefalle von *Drosera* (Sonnentau) mit Beute

# Universität Wien

## Department für Neurobiologie und Kognitionsforschung



universität  
wien

Am Department für Neurobiologie und Kognitionsforschung (Leitung Friedrich G. Barth) bilden sensorische Systeme seit langem einen intensiv bearbeiteten Forschungsschwerpunkt. Ein Team von Wissenschaftlern befasst sich mit den fundamentalen Vorgängen der Aufnahme und Verarbeitung verschiedener Energieformen durch sensorische Systeme tierischer Organismen. Durch intensive internationale und interdisziplinäre Zusammenarbeit insbesondere mit den technischen Wissenschaften, sowie durch die Analyse der Rolle von sensorischen Systemen im Verhalten werden diese auf unterschiedlich komplexen Organisationsebenen untersucht und einem vertieften Verständnis näher gebracht. Durch zahlreiche Aktivitäten wie die Veranstaltung einer Internationalen Summer School „Sensory Systems“ und die Organisation internationaler Kongresse zum Thema „Sensory Systems in Biology and Engineering“ ist das Department seit langem bestrebt, der Bedeutung einer intensivierten Kooperation zwischen der Biologie und den technisch-physikalischen Disziplinen gerecht zu werden und sie zu fördern.

Universität Wien, Fakultät für  
Lebenswissenschaften  
Department für Neurobiologie  
und Kognitionsforschung

Althanstrasse 14  
1090 Wien  
[www.nc.univie.ac.at](http://www.nc.univie.ac.at)



### O. Univ. Prof. Dr. Friedrich G. Barth

emeritus Professor

Biologe

T +43 (0)1 4277 54470

F +43 (0)1 4277 54507

[friedrich.g.barth@univie.ac.at](mailto:friedrich.g.barth@univie.ac.at)

[www.nc.univie.ac.at/neurobiology/people/curriculum-vitae/](http://www.nc.univie.ac.at/neurobiology/people/curriculum-vitae/)



Spinnen wie die gezeigte Art aus Mittelamerika verfügen über zahlreiche Hochleistungssensoren (© R. Barth)



Die 8 Augen einer Spinne dienen unterschiedlichen visuellen Aufgaben (© A. Schmid, C. Becherer)

Biosensorik  
Biomechanik  
Neurobiologie  
Neuroethologie  
Kommunikation

## Forschungsstrategien

Das Department befasst sich in mehreren Teilgruppen mit unterschiedlichen Sinnesmodalitäten: Photoreception (A. Schmid, F. G. Barth), Chemoreception, Thermo- und Hygroreception (H. Tichy), sowie Mechanoreception (F. G. Barth). Schwerpunkte der Arbeit an der Biosensorik von mechanisch empfindlichen Sensoren sind hochempfindliche Systeme zur Wahrnehmung von Medienströmung, Berührungsreizen sowie mechanischen Spannungen und winzigen Material-Dehnungen im Außenskelett von Arthropoden. Die Kooperation mit den Ingenieurwissenschaften hat es zunehmend möglich gemacht, im Sinne von computational biomechanics mathematische Modelle zu entwickeln und nicht nur zu einem vertieften Verständnis von Sensorstruktur und – Funktion geführt, sondern auch eine ausgezeichnete Basis für die Entwicklung bio-inspirierter technischer Sensoren geschaffen.

## Untersuchungsmethoden

Die Forschung des Departments bedient sich zahlreicher moderner Verfahren zur Untersuchung ihrer Objekte. Dabei spielen verschiedenartige Strukturanalysen, die extra- und intrazelluläre Elektrophysiologie und verhaltensphysiologische Experimente ebenso eine Rolle wie – mit Hilfe der entsprechenden Experten – zahlreiche eher im Bereich der Technik übliche Methoden, darunter insbesondere Finite-Elemente-Analysen, Laser-Vibrometrie, Anemometrie, Particle-Imaging-Velocimetry, Strömungsmechanik und Atomic-Force-Microscopy.

## Die analysierten Sinne

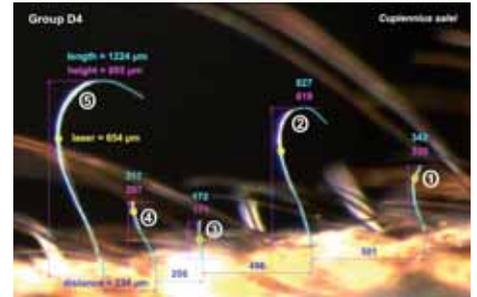
Arthropoden besitzen in ihrem Skelett hochentwickelte Sinnesorgane. Diese zeichnen sich oftmals durch extreme Empfindlichkeit und durch raffinierte Filtereigenschaften aus, welche eine maßgeschneiderte Anpassung an die biologisch relevanten Reizmuster widerspiegeln, die sie in einer oftmals erheblich „verrauschten“ Umwelt erkennen und auf die sie selektiv im Kontext artspezifischen Verhaltens reagieren. Die Sensoren stellen ausnahmslos Mikrostrukturen dar, die oftmals auf engstem Raum Gruppierungen bilden, die als Gesamtheit die Leistungsfähigkeit des Einzelsensors erheblich übersteigen. Beispiele für die von uns untersuchten sensorischen Systeme sind die auf verschiedene Leistungen spezialisierten Augen von Spinnen, ihre auf die leichtesten Luftbewegungen reagierenden Fadenhaare, ihre tastempfindlichen Haare und ihre Spaltsensillen, mit denen sie (wie mit der biologischen Alternative zu den Dehnungsmessstreifen der Technik) feinste mechanische Vorgänge im cuticularen Skelett erfassen. Besonderes Interesse gilt auch den Vibrationssensoren unter den Spaltsensillen. Zudem dienen verschiedene Insekten der Untersuchung der Funktionsprinzipien, die dem chemischen und dem Temperatursinn zugrunde liegen.

## Mehr Information

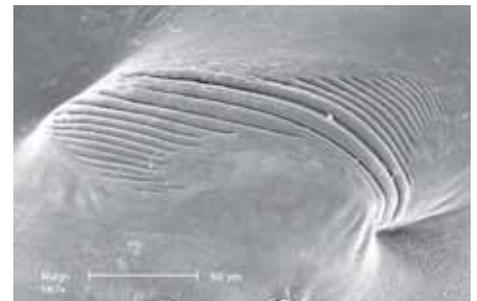
Mehr Information zu den Aktivitäten des Department für Neurobiologie und Kognitionsforschung und seine Arbeiten zum Thema Sensorische Systeme findet sich auf dessen Homepage unter [www.univie.ac.at/565](http://www.univie.ac.at/565). Dort sind auch die Angaben zu zahlreichen einschlägigen Publikationen zu finden.

Im Kontext Bionik sei besonders auf die folgende Buchpublikation hingewiesen: FG Barth, JAC Humphrey, TW Secomb (eds.) (2003) *Sensors and Sensing in Biology and Engineering*. Springer, Wien, New York.

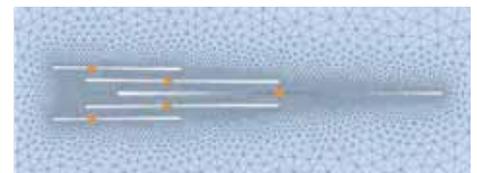
Eine aktuelle Zusammenfassung zur mathematischen Modellierung der strömungsempfindlichen Fadenhaare findet sich in:  
JAC Humphrey, FG Barth (2008) *Medium Flow Sensing Hairs: Biomechanics and Models*. *Adv Insect Physiol* 34: 1-80.



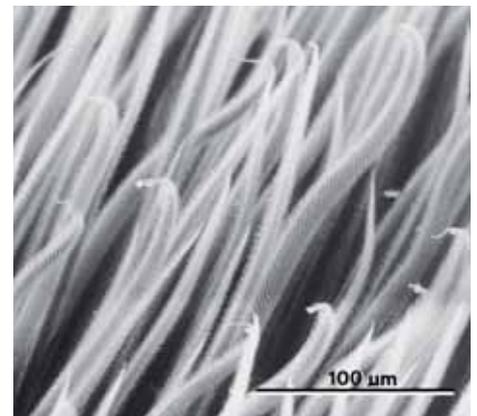
Feinste Haare auf den Beinen von Spinnen reagieren auf die leichtesten Luftbewegungen (© F. G. Barth, C. Schaber)



Im Spinnenskelett befinden sich mehr als 3.000 innervierte Spalte, die ein raffiniertes System zur detaillierten Messung der mechanischen Vorgänge (Dehnungen) im cuticularen Außenskelett darstellen (© F. G. Barth, R. Müllan)



Finite Elemente – Analyse der komplexen mechanischen Vorgänge bei der Reizung (Verformung) der Spalte eines Spaltsensillen-Verbundes (© F. G. Barth, B. Höbl et al.)



Chemoreceptor (© H. Tichy)

# Universität Wien

## Department für Theoretische Biologie



*Das Department für Theoretische Biologie an der Universität Wien verfolgt einen integrativen Ansatz zur Erforschung von Entwicklungs- und Evolutionsprozessen. Dazu werden Methoden der Biometrie und der Bioinformatik eingesetzt, die zu Modellierung, Simulation und theoretischer Integration führen.*

*Die Aktivitäten des Departments im Bereich Bionik sind an die Forschungstätigkeit von Dr. Manfred Drack geknüpft.*

*Manfred Drack begann seine Arbeiten in der Bionik mit einer Doktorarbeit zum Thema „Bionik und Ecodesign“. Ein Studienaufenthalt brachte ihn während der Forschungen für sechs Monate an das Centre for Biomimetics, in Reading, England.*

*Auf Basis seiner Ausbildung in Biologie und Maschinenbau hat er sich seither mit verschiedenen bionischen Themen auseinandergesetzt. So war er während seiner Tätigkeit bei der Gruppe Angepasste Technologie (GrAT), an der Technischen Universität Wien, auch an der Planung des mehrfach ausgezeichneten S-House beteiligt. Die Bauteiloptimierung nach Mattheck kam dort bei der Konstruktion einer Strohschraube zur Anwendung. Weiters wurde ein thermoplastisch verarbeitbarer Biokunststoff aus Wolle, namens „Woolrock“, entwickelt.*

*Neben Tätigkeiten in der Theoretischen Biologie, vor allem im Bereich der Systemtheorie des Lebens, sind die aktuellen bionischen Aktivitäten der Grundlagenforschung zuzurechnen. Ein Beispiel sind die Bewegungserscheinungen bei Kieselalgen, die in Kooperation mit Prof. Ille Gebeshuber untersucht werden.*



**Dr. Manfred Drack**

PostDoc

Biologe

manfred.drack@univie.ac.at

### Universität Wien

Department für Theoretische Biologie

Althanstraße 14

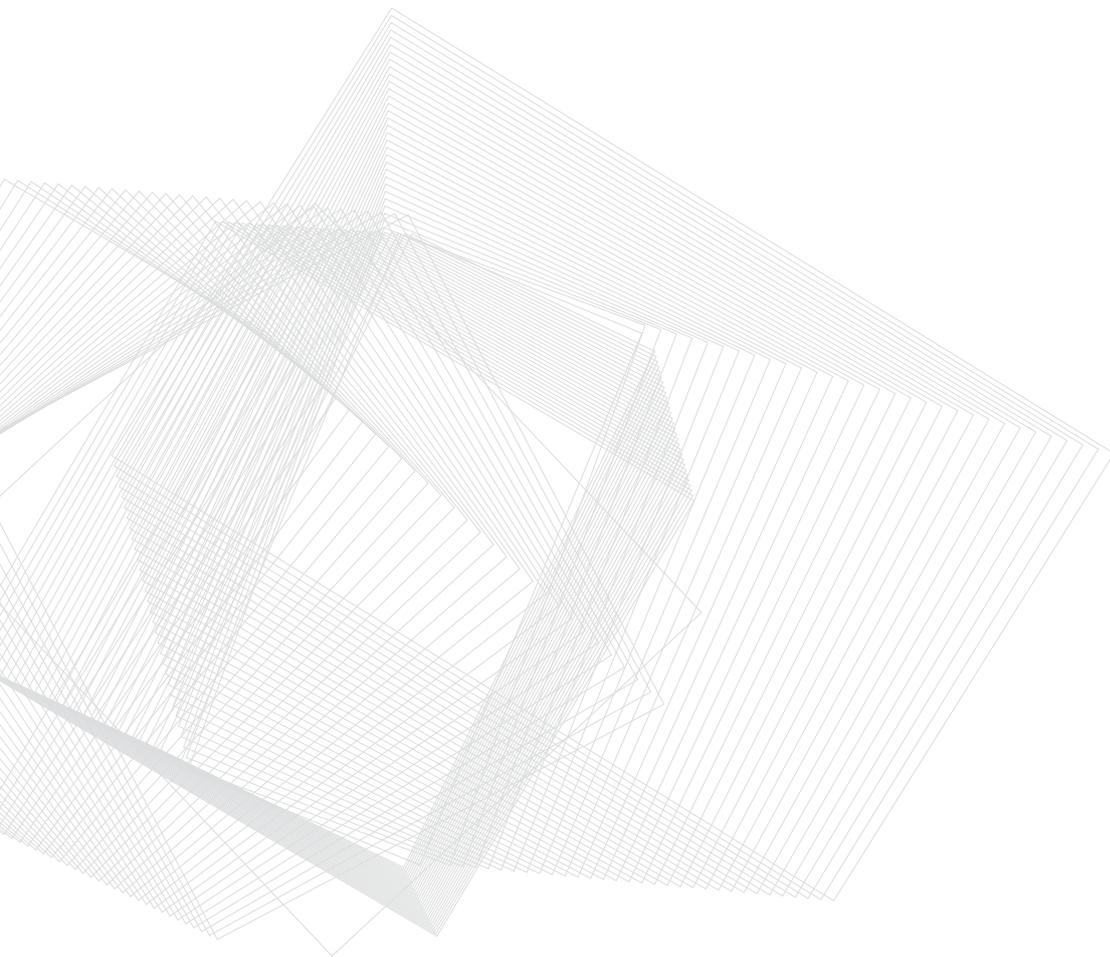
1090 Wien

[www.univie.ac.at/theoretical](http://www.univie.ac.at/theoretical)



Strohschraube © GrAT

**Biomaterialien**  
**Systemtheorie**  
**Biomechanik**



# Technische Universität Wien



*Die Technische Universität (TU) Wien wurde 1815 als k. k. polytechnisches Institut gegründet, ist Österreichs größte Universität im Bereich Technik/Naturwissenschaften und zählt zu den besten Technischen Hochschulen Europas.*

*Die meisten Standorte der TU befinden sich im 4. Bezirk in der Nähe des Karlsplatzes. Das Mission Statement der TU Wien ist „Technik für Menschen“. Neben der hervorragenden Forschung werden in der Lehre 19 Bachelor-, 41 Master- 5 Lehramts- und 3 Doktoratsstudien angeboten und von über 20.000 jungen Menschen studiert.*

*An der TU Wien sind rund 2.500 MitarbeiterInnen beschäftigt. Der jährliche „Umsatz“ beträgt etwa 200 Millionen Euro. Die TU Wien wird von einem 5köpfigen Rektorat geleitet und ist in 8 Fakultäten mit knapp über 60 Instituten gegliedert.*

*Das Zusammenwirken solider Grundlagenforschung mit ingenieurwissenschaftlicher Arbeit in unterschiedlichen Disziplinen an der TU Wien selbst sowie in Gemeinschaftsprojekten mit anderen Universitäten und Forschungsstätten, erlaubt hochwertige Entwicklungsarbeiten auf fast allen Gebieten der Technik. Die Offenheit der TU Wien für Anliegen der Wirtschaft und die hohe Qualität der Forschungsergebnisse machen sie zum begehrten Partner für innovationsorientierte Wirtschaftsunternehmen.*

*Die Bionik Aktivitäten an der TU Wien wurden 2008 im TU BIONIK Center of Excellence für Bionik/Biomimetics gebündelt.*

## Technische Universität Wien

Karlsplatz 13

1040 Wien

[www.tuwien.ac.at](http://www.tuwien.ac.at)

[bionik.tuwien.ac.at](http://bionik.tuwien.ac.at)

[biomimetics.tuwien.ac.at](http://biomimetics.tuwien.ac.at)



### O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Herbert Stachelberger

Sprecher TU BIONIK

Technischer Chemiker, Botaniker, Technische Mikroskopie

T +43 (0)1 58801 17301

F +43 (0)1 58801 17399

[hstachel@mail.zserv.tuwien.ac.at](mailto:hstachel@mail.zserv.tuwien.ac.at)

[www.vt.tuwien.ac.at](http://www.vt.tuwien.ac.at)



Fakultäten	Abteilung, in der Bionikaktivitäten stattfinden	Schwerpunkte Bionikaktivitäten
Fakultät für Architektur und Raumplanung Architekturbionik,	siehe TU BIONIK, Seite 20	Architektorentwurf, Architekturtheorie, Nachhaltige und effiziente Tragkonstruktionen, Biomaterials in der Architektur, Digital Architecture and Planning
Fakultät für Bauingenieurwesen	siehe TU BIONIK, Seite 20	Biomechanik, Dynamisches Verhalten biomechanischer Systeme
Fakultät für Technische Chemie	siehe TU BIONIK, Seite 20	Charakterisierung von Biopolymeren, Natural Products and Food Chemistry, Fibre technology, Mechanical Process Engineering
Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften	siehe TU BIONIK, Seite 20	Nanoarchitektur von Biomaterialien, Biomineralisation, Biomechanik, Nichtmetallische Werkstoffe, Simulation dynamischer Mehrkörpersysteme; Interaktion Mensch – Technisches System
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik	siehe TU BIONIK, Seite 20	Biokompatibilität von Oberflächen, Mikro- und Nanostrukturtechnik, Mikrosystemtechnik, Konstruktionsmethodik, Kognitive Informationsverarbeitung, Industrielle Sensorsysteme
Fakultät für Mathematik und Geoinformation	siehe TU BIONIK, Seite 20	Spatial cognition, Computational Neuroscience and Biomedical Engineering
Fakultät für Physik	siehe TU BIONIK, Seite 20	(Bio-)Nanotechnologie, Tribologische Mikro- und Nanosysteme aus der Biosphäre, Engineering Biology
Fakultät für Informatik	siehe TU BIONIK, Seite 20	Evolutionary Computation

# TU Wien

## Institut für Architekturwissenschaften IEMAR



Sowohl in der Architektur als auch im Bereich der Raumplanung liegt die Ausrichtung der Abteilung „Digitale Architektur und Raumplanung“ des Instituts für Architekturwissenschaften auf den beiden Rollen digitaler Medien: einerseits als Werkzeuge in Planungsprozessen und andererseits als Bestandteil der geplanten Wirklichkeiten selbst. Fraktale Architektur, ein Teilbereich der „Digitalen Architektur und Raumplanung“, beschäftigt sich mit der Analyse und Generierung selbstähnlicher Strukturen in Architektur und Städtebau unter Einbeziehung der Parallelen zur fraktalen Natur. Bei einem weiteren Teilbereich, jenem der genetischen Algorithmen, werden biologisch inspirierte Prozesse wie evolutionäre und genetische Algorithmen eingesetzt, um Architekten in der ersten Entwurfsphase interaktiv bei der Gestaltung von Grundrissvarianten zu unterstützen.

**Technische Universität Wien,  
Fakultät für Architektur und  
Raumplanung  
E259/1 – Institut für Architektur-  
wissenschaften, IEMAR Digital  
Architecture and Planning**

Treitlstrasse 3, 1.Stock  
1040 Wien  
[www.iemar.tuwien.ac.at](http://www.iemar.tuwien.ac.at)



**Dipl.-Ing. Dr.techn. Tomor Elezkurtaj**

Lehrbeauftragter  
Architekt  
T +43 (0)1 58801 27223  
F +43 (0)1 58801 27299  
[tomor@iemar.tuwien.ac.at](mailto:tomor@iemar.tuwien.ac.at)



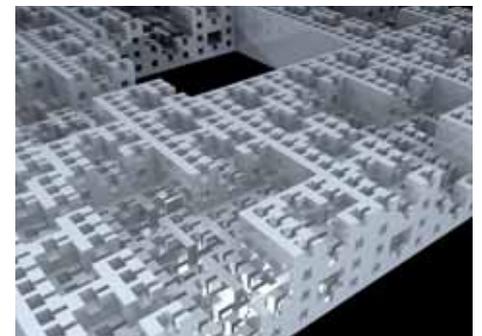
**Dipl.Ing. Wolfgang Lorenz**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Architekt  
T +43 (0)1 58801 27223  
F +43 (0)1 58801 27299  
[lorenz@iemar.tuwien.ac.at](mailto:lorenz@iemar.tuwien.ac.at)  
[www.welo.at/researchpublication.html](http://www.welo.at/researchpublication.html)

### Die Fraktale Dimension als Verbindung zwischen Fraktaler Geometrie und Architektur (Lorenz)

Wenn von fraktaler Architektur gesprochen wird, so sind bestimmte, den Fraktalen inhärente Eigenschaften gemeint, die sich in eingeschränkter Form auch an Gebäuden erschließen. Die uns umgebende Natur besteht nicht aus glatten Elementen, wie sie die euklidische Geometrie kennt, sondern aus unterschiedlich stark zerklüfteten Objekten. In ähnlicher Form sind Gebäude auf Grund verschiedener Aus- und Einschnitte, Überlagerung von Bauteilen aber auch bedingt durch Materialoberflächen nicht glatt, sie weisen vielmehr unterschiedliche Komplexität auf. Selbstähnlichkeit, ein weiteres Charakteristikum von Fraktalen, wird von manchen Architekten durchaus bewusst im Entwurf eingesetzt: in Form einer Grundidee oder eines Motivs, das alle Elemente unterschiedlichen Maßstabs zusammenhält. Fraktale Eigenschaften in der Architektur sind im Gegensatz zu mathematischen Fraktalen nicht bis zum unendlich Kleinen anzutreffen sondern bleiben ähnlich wie fraktale Beispiele aus der Natur auf Maßstabsbereiche beschränkt. Unter Einsatz verschiedener Algorithmen werden selbstähnliche Strukturen der Natur und der Architektur simuliert.

Für den fraktalen Charakter ist die Verbindung zwischen den einzelnen Maßstäben von Bedeutung. Diese Verbindung wird durch eine über verschiedene Maßstabsebenen konstante fraktale Dimension gekennzeichnet. Eine für ein CAD-Programm geschriebene Software ermöglicht unter Verwendung der sogenannten Boxzählmethode die Messung verschiedener zwei-dimensionaler Pläne.



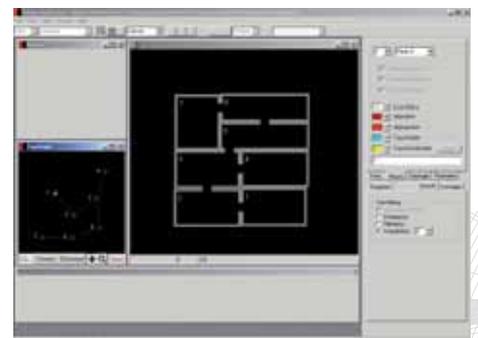
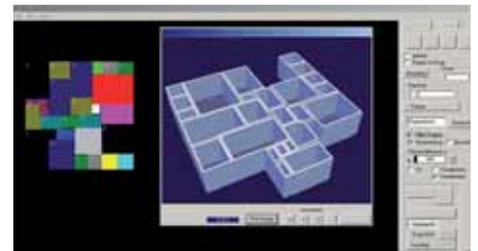
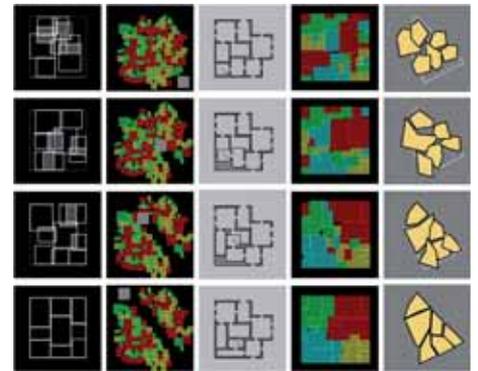
Ein computergeneriertes, dreidimensionales Objekt, bei dem die Initialbox in gleiche Teile gesplittet wird, die wiederum derselben Regel unterworfen werden.



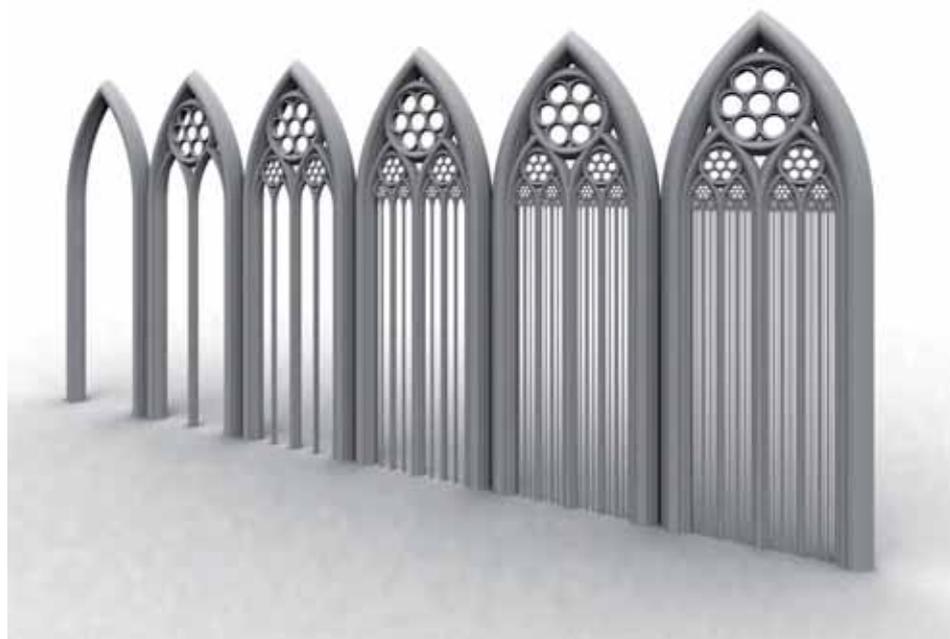
Die Boxzählmethode am Beispiel Robie Haus von Frank Lloyd Wright.

### Evolutionäre Algorithmen zur Unterstützung des kreativen architektonischen Entwerfens (Elezkurtaĵ)

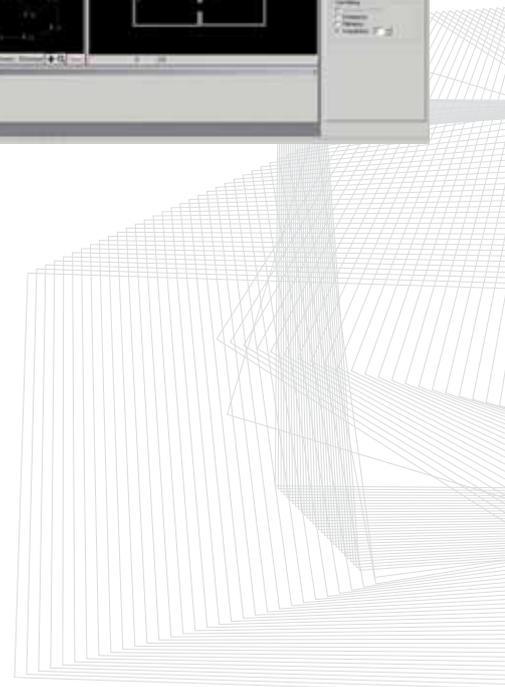
Das algorithmische Verfahren basiert auf einem Zusammenspiel biologisch inspirierter Prozesse – sprich neuer künstlicher Intelligenz – wie z.B. Evolutionäre Algorithmen bzw. Genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien. Diese Algorithmen imitieren Prinzipien der Evolution in dem Lösungsvarianten als Individuen einer virtuellen Population durch Selektion, Rekombination und Mutation gemäß einer zu erfüllenden Funktion gezüchtet werden. Ziel des Verfahrens ist die Unterstützung des kreativen architektonischen Entwerfens in der Anfangsphase. Durch eine Software werden in kreativer Weise Grundriss-Varianten erzeugt, die nach bestimmten Kriterien, wie z.B. Raumbeziehungen, Raumgrößen, Proportionen oder Erschließungswege optimiert werden. Gedacht ist der Einsatz bei Grundrissen, die relativ viele Räume aufweisen – wie z.B. größere Wohnbauwerken – bzw. Grundrisse mit komplexer Topologie – beispielsweise Krankenhäuser. Mit diesem Verfahren kann sehr schnell eine Vielfalt an Grundriss-Lösungen, mit komplexer Aufgabenstellung geschaffen werden, in der der Anwender (Architekt) permanent die Möglichkeit hat intuitiv Veränderungen durchzuführen.



Selbstähnliche Architektur  
 Fraktale Geometrie  
 Boxzählmethode  
 Simulation



Das gotische Fenster als Überwölbung jeweils zweier Spitzbögen.



# TU Wien

## Institut für Architekturwissenschaften, Fachbereich Architekturtheorie



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
VIENNA  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY

*Es gibt wohl kein Konzept, dass so nachhaltig die Architekturgeschichte durchzieht wie die Nachahmung der Natur. Dabei wurde die Natur zumeist als Ideal angesehen, als eine unerschöpfliche Quelle für optimierte Formungs- und Funktionsprozesse, die es gilt zu identifizieren und zu imitieren. Auch die jüngere Architekturentwicklung ist stark von diesem Ansatz geprägt, wobei sich hauptsächlich zwei Denkansätze differenzieren lassen. Zum einen die Fortsetzung von Abbé Laugier's Diskurs über die Urhütte und zum anderen John Ruskins Versuch einer Verschmelzung von Wissenschaft, Ästhetik und Geist, die sich heute in Form des sogenannten "New Organicism" widerspiegelt.*

*An der Abteilung für Architekturtheorie befasst sich Professor Dörte Kuhlmann mit ihren KollegInnen mit der Untersuchung der Metamorphosen des Organizismus in der Kunst- und Architekturtheorie mit Schwerpunkt des 20. Jahrhunderts. Die Essenz der organischen Architektur wird heute oft im Konzept einer amorphen oder natürlichen Formensprache gesehen, mit einem engen Bezug zur romantischen Literatur von Coleridge oder August Wilhelm von Schlegel. Coleridge offerierte die Unterscheidung zwischen „organischer“ und „mechanischer“ Form. Demnach sei eine Form als mechanisch anzusehen, sofern dem Material eine vorbestimmte Form aufgezwungen würde, die sich nicht aus den Eigenschaften des Materials ableitet. Eine organische Form dagegen entwickle sich aus dem Inneren heraus und die Vollkommenheit der Entwicklung korrespondiere mit der äußeren Form: "The form is mechanic when on any given material we impress a pre-determined form, not necessarily arising out of the properties of the material.(...) The organic form, on the other hand, is innate; it shapes as it develops itself from within, and the fullness of its development is one and the same with the perfection of its outward form. Such is the life, such the form.(...) [In nature] each exterior is the physiognomy of the being within, its true image reflected and thrown out from the concave mirror."*

**Technische Universität Wien,  
Fakultät für Architektur und  
Raumplanung  
E259/4 – Institut für Architektur-  
wissenschaften Fachbereich  
Architekturtheorie**

Karlsplatz 13

1040 Wien

[www.a-theory.tuwien.ac.at](http://www.a-theory.tuwien.ac.at)



**A.o.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr.Ing. Dörte Kuhlmann**

Univ. Dozentin

Architektin

T +43 (0)1 58801 25121

M +43 (0)664 605882002

F +43 (0)1 58801 25197

[kuhlmann@email.archlab.tuwien.ac.at](mailto:kuhlmann@email.archlab.tuwien.ac.at)

[www.a-theory.tuwien.ac.at/Profiles/Doerte](http://www.a-theory.tuwien.ac.at/Profiles/Doerte)

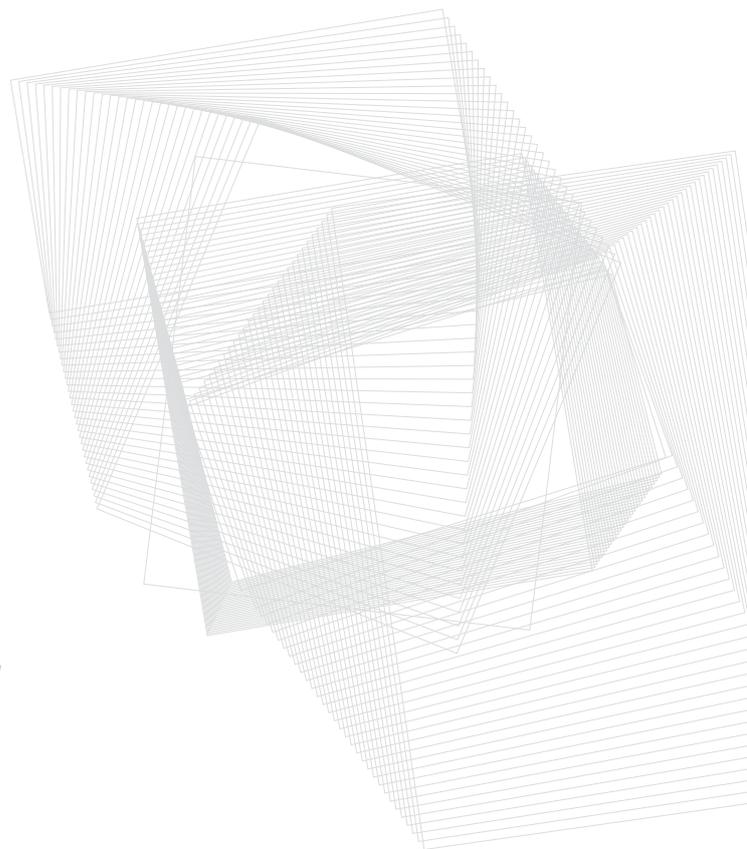
## Organizismus

## Organische Architektur

## Biomorphe Architektur

## Architekturtheorie

## Naturformen in der Architektur



Faßt man den Organizismus als ein Konzept auf, das die Natur zum Vorbild nimmt, so gibt es keine Idee in der westlichen Kunst- und Architekturtheorie, die fundamentaler oder weiter verbreitet wäre. Dennoch, wie es bereits A.W. Schlegel in seiner Kunstlehre bemerkte, entzieht sich das *ars imitatur naturam* von Aristoteles und seinen unzähligen Nachfolgern einer genauen Faßbarkeit. Schlegel beschrieb verschiedene Variationen der Thematisierung der Natur und ihrer Imitation in der Kunsttheorie. In der Architektur reicht die Nachahmung der Natur von naturalistischer Ornamentik über anthropomorphe Proportion bis zur Symmetrie im Allgemeinen. Diese Bandbreite der organizistischen Haltungen erweiterte sich sogar noch im Laufe des 20. Jahrhunderts. Der Biomorphismus, der sich in der Architektur von Antoni Gaudi oder Hector Guimard zunächst als Applikation pflanzlicher oder tierischer Formen in Ornamenten und strukturellen Elementen findet, kulminierte in den Skizzen von Hermann Finsterlin, oder mündete bei Buckminster Fuller in Konstruktionsstudien und wurde in jüngerer Zeit von Frei Otto oder Santiago Calatrava wieder aufgegriffen. Selbst die Modernisten wie Walter Gropius oder Le Corbusier zogen die Natur als ökonomisches Modell für die perfekte Übereinstimmung von Form und Funktion heran. Nach dem Niedergang der Moderne suchten einige Anhänger postmoderner Philosophie, wie etwa Peter Eisenman, bzw. ihrer Nachfolger wie Greg Lynn oder Marcos Novak ihre Inspiration erneut in der Natur, insbesondere in den Naturwissenschaften.

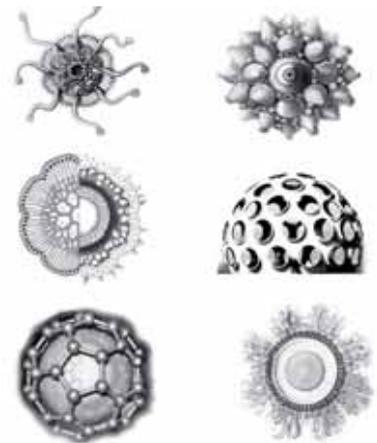
Im Mittelpunkt der Studien steht die Frage, inwiefern sich die verschiedenen Varianten des *ars imitatur naturam* auf die Tradition der organischen Architektur im 20. Jahrhundert beziehen, einschließlich der gegenwärtigen Architekturkonzeptionen. Ausgehend von der Vorstellung des Gebäudes als eine Art lebende Hülle, die sensorisch agieren, stimulieren und reagieren kann, wurden an der Abteilung zudem experimentelle Studien entwickelt. In einem Sonderforschungsbereich, den sogenannten Responsive Environments untersucht Dr. Oliver Schürer mit KollegInnen die Szenarien humaner Bedürfnisse als Gesichtspunkte der Entwicklung des technischen Verhaltens-Bewusstseins von Gebäuden. Sämtliche bionischen, organizistischen und sensorischen Architekturkonzeptionen und Konstruktionen sind untrennbar mit dem Thema der Motion oder Animation verbunden. Hier zeigt sich wieder ein alter Menschheitstraum von einer sich veränderbaren, bewegten oder lebendigen Architektur. In einem zweiten Sonderforschungsbereich befasst sich Professor Kari Jormakka mit den philosophischen Implikationen der Bionik, insbesondere den vielfältigen Variationen von Bewegungskonzepten und ihren Konsequenzen in der Architektur.

## Kooperationen

Die architekturtheoretischen und geisteswissenschaftlichen Studien werden in enger Kooperation mit internationalen Partnern entwickelt. So ist die Bauhaus-Universität Weimar ein langjähriger Forschungspartner, ebenso wie die Universität Tampere. Experimentelle Studien wurden in Kooperation mit der TU Graz sowie fakultätsinternen Kooperationen und der TU Kooperation mit dem Institut für Computertechnik durchgeführt.

## Publikationen

Die bisherigen Forschungsergebnisse wurden in diversen Buch- und Zeitschriftenpublikationen veröffentlicht. Als kleine Auswahl seien genannt: D. Kuhlmann: *Lebendige Architektur. Metamorphosen des Organizismus*, Bauhaus Universität Weimar, Verso, 1998; D. Kuhlmann (Hrg.): „*Ars Imitatur Naturam*“ THESIS, Heft 6, Bauhaus Universität Weimar 1998; D. Kuhlmann, C. Jencks, H. Schimek et al. (Hrg.): *Cybertecture. Die 4. Dimension in der Architektur*, Löcker Verlag, Wien, 2001. Jormakka, D. Kuhlmann, O. Schürer (Hrg.): *Methoden der Formfindung*, Birkhäuser, Basel, 2007; D. Kuhlmann: "Old and New Organicism in Architecture: The Metamorphoses of an Aesthetic Idea" in: *On Growth and Form - Organic Architecture and Beyond*, herausgegeben von: Philip Beesley, Sarah Bonnemaïson; Tuns Press, Canada, 2008, O. Schürer: *Architekturautomaten oder die Erweiterung des Menschen*, Springer Wien, NewYork, 2009.



Kunstformen der Natur von Ernst Haeckel und Geodesic Structure / Geodesic Dome von Buckminster Fuller

# TU Wien

## Institut für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen

# imws



**Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hellmich**  
 Univ. Dozent  
 Bauingenieur  
 T +43 (0)1 58801 20220  
 F +43 (0)1 58801 20299  
 christian.hellmich@tuwien.ac.at  
 www.imws.tuwien.ac.at/team/wissenschaftliches-personal/christian-hellmich.html

**Technische Universität Wien,  
 Fakultät für Bauingenieurwesen  
 E202 – Institut für Mechanik der  
 Werkstoffe und Strukturen**

Karlsplatz 13  
 Stiege 2, 2. Stock  
 1040 Wien  
 www.imws.tuwien.ac.at

## Mehrskalenmechanik

### Knochen

### Tissue Engineering Scaffolds

### Universelle Bauprinzipien

### Inverse Bionik

#### Bionik am Institut für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen

Klassischerweise handelt Bionik von der ingenieurmäßigen Umsetzung interessanter „technischer“ Lösungen der Natur. In diesem Zusammenhang werden zur Zeit große Bemühungen unternommen, biologische Materialien mit interessanten mechanischen Eigenschaften (wie hohe Steifigkeit, Festigkeit und Zähigkeit) nachzuahmen. Allerdings weisen biologische Materialien eine hoch komplexe hierarchische Organisationsstruktur auf, und ihre wirkliche Funktionsweise ist oft schwer zu verstehen. Daher erfordern erfolgreiche bionische Lösungen in der Regel tiefgehende Untersuchungen der Funktionsprinzipien biologischer Materialien – und die Enthüllung solcher Prinzipien steht im Mittelpunkt der Bionik-Gruppe des Institutes für Mechanik der Materialien und Strukturen.

Neben experimentellen Untersuchungen, wie mehrachsigen Tests und Ultraschallexperimenten, besteht das Hauptziel der Gruppe in der Entwicklung von Mehrskalenmodellen für die Nano-bis-Makromechanik biologischer Stoffe. Solche Modelle quantifizieren mathematisch und rechnerisch, wie die Grundbausteine biologischer Materialien (wie Kalziumphosphat, Kollagen und Wasser im Falle aller Wirbeltierknochen) die mechanischen Materialeigenschaften auf unterschiedlichen Skalen, von der Nano- bis zur Makroebene, bedingen.

Dafür werden moderne theoretische und rechnerische Technologien eingesetzt, im Besonderen die Mehrskalen-Homogenisierungstheorie: auf jeder Skala wird die Darstellung des untersuchten Materials so einfach wie möglich, doch auch so kompliziert wie notwendig gehalten, um verlässliche rechnerische Prognosen der Material-Schlüsseleigenschaften, wie Poroelastizität oder Festigkeit, zu erlauben. So wird es möglich, die wertvolle theoretische Tradition des Bauingenieurwesens (welche auf Werkstoffe wie Beton oder Holz fokussiert) in die biomimetische und biomedizinische Wissenschaftslandschaft zu integrieren.



a)



b)

Ausrüstung für Ultraschallversuche:  
 a) Impulsgeber – Empfänger, b) Ultraschall-Signalgeber

Dies könnte man als inverse Bionik bezeichnen: Ingenieurmethoden werden verwendet, um biologische Systeme zu verstehen. Ist deren Funktionsweise einmal mathematisiert, können entsprechende Mehrskalmodelle den Entwurf biomimetischer Materialien unterstützen: z.B. für Anwendungen in der regenerativen Medizin, basierend auf porösen Titan- und Glas-Keramik-Systemen. Heutzutage sind solche Entwürfe meistens das Ergebnis einer Versuch-und-Irrtum-Strategie: Auf Basis einer Reihe experimenteller Untersuchungen werden neue Entwurfparameter mehr oder weniger „erraten“.

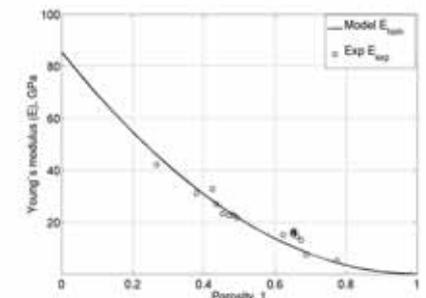
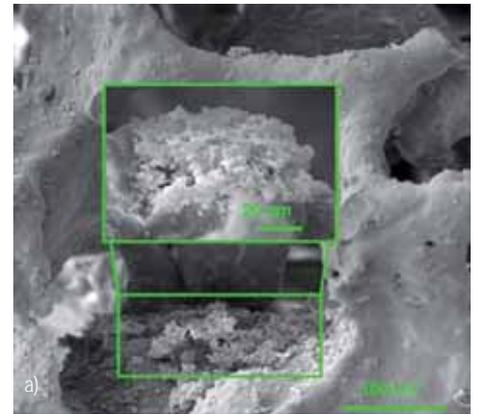
Als interessante Alternative erlauben gut validierte Mikromechanik-Modelle die Vorhersage der mechanischen Auswirkungen von Änderungen in der Mikrostruktur, sodass z.B. die Minimierung des Bruchrisikos mit einer Optimierung wesentlicher Entwurfparameter (wie Porositäten oder mikrostrukturelle Geometrien) einhergeht. Also kann man von solchen mikromechanischen Theorien eine bedeutsame Beschleunigung von resorbierbaren Ersatzmaterialien („tissue engineering scaffolds“) für defekte Gewebe und Organe erwarten. Andererseits eröffnen solche Theorien völlig neue Möglichkeiten zur Ausnutzung moderner bildgebender Verfahren wie Computer Tomographie: Während übliche Zugänge allein auf die Geometrie des Objektes (z.B. die eines Organs, eventuell inklusive von Implantaten) fokussieren, erlauben kürzlich entwickelte mikromechanische Modelle die Übersetzung von aus Röntgeninformationen stammenden Materialzusammensetzungen in inhomogene und anisotrope Materialeigenschaften biologischer Strukturen, welche in der Folge als Eingangswerte für Finite Elemente Simulationen dienen. All diese wissenschaftlichen Aktivitäten geschehen in enger und fruchtbarer Zusammenarbeit mit Kollegen aus dem Ingenieurwesen, den Materialwissenschaften, der Mathematik, der Chemie und der Biologie, sowohl in Europa (Österreich, Frankreich, Deutschland, Italien, Vereinigtes Königreich), als auch in Übersee (Vereinigte Staaten von Amerika, Australien, Israel).

## Team

Dr. Andreas Fritsch  
 Dr. Stefan Scheiner  
 Dr. Roland Reihnsner  
 Dipl.-Ing. Christoph Kohlhauser  
 Dr. Andrea Malasoma (Austausch mit Politecnico di Torino, Italien)  
 Dr. Raffaele Sinibaldi (Austausch mit Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italien)  
 Emmanuel Bertrand, M.Sc. (Austausch mit Ecole Polytechnique, Palaiseau, Frankreich)  
 Tomasz Brynk, M.Sc. (Austausch mit Politechnika Warszawska, Polen)  
 Dana Celundova, M.Sc. (Austausch mit Západočeská Univerzita v Plzni, Tschechien)

## Internationale Kooperationen mit z.B.:

Prof. Franz-Josef Ulm, M.I.T., Cambridge, Massachusetts, Vereinigte Staaten von Amerika  
 Prof. Luc Dormieux, Ecole des Ponts Paris Tech, Marne-la-Vallée, Frankreich  
 Prof. Cornelia Kober, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Hamburg, Deutschland  
 Prof. Chiara Vitale-Brovarone, Politecnico di Torino, Italien  
 Prof. Aldo Boccaccini, Imperial College, London, Vereinigtes Königreich  
 Prof. Franco Rustichelli, Università Polytecnica delle Marche, Ancona, Italien



a) Mikrostruktur, und b) mechanische Eigenschaften von Glas-Keramiken für resorbierbare Knochenersatzmaterialien (Kooperation mit Politecnico di Torino und Politechnika Warszawska); Aus: A. Malasoma, A. Fritsch, C. Kohlhauser, T. Brynk, C. Vitale-Brovarone, Z. Pakielka, J. Eberhardsteiner, and C. Hellmich, *Advances in Applied Ceramics* 107(5) (2008) 277-286

# TU Wien

## Institut für Allgemeine Physik und Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
VIENNA  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY

### Aktivitäten, Projekte und Kooperationen

Herbert Stachelberger ist Professor am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften und am USTEM, der universitären Serviceeinrichtung für Elektronenmikroskopie, an der Technischen Universität Wien. Ille C. Gebeshuber ist assoziierte Professorin am Institut für Allgemeine Physik (derzeit freigestellt) und Professorin für Nanotechnologie und Biomimetik am Institute of Microengineering and Nanoelectronics (IMEN) an der Universiti Kebangsaan Malaysia. Beide sind Gründungsmitglieder des Center of Excellence TU BIONIK.

Stachelberger und Gebeshuber arbeiten seit 1999 gemeinsam im Bereich der Bionik. Damals war Gebeshuber PostDoc am Physikdepartment der University of California Santa Barbara. Sie haben als erste mit ultrahochoflösender Rasterkraftmikroskopie und -spektroskopie lebende Kieselalgen in ihrer natürlichen Umgebung im Wasser charakterisiert (Gebeshuber I.C., Stachelberger H., et al., 2003, J. Microsc. 212(Pt3), 292-299; Gebeshuber I.C., Stachelberger H., et al., 2002, Mat. Sci. Technol. 18, 763-766). Die Zellen überlebten die Untersuchungen, und teilten sich danach sogar weiter. Die Autoren identifizierten einen starken, selbstheilenden Klebstoff in bestimmten Kieselalgen-spezies, und transferierten das Konzept des molekularen mechanistischen Ursprungs der enormen Stärke dieses biogenen Klebstoffs ins Gebiet der technischen Tribologie.

Technische Universität Wien,  
Fakultät für Physik,  
Fakultät für Technische Chemie,  
E134 – Institut für Allgemeine  
Physik und E166 - Institut für  
Verfahrenstechnik, Umwelttechnik  
und Technische Biowissenschaften

Getreidemarkt 9  
1060 Wien  
[www.iap.tuwien.ac.at](http://www.iap.tuwien.ac.at)



#### Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ilse-Christine Gebeshuber

Professorin für Nanotechnologie und Biomimetik,  
derzeit am Institute of Microengineering and Nanoelectronics  
(IMEN) an der Universiti Kebangsaan Malaysia  
Physikerin  
T +60 3 8921 6305  
M +60 12 392 9233  
F +60 3 8925 0439  
[ille.gebeshuber@ukm.my](mailto:ille.gebeshuber@ukm.my)  
[www.ille.com](http://www.ille.com)



#### O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Herbert Stachelberger

Univ. Prof.  
Technischer Chemiker, Botaniker, Technische Mikroskopie  
T +43 (0)1 58801 17301  
F +43 (0)1 58801 17399  
[hstachel@mail.zserv.tuwien.ac.at](mailto:hstachel@mail.zserv.tuwien.ac.at)

Nanobiotechnologie  
Kieselalgentribologie  
Nanomedizin

Nanomaterialien, bioinspiriert  
Nanostrukturierung, bioinspiriert

2004, als Gebeshuber Assistenzprofessorin an der Technischen Universität Wien (in der Arbeitsgruppe für Atom- und Plasmaphysik von Herrn Prof. Fritz Aumayr) und Leiterin der strategischen Forschung des Österreichischen Kompetenzzentrums für Tribologie in Wiener Neustadt (Leiter: Prof. Friedrich Franek) war, begründeten die zwei zusammen mit dem theoretischen Biologen Dr. Manfred Drack das Gebiet der Kieselalgentribologie (Gebeshuber I.C., Stachelberger H. und Drack M., J. Nanosci. Nanotechnol. 5(1), 79-87, 2005). Tribologie ist die Lehre von Reibung, Schmierung, Verschleiss und Klebrigkeit. Neue und neu entstehende dreidimensionale mikroelektromechanische Systeme (3D MEMS) wie zum Beispiel Mikrospiegel in Beamern, Beschleunigungssensoren in Umgebungen mit starken Vibrationen oder hochauflösende Höhenmessgeräte erleiden immer wieder das Phänomen der „Statischen Reibung“ (engl. stiction), bei dem die relative Bewegung von Objekten, die miteinander in Kontakt sind, verhindert wird. Daher sind in diesem Bereich innovative Schmierkonzepte hochoberwünscht. Gewisse Kieselalgenpezies haben harte bewegliche Teile in relativer Bewegung, und zwar gerade auf der erwünschten Längenskala von einigen zehn Nanometern bis Mikrometern, und sollen so als biomimetische Modellorganismen für gutgeschmierte Verbindungen, Gelenke und Verzahnungen auf derselben Längenskala wie in den oben beschriebenen MEMS Bausteinen. Daher gibt es in diesem Fall kein Skalierungsproblem, das den direkten Technologietransfer blockieren könnte. Monomolekulare Grenzschichten, Zwischenschichten und Oberflächentexturen in Kieselalgen sind wertvolle Startpunkte für biomimetische Zugänge in der MEMS Schmierung.

In ihrem derzeitigen gemeinsamen Forschungsprojekt BioScreen (finanziert von der österreichischen Gesellschaft zur Förderung der Pflanzenwissenschaften) untersuchen die beiden das biomimetische Inspirationspotential von Regenwaldpflanzen. Dies geschieht in Kooperation mit dem Institut für Regenwaldforschung in Malaysia und Prof. Burhanuddin Yeop Majlis, Vorstand der National Nanotechnology Initiatives of Malaysia und Direktor des Institute of Microengineering and Nanoelectronics (IMEN) an der Universiti Kebangsaan Malaysia.

Weiters untersucht Gebeshuber in Kooperation mit Dr. Petra Gruber (Gründungsmitglied von TU BIONIK) und StudentInnen und KollegInnen (aus der Physik, der Biotechnologie, der Mikrobiologie und der Architektur) wie nanobiotechnologische Forschung Architektur inspirieren kann (Gebeshuber I.C., Gruber P., et al., In: "Bio-Inspired Nanomaterials and Nanotechnology", Yong Zhou (Ed.), Nova Science Publishers, 2009).



Strukturelles Detail einer Verzahnung in der Kieselalge *Ellerbeckia arenaria*. Skalierungsbalken: 1 mm



Lianen in Malaysia



Regenwald in Costa Rica, Gebeshuber und Gruber, Biomimicry Workshop 2008



Proben aus dem Regenwald, Biomimicry Workshop 2008

# TU Wien

## Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, Forschungs- bereich Naturstoffe und Lebensmittelchemie, Arbeitsgruppe Lebensmittelchemie



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
VIENNA  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY

Die Arbeitsgruppe hat seit ca. 30 Jahren Forschungserfahrung im Bereich Lebensmittel, Lebensmittelverpackung und Lebensmittelmikrobiologie. In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche Forschungsprojekte bezüglich Entwicklung von Analysemethoden, Validierung von Methoden, Migrationsuntersuchungen bei Lebensmittelverpackungen und Kinderartikeln, Sterilisation von Verpackungsmaterialien, Evaluierung von HACCP-Konzepten (Hazard Analysis and Critical Control Point – Konzepte zur Sicherheit von Lebensmitteln und Verbrauchern), Hygiene in Lebensmittelbetrieben und Qualitätssicherung von Gemüse- und Obstprodukten durchgeführt. Sehr viele dieser Forschungsarbeiten wurden in Kooperation mit Lebensmittelherstellern, Verbraucherorganisationen und Forschungsinstituten wie z.B. dem Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung in München/Freising bearbeitet.

**Technische Universität Wien,  
Fakultät für Technische Chemie  
E166 – Institut für Verfahrenstechnik,  
Umwelttechnik und Technische  
Biowissenschaften, Forschungs-  
bereich Naturstoffe und Lebens-  
mittelchemie, Arbeitsgruppe  
Lebensmittelchemie**

Getreidemarkt 9

1060 Wien

[www.vt.tuwien.ac.at/division/division.php](http://www.vt.tuwien.ac.at/division/division.php)

?div=3



**Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ingrid Steiner**

Univ. Dozentin

Technische Chemikerin

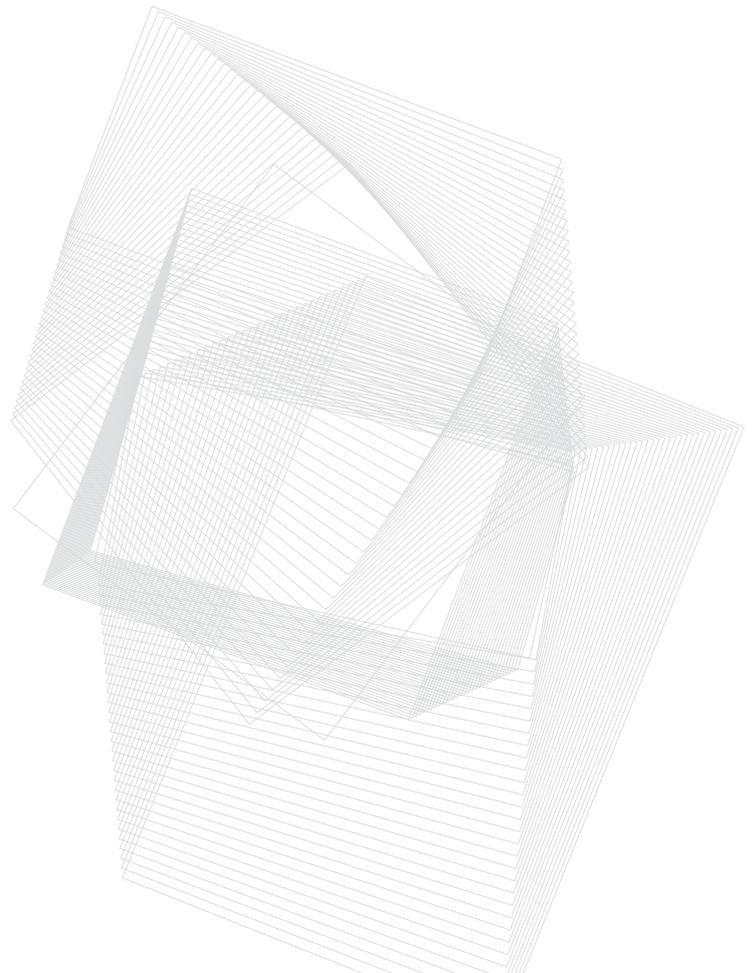
T +43 (0)1 58801 16002

F +43 (0)1 58801 16099

[isteiner@mail.tuwien.ac.at](mailto:isteiner@mail.tuwien.ac.at)

[info.tuwien.ac.at/lebmitch/is](http://info.tuwien.ac.at/lebmitch/is)

Lebensmittelchemie  
Lebensmitteltechnologie  
Lebensmittelverpackung  
Lebensmittelhygiene  
Lebensmittelsicherheit



## Forschungsthemen

### Gebrauchsgegenstände (Lebensmittelverpackungsmaterialien, Kinderartikel etc.)

- > Migration von Substanzen aus Lebensmittelverpackungsmaterialien (Monomere, Additive, Schwermetalle) in Lebensmittel
- > Migration aus Kinderartikeln und Medizinprodukten

### Lebensmittelmikrobiologie

- > Mikrobiologische Qualitätssicherung bei Lebensmitteln und Verpackungsmaterialien
- > Reduzierung von Mikroorganismen durch neue Technologien

### Lebensmittelanalytik

- > Analyse von Lebensmittelinhaltsstoffen
- > Analyse von Lebensmittelkontaminanten

### Lebensmitteltechnologie

- > Einfluss der Sprühtrocknung auf die Lebensmittelqualität

Aktuelle Projekte beschäftigen sich mit aktiven Lebensmittelverpackungsmaterialien basierend auf Naturstoffen mit antimikrobiellen Effekten (DI Rafael Riedler) und dem Einfluss der mikroskopischen Struktur von Lebensmitteln auf die Migration von Kontaminanten (DI Kathrin Scharnhorst).

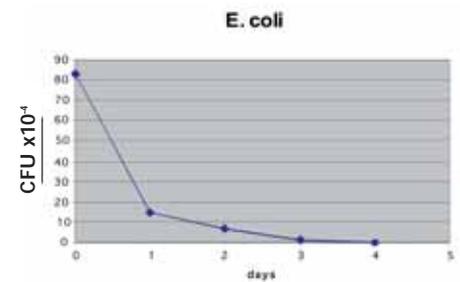
## Aktive Lebensmittelverpackungsmaterialien

In den letzten Jahren haben sogenannte aktive Verpackungsmaterialien infolge der mitunter ungünstigen Eigenschaften von konventionellen Verpackungsmaterialien sowohl in der Forschung als auch in der Öffentlichkeit immer mehr an Bedeutung gewonnen. In Zusammenhang damit haben in den letzten 15 Jahren in der Forschung Verpackungsfilme und Beschichtungen aus Molkenprotein immer größere Beachtung erlangt. Während früher Molke als ein Abfallprodukt der Käseherstellung angesehen wurde, werden heute ihre wertvollen Inhaltsstoffe sehr geschätzt.

Der Einsatz von Molkenproteinfilmen im Lebensmittelverpackungsbereich ist insofern interessant, als ihre antimikrobiellen Effekte entscheidenden Einfluss auf Qualität und Lagerdauer haben. Das Lactoperoxidasesystem (Lactoferrin und Lysozym) übt eine inhibierende bzw. sterilisierende Wirkung auf zahlreiche Mikroorganismen aus. Deshalb versprechen Molkenproteine als Bestandteile von Lebensmittelverpackungen viele Vorteile gegenüber konventionellen Verpackungen. Zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten bieten sich bei der Verpackung von frischen Früchten, Fertigenüß aber auch als Ersatz von Fungiziden im Pflanzenbau an.

## Lebensmittelstruktur

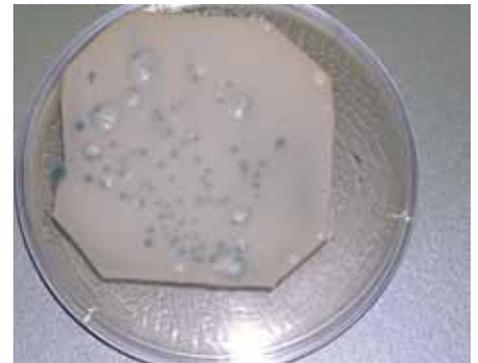
Im Rahmen dieses Projekts, das auf den Ergebnissen des EU-Projekts FOODMIGROSURE ([www.foodmigrosure.com](http://www.foodmigrosure.com)) basiert, soll der Einfluss der Lebensmittelstruktur auf das Migrationsverhalten von Kontaminanten aus Lebensmittelverpackungen untersucht werden. Im Zuge unserer Untersuchungen wurde nämlich festgestellt, dass das Migrationsverhalten nicht immer mit der chemischen Zusammensetzung der Lebensmittel erklärbar ist, sodass angenommen werden muss, dass andere Faktoren wie die Lebensmittelstruktur und physikalische Eigenschaften dabei eine wichtige Rolle spielen. Auch die Verfahrensbedingungen und die dadurch bedingten Strukturänderungen bei der Herstellung der Lebensmittel (z.B. Käse, Schokolade, Milchpulver) können die Migration gravierend beeinflussen. Verschiedenste Methoden zur Strukturanalyse wie Elektronenmikroskopie sollen dabei eingesetzt werden.



Abnahme von Escherichia coli nach 4 Tagen (KBEx10-4)



Molkenproteinfilm auf HDPE (" R. Riedler)



Molkenproteinfilm mit E. coli auf Fluorocult Agar (" R. Riedler)

# TU Wien

## Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie, Arbeitsgruppe nichtmetallische Werkstoffe



*Auf dem Gebiet der nichtmetallischen Werkstoffe werden am Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie folgende bionik-relevanten Themen bearbeitet.*



**Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Jürgen Stampfl**

Univ.Doz.

Materialwissenschaftler

T +43 (0)1 58801 30862

F +43 (0)1 58801 30895

jstampfl@pop.tuwien.ac.at

info.tuwien.ac.at/stampfl



**Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Vasiliki-Maria Archodoulaki**

Univ.Doz.

Kunststofftechnikerin

T +43 (0)1 58801 30850

varchodo@mail.zserv.tuwien.ac.at



**Dipl.-Ing. Dr.techn. Thomas Koch**

Univ.Ass.

Werkstoffwissenschaftler

T +43 (0)1 58801 30851

tkoch@mail.zserv.tuwien.ac.at

**TU Wien, Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften  
E308 – Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie,  
Arbeitsgruppe nichtmetallische  
Werkstoffe**

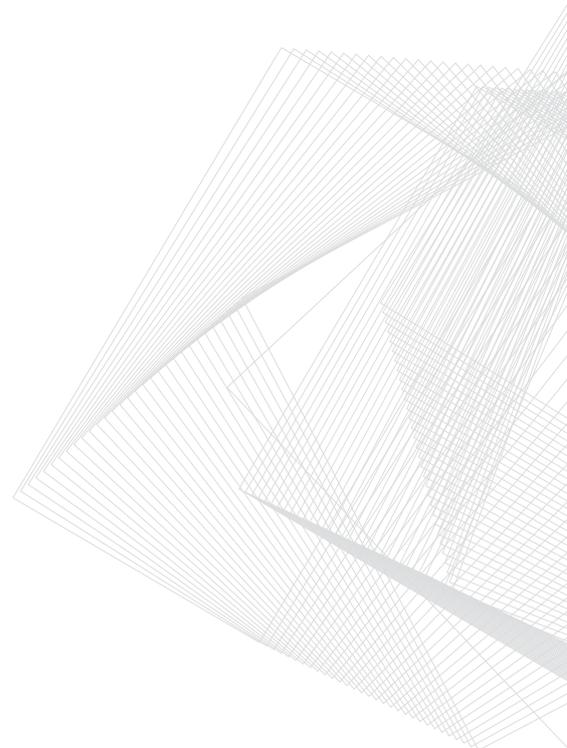
Karlsplatz 13

1040 Wien

info.tuwien.ac.at/E308/

### Generative Fertigungsverfahren (Stampfl)

Kernthema der Forschung sind generative Fertigungsverfahren (Stereolithographie, Zweiphotonenlithographie) mit denen Biopolymere und Biokeramiken strukturiert und auf ihre mechanischen Eigenschaften hin untersucht werden. Hauptvorteil bei der Verwendung derartiger Verfahren ist die wesentlich gesteigerte Designfreiheit, die bei Verwendung solcher Verfahren ermöglicht wird. Es können beispielsweise zelluläre Strukturen gefertigt werden, die eine ähnliche Auflösung aufweisen wie natürliche zelluläre Strukturen, welche die Basis zahlreicher biologischer Materialien (Holz, Knochen,...) darstellen. Die Herstellung solcher zellulärer Strukturen gibt wertvolle Einsichten in die strukturellen und funktionellen Eigenschaften bioinspirierter Materialien.



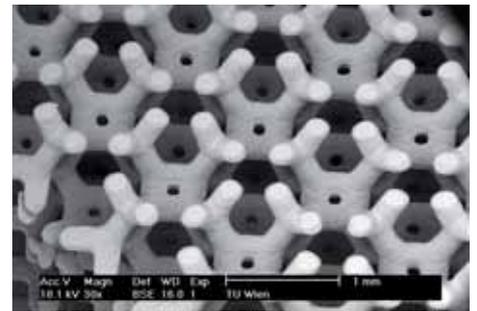
## Struktur-Eigenschaftskorrelation bei Polymeren (Archodoulaki)

Ultra-Hochmolekulares Polyethylen (PE-UHMW) ist, unter anderem auf Grund seines geringen Reibungskoeffizienten, seiner hohen Zähigkeit und der guten Biokompatibilität der Polymerwerkstoff der Wahl in Implantaten zum Gelenkersatz. Auf Grund des nicht zufriedenstellenden Langzeitverhaltens ist PE-UHMW jedoch der Schwachpunkt des Implantats. Bei Bewegung entstehende Abriebpartikel führen zu Reaktionen im Körper, die eine Lockerung des Implantats zur Folge haben. Durch die Kenntnis der Einflüsse der Struktur des Polymers auf seine Eigenschaften können die Werkstoffeigenschaften und das Langzeitverhalten optimiert werden.

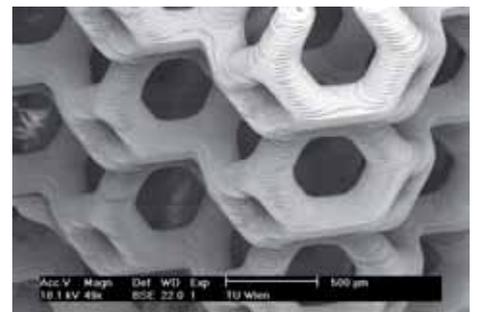
Ziel des Projektes ist die Erforschung von Zusammenhängen zwischen Strukturparametern, mikro-mechanischen Verhalten und dem Widerstand gegenüber Spannungsrisskorrosion von PE-UHMW für Anwendungen in der Hüftendoprothetik. Strukturparameter wie z.B. chemische Konstitution, Morphologie und Orientierung der Moleküle werden mit dem mechanischen Verhalten des Werkstoffes insbesondere mit der Mikrohärtigkeit sowie der Spannungsrissbeständigkeit korreliert. Auf diesem Wege sollen die durch Revisionsoperationen entstehenden Risiken für die Patienten und die entstehenden Kosten verringert werden.

## Netze für die Hernienchirurgie (Koch)

Inhalt des Projektes ist die morphologische und mechanische Charakterisierung von Netzen für die chirurgische Behebung von Eingeweidebrüchen, sogenannten Hernien. Soll die Rezidivrate verringert und der Tragekomfort der Netze optimiert werden, ist es wichtig, für den jeweiligen Anwendungsfall das optimale Netz aus der Vielzahl der am Markt erhältlichen Netze auszuwählen. Die mechanischen Eigenschaften genau zu kennen, ist hierfür Bedingung. Dabei sollen Versuche an einem einfachen Hernienmodell mit typischen, oftmals in der Textilindustrie angewendeten, mechanischen Prüfverfahren verglichen werden. Das Hernienmodell ist zu optimieren. Ziel ist, einfache Prüfmethoden bzw. Eigenschaftsparameter zu finden, die es dem/der Chirurgen/in ermöglichen, die richtige Netzauswahl zu treffen. Der Einfluss verschiedener Fixierungstechniken wird ebenfalls untersucht. In weiterer Zukunft sollen die Ergebnisse dazu dienen, optimierte Netzgeometrien zu entwickeln.



Rasterelektronenmikroskopische Übersichtsaufnahme



Detailaufnahme einer mit generativer Fertigung hergestellten zellularen Struktur.

Biopolymere  
Generative Fertigung  
Tissue Engineering

# TU Wien

## Institut für Computertechnik



### Forschungsgebiet

Der Wunsch, Maschinen intelligent zu machen, ist wohl so alt wie die Menschheit selbst. Mit steigendem technologischem Entwicklungsstand wurden die Anforderungen an intelligente Geräte immer höher, aber bis heute bleibt uns die künstliche Intelligenz die Antwort schuldig, warum Maschinen große Probleme haben, sich in ein alltägliches, menschliches Umfeld einzubetten, obwohl die zur Verfügung stehende Rechenleistung heute beeindruckend ist – mehrere Milliarden Multiplikationen pro Sekunde stellen heute kein Problem mehr dar. Maschinen finden heute den kürzesten Weg zwischen Wien und Lissabon auf einer Landkarte, sind aber nicht in der Lage, uns eine Tasse Tee aus der Küche zu holen.

Genau mit diesem Problem befasst sich das Forscherteam rund um Professor Dietmar Dietrich an der TU Wien: Was ist notwendig, um Maschinen ein Verständnis der realen Welt zu ermöglichen? Durch die Zusammenführung von Erkenntnissen aus der Psychoanalyse, der Neurologie und den Ingenieurwissenschaften ist ein Forschungsgebiet entstanden, das auf völlig neuen Grundlagen aufbaut. Anstatt Lösungen für Teilprobleme zu suchen, liegt der Schwerpunkt auf einem ganzheitlichen Modell des menschlichen Verstandes, das alle seine Fähigkeiten beschreibt – bis hin zum Bewusstsein. Auch wenn Bewusstsein in Maschinen heute noch nicht umsetzbar ist, liefert die Modellierung der notwendigen Funktionen und Voraussetzungen wichtige Hinweise für weiterführende Forschung. Andere Fähigkeiten sind wesentlich näher an einer technischen Umsetzung und werden auch bereits erprobt.

So ist heute zum Beispiel die Bewertung von Information und die Extraktion von relevanter Information eine zentrale Aufgabe, etwa bei Erkennung von Situationen oder bei der Entscheidungsfindung. Hier dient das komplexe Bewertungssystem des Menschen als Vorbild: aus einer Vielzahl von verfügbaren Mustern wird durch Vergleiche sehr schnell eine Vielzahl von Informationen gefiltert und bewertet. In der psychoanalytischen Modellierung zeigt sich dieses Bewertungssystem als Emotionen, Affekte und Triebe. Ständig um Gleichgewicht bemüht, versucht der menschliche Verstand die unterschiedlichen Anforderungen aus Umwelt und eigenem Körper zu integrieren und das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten. Das technische Gegenstück muss genau diese Mechanismen nachbilden, um dieselben Fähigkeiten erreichen zu können – eine Aufgabe, die einige Umwege erfordert (wie etwa die Definition eines technischen „Körpers“), aber langfristig Erfolg verspricht.

Neuropsychanalyse  
Modellierung der menschlichen Psyche  
Simulation  
Wahrnehmung  
Agenten

### Technische Universität Wien, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik E384 – Institut für Computertechnik

Gusshausstrasse 27-29  
1040 Wien  
www.ict.tuwien.ac.at  
ars.ict.tuwien.ac.at



#### O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dietmar Dietrich

Univ.Prof.  
Computertechniker  
T +43 (0)1 58801 38410  
F +43 (0)1 58801 38499  
dietrich@ict.tuwien.ac.at



#### Dipl.-Ing. Dr.techn. Dietmar Bruckner

Univ.Ass. Projektleiter  
Computertechniker  
T +43 (0)1 58801 38423  
bruckner@ict.tuwien.ac.at



#### Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerhard Zucker

Projektleiter  
Computertechniker  
T +43 (0)1 58801 38443  
zucker@ict.tuwien.ac.at

Die Forscher stehen vor der Aufgabe, das Wissen aus einer anderen Disziplin in die eigene zu übersetzen. Das Wissen ist nicht für Ingenieure aufbereitet, sondern muss erst „übersetzt“ werden. Auch wird meist nur beschrieben, welche Mechanismen existieren, nicht aber, wie ein solcher Mechanismus tatsächlich modelliert werden kann. Man kann sich vorstellen, dass Psychoanalytiker ein Videorekorder-Handbuch geschrieben haben, das genau beschreibt, wie man einen Videorekorder bedienen muss; die Ingenieure wollen aus diesem Handbuch aber einen neuen Videorekorder konstruieren. Damit das funktioniert, muss die Beschreibung der Funktionen in Mechanismen übersetzt werden, die diese Funktionen dann tatsächlich zur Verfügung stellen.

## Kooperationen

Um auch wirklich die richtigen Antworten auf die interdisziplinären Forschungsfragen zu erhalten, wird das Forscherteam am ICT der TU Wien durch zwei Psychoanalytikerinnen unterstützt. Sie gewährleisten, dass nicht Ingenieure eine komplexe Wissenschaft wie die Psychoanalyse sozusagen nebenbei erlernen müssen (was ohne eine gründliche Ausbildung nicht zielführend ist), sondern Experten aus der entsprechenden wissenschaftlichen Disziplin die Antworten finden. Darüber hinaus wird inzwischen ein Netzwerk aufgebaut, das das Forschungsfeld weiter ausbaut. Kooperationen bestehen etwa mit der Universitätsklinik für Psychoanalyse und Psychotherapie an der Medizinischen Universität Wien oder dem Neuropsychoanalytiker Mark Solms.

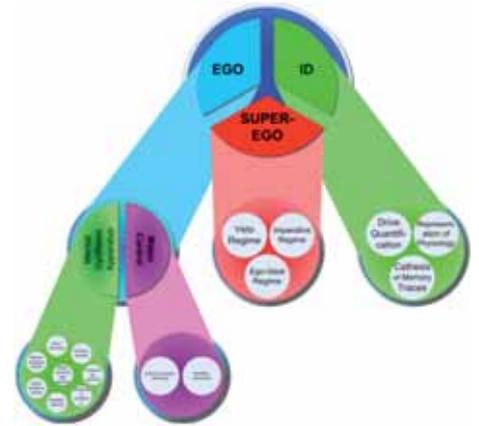
## Neues Buch „Simulating the Mind“ erschienen

Die aktuellen Forschungsergebnisse wurden jetzt in einem Buch veröffentlicht: „Simulating the Mind“ enthält eine umfassende Einführung in das Thema mit einer detaillierten Beschreibung der bisherigen Ergebnisse ebenso wie Artikel von Autoren, die im Umfeld arbeiten. Außerdem sind alle Publikationen des Forums „ENF – Engineering and Neuropsychoanalysis Forum“ enthalten, das als Auftakt zur neuen Forschungsrichtung im Juli 2007 stattgefunden hat. Den Abschluss bildet eine Sammlung von Fachbegriffen aus den verschiedenen Disziplinen, um dem Leser einen einfacheren Einstieg in die Materie zu ermöglichen.

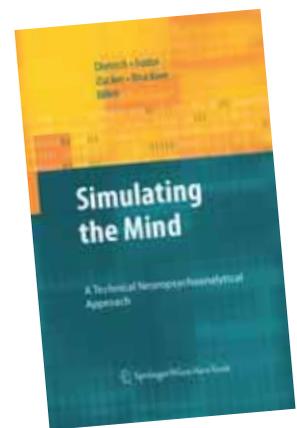
## Öffentlichkeitsarbeit

Eine Einführung in das komplette Umfeld der Forschungsarbeit ist auf der Projekthomepage [ars.ict.tuwien.ac.at](http://ars.ict.tuwien.ac.at) zu finden. Eine Plattform zur Diskussion mit Forschern und Interessierten aus verwandten Gebieten wurde unter [www.simulatingthemind.info](http://www.simulatingthemind.info) eingerichtet.

Dietmar Dietrich, Georg Fodor, Gerhard Zucker, and Dietmar Bruckner, editors. *Simulating the Mind – A Technical Neuropsychoanalytical Approach*. Springer, Wien, 1 edition, 2009, ISBN: 978-3-211-09450-1.  
[www.springer.com/springerwiennewyork/computer+science/book/978-3-211-09450-1](http://www.springer.com/springerwiennewyork/computer+science/book/978-3-211-09450-1)



Die obersten Ebenen der technischen Übersetzung von Sigmund Freuds zweitem topischen Modell



„Simulating the Mind“ bildet die Grundlage für die fünfte Generation der künstlichen Intelligenz, welche es technischen Applikationen ermöglicht soll, nach dem Vorbild des Menschen zu denken.

# TU Wien

## Institut für Chemische Technologien und Analytik – Forschungsgruppe Bio- und Polymeranalytik



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
VIENNA  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY

### Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte

Von zentralem Interesse in der Instrumentenentwicklung für bioanalytische und analytisch-chemische Fragestellungen ist der Einsatz von Konzepten der Bionik in Blickrichtung auf biokompatible Oberflächen verknüpft mit Nano- und Mikrostrukturen, die sich für die Handhabung von Nanolitervolumina eignen. Die Entwicklung oberflächen-mikro/nano-strukturierte Polymermaterialien für massenspektrometrische und kapillarelektrophoretische Analysentechniken soll auf der Basis von Strukturelementen aus der Bionik vorangetrieben werden. Dabei stehen Lab-on-a-Chip Systeme im Zentrum des Interesses, wo optimierte Flüssigkeitsströme, hydrophobe biokompatible Materialien und Kanalstrukturen von großer Bedeutung sind.

Die Charakterisierung von biologischen Oberflächen, die für die Bionik von großer Relevanz sind, nicht nur auf morphologischer Ebene, sondern auch auf molekularer Ebene stellt dabei den ersten Schritt in der Anwendung von bionik-basierenden Entwicklungskonzepten dar. Auf diesem Gebiet stehen neuartige Kombinationen von orts-auflösenden, oberflächenanalytischen Desorption/Ionisationstechniken wie DESI (desorption electrospray ionization) oder MALDI (matrix-assisted laser desorption ionization) mit hochauflösender Tandemmassenspektrometrie als Werkzeuge zur Verfügung um derartige Biooberflächen auf molekularstruktureller Ebene zu untersuchen. Dies stellt einen der Schwerpunkte der Forschungsgruppe Bio- und Polymeranalytik dar.



**Univ. Prof. Mag. pharm. Dr. rer. nat. Günter Allmaier**

Univ. Prof.

Pharmazeut und Chemiker

T +43 (0)1 58801 15160

F +43 (0)1 58801 15199

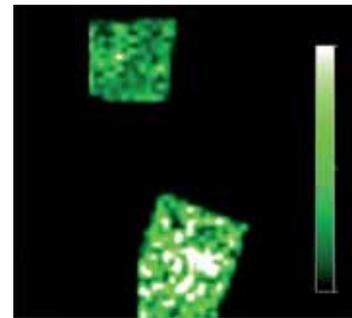
guenter.allmaier@tuwien.ac.at

### Technische Universität Wien, Fakultät für Technische Chemie Forschungsgruppe Bio- und Polymeranalytik, E164 – Institut für Chemische Technologien und Analytik

Getreidemarkt 9/164

1060 Wien

[www.iac.tuwien.ac.at/biopa](http://www.iac.tuwien.ac.at/biopa)



Lokalisierung eines Proteins (Schwarz: keine Proteinmoleküle vorhanden; Weiß: höchste Menge an Proteinmolekülen vorhanden) auf der Oberfläche von Latexstücken bestimmt mittels MALDI „Imaging“ Massenspektrometrie

## Bioanalytik

## Mikrostrukturierte biokompatible Oberflächen

## Molekulare Oberflächen- und Strukturanalytik mittels

## Massenspektrometrie

## Lab-on-a-Chip

## „Omics“-Techniken



# TU Wien

## Institut für Leichtbau und Struktur-Biomechanik



### Forschungsaktivitäten am ILSB

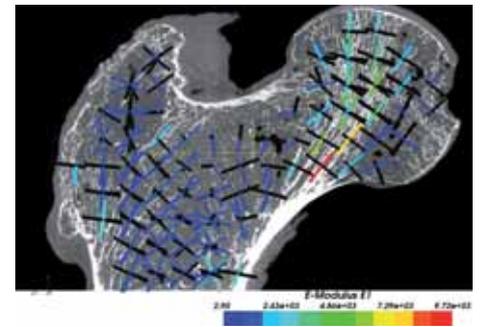
Der Fokus der Bionik-verwandten Forschungsaktivitäten am ILSB ist die Biomechanik der biologischen Gewebe mit dem Ziel, die Beziehungen zwischen Morphologie und mechanischen Eigenschaften im gesunden und pathologischen Zustand zu verstehen. Ein dreifacher, experimenteller, rechnerischer und theoretischer Zugang, der eine synergetische Charakterisierung, Simulation und Modellierung der mechanischen Eigenschaften biologischer Gewebe erlaubt, wird bevorzugt. Die Expertise des ILSB liegt hauptsächlich, aber nicht exklusiv, auf Knochen und numerischen Simulationsmethoden. Die Forschungsaktivitäten sind in ein dichtes internationales klinisches und industrielles Netzwerk eingebunden.



**Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Philippe Kurt Zysset**  
 Univ. Prof.  
 T +43 (0)1 58801 31723  
 F +43 (0)1 58801 31799  
 philippe.zysset@ilsb.tuwien.ac.at  
 www.ilsb.tuwien.ac.at/~pzyssset

### Technische Universität Wien, Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften E317 – Institut für Leichtbau und Struktur-Biomechanik ILSB

Gußhausstrasse 27-29  
 1040 Wien  
 www.ilsb.tuwien.ac.at



Die Karte der Architekturhauptrichtungen des proximalen Femurs hilft bei der Zuweisung von genauere Materialeigenschaften für die biomechanische Simulation von Knochen und Knochen-Implantat-Systemen.

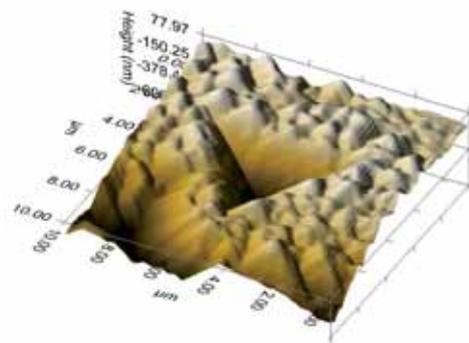
## Biomechanik

## Knochen

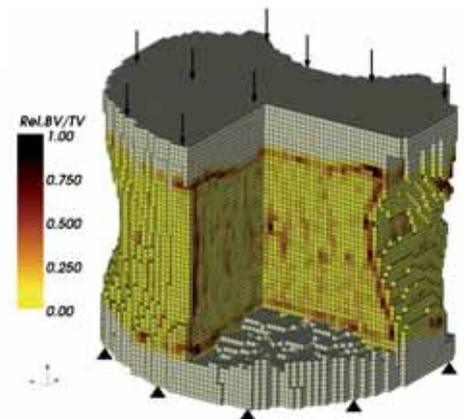
## Finite Elemente Analyse

## Computertomographie

## Nanoindentation



Topographiebild nach Nanoindentation entlang der Hauptachse einer mineralisierten Truthahnbeinsehne. Solche Messungen tragen dazu bei die Struktur-Funktions-Beziehungen von mineralisierten Geweben auf der mikroskopischen Skala zu quantifizieren.



Ein Computertomographie-basiertes Finite Element Modell eines menschlichen Wirbelkörpers. Diese Simulationen liefern wertvolle Indikatoren über die Effizienz von Osteoporosebehandlungen.

# TU Wien

## Institut für Mechanik und Mechatronik



Das Institut für Mechanik und Mechatronik ist Teil der Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften (vormals Maschinenbau) der Technischen Universität Wien. Es wurde im Jahr 2004 im Rahmen der Reorganisation der Fakultät durch Zusammenschluss der Institute für Mechanik, für Maschinendynamik und Messtechnik, für Regelungstechnik und Prozessautomatisierung sowie für Robotertechnik und Handhabungsgeräte.

Derzeit hat das Institut folgende Abteilungen:

- > Abteilung für Fahrzeugdynamik und Biomechanik
- > Abteilung für angewandte Mechanik
- > Abteilung für Maschinendynamik
- > Abteilung für Messtechnik und Aktorik
- > Regelungstechnik und Prozessautomatisierung

Die Abteilung für Fahrzeugdynamik und Biomechanik beschäftigt sich vor allem mit Anwendungen der Methoden der Mehrkörpersystemdynamik auf Probleme der Fahrtdynamik und Biomechanik. Auf dem Gebiet der Biomechanik wurden in den letzten Jahren Fragestellungen aus der Prothetik, speziell des prothetischen Ganges behandelt. Dabei wurde der spezielle Fokus auf die Modellbildung und Simulation des menschlichen Gehens gelegt. Zum Einsatz kommen dabei Softwarepakete zur Simulation von Mehrkörper Systemen (ADAMS, SIMPACK) zusammen mit am Institut entwickelten Erweiterungen zu diesen Systemen. In weiteren Projekten werden Modelle zur Beschreibung der Kinematik biologischer Gelenke entwickelt, mit dem Zweck das Zusammenspiel zwischen Bändern, Knorpeloberflächen und Muskelbelastungen zu beschreiben und zu erklären.

**Technische Universität Wien,  
Fakultät für Maschinenwesen  
und Betriebswissenschaften  
E325 – Institut für Mechanik  
und Mechatronik**

Wiedner Hauptstr. 8

1040 Wien

[www.mechanik.tuwien.ac.at](http://www.mechanik.tuwien.ac.at)



**Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.**

**Heinz-Bodo Schmiedmayer**

Univ. Dozent

Maschinenbauer

T +43 (0)1 58801 32515

F +43 (0)1 58801 932515

[hschmied@mail.tuwien.ac.at](mailto:hschmied@mail.tuwien.ac.at)

Biomechanik  
Prothetik  
Bewegungsanalyse  
Bewegungssimulation  
Mehrkörpersystemdynamik



# TU Wien

## Institut für Analysis und Scientific Computing



### Forschungsthemen Bionik – Neurowissenschaften

Die Forschungsgruppe Computational Neuroscience und Biomedical Engineering arbeitet an den folgenden Forschungsthemen:

- > Vergleich der Arbeitsweise des Nervensystems mit dem Computer
- > Nutzung sensorischer Signaldetektion durch Verrauschen. Ein Prinzip (stochastische Resonanz) zur Wahrnehmung extrem schwacher akustischer Signale, von dem man ursprünglich annahm, es sei durch die Brownsche Molekularbewegung der Innenohrflüssigkeiten die physikalische Grenze der Bewegungsdetektion vorgegeben, erlaubt auf raffinierte Weise noch zirka 50 mal schwächere akustische Signale wahrzunehmen. Geplantes Forschungsvorhaben: Verbesserung der Wahrnehmung von Cochleaimplantatträgern durch Anpassen der künstlich generierten Feuermuster an die Zeitstrukturen der natürlichen Nervenmuster.
- > Welche Methoden des natürlichen Sehvorgangs können für Retinaprothesen für Blinde genützt werden?

Wie können künstlich erzeugte Feuermuster über nicht adäquate neuronale Pfade ins Zentralnervensystem gebracht werden um – durch Querschnittslähmung bedingt – willentliche Zugänge zur physiologischen Steuerung der Mustergeneratoren im Rückenmark zu imitieren?

Aktuelles Forschungsvorhaben: Erforschung einer nicht-invasiven neuromodulativen Methode zur Mobilitätsverbesserung in Paraplegikern.

[tuwis.tuwien.ac.at/ora/tuwis/bokudok/search\\_project.show\\_project?project\\_id\\_in=6671](http://tuwis.tuwien.ac.at/ora/tuwis/bokudok/search_project.show_project?project_id_in=6671)



**Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.sc.med. Dr.techn.  
Dr.rer.nat. Frank Rattay**

Univ. Prof.

Technischer Mathematiker und Biophysiker

T +43 (0)1 58801 10114

F +43 (0)1 58801 10199

[frank.rattay@tuwien.ac.at](mailto:frank.rattay@tuwien.ac.at)

### Technische Universität Wien, Fakultät für Mathematik und Geoinformation E101 – Institut für Analysis und Scientific Computing

Wiedner Hauptstr. 8

1040 Wien

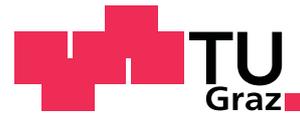
[www.asc.tuwien.ac.at](http://www.asc.tuwien.ac.at)



Gedankengesteuerte Armprothese. Nervensignale zum nicht vorhandenen Phantomarm werden für die Prothesensteuerung genutzt. Kooperation mit Otto Bock Healthcare Wien.

Biosensoren  
Neuroprothetik  
Stochastische Resonanz  
Computersimulation

# Technische Universität Graz



*Technikerinnen und Techniker tragen heute mehr denn je Verantwortung für die Lebensqualität kommender Generationen. Im selben Maße in dem technischer Fortschritt unser Leben prägt, hat die Bedeutung der Technischen Universitäten für die Ausbildung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, für Forschung und Entwicklung, aber auch als Partner von Wirtschaft, Industrie und Politik zugenommen. Dieses Bewusstsein und ein modernes Technikverständnis leiten die Studierenden, Lehrenden und Forschenden der TU Graz. Ihre Lage inmitten der Wirtschaftsregion Graz macht die TU Graz zu einem Brennpunkt der Lehre und Forschung im Süden Österreichs im Bereich der technischen Wissenschaften.*

## Technische Universität Graz

Rechbauerstr. 12  
8010 Graz  
[www.tugraz.at](http://www.tugraz.at)



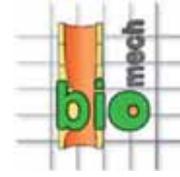
### O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hans Sünkel

Rektor  
Vermessungstechniker  
T +43 (0)316 873 6000  
F +43 (0)316 873 6009  
[rektor@tugraz.at](mailto:rektor@tugraz.at)  
[portal.tugraz.at/portal/page/portal/TU\\_Graz/Leitung/Rektor](http://portal.tugraz.at/portal/page/portal/TU_Graz/Leitung/Rektor)

Fakultäten	Abteilung, in der Bionikaktivitäten stattfinden	Schwerpunkte Bionikaktivitäten
Fakultät für Architektur		
Fakultät für Bauingenieurwissenschaften		
Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften		
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik	Institut für Biomechanik	Biomechanik Medizin Blutgefäße Modellierung Computersimulation
Fakultät für Technische Mathematik und Technische Physik		
Fakultät für Technische Chemie, Verfahrenstechnik und Biotechnologie	Institut für Biotechnologie und Bioprozesstechnik	Biokunststoffe Verpackungen aus Naturstoffen
	Institut für Prozess- und Partikeltechnik	Alginsulat Schaumstoff Verpackungen aus Naturstoffen
Fakultät für Informatik	Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung	Neuroinformatik Robotik Maschinelles Lernen
Fakultätsübergreifend	Center of Biomedical Engineering	Technische Biowissenschaften Humanmedizinische Technik Modellierung Computersimulation

# TU Graz

## Institut für Biomechanik – Zentrum für Biomedizinische Technik



Am 1. Februar 2007 wurde an der Technische Universität Graz ein neues „Institut für Biomechanik“ eingerichtet welches Studentinnen und Studenten im Rahmen des ebenfalls neu eingerichteten Bachelor- und Masterstudiums „Biomedizinischen Technik“ auf diesem Gebiet ausbildet. Die Gründung eines Instituts für Biomechanik trägt der Bedeutung dieses international bereits etablierten Fachgebietes Rechnung. Es ist das erste Universitätsinstitut dieser Art in Österreich das unter der Federführung von Universitätsprofessor Gerhard A. Holzapfel eingerichtet wurde.

Der Aufgabenbereich des Instituts liegt in der Erforschung der Bionik mit der technischen Umsetzung von Strukturen und Funktionen biomechanischer und biologischer Systeme. Im Vordergrund stehen die Entwicklung, Erweiterung und Anwendung der Mechanik auf lebende Systeme. Die Ursprünge der Forschungsrichtung Biomechanik gehen in die 1960iger Jahre zurück, wo zunächst sportmedizinische Fragen beantwortet wurden, nicht zuletzt mit dem Ziel optimierte Sportgeräte (z.B. Laufschuhe) herzustellen. Das Institut beschäftigt sich mit weichen biologischen Geweben im Allgemeinen, und mit Blutgefäßen im Besonderen. Das Interesse gilt ausgeweiteten Arterien, sogenannten Aneurysmen auf der einen Seite, sowie, atherosklerotisch veränderten und somit verengten Arterien auf der anderen Seite.



**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerhard A. Holzapfel**

Institutsvorstand

Biomechaniker

T +43 (0)316 873 1625

F +43 (0)316 873 1615

holzapfel@tugraz.at

Diese Aufgabenbereiche sind auch vom sozioökonomischen Aspekt her von großer Bedeutung, wenn man bedenkt, dass Arterienverkalkung die Ursache für drei viertel aller Todesfälle bedingt durch Herz-Kreislaufkrankungen darstellt. Modellierung und Simulation mit dem Computer dient dabei als Basis für neue technische Entwicklungen. Es sind verblüffende Ähnlichkeiten zwischen Versagensmechanismen von weichen biologischen Geweben und technischen Materialien zu beobachten, zum Beispiel bei der Delamination zweier Arterien-schichten zufolge Eigenspannungen. Ähnliche Beulmuster sind nach Stabilitätsversagen von dünnwandigen Zylinderschalen (Silos) zu sehen.

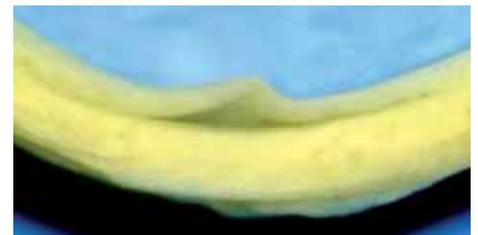
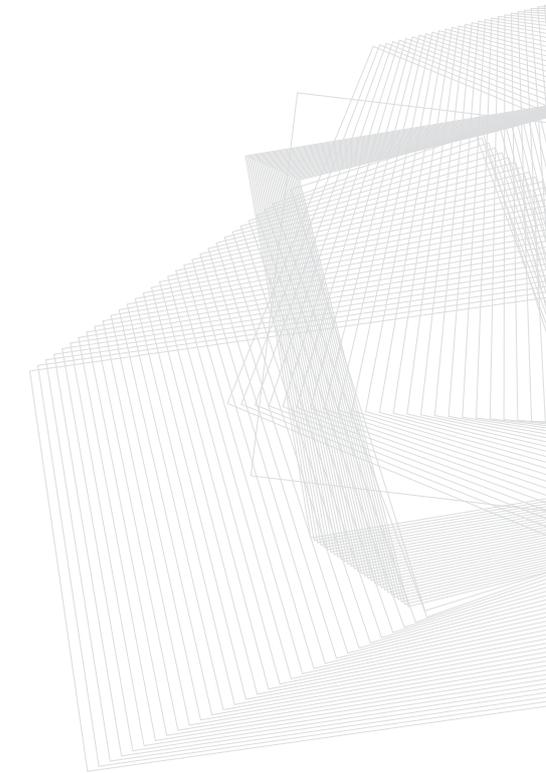
Biomechanik  
Medizin  
Blutgefäße  
Modellierung  
Computersimulation

### Technische Universität Graz Institut für Biomechanik – Zentrum für Biomedizinische Technik

Kronesgasse 5-I

8010 Graz

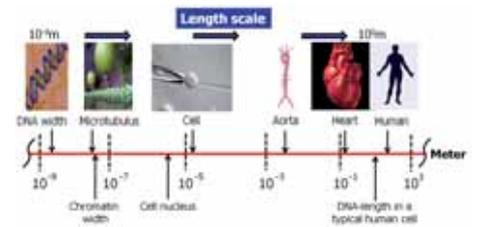
[www.biomech.tugraz.at](http://www.biomech.tugraz.at)



Delamination zweier Arterien-schichten zufolge Eigenspannungen. Ähnliche Beulmuster sind nach Stabilitätsversagen von dünnwandigen Zylinderschalen (Silos) zu beobachten.

## Anwendungsbereich Gefäßimplantat

Information über die morphologische Beschaffenheit, mikroskopische und mechanische Eigenschaften von Blutgefäßen fließen in ein Computermodell ein, mit dem spezielle Fragen beantwortet werden. Mit diesem Modell wird zum Beispiel versucht die Rupturgefahr eines atherosklerotischen Plaques, mit den lebensbedrohenden Folgen eines Schlaganfalls oder Herzinfarkts, oder die Stabilität eines Aneurysmas besser zu erfassen. In letzter Zeit hat Holzapfels Forschungsgruppe die Folgen von therapeutischen Eingriffen am Gefäßsystem erforscht. Welche mechanische Folgen hat zum Beispiel eine Ballondilatation, also das Aufdehnen einer verengten Arterie, auf die Gefäßwand oder wie wirkt sich ein Stent, ein Implantat zum Offenhalten einer Gefäßöffnung aus und welche Stenttypen begünstigen den Wiederverschluss der Arterie? Diese für die Medizin und nicht zuletzt für das Leben des Patienten entscheidenden Fragestellungen werden interdisziplinär in Angriff genommen, und stellen in gewisser Weise einen Schulterchluss zwischen Medizin und Technik zum Wohle des Menschen dar.



Physiome Project: Entwicklung von Modellstandards und numerische Werkzeuge zur Erfassung der Struktur und Funktion von der DNA Ebene bis zum gesamten menschlichen Organismus.

## Wegweiser für Biomechanik und Bionik

Ein Wegweiser für die moderne Biomechanik und Bionik ist das Physiome Project, das vor wenigen Jahren initiiert wurde. Es ist ein weltweit kollaboratives „open source“ Projekt, das biomechanische, biochemische und elektrophysiologische Modellstandards und numerische Werkzeuge über die Struktur und Funktion des gesamten menschlichen Organismus von der molekularen Ebene (Nanometerbereich) bis zum menschlichen Organismus (Meterbereich) entwickeln soll. Dies erfordert ein „multi-scale modeling“ auf einer Längenskala von  $10^{-9}$  bis 1 Meter. Ähnliche Spektren existieren für Energie- und Zeitskalen. Es ist verständlich, daß dieses breite Spektrum nicht durch ein einziges Model repräsentiert werden kann, sondern daß dazu eine Hierarchie von Modellen notwendig ist: stochastische Modelle für Ionenkanäle, gewöhnliche Differentialgleichungen für Zellmodelle und partielle Differentialgleichungen für Kontinuumsmodelle auf Gewebs- und Organebenen. Die entwickelten Modellstandards werden in Datenbanken gespeichert und über das Internet öffentlich zugänglich gemacht. Diese multiskalare Modellierung wird mittels voranschreitender digitalisierter und personalisierter Betrachtung des Menschen zur verbesserten medizinischen Fürsorge führen.

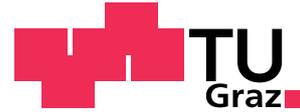


## Team

Die Bearbeitung dieser Thematik verlangt Interdisziplinarität, in der die Zusammenarbeit/Kooperation verschiedener Spezialisten das gegenseitige Weiterkommen und die Lösung von Problemen fördert. Im Team von Gerhard A. Holzapfel arbeiten unterschiedliche Berufsgruppen erfolgreich zusammen. Das Team um Holzapfel besteht aus zwei Gastwissenschaftlern aus Großbritannien, einer Office Managerin, Post-Doktoranden und Doktoranden aus Amerika, China, Österreich, Schweden und Südkorea.

# TU Graz

## Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung



*Das Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung an der Technischen Universität Graz wurde 1992 von Prof. Wolfgang Maass gegründet. Mit zwei Professoren- und fünf Assistentenstellen ist es ein recht kleines Institut an der Fakultät für Informatik. Die Arbeitsgruppe von Prof. Maass beschäftigt sich unter anderem mit neuronaler Informationsverarbeitung, maschinellem Lernen und Robotik. In all diesen Bereichen orientiert sich das Institut sehr stark an den Fähigkeiten biologischer neuronaler Systeme, welche heutigen Computersystemen in vielen Bereichen – wie etwa Robustheit und Lernfähigkeit - weit überlegen sind. In enger Zusammenarbeit mit der internationalen Kollegenschaft aus unterschiedlichen Disziplinen – vor allem der Neurowissenschaften – erforscht das Institut die Informationsverarbeitung im Gehirn und versucht diese Erkenntnisse technisch nutzbar zu machen.*

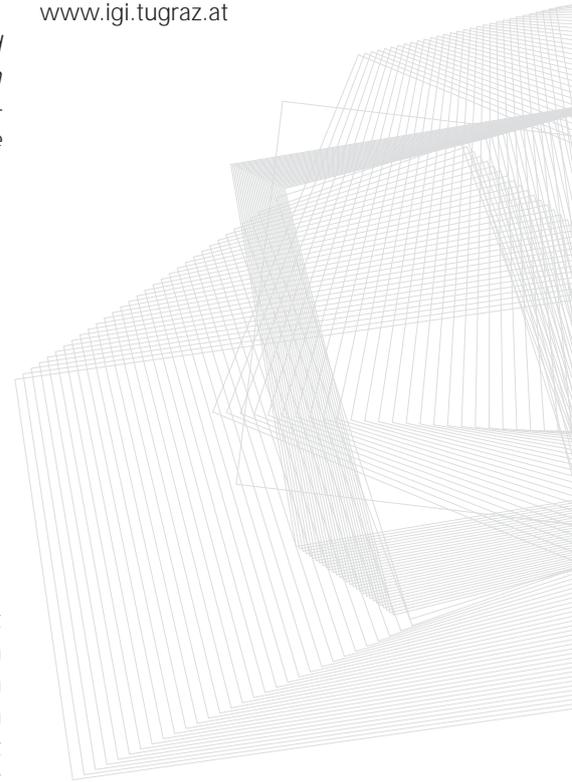
### Technische Universität Graz Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung

Inffeldgasse 16b  
8010 Graz  
[www.igi.tugraz.at](http://www.igi.tugraz.at)



**Prof. Dr. Wolfgang Maass**  
Institutsvorstand  
T +43 (0)316 873 5822  
F +43 (0)316 873 5805  
[maass@igi.tugraz.at](mailto:maass@igi.tugraz.at)  
[www.igi.tugraz.at/maass](http://www.igi.tugraz.at/maass)

Das Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung (IGI) an der TU Graz untersucht Theorie und Anwendungen des Maschinellen Lernens, sowie insbesondere auch Prinzipien der Informationsverarbeitung und des Lernens in biologischen neuronalen Netzwerken. In enger interdisziplinärer Zusammenarbeit mit internationalen Forschungspartnern werden theoretische Modelle und Computersimulationen entwickelt um Antworten auf fundamentale Fragen über unser Hirn zu finden. Das IGI untersucht dabei die rechnerische Funktion sogenannter neuronaler Microcircuits, das sind Netzwerke von Nervenzellen, aus denen sich unser Gehirn aufbaut. Des Weiteren wird analysiert, wie Lernen und Gedächtnis in solchen Microcircuits organisiert sind, und welche Prinzipien der Natur die Kommunikation und Zusammenarbeit von Millionen solcher neuronaler Schaltkreise ermöglichen. Um die Analyse der Funktion von biologisch realistischen neuronalen Netzwerken zu ermöglichen, wurde am IGI eigens der Netzwerksimulator PCSIM entwickelt. Dieses öffentlich erhältliche Softwarepaket ermöglicht das Simulieren und Lernen von neuronalen Netzwerken, die aus mehreren Millionen Neuronen und mehreren Milliarden Synapsen bestehen. Die dafür benötigte Rechenleistung wird am IGI von einem Computer-Cluster bereitgestellt, auf dessen Knoten die Simulation großer Netzwerke verteilt werden kann. Biologisch inspirierte Forschung wird am IGI im Rahmen mehrerer internationaler Projekte durchgeführt.



Neuroinformatik  
Robotik  
Maschinelles Lernen

## Forschungsschwerpunkte und -projekte

Das Ziel des EU-Projektes FACETS (Fast Analog Computing with Emergent Transient States) ist, die theoretischen und experimentellen Grundlagen für neuartige Rechenarchitekturen und Paradigmen zu liefern, die auf neuesten experimentellen Ergebnissen über biologische Nervensysteme beruhen. Methodisch basiert das Projekt auf der Interaktion von biologischen Experimenten, Computermodellierung und Hardware-Entwicklung (VLSI-Design). In diesem Projekt ist das IGI in der Modellierung neuronaler Systeme und der Entwicklung von Rechenkonzepten aus den experimentellen Daten involviert.

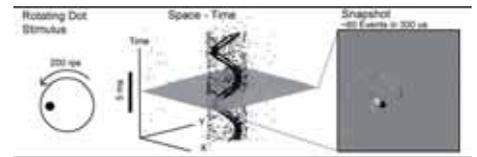
Einen weiteren Schwerpunkt der Forschung am IGI bildet die Analyse der Grundprinzipien der asynchronen impuls-gesteuerten Verarbeitung von sensorischer Information, wie sie in der Natur in biologischen Nervensystemen beobachtet wird. Die Grundlage dafür bildet ein vor kurzem an der ETH Zürich entwickelter VLSI (Very-large-scale integration) Hardware Sensor, welcher die Informationsverarbeitung in visuellen und auditorischen Systemen von lebenden Organismen nachbildet. Das Ziel der Forschung am IGI ist die Entschlüsselung der algorithmischen und organisatorischen Eigenschaften dieser Systeme und die Entwicklung von künstlichen kognitiven Architekturen, welche die Vorteile biologischer Systeme, wie z.B. deren niedrigen Energieverbrauch, besitzen.

Die einzigartigen Leistungen des menschlichen Gehirns in Sprachverarbeitung und Sprachverständnis basieren auf einer Vielfalt an Lern-, Adaptations-, Optimierungs- und Selbstorganisationsprozessen. Daraus resultiert dessen Robustheit, Effizienz und Vielseitigkeit. Das EU-Projekt ORGANIC verwendet Prinzipien neuronaler Informationsverarbeitung und Selbstorganisation in der Großhirnrinde zum Design neuartiger kognitiver Architekturen zur Sprachverarbeitung. Das IGI erforscht innerhalb dieses Projektes grundlegende neuronale Mechanismen der Informationsverarbeitung und -speicherung sowie des Lernens. Im Rahmen des EU-Projekts SECO arbeitet das IGI mit Partnern in der Schweiz, Frankreich und Deutschland an der Entwicklung von Methoden für selbst-erzeugende und selbst-reparierende Systeme. Dabei wird versucht Entwicklungsvorgänge in der Natur zu verstehen und nachzubilden, bei denen aus einzelnen Zellen komplexe Hirnstrukturen oder ganze Lebewesen auf äußerst robuste Weise entstehen. Ein Ziel dieses Projekts ist es, die gewonnenen Erkenntnisse über die Prinzipien der biologischen Selbstorganisation auch für das Design von Software oder Robotern anzuwenden.

Die Steuerung von Robotern, insbesondere humanoider Roboter, durch lernende Systeme bildet einen weiteren Forschungsschwerpunkt am IGI. Hier werden biologische Prinzipien zur Steuerung von Gliedmaßen, wie z.B. das Zusammensetzen komplexer Bewegungen aus mehreren „primitiven“ Bewegungen, mit Lernalgorithmen kombiniert, um Aufgaben in der Simulation oder am echten Roboter effizient und in robuster Weise zu erlernen.

[www.igi.tugraz.at/pcsim](http://www.igi.tugraz.at/pcsim)  
[www.facets-project.org](http://www.facets-project.org)

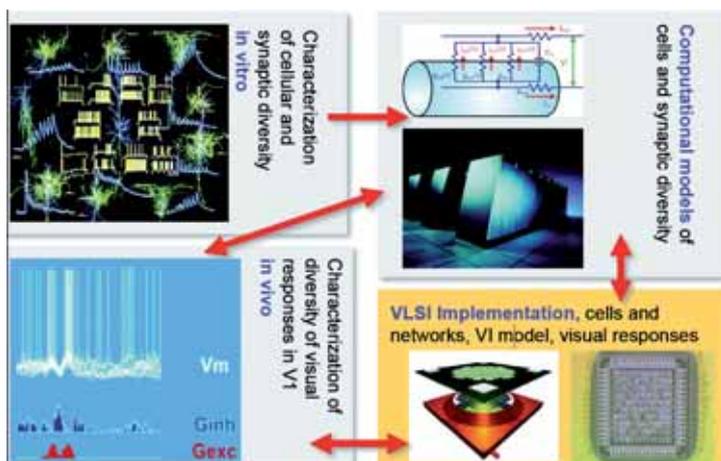
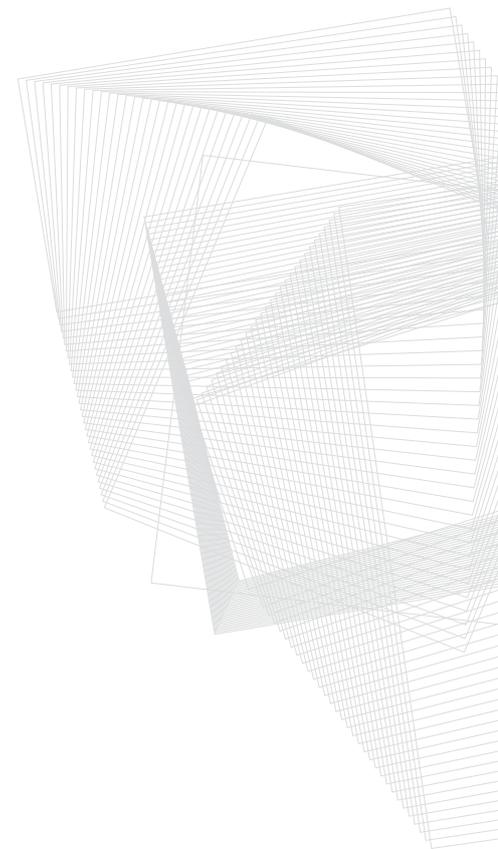
[www.reservoir-computing.org](http://www.reservoir-computing.org)  
[www.seco-project.eu](http://www.seco-project.eu)



Präzise räumliche und zeitliche Information über einen visuellen Stimulus, welche in den asynchronen Impulsen einer künstlicher Retina enthalten ist.



Simulation eines humanoiden HOAP-2 Roboters beim Ausführen einer Kick-Bewegung.



Das FACETS-Projekt: In Interaktion zwischen neuro-biologischen Experimenten, Simulation, Theorie und VLSI-Design sollen neue Rechen-paradigmen entworfen werden.

# Montanuniversität Leoben



Die Montanuniversität Leoben positioniert sich konsequent als Forschungsstätte mit höchsten Ansprüchen, die ihre Schwerpunkte entlang der Wertschöpfungskette sieht: von den Rohstoffen zu den Grundstoffen, über die Werkstoffe bis zum fertigen Bauteil und am Ende des Lebenszyklus zu Recycling und Entsorgung. Unter Einbeziehung aller in Leoben vertretenen Fachrichtungen entwickelt die Montanuniversität Wissenschaft und Technik. So entstehen laufend innovative Prozesse und Verfahren, wobei Nachhaltigkeit dabei ein zentrales Prinzip darstellt. Dadurch werden aus Rohstoffen hochwertige Energieträger, Struktur- und Funktionselemente. Schwerpunktsetzungen in Mineral Resources, High Performance Materials und Sustainable Production and Technology, ebenso wie Wechselbeziehungen zwischen den Forschungsschwerpunkten werden als Teil der weiteren Entwicklung aufgezeigt. In diesen Schwerpunkten ist die Montanuniversität Leoben auch einzigartig mit Partnern aus Wissenschaft, Industrie und Wirtschaft vernetzt.

## Montanuniversität Leoben

Franz-Josef-Straße 18  
8700 Leoben  
www.unileoben.ac.at



Departments und Institute	Abteilung, in der Bionikaktivitäten stattfinden	Schwerpunkte Bionikaktivitäten
Department Allgemeine, Analytische und Physikalische Chemie		
Institut für Chemie der Kunststoffe		
Institut für Elektrotechnik		
Department Angewandte Geowissenschaften und Geophysik		
Institut für Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen		
Institut für Kunststoffverarbeitung		
Department Materialphysik	Lehrstuhl für Materialphysik Erich Schmid Institut	Mikro- und Nanostruktur, Bruchresistente Werkstoffe, Aufbau von Knochen, Abrasion von Zähnen, Zellulose-Nanokompositwerkstoffe
Department Mathematik und Informationstechnologie		
Institut für Mechanik		
Department Metallkunde und Werkstoffprüfung		
Department Metallurgie		
Department Mineral Resources and Petroleum Engineering		
Institut für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik		
Institut für Physik	Institut für Physik	Biologische Materialien, Biotemplating, Röntgenstreuung, Hierarchische Struktur, Begrenzte Geometrie
Department Product Engineering		
Institut für Struktur- und Funktionskeramik		
Institut für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes		
Institut für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe		
Department Wirtschafts- und Betriebswissenschaften		

# Montanuniversität Leoben

## Institut für Physik



### Forschungsaktivitäten des Instituts für Physik

Die Forschungsaktivitäten des Instituts für Physik liegen im Bereich der Physik von Nanosystemen und umfassen schwerpunktmäßig Halbleiterphysik, Oberflächenphysik, Photonik sowie Materialphysik/Biophysik. Der letztgenannte Schwerpunkt beinhaltet neben grundlegenden Fragen zum Verhalten von Flüssigkeiten und Festkörpern in begrenzter Geometrie unter anderem auch Projekte aus dem Bereich biologischer und biomimetischer Materialien. Diesen Bereich hat Oskar Paris Anfang des Jahres 2009 vom Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam mitgebracht, wo er in den vergangenen 5 Jahren in der Abteilung Biomaterialien zu diesen Themen geforscht hat.

### Montanuniversität Leoben Institut für Physik

Franz-Josef-Straße 18  
8700 Leoben  
[www.unileoben.ac.at/physik](http://www.unileoben.ac.at/physik)  
[www.unileoben.ac.at/physics](http://www.unileoben.ac.at/physics)



#### Univ.-Prof. Dr. Oskar PARIS

Institutsvorstand  
Materialphysiker  
T +43 (0)3842 402 4600  
F +43 (0)3842 402 4602  
[oskar.paris@unileoben.ac.at](mailto:oskar.paris@unileoben.ac.at)

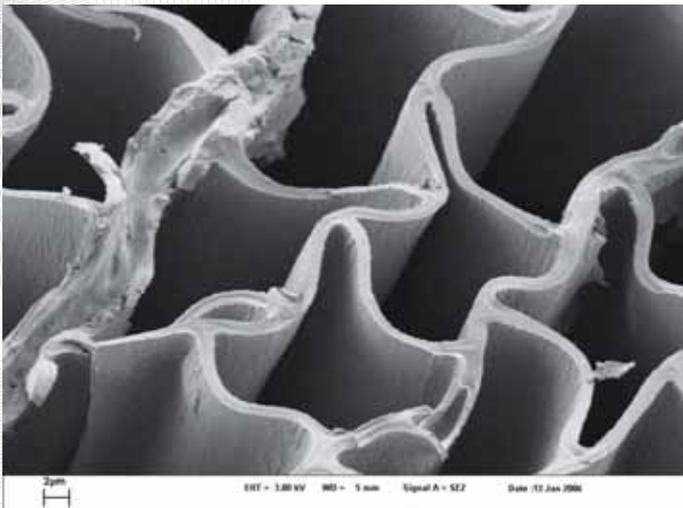
Biologische Materialien  
Biotemplating  
Röntgenstreuung  
Hierarchische Struktur  
Begrenzte Geometrie



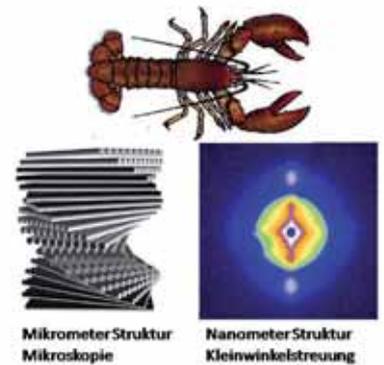
Das Hauptaugenmerk der aktuellen bionischen Forschung konzentriert sich auf Struktur-Funktionsbeziehungen in hierarchisch strukturierten biologischen Materialien und Systemen. So wird z.B. versucht, dem Geheimnis der Stabilisierung von amorphem Kalziumkarbonat in Hummerschalen auf die Spur zu kommen, das Prinzip der Selbstschärfung von aus Kalzit bestehenden Seeigelzähnen aufzuklären, oder die Funktion von Siliziumdioxid (Glas) in einigen Pflanzen besser zu verstehen. Auch gibt es Ansätze, die hierarchische Struktur von Pflanzenzellwänden durch sogenannte Nanotemplatierung in technische Keramiken mit verbesserten Eigenschaften überzuführen.

Die eingesetzten experimentellen Methoden basieren hauptsächlich auf orts aufgelöster und zeitaufgelöster Röntgenstreuung, die fast ausschließlich an europäischen Großforschungsanlagen, sogenannten Synchrotronstrahlungsquellen in Berlin, Triest, Hamburg und Grenoble eingesetzt und zum Teil auch selbst entwickelt werden. Insbesondere die Kombination von Streutechniken (z.B. Kleinwinkelstreuung) mit Rastertechniken unter Ausnutzung von mikrofokussierter Röntgenstrahlung erlaubt Strukturuntersuchungen über alle hierarchischen Längenskalen. Auch Neutronenstreuung an den Forschungsreaktoren in Berlin, Grenoble und München kommen zum Einsatz.

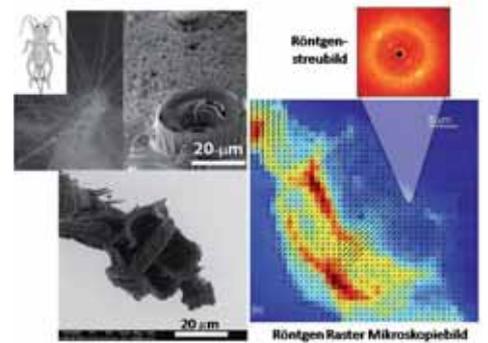
Die derzeitigen Aktivitäten sind ausschließlich Grundlagenforschung, die in enger Zusammenarbeit mit Chemikern, Materialwissenschaftlern und Biologen durchgeführt wird. Eine sehr intensive Kooperation besteht mit dem Max Planck Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam, wo auch eine von Oskar Paris in den vergangenen Jahren speziell für dieses Forschungsgebiet aufgebaute Synchrotron Messstation für Experimente zur Verfügung steht. Weitere enge Kooperationen bestehen mit der Universität Erlangen-Nürnberg in Deutschland und dem Weizmann Institut in Rehovot, Israel.



Die hierarchische Struktur von Pflanzen kann durch „Nanogießen“ in technische Keramiken übergeführt werden. Das Bild zeigt eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer (Ce/Zr)O<sub>2</sub>-Keramik mit der hierarchischen Struktur des Ausgangsmaterials Holz.



Die Hummerschale besteht aus hierarchisch organisierten mineralverstärkten Chitin/Protein Fibrillen. Die Nanostruktur des Chitin-Protein-Mineral Nanoverbundes kann mit Röntgenkleinwinkelstreuung charakterisiert werden.



Bewegungssensoren in Insektenpanzern sind hierarchisch aufgebaute Faser-Nanoverbundmaterialien. Mithilfe von Rasterbeugungsmethoden kann die Nanostruktur mit Mikrometer Auflösung abgebildet werden. Das Bild rechts zeigt die lokale Orientierung der Chitin Nanofasern im Sensorsystem.

# Universität für industrielle und künstlerische Gestaltung Linz

**kunstuniversität linz**  
 Universität für künstlerische und industrielle Gestaltung  
 www.ufg.ac.at

*Auf der Basis exzellenter Fachausbildungen in den einzelnen Studiengängen widmet die Kunstuniversität Linz vor allem den Schnittstellen zwischen den Bereichen Architektur, Design, Stadt- und Raumplanung, Ökologie und Medien besondere Aufmerksamkeit. Hier werden mit Hilfe von konkreten künstlerisch-wissenschaftlichen Projekten und Forschungen interdisziplinäre Querschnittskompetenzen in den entsprechenden Fächern vermittelt, welche die Studierenden zu größerer Übersicht und Flexibilität befähigen. Im Industrial Design jedoch wird jenseits sprachlicher Allgemeinplätze und modischer Worthülsen der Verortung gearbeitet. Also keine Möbel oder Einrichtungsgegenstände oder Dinge, die man zum Leben nicht wirklich braucht, aber häufig als „Design“ gelten. Hier liegt nicht die Schaffung frei-künstlerischer Unikate oder manufaktuelles Kunsthandwerk im Zentrum der Lehre, sondern der virtuelle Produktneuentstehungsprozeß für seriell automatisiert herstellbare, langlebige Komponenten der Investitionsgüterindustrie. Die Ausbildung zum Diplom Ingenieur für Industriedesign erfolgt in Forschungsprojekten, aus denen konkrete Anwendungen für die Drittmittelgeber resultieren. Diese Innovationen für die beauftragenden Unternehmen werden inspiriert von Vorbildern aus der belebten Natur.*

## Universität für industrielle und künstlerische Gestaltung Linz

Hauptplatz 8  
 4010 Linz  
 www.ufg.ac.at



Institute	Abteilung, in der Bionikaktivitäten stattfinden	Schwerpunkte Bionikaktivitäten
Bildende Kunst und Kulturwissenschaften		
Kunst und Gestaltung		
Medien		
Raum und Design	Industrial Design / scionic®	Zweckform Biologie-Technik

# Universität für industrielle und künstlerische Gestaltung Linz

## Abteilung Industrial Design / scionic®



### Profil

Im Gegensatz zu einer rein ästhetischen, subjektiv geprägten Gestaltung steht bei scionic® I.D.E.A.L. die rationale Ausformulierung der Zweckform im Einklang mit Material-, Fertigungs- und Umwelttechnologien im Zentrum des Neuheitenentstehungsprozesses. Dies ist das Gegenteil von Behübschung oder reiner Stilistik. Daher wird auch nicht ein vorgegebenes technisches Package verkleidet um Marketing oder Werbung bessere Verkaufs- oder Promotion-Argumente zu liefern, sondern von Grund auf analytisch Lösungsvarianten erarbeitet.

### Prozedere

Inspiziert durch Vorbilder aus der Natur wird durch induktives Schließen ein größerer strategischer Lösungsraum erschlossen, als das den klassischen Ingenieurwissenschaften aufgrund deren Fragmentierung des Spezialwissens generell möglich wäre. Die somit größere Bandbreite abgeleiteter Szenarien findet in Hinblick auf passende Zweckformen Eingang in den sogenannten morphologischen Kasten. Dort wird basierend auf die jeweilige Zielbestimmung eine Kombination geeigneter Eigenschaften multifunktional und interdisziplinär vorgenommen. Hierbei leisten einzelne Universitäten in den Fachbereichen Biomechatronik, Evolutionsbiologie, Molekularbiologie, Automatisierungstechnologie und Systemanalyse zu scionic I.D.E.A.L. einen wertvollen, unverzichtbaren Beitrag als ebenbürtige und gleichberechtigte Partner im Innovationsprozess.  
(Neologismus „scionic“ SCI=science, ONIC=bionic, Akronym „I.D.E.A.L.“ Industrial Design Education Austria Linz)

### Forschungsgebiete

Leichtbau, mobile Strukturintelligenz, Aktoren, hier erläutert am Beispiel anthropofunktionaler, exoskeletaler Handlingsmodule für Pick & Place Anwendungen in der Automatisierungsindustrie.



#### Univ. Prof. Dipl.-Ing. Axel Thallemer

Leiter der Studienrichtung Industrial Design / scionic®  
Wissenschaftsphilosoph  
T +43 (0)732 7898 251  
M +43 (0)676 84 7898 251  
F +43 (0)732 77 15 70  
axel.thallemer@ufg.ac.at  
www.arena.de  
gestalt\_ung@yahoo.de



#### Univ. Prof. Dipl.-Ing. Martin Danzer

Leitung CAID (Computer Aided Industrial Design)  
Elektrotechnik & Informationsverarbeitung  
T +43 (0)732 7898 249  
M +43 (0)676-84 7898 249  
F +43 (0)732 77 15 70  
martin.danzer@ufg.ac.at  
www.aviscon.de  
martin.danzer@aviscon.de

### Studienrichtung Industrial Design / scionic®

Hauptplatz 8  
4010 Linz

[www.ufg.ac.at/Masterstudium.1558.0.html](http://www.ufg.ac.at/Masterstudium.1558.0.html)



## Airarm

Biologisch inspiriert durch die Ergebnisse der Analysen von Hummer- und Heuschreckenbeinen sowie menschlicher Zeigebewegungen ist ein zweiteiliger Arm mit außen liegendem Skelett entstanden, dessen Bewegungsablauf menschenähnlich ist. Von pneumatischen Muskeln angetrieben kann „Airarm“ Wassertropfen fangen.

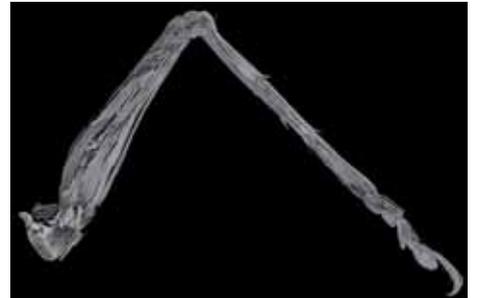
Bei einer wissenschaftlichen Analyse der Funktion „Arm“ wurde eine Vielzahl technischer Umsetzungsmöglichkeiten erarbeitet. Der technische Zweck eines „Arms“ wird hierbei darin gesehen, von einem Punkt im Raum ausgehend, möglichst viele davon entfernte Punkte in einem Halbkugel-Arbeitsbereich zu erreichen.

Als Randbedingungen für mögliche Lösungsansätze wurden dabei unter dem Leitmotiv „Intelligente Mechanik“ die Kategorien

- > Leichtbau
  - > Flexibilität
  - > Nachgiebigkeit
  - > Reduzierte Komplexität
  - > Robustheit
  - > Anpassungsfähige Steuerung
- herangezogen.

Für die Ausbildung der Gelenke ließ man sich durch Vorbilder aus der belebten Natur inspirieren. Über die körpernen Gelenke des Heuschreckenbeines (insbesondere das Coxa-Trochanter-Gelenk) erschloss sich der Weg zum Hummerbein mit seinen winklig versetzten Bewegungsachsen. Als generelles technisch umzusetzendes Prinzip wurde ein zweiteiliges Klappsystem mit gegeneinander arbeitenden Muskeln als Antriebspaare ausgewählt.

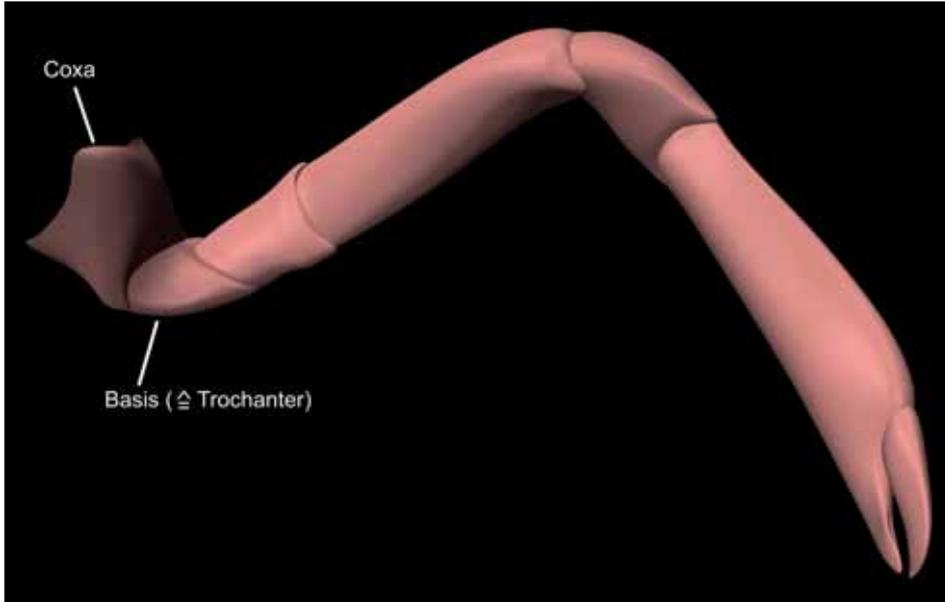
Dem natürlichen Vorbild folgend wurde dabei versucht, die Konstruktion in der einfachstmöglichen Weise zu gestalten sowie Prinzipien und Strukturen wieder zu verwenden, was als Selbstähnlichkeit bezeichnet wird.



Längsschnitt durch das Heuschreckenbein mit innen liegender Beuger- und Streckmuskulatur

Zweckform  
 Industrierobotik  
 Anthropofunktionalität  
 Gelenk zwischen Biomechatronik  
 und Systemanalyse  
 Einfachheit und Leichtigkeit  
 sowie künstliche Muskeln





Computerbild Hummerbein mit winklig versetzten Gelenkachsen

Die Triangulierung der Armmodule wurde wie beim Aufbau des Außenskeletts eines Heuschreckenbeins entwickelt, um Leichtigkeit und Robustheit in Einklang zu bringen. Durch die kreuzweise versetzten Gelenkachsen beim Hummerbein in Kombination mit angepassten Segmentlängen wurde ein relatives Optimum zwischen Einfachheit und Flexibilität bei Reichbewegungen im halbkugeligen Arbeitsraum erzielt. Durch die pneumatischen Muskeln als Antriebe wird für das Halten einer bestimmten Position ein hohes Maß an Nachgiebigkeit bei gleichzeitiger minimaler Energie erreicht.

Für alle zur technischen Umsetzung erforderlichen Funktionsteile wurden zunächst zweidimensionale Designskizzen angefertigt. Die dreidimensionale Ausgestaltung erfolgte durch Computer Aided Industrial Design CAID mit Prüfung der Entwürfe in Konstruktionsprogrammen. Die erzeugten Datensätze dienten als Basis für die Herstellung der Funktionsteile durch 3D-Laserbearbeitung oder Mehrachs-CNC-Fräsen. Bei der Konstruktion war darauf Rücksicht zu nehmen, dass eine sinnhafte Fertigung der jeweiligen Bauteile auf der Basis von metallischen Normhalbzeugen sichergestellt werden konnte. Aus Gewichtsgründen wurde daher Rohrmaterial beidseitig auf die minimal notwendige Wandstärke abgedreht, die Schnittkonturen wurden dreidimensional mit Hilfe eines Lasers eingebracht. Aussteifende Bauteile wurden durch Laserschweißen mit der Grundkonstruktion verbunden. Wegen des Einsatzes mit dem Medium Wasser wurde ein nicht rostender Stahl gewählt. Anhand aufwändiger Festigkeitsuntersuchungen konnte eine optimierte Bauteilausformung bei geprüfter Bauteilbelastung und ausreichend Sicherheitstoleranz erreicht werden.

Um einen optimalen Antrieb im Armsystem zu erreichen, wurden die Standard pneumatischen Muskeln der Firma Festo in folgenden Punkten modifiziert:

Die Gabelköpfe wurden mit verkürzter Einbaulänge konstruiert, ebenso die gegenüberliegenden Lagerungen als integrierte Pressanbindungen, welche die Druckluftversorgung, das Selbstzentrieren und die notwendige Drehbewegung sicherstellen.

Die Dynamik des Armsystems sowie die Bewegungsbahnen im Arbeitsraum wurden bereits vor Produktion der Funktionsteile durch dynamische Bewegungssimulationen und Computeranimationen visualisiert, so dass frühzeitig die Bewegungscharakteristik analysiert und kritische Systemzustände erkannt werden konnten.



Zweckform des Armmoduls mit Drehgelenk hier ohne Muskeln

Objekte der ursprünglichen biologischen Anregung für Airarm waren das Heuschrecken- und das Hummerbein, also Beine mit innen liegenden Muskeln und Exoskelett, wie sie für Gliederfüßler charakteristisch sind. Da Airarm aber die Struktur eines Gliederfüßler-Beines mit dem Arbeitsraum des menschlichen Armes kombinieren sollte, mussten zunächst die Drehachsen und die Beweglichkeit in den Beingelenken ermittelt werden. Es zeigte sich, dass beim Gliederfüßler-Bein anders als beim Wirbeltierbein die Drehachsen aufeinander folgender Achsen im rechten Winkel zueinander stehen. Der zentrale Drehtrieb beim Gliederfüßler-Bein wird durch die Summierung von Gelenkbewegungen in den vier rumpfnahen Gelenken erzielt. Insgesamt ist hier eine Gesamtdrehung von mindestens  $220^\circ$  möglich. Dagegen wird der große Arbeitsraum des menschlichen Armes durch die hohe Beweglichkeit im Schultergelenk und durch die kraftgeführte Beweglichkeit des Schulterblattes erreicht.

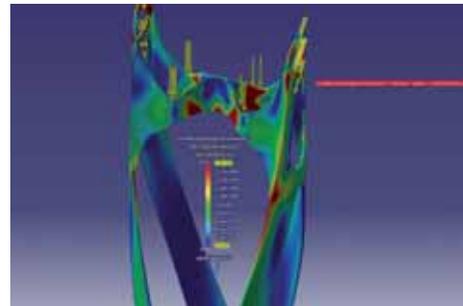
Ausgewählte Gelenkwinkel beim Hummer betragen zum Beispiel für Rumpf zu Coxa bei Gelenkachse zur Mitte-/zur Seite hin ca.  $45^\circ$ , bei Coxa zu Trochanter bauch-/rückenwärts ca.  $85^\circ$  Beweglichkeit. Das Verhältnis ausgewählter Beinsegmente des Hummers an der Gesamtlänge des Beines beträgt zu Coxa wie auch Trochanter jeweils 1.

Die Verhältnisse beim Reichen und Greifen eines Säugetieres wurden mit Hilfe eines hochauflösenden Röntgenfilms mit bis zu 1000 Bildern pro Sekunde in zwei Ebenen bei der Ratte untersucht. Dabei zeigte sich die Bedeutung des Schulterblattes für die Ausführung dieser Bewegung. Da sich beim Menschen solche Aufnahmen verbieten, wurde der Anteil des Schulterblattes beim menschlichen Reichen über Messmethoden auf der Armoberfläche ermittelt (Motion Capture). Deren Ergebnisse stehen weitgehend im Einklang mit jenen der Röntgenanalysen bei Ratten.

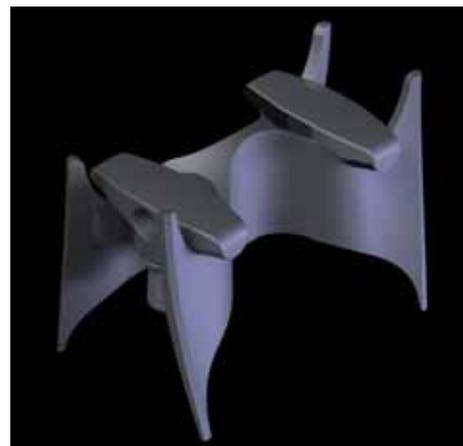
Bei der Auslegung von Airarm wurde keine anthropomorphe, am Menschen orientierte Lösung verfolgt, sondern das Prinzip „Drehung findet körpernah statt“ auf die Verwendung von Linearantrieben übertragen (Anthropofunktionalität). Sich von der Natur inspirieren zu lassen bedeutet ja gerade nicht das direkte Kopieren der menschlichen Armbewegungen (als „Biomimikry“ bezeichnet), sondern das technische Umsetzen der menschlichen Bewegungen mit in diesem Falle einem Hebelsystem anderer Längen, Verhältnisse und Antriebsart. Das Aufsuchen von Punkten im Halbkugelraum wurde beim menschlichen Vorbild als „Zeigen“ des menschlichen Zeigefingers auf Punkte einer Kugelfläche untersucht. Mit einer infrarotgestützten Bewegungsuntersuchung wurde die Bewegung des Armes erfasst. Bei der Auswertung der Bewegungsbahnen ließen sich Muster der Gelenkbewegungen beobachten, welche in (scheinbar) einfache Regeln überführt werden konnten. Die in der Evolution des Menschen entstandenen strukturellen Lösungen müssen nicht kopiert werden, wesentlich ist es, technisch die erforderlichen Weg- und Kraftgrößen verfügbar zu machen. Die Nachahmung des menschlichen Schultergelenkes ist nicht erforderlich.

Bei den Zeigebewegungen werden die Koordinaten der reflektierenden Markierungspunkte auf der Hautoberfläche des Probanden und der Ziele durch eine Infrarot-Kamera mit bis zu 1.000 Bildern pro Sekunde verfolgt. Aus diesen Koordinaten-Zeit-Verläufen lassen sich Beschreibungen der Bewegungen berechnen.

Die als Antrieb verwendeten pneumatischen Muskeln zeichnen sich durch ein sehr günstiges Verhältnis zwischen hohen erzeugbaren mechanischen Kräften und ihrem geringen Eigengewicht aus. Der Airarm spielt seinen Vorteil also insbesondere bei schnellen dyna-



Spannungsverteilung an Lagerbrücke für die Antriebsmuskeln



Lagerbrücke mit Muskelköpfen für antagonistischen Antrieb



mischen Bewegungen aus. Allerdings weisen die pneumatischen Muskeln eine hohe Elastizität und nichtlineare Beziehungen zwischen Hub, pneumatischem Druck und der erzeugten Kraft auf. Wie beim biologischen Vorbild muss auch das technische System lernen, damit umzugehen – das ist die Aufgabe der anpassungsfähigen Steuerung des Airarm!

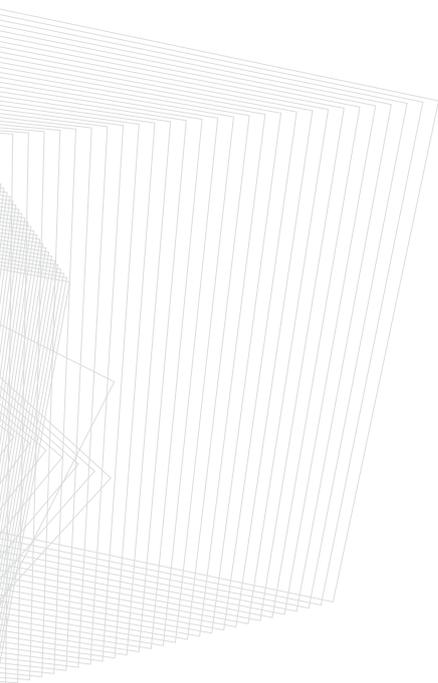
Die Steuerung des Airarm besitzt drei ineinander verschachtelte Rückkopplungen:

Die Soll-Bahnkurve der Bewegung des Arms wird in den Soll-Druckverlauf für alle pneumatischen Muskeln umgerechnet. Das dazu erforderliche Wissen stellt zunächst ein mathematisches Modell des Airarm zur Verfügung. Am Ende einer Bewegung wird bewertet, ob der Arm die Bewegung tatsächlich in gewünschter Weise ausgeführt hat. Dazu werden die Gelenkwinkel fortwährend gemessen. Bei Abweichungen wird eine Anpassung der Druck-Bahnkurven durchgeführt. Dadurch „lernt“ der Airarm seine Bewegungen ständig anzupassen und auf veränderte Umgebungsbedingungen zu reagieren.

Die zweite Schleife überwacht die Muskellängen. Anders als in üblichen Positionsregelungen dient sie nur zur Korrektur der Druckverläufe. Dadurch können Schwingungsneigungen bei dynamischen Bewegungen vermieden werden.

Der Druckregler sorgt für stabile Druckverhältnisse in den pneumatischen Muskeln. Dazu vergleicht er jeweils den am Ventilausgang gemessenen Ist-Druck mit dem berechneten Soll-Druck und steuert die Ventile geeignet an.

Die gesamte Steuerung wird modellbasiert entworfen: Dazu entsteht zuerst das mathematische Modell des Airarm im Rechner, an dem dann die Steuerung entworfen und optimiert werden kann. Die gesamte Steuerung wird danach mittels automatischer Code-Erzeugung in ein Programm umgewandelt und auf einen Industrie-PC übertragen, der den Airarm in Echtzeit steuert.



Zwei-segmentiger Arm mit Drehmodul über Muskelpaare auf Zug

# Johannes Kepler Universität Linz



JOHANNES KEPLER  
UNIVERSITÄT LINZ | JKU

*Als größte wissenschaftliche Institution des Bundeslandes Oberösterreich ist die JKU ein Impulszentrum für Wissenschaft und Gesellschaft und genießt internationales Renommee. Die Kernkompetenzen liegen in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, den Rechtswissenschaften sowie den Technik- und Naturwissenschaften.*

## Johannes Kepler Universität Linz

Altenberger Straße 69

4040 Linz

[www.jku.at](http://www.jku.at)

## Portrait

*Die Johannes Kepler Universität (JKU) in Linz zählt zu den jüngeren Universitäten in Österreich. 1966 nahm sie als „Hochschule für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften“ mit einer Sozial-, Wirtschafts- und Rechtswissenschaftlichen Fakultät den Betrieb in Lehre und Forschung mit ca. 600 Studierenden auf. 1969 konstituierte sich die Technisch-Naturwissenschaftliche Fakultät und 1975 folgte die Konstituierung der rechtswissenschaftlichen Fächer als eigene Rechtswissenschaftliche Fakultät. Zugleich erfolgte die Umbenennung der Hochschule in Johannes Kepler Universität in Erinnerung an den weltberühmten Mathematiker und Astronomen Johannes Kepler.*

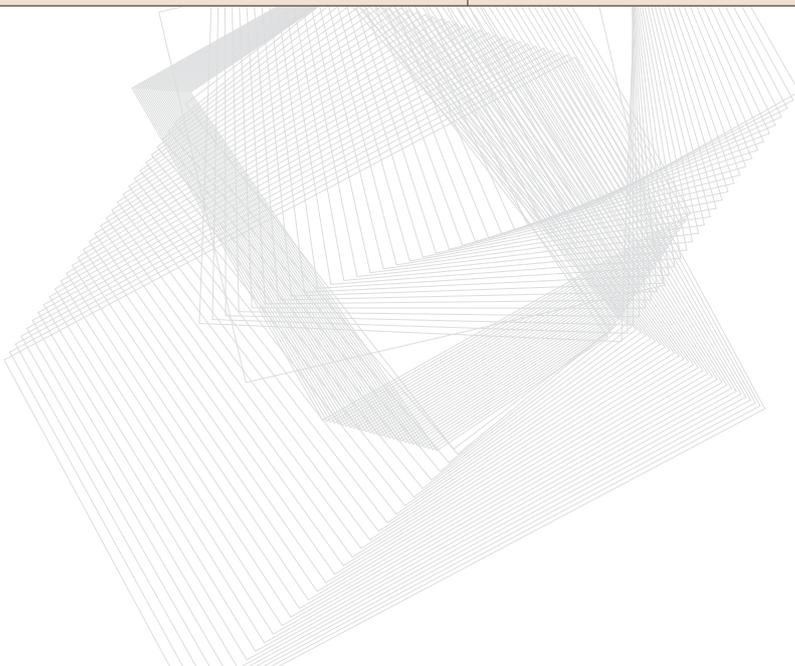
*Neu war für Österreich das Konzept einer „Campus-Universität“ am nordöstlichen Stadtrand der Landeshauptstadt Linz. Der Campus beherbergt ca. 14.000 Studierende und mehr als 2000 MitarbeiterInnen. Insgesamt werden derzeit 50 Bachelor-, Master- und Doktoratsstudien an der JKU angeboten.*

*Die JKU stellte von Anbeginn an eine Universität neuen Typus dar, in der eine enge interdisziplinäre Verknüpfung wirtschafts-, sozial-, rechts-, naturwissenschaftlicher und technischer Fächer sowie eine klare Orientierung auf aktuelle Anforderungen von Wirtschaft und Gesellschaft geplant war. Heute ist die JKU nicht nur in der Grundlagenforschung, sondern auch in der anwendungsorientierten Forschung die größte Forschungsstätte des Bundeslandes.*

*Neben den "klassischen" Universitätsinstituten haben sich auch immer mehr sogenannte Drittmittelinstitute aber auch Kompetenzzentren, Firmen und andere assoziierte Institutionen, die zeigen, welche Bedeutung die JKU in Oberösterreichs Wirtschaftsleben hat, entwickelt. Stellvertretend stehen hier etwa das „Research Institute für Symbolic Computation (RISC)“ und das „Software Competence Center Hagenberg“, das Institut für Anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW) und der Spezialforschungsbereich „Numerical and Symbolic Scientific Computing“. In den Kompetenzzentren, dazu zählen neben dem SCCH Hagenberg noch das ACCM (Austrian Center of Competence in Mechatronics) und das Kompetenzzentrum Holz, arbeiten Universitätsinstitute mit Unternehmen der Großindustrie ebenso wie mit herausragenden kleineren und mittleren Unternehmen zusammen.*



Fakultäten	Abteilung, in der Bionikaktivitäten stattfinden	Schwerpunkte Bionikaktivitäten
Fakultät Sozial- und Wirtschaftswissenschaften	Institut für Wirtschaftsinformatik - Software Engineering	Digitale Pheromone Selbstorganisierende Systeme Verkehrsflussverbesserung
Fakultät Rechtswissenschaften		
Fakultät Technik und Naturwissenschaften	Institut für Anorganische Chemie – Center of Nanobionics and Photochemical Sciences (CNPS)	Anorganische Chemie, Bioanorganische Chemie Photochemie und molekulare Photomedizin Biomimetische Material- und Katalysatorentwicklung Nachhaltige Prozesse, erneuerbare Energiesysteme Artifizielle Photosynthese, Solare Chemie
	Institut für Chemie der Polymere Kunststoffe	Polymerchemie, neue Monomere, Funktionale Polymere Biomimetische und Bionische Polymermaterialien und Composite Polymere aus nachwachsenden und biotechnologisch gewonnenen Rohstoffen Bionische Polymercharakterisierung
	Institut für Physikalische Chemie – LIOS	Organische Solarzellen
	Institut für Polymerwissenschaften	Biokomposite Struktur- und Funktionszusammenhänge Hierarchische Struktur Mikrostrukturelle Charakterisierung (Rasterkraftmikroskopie) Lokale chemische Charakterisierung (Spektroskopie)



# JKU Linz

## Institut für Wirtschaftsinformatik – Software Engineering



*Das Institut für Wirtschaftsinformatik – Software Engineering an der Johannes Kepler Universität Linz fühlt sich in Forschung und Lehre sowohl der Wirtschaftsinformatik als auch dem Software Engineering verpflichtet. Beide Bereiche werden als interdisziplinäre Fachbereiche gesehen, in denen technische, betriebswirtschaftliche, naturwissenschaftliche und sozialwissenschaftliche Inhalte integriert werden müssen. Bei beiden Disziplinen handelt es sich um Schlüsseldisziplinen für das 21. Jahrhundert. Im Mittelpunkt der Forschung stehen Mensch-Aufgaben-Technik-Systeme.*

*Das Institut beschäftigt derzeit 20 Mitarbeiter (davon 3 nicht wissenschaftliche Mitarbeiter). 7 Mitarbeiter werden ausschließlich aus Drittmittel, weitere 7 Mitarbeiter vorwiegend aus Drittmitteln finanziert. Das durchschnittliche Drittmittelvolumen der letzten drei Jahre beträgt ca. eine Million Euro. Damit gehört dieses Institut zu den wichtigsten Drittmittelinwerbern der Johannes Kepler Universität.*

**Johannes Kepler Universität Linz,  
Fakultät für Sozial- und  
Wirtschaftswissenschaften  
Institut für Wirtschaftsinformatik –  
Software Engineering**

Altenbergerstraße 69  
4040 Linz  
www.se.jku.at



**o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Gustav Pomberger**

Institutsvorstand  
Elektrotechniker, Informatiker  
T +43 (0)70 2468 9432  
M +43 (0)664 42 30 137  
F +43 (0)70 2468 9430  
gustav.pomberger@jku.at

### Digitale Pheromone – Selbstorganisation im Straßenverkehr

Digitale Pheromone – Selbstorganisation im Straßenverkehr ist ein Kooperationsprojekt des Instituts für Wirtschaftsinformatik – Software Engineering der Johannes Kepler Universität Linz, Siemens Corporate Technology München und des Ars Electronica Futurelab in Linz.

Während die Bevölkerungsentwicklung in Europa rückläufig ist, steigt das Verkehrsaufkommen stetig. Der Wunsch nach individueller Mobilität ließ den PKW-Bestand in den vergangenen fünf Jahren allein in Deutschland um 3 Millionen Fahrzeuge ansteigen. Bis zum Jahr 2015, so schätzt man, wird es in Deutschland 50 Millionen PKW geben (Quelle: Deutsches Statistisches Bundesamt). Die Konsequenzen sind überlastete Straßen und Staus. Laut einer von BMW durchgeführten Studie steht bereits jetzt jeder einzelne Verkehrsteilnehmer durchschnittlich ca. eineinhalb Arbeitswochen im Jahr in Staus. Neben dem persönlichen Ärger für die Verkehrsteilnehmer entstehen überdies enorme Umweltschäden und volkswirtschaftliche Verluste in Milliardenhöhe. Der ADAC gibt einen durch Staus in Deutschland verursachten erhöhten Treibstoffverbrauch von 11 Milliarden Liter Benzin und Diesel an. Der volkswirtschaftliche Schaden beläuft sich auf 250 Millionen Euro pro Tag und beinahe 100 Milliarden Euro pro Jahr.

Um diesem Negativtrend entgegenzuwirken, reicht es nicht bloß aus, das bestehende Straßennetz auszubauen. Vielmehr konzentrieren sich die Maßnahmen zur Verkehrsflussverbesserung auf die Erweiterung von Informations-, Navigations- und Steuerungs-

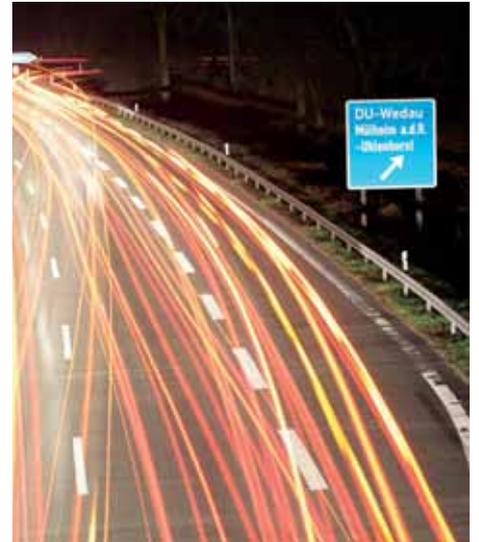


systemen: Heute verfügbare Systeme erfassen den aktuellen Verkehrszustand automatisch mit Hilfe von Induktionsschleifen und Kamerasystemen und übermitteln die gemessenen Daten über Bakensysteme an eine Verkehrsleitzentrale, wo sie ausgewertet und zur Steuerung des Verkehrs (beispielsweise mittels dynamischer Überkopfverkehrszeichen) verwendet werden. Die Verkehrsinformationen können mittels TMC (Traffic Message Channel) über lokale Radiosender aber auch direkt ins Fahrzeug übertragen werden und dem Fahrer als zusätzliche Informationsquelle über das aktuelle Verkehrsgeschehen dienen.

Allerdings ist aus heutiger Sicht mit diesen Ansätzen noch kein Durchbruch in der Verkehrsflussverbesserung erkennbar. Stauinformationen kommen entweder zu spät, oder das Verkehrsgeschehen wird (aufgrund zu hoher Kosten für die nötige Infrastruktur) nur auf ausgewählten Streckenabschnitten erfasst. Daher befassen sich neuere Studien mit alternativen Konzepten zur Verkehrsflussverbesserung. Sie setzen in erster Linie auf eine Verbesserung und Beschleunigung der Verkehrsdatenerfassung und verwenden die im Verkehr befindlichen Fahrzeuge selbst als Informationslieferanten. Floating Car Data (FCD) nennt sich dieses Konzept und wird bereits in größeren Städten wie Berlin und Wien in Taxis und anderen öffentlichen Verkehrsmitteln eingesetzt, um Verkehrsinformationen automatisch direkt aus dem Fahrzeug per Drahtloskommunikation in die jeweilige Verkehrsleitzentrale zu übertragen. BMW weitet dieses System noch aus und überträgt zusätzliche, für den Verkehr relevante Daten (z.B. die aktuelle Temperatur, das Eingreifen von ESP bei Glatteis, usw.) an die Zentrale (Extended Floating Car Data, XFCD).

Während man sich durch diese neuen Konzepte Verbesserungen in der Verkehrsdatenerfassung erhofft, mangelt es derzeit noch an der Rückführung der gewonnenen Daten an die Verkehrsteilnehmer: In den Verkehrsleitzentralen wird versucht, den Verkehr aufgrund der vorliegenden Daten bestmöglich zu lenken, indem man Grünphasen bei Ampeln schaltet, Geschwindigkeitsregelungen mit Wechselverkehrszeichen diktiert oder den Verkehr generell umleitet. Das Problem bei zentral gesteuerten Verkehrsleitsystemen liegt darin, dass die Komplexität der für eine bestmögliche Lenkung des Verkehrs notwendigen Berechnungen überproportional mit der Größe des überwachten Gebiets steigt. Zentral gesteuerte Systeme sind daher nur innerhalb eines lokal begrenzten Raums einsetzbar. Zwar ist es heute durchaus üblich, den Verkehr einer gesamten Großstadt mit zentralistischen Verfahren zu steuern, jedoch manifestiert sich in den täglichen Staus, dass es bisher noch nicht gelungen ist, das Problem zu lösen.

Welche Alternativen bleiben also noch, um das tägliche Verkehrschaos auf unseren Straßen in den Griff zu bekommen? Wie so oft liefert die Natur dazu die passende Antwort: Selbstorganisation heißt das Zauberwort und zeigt ihre Wirkungsweise eindrucksvoll im Zusammenspiel von Millionen von Ameisen bei der Futtersuche: Ohne durch eine zentrale Instanz gesteuert zu werden, finden die Ameisen „wie von selbst“ den richtigen Weg zur Futterquelle. Sie kommunizieren dabei über Duftstoffe (Pheromone), die sie auf dem Weg absondern, um indirekt ihren Artgenossen den besten Weg zur Futterquelle mitzuteilen.



Digitale Pheromone  
Selbstorganisierende Systeme  
Verkehrsflussverbesserung

Diese Art der indirekten Kommunikation durch Annotation der Umgebung nennt man Stigmergie. Sie bildet die Grundlage dafür, das Vorbild der Selbstorganisation aus der Natur auch auf den Straßenverkehr anzuwenden: Jedes Fahrzeug hinterlässt eine virtuelle Duftspur (digitale Pheromone) auf den befahrenen Straßenabschnitten und signalisiert auf diese Weise den anderen Verkehrsteilnehmern den aktuellen Verkehrszustand. Die Fahrer reagieren nun individuell auf die vorliegenden Informationen und wählen selbst den für sie vermeintlich besten Weg, indem sie Staus nach Möglichkeit umgehen. Es gibt keine Vorschriften mehr, die durch eine Verkehrsleitzentrale vorgegeben werden. Auf diese Weise soll sich der Verkehrsfluss selbst regeln. Die technischen Möglichkeiten zur Umsetzung dieser Idee sind heute bereits verfügbar und finden in FCD bzw. XCD erste Realisierungsformen für das virtuelle Markieren eines befahrenen Straßenabschnittes durch die im Verkehr befindlichen Fahrzeuge selbst. Allerdings werden die Verkehrsdaten nicht an eine Verkehrsleitzentrale übermittelt, sondern an ein beliebig erweiterbares Clustersystem von Verkehrsrechnern, die in Summe die software-technische Repräsentation des Verkehrsnetzes eines gesamten Bundesgebiets und darüber hinaus bilden (Pheromonlandschaft). Im Gegensatz zur Verkehrsleitzentrale muss ein derartiges Clustersystem keine Berechnungen zur Steuerung des Verkehrs durchführen, sondern hat lediglich die Aufgabe, die übermittelten Daten zu speichern, zu kumulieren und für die anderen Verkehrsteilnehmer zur Verfügung zu stellen. Das erfasste Verkehrsnetz endet also nicht wie bisher am Stadtrand, sondern kann beliebig groß werden.



Jeder Verkehrsteilnehmer soll nun uneingeschränkt in der Pheromonlandschaft lesen können, um die verfügbaren Informationen zur individuellen Routenplanung einsetzen zu können. Auch dafür gibt es erste Ansätze zur technischen Realisierung: Die Erweiterung von TMC TPEG (als einheitlicher, verbesserter Standard zur Übertragung von Verkehrsinformationen) könnte zur Rückführung der gewonnenen Verkehrsdaten an die Verkehrsteilnehmer dienen. Aktuell werden TPEG Daten nur über lokale Radiosender verbreitet. Die Radiosender selbst erhalten die Verkehrsinformationen ebenfalls nur von den lokal angebundenen Verkehrsleitzentralen. Um eine flächendeckende Übertragung der Pheromonlandschaft zu gewährleisten, müssen die Clusterrechner TPEG Daten mittels Broadcast an die in ihrem Einflussbereich fahrenden Fahrzeuge verteilen.

Da die technischen Möglichkeiten zur Realisierung eines dezentral organisierten Verkehrssystems vorhanden sind (Ermittlung, Übertragung und Speicherung ortsbezogener Verkehrsdaten und Rückführung der kumulierten Werte in die Fahrzeuge), bleibt zu klären, ob sich das Vorbild der Selbstorganisation aus der Natur im Straßenverkehr tatsächlich bewährt. Aus diesem Grund entwickelt die Johannes Kepler Universität Linz gemeinsam mit Siemens Corporate Technology München und dem Ars Electronica Futurelab Linz ein derartiges System zur Selbstorganisation im Straßenverkehr durch digitale Pheromone. In einer eigens entwickelten Simulationsumgebung werden verschiedene Stau verursachende Verkehrssituationen in realen Verkehrsnetzen nachgestellt und die Verkehrsentwicklung mit und ohne Einsatz digitaler Pheromone untersucht.

Die Simulationen sollen auch Auskunft darüber geben, wie viele Fahrzeuge mit diesem System ausgestattet sein müssen, damit ein selbst-organisierender Effekt erkennbar ist. Erste Ergebnisse sind bereits viel versprechend: Der Einsatz digitaler Pheromone kann die Staubildung deutlich verringern, weil die Verkehrsteilnehmer eigeninitiativ auf Alternativrouten ausweichen und so der Verkehrsfluss auf das gesamte Straßennetz



gleichmäßig verteilt wird. Die Ergebnisse belegen, dass sich ein Ausweichen auch auf kleinere Nebenstraßen oder ein kalkulierter Umweg durchaus bezahlt machen kann. Die zurückgelegte Strecke ist zwar für die einzelnen Verkehrsteilnehmer länger, jedoch benötigen die Fahrzeuge (im Vergleich zu Simulationsläufen ohne digitale Pheromone) trotz Umweg weniger Zeit und Kraftstoff, um an ihr Ziel zu kommen.

Ob die Ergebnisse in der Realität ähnlich sein werden, wie in der Simulation berechnet, muss sich in Zukunft erst zeigen. Nicht selten spielt der unberechenbare Faktor Mensch eine bedeutende Rolle in einem selbstorganisierenden System: Die Entscheidung, eine geplante Route zu verlassen oder nicht, liegt letztendlich beim Fahrer. Er muss nicht stur vorgeschlagenen Empfehlungen folgen, sondern entscheidet vielfach eigenmächtig. Allerdings trägt, wie Studien bereits zeigen, gerade diese individuelle Freiheit jedes einzelnen Verkehrsteilnehmers zum Funktionieren eines selbstorganisierenden Systems bei: In der Natur verhalten sich einige Ameisen auch nicht streng nach dem vorgegebenen Muster, sondern weichen manchmal vom gekennzeichneten Weg ab, um auf diese Weise neue Futterquellen zu erschließen und so langfristig das Überleben des gesamten Kollektivs zu sichern.

Die Vorteile von dezentral organisierten Systemen finden bereits jetzt in geringem Ausmaß Anwendung im Straßenverkehr: Ampelanlagen werden beispielsweise nicht mehr zentral gesteuert, sondern sie regeln den Verkehr eigenständig, indem sie das aktuelle Verkehrsaufkommen im Kreuzungsbereich über Kamerasysteme erfassen und die Ampelphasen situationsabhängig schalten. Wie in diesem aktuellen Beispiel können durch den Einsatz moderner Technologie künftig behäbige, zentralistisch gesteuerte Verkehrsleitsysteme durch flexiblere, dezentral organisierte Systeme, wie wir sie in der Natur beobachten können, abgelöst werden. Eine viel versprechende Alternative zu herkömmlichen Verkehrsleitsystemen ist im Entstehen.

## Publikationen

- > W. Narzt, U. Wilflingseder, G. Pomberger, D. Kolb, H. Hörtner: "Self-Organizing Traffic Control For Congestion Avoidance And Traffic Flow Improvement", Proceedings of the 15<sup>th</sup> World Congress on Intelligent Transport Systems (ITS), November 2008 New York, USA
- > W. Narzt, G. Pomberger, D. Kolb, J. Wieghardt, H. Hörtner, R. Haring, U. Wilflingseder, O. Seimel: "Self-Organization in Traffic Networks by Digital Pheromones", Proceedings of the 10<sup>th</sup> International IEEE Conference on Intelligent Transport Systems 2007, Seattle, Washington, USA. pp. 490-495, ISBN: 1-4244-1396-6/07

## Projektteam

Horst Hörtner, Ars Electronica Futurelab Linz  
 Dieter Kolb, Jan Wieghardt, Siemens AG München, Corporate Technology  
 Wolfgang Narzt, Gustav Pomberger, Oliver Seimel, Ursula Wilflingseder,  
 Institut für Wirtschaftsinformatik – Software Engineering,  
 Johannes Kepler Universität Linz

# JKU Linz

## Institut für Anorganische Chemie

Center for *Nanobionics* and  
*Photochemical Sciences*  
CNPS

### *Bionik auf molekularer Ebene*

Am Institut für Anorganische Chemie der JKU Linz werden neuartige Materialien und Wirkstoffe mit lichtabhängigen und photochemisch kontrollierbaren Eigenschaften entwickelt. Dabei folgen wir sehr häufig dem Design-Prinzip der „Verfahrensbionik“: Durch genaue Analyse der Strategien, mit denen in der Natur Vorgänge und Stoffumsätze gesteuert werden, versuchen wir, Anregungen für das Gestalten von optimierten technischen Problemlösungen zu erhalten, mit denen sich beispielsweise Abfälle vermeiden und alternative Energien nutzen lassen. Die Nachahmung der Grundprinzipien der Photosynthese und der Biokatalyse zählen dabei zu den wichtigsten Zielen dieser modernen Teildisziplin der Bionik.



Entwicklung neuer lumineszierender Materialien und lichtabhängiger Prozesse.



Biomimetische Aktivierung und kontrollierte Freisetzung kleiner Moleküle (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> ...).

Johannes Kepler Universität Linz,  
Fakultät Technik und Natur-  
wissenschaften  
Institut für Anorganische Chemie -  
Center for Nanobionics and  
Photochemical Sciences (CNPS)

Altenbergerstr. 69  
4040 Linz  
www.anorganik.jku.at



**Univ.-Prof. Dr. Günther Knör**  
Institutsvorstand  
Chemiker  
T +43 (0)732 2468 8801  
F +43 (0)732 2468 9681  
guenther.knoer@jku.at

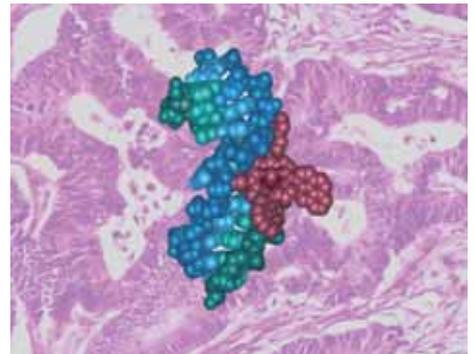
Anorganische Chemie, Bioanorganische Chemie  
Photochemie und molekulare Photomedizin  
Biomimetische Material- und Katalysatorentwicklung  
Nachhaltige Prozesse, erneuerbare Energiesysteme  
Artifizielle Photosynthese, Solare Chemie

## Aktuelle Forschungsprojekte

- "Bio-inspired multielectron transfer photosensitizers"  
(FWF-Projekt: Artificielle Photosynthese und solare Chemie)
- "Selective photocatalytic hydroxylation of inert hydrocarbons such as methane using air as the oxidant"  
(European Union ERA-Chemistry-Projekt: Biomimetische Katalysatorentwicklung)
- "Smart self-repairing photocatalyst systems for the direct oxidation of benzene to phenol"  
(FFG-Bridge-Projekt: Nachhaltige und umweltfreundliche chemische Verfahren)
- "Sensory photoreceptors in natural and artificial systems"  
(DFG-Graduiertenkolleg-Teilprojekt: Wirkstoffentwicklung für die molekulare Photomedizin)
- "Functional nanoscale additives for coating powder polymer materials"  
(bmvit, FFG, Austrian Nanoinitiative Verbundprojekt NSI-NanoPow: Neuartige UV-Schutz Nanopartikel auf der Basis von modifizierten Biomineralien)
- "Photo- and electrocatalytic cofactor recycling for the reduction of CO<sub>2</sub> with immobilized metalloenzymes"  
(Solar Fuel Projekt: Aktivierung und Fixierung von CO<sub>2</sub> mit erneuerbaren Energien)



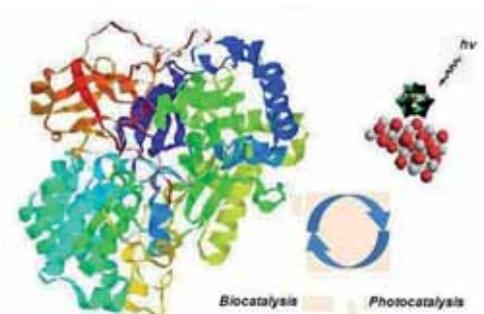
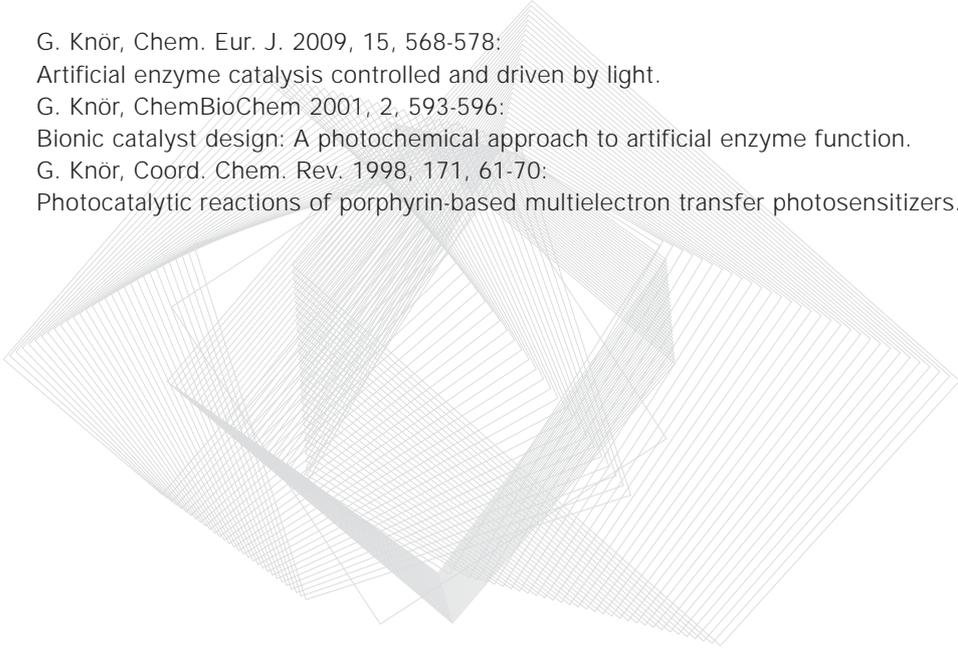
Umwandlung und chemische Speicherung von Sonnenenergie durch Photokatalyse und künstliche Photosynthese.



Entwicklung von Signalmolekülen, Regulationsmechanismen und therapeutisch wirksamen Substanzen nach dem Vorbild der Natur.

## Publikationen mit Bezug zur Bionik auf molekularer Ebene

- G. Knör, Chem. Eur. J. 2009, 15, 568-578:  
Artificial enzyme catalysis controlled and driven by light.
- G. Knör, ChemBioChem 2001, 2, 593-596:  
Bionic catalyst design: A photochemical approach to artificial enzyme function.
- G. Knör, Coord. Chem. Rev. 1998, 171, 61-70:  
Photocatalytic reactions of porphyrin-based multielectron transfer photosensitizers.



Umweltfreundliche und nachhaltige chemische Verfahren mit Enzym-Modellverbindungen und bio-inspirierten Katalysatoren.

# JKU Linz

## Institut für Polymerwissenschaften



Das Institut für Polymerwissenschaften beschäftigt sich mit der Charakterisierung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen in biologischen Materialien auf der Mikro- bzw. Nanostrukturebene. Ein Schwerpunkt ist es, die außergewöhnlichen mechanischen Eigenschaften dieser hierarchisch strukturierten Materialien, die sich ständig wechselnden äußeren Bedingungen anpassen, mit der lokalen chemischen Zusammensetzung der Materialien zu korrelieren. Das Exoskelett der Crustaceen, die sogenannte Kutikula und Pflanzen und deren Zellwände sind Beispiele an denen physikalische und chemisch-physikalische Aspekte von biologischen Kompositmaterialien untersucht werden. Die Charakterisierung der hierarchischen Struktur biologischer Materialien auf mikroskopischer und nanoskopischer Ebene erfordert den Einsatz von neuen Techniken, wie z.B. Rasterkraftmikroskopie.

Diese Methode wird nicht nur eingesetzt, um die Morphologie vom Mikrometerbereich bis hinab zur molekularen Skala dreidimensional abzubilden, sondern auch um die lokalen mechanischen Eigenschaften der komplexen mesoskaligen Materialien zu untersuchen. Konfokale Raman-Mikroskopie erlaubt die in-situ Abbildung der Verteilung und Orientierung von organischen und anorganischen Komponenten in natürlichen und bioinspirierten Nanokompositen mit hoher räumlicher Auflösung und kann so erheblich zum Verständnis der Struktur und Funktionsbeziehungen beitragen. Die Kombination beider Methoden ermöglicht es, die chemische Zusammensetzung mit dem strukturellen Aufbau der Probe und ihren mechanischen Eigenschaften zu korrelieren. Aus den Erkenntnissen über den Zusammenhang zwischen chemischem Aufbau, Struktur und den Materialeigenschaften sollen neue biomimetische Konzeptionen erarbeitet und für die Entwicklung neuer Materialien eingesetzt werden.



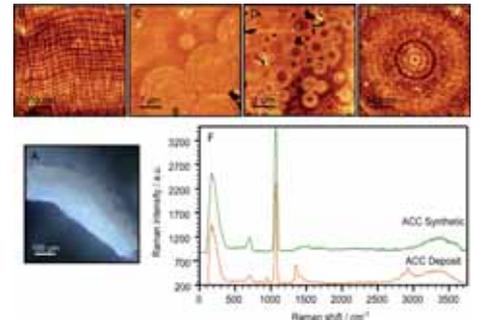
**Univ.-Prof. Dr. Sabine Hild**  
 Institutsleiterin  
 Diplomchemikerin  
 T +43 (0)732 2468 8713  
 M +43 (0)664 602468 713  
 F +43 (0)732 2468 9683  
 sabine.hild@jku.at



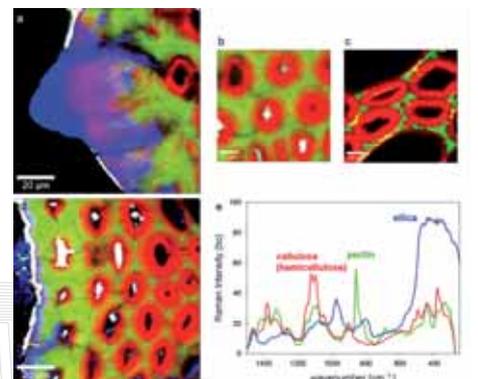
**Dr. Notburga Gierlinger**  
 Universitätsassistentin  
 Biologin  
 T +43 (0)732 2468 8718  
 F +43 (0)732 2468 9683  
 notburga.gierlinger@jku.at

### Johannes Kepler Universität Linz, Fakultät Technik und Naturwissenschaften Institut für Polymerwissenschaften

Altenbergerstr. 69  
 4040 Linz  
 www.polymerscience.jku.at



Die Kalkspeichern der Landassel *Porcelio scaber* zeigen im Lichtmikroskop (A) zwei unterschiedliche Bereiche: Einen glänzenden, der aus Schichten besteht (B) und einen milchigen, der aus unterschiedlich grossen Kugeln (C, D) besteht. Diese Kugeln haben einen zwiebelchaligen Aufbau (E) mit einer granularen Unterstruktur. Die 25 nm Granula bestehen aus amorphem Calciumcarbonat (ACC), das durch eine organische Matrix stabilisiert wird.



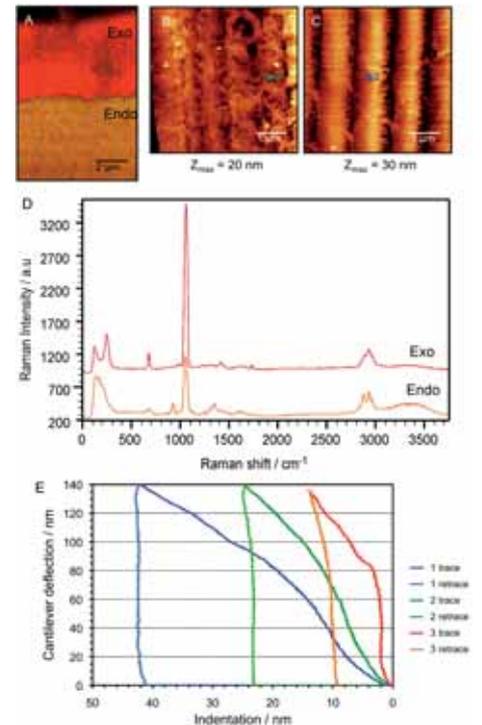
Raman-Images (A-D) von Schachtelhalme (*Equisetum hyemale*), bekannt für Leichtbauweise und hohen Siliciumgehalt zeigen die Verteilung von Silicium (blau), Pektin (grün) und Cellulose (rot) in unterschiedlichen Regionen basierend auf den Raman-Spektren der gemappten Substanzen (E).

## Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die mechanische Eigenschaften mineralisiertem Geweben

Die Kutikula, die Aussenhaut von verschiedenen Organismen wie z.B. Insekten, ist eines von unzähligen Beispielen für natürliche Nanokomposite, bei denen organische und anorganische Komponenten unter Nutzung ihrer jeweils vorteilhaften Eigenschaften zusammengefügt werden. Sie bildet Skelettelemente, deren physikalische Eigenschaften ihrer Funktion angepasst sind. Die organische Matrix weist eine sogenannte "Twisted Plywood Struktur", die durch Stapel planar angeordneter und komplex strukturierter Chitin-Proteinfasern gebildet wird, auf. Ein großer Teil des organischen Materials in der Kutikula ist durch anorganische Nanopartikel verstärkt. Während Mineralteilchen für die erforderliche Steifigkeit sorgen, gewährleisten organische Bestandteile eine ausreichende Zähigkeit und kontrollieren gleichzeitig das Wachstum der Mineralkristalle. Diese Materialkombination macht die Kutikula zu einem hierarchisch organisierten Kompositmaterial mit hoher funktioneller Anpassungsfähigkeit. Die vielfältigen, physikalischen Eigenschaften der Kutikula müssen durch strukturelle und chemische Veränderungen auf einer oder mehreren hierarchischen Ebenen verursacht sein. Ein Ziel der Untersuchungen, die in einem Forscherverbund im Rahmen des Schwerpunkts 1420 der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG durchgeführt werden, ist es, zu verstehen wie und auf welchen hierarchischen Ebenen strukturelle und chemische Veränderungen zu einer Diversifizierung der physikalischen Eigenschaften biologischer Verbundmaterialien führen können.

## Struktur, Morphologie und mechanische Eigenschaften von Zellulosefasern

Pflanzenzellwände sind Nanokomposite aus Cellulosefibrillen eingebettet in eine Matrix aus Hemicellulosen, Pektin und Lignin. Um unter unterschiedlichen Umweltbedingungen zu überleben und eine Vielzahl an verschiedenen Funktionen (z.B. mechanische Stabilität, Wasserleitung) zu erfüllen, wird die Anordnung der Zellwandpolymere auf verschiedenen hierarchischen Levels optimiert. Daher existiert ein großer Pool an verschiedenen Zellwänden mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften und Funktionen. Das Verständnis der natürlichen Nanokomposite und ihrer Struktur-Funktionsbeziehungen birgt das Potential, Ideen für technische Lösungen zu adaptieren. Außerdem können Pflanzen-Biopolymere zur Herstellung umweltfreundlicher Nanokomposite mit unterschiedlichen Funktionen herangezogen werden.



Raman-Images (A) der Cuticula der Landassel Porcelio scaber zeigen die Verteilung von Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) (orange) and Calcite (red). Im Topographiebild sind die unterschiedlichen Mikrostrukturen innerhalb der Exo- (B) und der Endo (C) Cuticula zu sehen. Aufgrund des höheren Anteils an kristallinem  $\text{CaCO}_3$  in der Region dicht an der äusseren Schale (D, Exo) erscheint diese bei der mechanischen Prüfung härter als die Mineralphase im Inneren, der sogenannten Endocuticula (D, Endo), welche hauptsächlich aus amorphem  $\text{CaCO}_3$  besteht.

## Biokomposite

### Struktur- und Funktionszusammenhänge

### Hierarchische Struktur

### Mikrostrukturelle Charakterisierung

### (Rasterkraftmikroskopie)

### Lokale chemische Charakterisierung

### (Spektroskopie)

# JKU Linz

## Institut für Chemie der Polymere



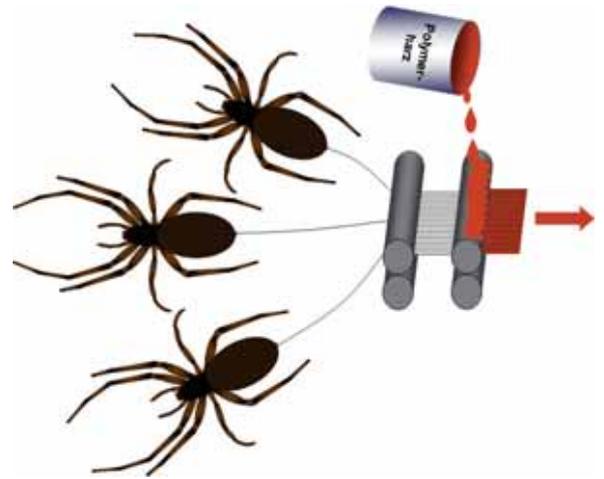
Das Institut für Chemie der Polymere bearbeitet die aktuellen Themen der gegenwärtigen Polymerchemie. Neben der Grundlagenforschung kooperiert das Institut mit internationalen Industriepartnern. Ziel ist die Generierung von Makromolekülen für das 21.ste Jahrhundert.

**Johannes Kepler Universität Linz,  
Fakultät Technik und  
Naturwissenschaften  
Institut für Chemie der Polymere**

Welser Straße 42  
4060 Leonding  
[www.polymer-chemistry.net](http://www.polymer-chemistry.net)



**Univ.-Prof. Dr. Oliver Brüggemann**  
Institutsvorstand  
Chemiker  
T +43 (0)732 6715 4761  
F +43 (0)732 6715 4762  
[oliver.brueggemann@jku.at](mailto:oliver.brueggemann@jku.at)



Faserverbundwerkstoff auf Basis von Spinnenfäden und Polymer-Harz

Polymerchemie, neue Monomere, Kunststoffe  
Entwicklung funktionaler Polymere,  
artificieller Antikörper und Enzyme für die Analytik,  
die Katalyse und Controlled-Release-Anwendungen  
Entwicklung Biomimetischer und Bionischer  
Polymermaterialien und Komposite  
Polymere aus nachwachsenden und  
biotechnologisch gewonnenen Rohstoffen  
Bionische Kunststoff-Oberflächenmodifizierung,  
Polymercharakterisierung

## Forschungsgebiete

### Künstliche Rezeptoren – Entwicklung und Anwendung funktionaler Kunststoffe in den Bereichen

- > Chemische Analytik: Polymere als stationäre Phasen (Chromatographie & Extraktion)
- > Katalyse/Reaktionstechnik: Polymere als Katalysatoren
- > Medizin/Ernährung/Agrarwirtschaft/Waschmittelindustrie:  
Controlled Release von Wirkstoffen auf Basis funktionaler Polymere

### Industrielle Herstellung von Polyolefinen – Optimierung der Polymerisationsverfahren

- > Automatisierung – Up-scaling
- > Additive – Füllstoffe

### Polymermodifizierung

- > Oberflächenmodifizierung / Oberflächenstrukturierung – Funktionsschichten

### Bionik – Biomimetische Materialien

- > Nachahmung biologischer Oberflächen, Biokompatible Werkstoffe
- > Flammwidrige Kunststoffe auf Biomassebasis - Komposite

### Entwicklung und Synthese neuartiger Monomere und Polymere

- > auf Basis Melamin und Phenol
- > auf Basis biotechnologisch gewonnener Monomere und dendritischer Precursoren

### Polymercharakterisierung

- > Untersuchung der Eigenschaften von Oberflächen funktionaler Polymere
- > Katalyse auf spezifischen Polymeroberflächen und in molekularen Abdrücken
- > Adsorptions- und Benetzungsverhalten von Polymeren
- > Abbau- und thermisches Verhalten von Polymeren

### Grundlagenuntersuchungen

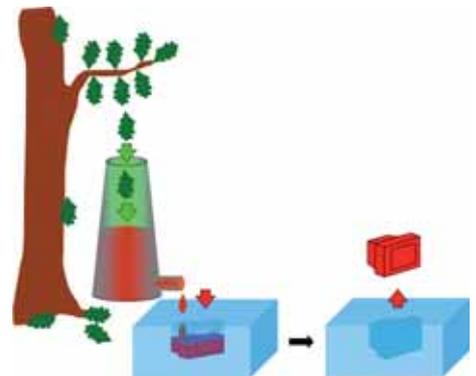
- > Modellierung der Synthese funktionaler Polymere
- > Untersuchung und Steuerung der Kinetik der Polymerisationsreaktionen

## Laufende und geplante Projekte:

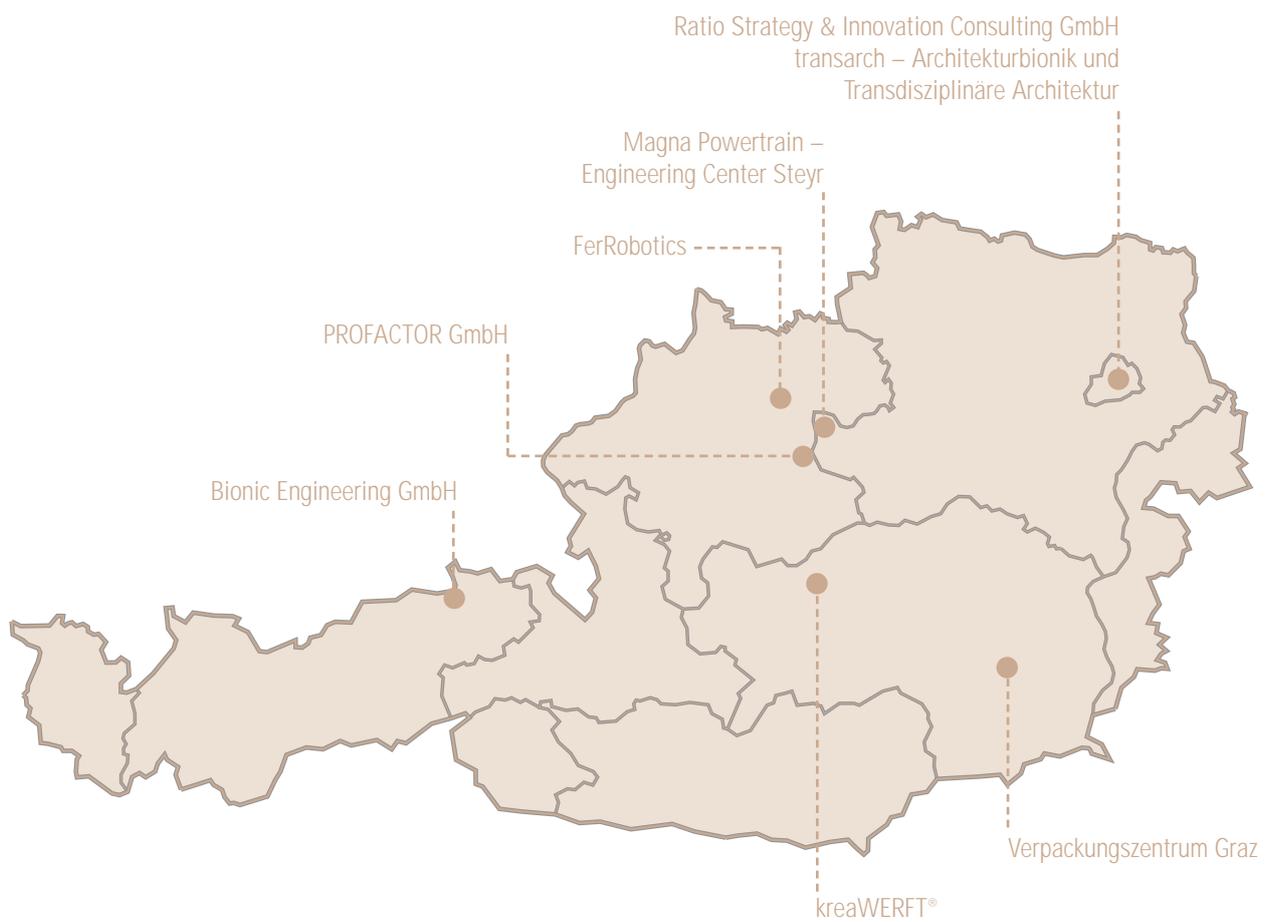
- > Deaeration of talc for low VOC PP compounds
- > Scavengers and Chemical Bonding for Defined Volatile Components in Polyolefins
- > New phenolic, thermoplastic Copolymers
- > Surface functionalisation of polyolefins and other thermoplastics
- > Simulation of polymer melt flow and heat transfer effects in plasticizing machines with respect to mixing and melt quality effects
- > In-situ investigations on plasticating related melt quality and degradation in injection molding, extrusion and compounding
- > Polymer coatings for humidity sensing devices
- > Supported Ionic Liquid Phase (SILP) Technology based on Molecularly Imprinted Polymers
- > Untersuchungen zum thermischen Abbau von PVC während des Schweißprozesses bei der Fensterherstellung
- > Erhöhung der Langzeitbeständigkeit der thermischen Isolierwirkung von Fernwärmerohren
- > Getriggerte Wirkstofffreisetzung aus Polymermatrizes
- > MIP-beschichtete Schwingquarze für die kontrollierte Wirkstofffreisetzung
- > Molekular geprägte Polymere als Informationsträger



Sich häutendes Auto – Nachwachsende Lackoberflächen



Nachwachsende Rohstoffe:  
Verwandlung von Bio-Abfall in neue Kunststoffe



# Unternehmen

Bionic Engineering GmbH

FerRobotics

kreaWERFT®

Magna Powertrain – Engineering Center Steyr

PROFACTOR GmbH

Ratio Strategy & Innovation Consulting GmbH

transarch - Architekturbionik und Transdisziplinäre Architektur

Verpackungszentrum Graz



# Bionic Engineering GmbH



Die Bionic Engineering GmbH stellt Bionikwissen für Unternehmen, Institutionen und Ausbildungseinrichtungen zur Verfügung. Dieses Wissen ist unterteilt in die Themenbereiche Organisation und Technik. Folgende Dienstleistungen werden angeboten:

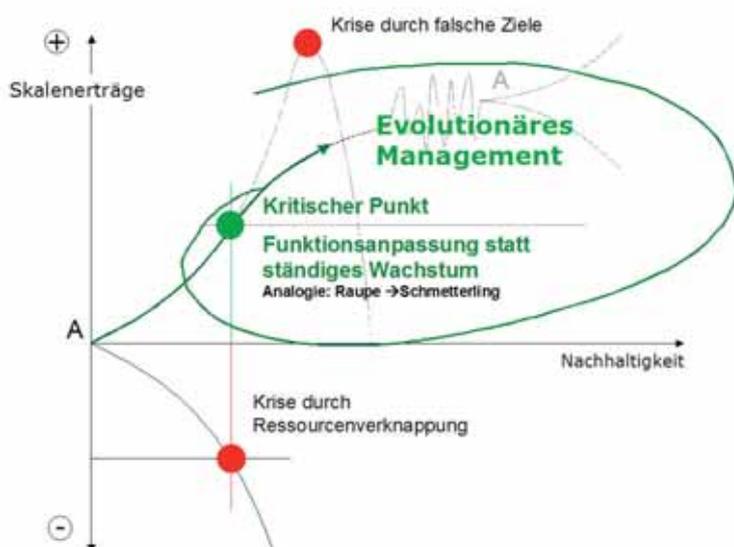
- > BIONIK CHECK – Ganzheitliche Unternehmensanalyse
- > Produktoptimierung und Produktentwicklung – Bionik Datenbank
- > Begleitung von Managementprozessen – Evolutionäres Projektmanagement
- > Naturorientiertes Lernen – Ausbildungskonzepte, Workshops, Seminare, Vorträge
- > Emergenz-Training für Führungskräfte, Ausbildung zum Evolutionsmanager

Als Gründungsmitglied des BIONIK AUSTRIA Netzwerks und Mitglied des BIODON e.V. Berlin besteht Kontakt zu allen Bionik Universitäten und deren Forschungsergebnissen. Kunden: Industrie, Klein- und Mittelbetriebe, Handwerk, Ministerium, NGO's, Schulen und Kommunen.



## Dipl.-Päd. Petra Rahlfs

Beraterin für Führungskräfte  
Pädagogin, Psychologin, Grafikdesignerin  
T +43-(0)5375 20255  
M +43-(0)699 114 100 47  
F +43-(0)5375 20255  
pr@spirit-at-work.com  
www.spirit-at-work.com



Unternehmenssicherung durch qualitatives Wachstum

Beratung  
Ausbildung  
Coaching  
Datenbank  
Optimierung

## BIONIC ENGINEERING GmbH

Kreuzgasse 2  
A-6330 Kufstein  
Dosbachweg 11  
83242 Reit im Winkel  
Deutschland  
www.bionic-engineering.com

Die Bionik steht als Werkzeug für Innovation und Optimierung von Produkten und Technologien zur Verfügung. Bionische Lösungswege orientieren sich an Prozessen in Ökosystemen. Die Herausforderung bei Bionikprojekten liegt im Finden des Best-Practise Analogiemodells aus der Biologie. Ein optimales Ergebnis wird durch die Rekrutierung von Projektmitarbeitern aus verschiedenen Wissensgebieten erreicht.

Bionik in Industrie und Handwerk fördert durch Beiträge zur Kostensenkung und Steigerung der Innovationsgrade die Standortsicherung. Eine steigende Nachfrage zeigt, dass das Interesse am Bionikwissen und deren Einsatzmöglichkeiten zunimmt. Die Bionic Gesellschaft schult Forschungs- und Entwicklungsmitarbeiter, Regionalentwickler ebenso wie Lehrer unterschiedlichster Schultypen mit einer 15-jährigen Beratungserfahrung auf faszinierenden Spezialgebieten der Bionik, wie Unternehmensberater.

Die Wirtschaftsbionik kombiniert Wissen aus der Bionik mit der Kybernetik, konzentriert sich auf Strategie- und Prozessoptimierung. Während der Auftragsabwicklung wird das Wissen der Bionik mit der Biokybernetik vernetzt und kombiniert. Der Fokus kann auf die Organisationsbionik oder auf das evolutionäre Projektmanagement gelegt werden. Aus diesen Beratungsinhalten werden Steuer- und Regelmechanismen in Prozessabläufen erarbeitet und dienen somit der Unternehmenssicherung. Nach dem Vorbild aus der Evolutionsbiologie werden Kosten in Produktion und Logistik analysiert und optimiert, so wie qualitative Wachstumsziele erarbeitet. Künftig benötigen Manager das Wissen aus den Evolutionsgesetzen, um belebte Systeme (Unternehmen) nachhaltig führen und steuern zu können.

Aufgrund der unterschiedlichen Fachbereiche der Bionik und die Kombination von Biologie- und Technikvokabel entstand ein neues Wording, dies fordert neues Spezialwissen. Für individuelle Bionik-Content Managementaufgaben oder Implementierung von Bionik Wissen im Markt oder in Unternehmen, bietet die Bionic Engineering GmbH neben Bionik Beratungskompetenz auch Ausbildungslehrgänge, für „Bionikexperte“ und „Evolutionsmanager“ an.

## Aus- und Weiterbildung in allen Bereichen

Schritte, Bionik in Unternehmen zu integrieren, sind:

- > Vortrag
- > Einführungsmodul und
- > Praxisrelevanter Spezialworkshop
- > Einrichten von Stabstellen oder Task Forces

In verschiedenen Fachhochschulen und allgemein bildenden Schulen wird die Bionik als Lehrfach oder als Fachbereich aufgenommen. Die Ausbildung von Lehrern, Jungforschern und Bildungsverantwortlichen nimmt stetig zu. Das naturorientierte vernetzte Lernen erhält damit einen neuen Stellenwert und muss didaktisch und pädagogisch professionell aufgearbeitet werden.



## Modul Bionik Check

Systematische Analyse der Technik- und Organisationseinheiten. Erstellen eines Optimierungs- und Maßnahmenkataloges für Technik und Management.

## Modul Technik Produktoptimierung und Produktentwicklung mit bionischen Methoden

Unterstützung bei Konstruktions-, Verfahrens- und Entwicklungsaufgaben mit bionischen Ansätzen und Algorithmen. Funktionelle Struktur- und Grenzflächenoptimierungen auf Basis Nanotechnologie und Carbon Nanotubes (CNT's), beispielsweise für: Haptik, Stick Slip, Haftung, Form- und Reibschluss, Leichtbau, Lärm, Reibung / Easy to clean, Gestalt und Form, Festigkeit, Design, etc. Sehr gut kombinierbar mit TRIZ, Kreativitäts- und Innovationtools.

Anwendungsbereiche in Produktentwicklung, Verpackung, Automation, etc. mit Top-down (Auftragsoptimierung) oder Bottom-up (Basis ist ein natürliches Phänomen) Methodik.

## Modul Organisation Evolutionäres Projektmanagement

Die Triangel Wachstum-Anpassung-Replikation ist ein Maßstab für langfristige Unternehmensentwicklung nach dem Vorbild belebter Systeme. Auf die richtigen Zielparame-ter, Handlungsmotive, Kommunikations- und Produktionsstrukturen kommt es an. Um erfolgreiche und nachhaltige ökologische Wirtschaftsstrukturen aufzubauen sind wirksame zeitnahe Feedbackmodelle und „Cradle to Cradle“ Prinzipien für Stoff- und Informationskreisläufe von großer Bedeutung.

> Der Lead-User-Workshop konzentriert sich auf funktionale Kernthemen im Verkauf und der Entwicklung, für neue Produktnutzen und Produktinnovationen.

Evolutionäres Projektmanagement reagiert schnell auf Veränderungen, bezieht laufend Erfahrungen mit ein und nutzt aktiv Freiräume. Dieses Wirkungsgefüge muss funktionell und einfach strukturiert sein, um komplexe Abläufe anpassungsfähig zu halten. In diesem speziellen Workshop arbeiten potentielle Kunden, wie Mitarbeiter und Stammkunden an der Produkt- oder Dienstleistungsentwicklung. Ein Evolutionsmanager begleitet sie dabei.



Bionik Check – Unternehmensanalyse



## Modul Kommunikation

### Emergenz-Training: Die Macht Emergenter Strukturen

Dieser Ansatz wurde aus der psychologischen Organisations-, Arbeits- und Personalberatung entwickelt. Emergente (unsichtbare) Handlungsmuster von Organisationen, Unternehmen und auch von einzelnen Mitarbeitern werden sichtbar, Entscheidungsgrundlagen aufbereitet und Maßnahmen vereinbart.

- > Finden Nicht-offizieller-Netzwerkverbindungen. Innovation oder Desorientierung?
- > Steuerung der Regelkreisläufe. Organisiert oder chaotisch?
- > Mitarbeiter bauen negative emergente Struktur auf. Hin zu oder weg vom Leitbild?
- > Führungskräfte prägen neue Strukturen. Geplante oder ungeplante?
- > Selbstorganisation durch bewusste Führung. Emergenz schaffen!

Kleiner Aufwand und große Wirkung bei Personalentscheidungen, in Veränderungssituationen und überall dort, wo schwierige Entscheidungen zu treffen oder kritische Ziele zu erreichen sind. Erfolgreiche Beratungseinheiten im Vorstands- und Führungskräftebereich stehen als Erfahrungswerte zur Verfügung.

## Modul Individuelle Konzepterstellung

### Bionische Abteilungen

Implementierung der systemischen und technischen Bionik in Unternehmen, als Think-tank für Strategie- und Technikinnovation. Konventionelle Lösungsansätze und Denkweisen werden mit dem Kreativpotential der Bionik aufgewertet.

## Bionik Datenbank

Eine große Wissensdatenbank dient als hochwertiges Nachschlagwerk für eine schnelle semantische Lösungsfindung im Projekt. Umfangreiche bionische Fachartikel und Bionik Fachbibliothek stehen zur Verfügung.

## Management und Logistik by nature

In betrieblichen Workshops, wie im begleitenden Projektmanagement werden sie durch die faszinierende Landschaft der Staaten bildenden Individuen geführt und erarbeiten dabei wichtige, neue Analogiebeispiele im Stoff- und Energiekreis. Cradle to Creadle Prinzipien, für geschlossene Stoffkreisläufe sind mit Bionikwissen leichter realisierbar und ökologische Prozesskriterien mit Anspruch auf ökonomischen Erfolg besser erfüllbar.

## Bionic Consulting Group

Ein internationales Beraterteam zusammengesetzt aus Biologen, Ingenieuren, Designern, Psychologen, Krisen- und Projektmanagern steht je nach Auftragsituation zur Verfügung.

*Vom Glück mit der Natur zu leben.*  
Chao-hsiu-chen



# FerRobotics



*FerRobotics Compliant Robot Technology GmbH entwickelt einzigartige „Roboter mit Gefühl“. Angetrieben von pneumatischen Muskeln bewegen sich diese New Robots mit der Wendigkeit und Flexibilität eines Menschen. Wir verfügen über einzigartiges Know-how in der Pneumatiktechnologie und der Serienfertigung von innovativen Roboterarmen. Die sanften Roboter von FerRobotics „legen Hand an“ bei flexiblen Anwendungen und bei Applikationen mit gefühlvoller Positionstoleranz. FerRobotics wurde als Spin-off der Universität Linz, Bereich Mechatronik, gegründet. In der Zwischenzeit ist das Hightech Unternehmen FerRobotics weltweit führend in der Herstellung von Luftdruck gesteuerten Robotern (ROMO).*

## FerRobotics Compliant Robot Technology GmbH

Hochofenstraße 2 (Voest BG 01)  
4030 Linz  
[www.ferrobotics.at](http://www.ferrobotics.at)



**DI Dr. Paolo Ferrara**  
Geschäftsführung  
Informatiker  
T +43 (0)720 108107 01  
M +43 (0)720 108107 10  
[paolo.ferrara@ferrobotics.at](mailto:paolo.ferrara@ferrobotics.at)



**DI Dr. Ronald Naderer, MBA**  
Geschäftsführung  
Mechatroniker, Manager  
T +43 (0)720 108107 / 01  
M +43 (0)720 108107 10  
[ronald.naderer@ferrobotics.at](mailto:ronald.naderer@ferrobotics.at)

Pneumatische Roboter  
Nachgiebige Robotersysteme  
Berührungssensitive Antriebssysteme  
Roboter mit Gefühl  
Bionische Roboter

## Prinzip der Nachgiebigkeit schafft Vorsprung

Anpassung ist eine *der* Erfolgsstrategien in der Natur. Wie ein Grashalm im Wind sich biegt und wieder aufrichtet, findet sich dieses geniale Prinzip nun auch in der Robotik wieder. Genau diese technologische Schallmauer der Robotik hat das Linzer Hightech Unternehmen FerRobotics Compliant Robot Technology GmbH mit ihrer Weltneuheit der pneumatisch regelbaren Robotertechnologie erstmals durchbrochen. Dank bionischer Lösungsansätze schafft die neue Generation flexibler, intuitiver Roboter einmalige, bisher nie da gewesene Standard-Anwendungen und definiert den Einsatz moderner Roboter völlig neu. Berührungssensitive Roboter reagieren nachgiebig auf Veränderungen im direkten Umfeld und weichen aus anstatt zu kollidieren. Diese Charakteristik bringt weitreichende Symbiosen im gesamten Anwendungs-konzept

## Ruf nach einfachen Geräten

Der aus der Industrie gemeldete Technologiebedarf hat an der Johannes Kepler Universität zur einzigartigen Entwicklung der Luftmuskelregelung und zur Gründung des Spin-offs, der FerRobotics, geführt. Die neue Generation der sanften Roboter ist eine Innovation mit der feinst ausgeklügelten Regelung von Hightech-Komponenten in einem schematisch einfachen Aufbau und einer simplen Handhabungslogik, die für jedermann leicht anwendbar ist. Während seiner Tätigkeit an der Universität Linz griff DI Dr. Paolo Ferrara diese Anforderung der Wirtschaft auf. Seine früheren Erfahrungen im Bereich der Entwicklung von elektronisch gesteuerten Prothesen in einem der führenden Unternehmen der orthopädischen Industrie, umgesetzt im Rahmen seiner Dissertation an der Universität Linz, mündeten in der Entwicklung einer Technologie, die eine neue Generation von Robotern einleitet. DI Dr. Ronald Naderer MBA, Mechatronik-Experte mit internationaler Businessqualifikation brachte sein exzellentes Know-how ein, um der neuartigen Softwarelösung in einer zukunftsweisenden Leichtbaukonstruktion optimale Funktion und ihren revolutionären Charakter zu geben. Die beiden Firmengründer und geschäftsführenden Gesellschafter beschäftigen ein exzellentes Team hochkompetenter Mechatronikexperten und führen nun ihr revolutionäres Produkt am Markt ein.

## Flexibilität sprengt traditionelle Grenzen der Automation

Die traditionelle Robotertechnik erlaubte bisher eine wesentliche Produktivitätssteigerung bei starren, fix vorprogrammierten Manipulationen im großindustriellen Einsatz. Flexible, intuitive Roboter reagieren auf ihr unmittelbares Umfeld und können auch bei kleineren Stückzahlen und wechselnden Abläufen rasch und individuell eingesetzt werden. Somit profitieren nun erstmals auch Nischenproduzenten oder Klein- und Mittelbetriebe von den Vorteilen der Automation.



Pneumatischer Leichtbauroboter ROMO



Anwendungsbeispiel ROMO:  
interaktives, berührungssensitives Handling

## Sanfte Roboter mit Mensch als Vorbild

Das Funktionsprinzip der Luftmuskeltechnologie ist ein komplexes Zusammenspiel von mehreren Muskeln aus Hightech-Materialien, die sich mittels Luftdruck entweder zusammenziehen oder entspannen. Aufbau und Funktionsprinzip des FerRobotics Roboterarmes sind bionisch dem menschlichen Arm nachempfunden. Der FerRobotics-Leichtbauroboter besitzt dadurch 7 Freiheitsgrade und verfügt über Bewegungsmöglichkeiten, die man durchaus mit dem menschlichen Arm vergleichen kann. Seine interaktive und berührungssensitive Charakteristik verleiht ihm das Attribut „empfindsam“. Selbst die Softwareintegration basiert auf dem Domänenprinzip der menschlichen Reizverarbeitung und Bewegungssteuerung.

## Learning by doing

Die integrierte Show-do Programmierung macht Roboter zu intelligenten Kollegen, die bei interaktiver Performance einfach und schnell neue Aufgaben übernehmen können. Gezeigt – gemerkt – gemacht, die einfachste Roboterprogrammierung der Welt. Beim Vorzeigen zeichnet das System die Bewegung unter Bezugnahme auf Referenzpunkte auf, wobei integrierte Aktivitäten individuell mit eingespeichert werden. Die nachfolgende Ausführung erfolgt exakt identisch.

## Humanorientierte Hightech Lösungen

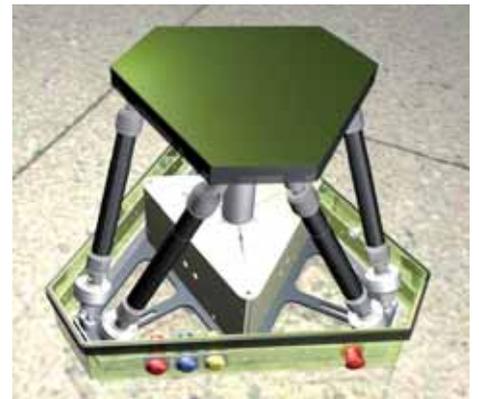
Die Brisanz der aktuellen und zukünftigen gesellschaftspolitischen Herausforderungen zeigt eine deutliche Tendenz zu ausgefeilten Gesamtkonzepten mit humanorientierten Hightech Lösungen (z.B. die Thematik „Wohlbefinden im Alter“). Qualität und Kosteneffizienz im Gesundheitssystem erfordert technologische Lösungen, die sowohl den qualitativen als auch quantitativen Ansprüchen gerecht werden. Sei es in der Homecare Technologie, um Krankenhausaufenthalte zu optimieren, als auch in der Pflegebetreuung, um das Pflegepersonal zugunsten seiner Haupttätigkeit technisch zu entlasten.

## Helfende Roboter

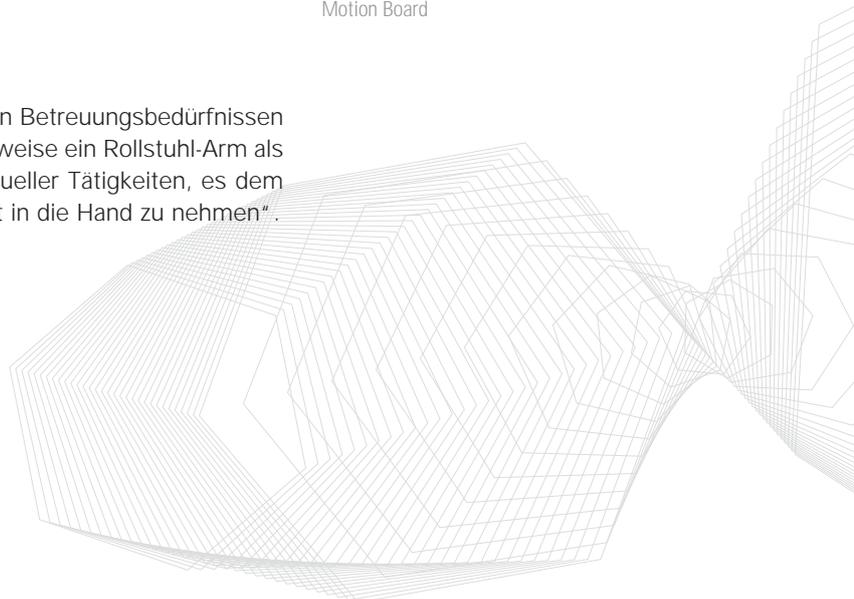
Zudem können „helfende Roboter“ Menschen mit besonderen Betreuungsbedürfnissen wieder ein Stück Privatsphäre zurückgeben. So kann beispielsweise ein Rollstuhl-Arm als Greif- oder Trinkhilfe, bis hin zum Ausführen einfacher individueller Tätigkeiten, es dem Betroffenen erlauben, sein Leben wieder „ein bisschen selbst in die Hand zu nehmen“.



„3D Viber“  
Motion Board



„6D Viber“  
Motion Board



## Virtual Reality

Die virtuelle Erlebniswelt und Simulation sind der Hot-spot innovativer Technologieanwendungen. Diese boomende Branchen „leben“ von „reality and fiction“, wobei die Bionik hier das Bindeglied zwischen naturnahem Erleben und der technischen Umsetzung darstellt.

## Die Tür erst aufgestoßen

Erst die technologisch verfügbare Lösung unserer „sanften“ und „nachgiebigen“ Roboter erlaubt die Induktion neuer Technologieanwendungen im Wechselspiel der kreativen Nutzbarkeit. Das heißt wir stehen erst am Beginn einer neuen Integration „empfindsamer“ Roboter mit dem Fokus „Mensch und Roboter als Symbiose“ im breiten Spektrum der Möglichkeiten.

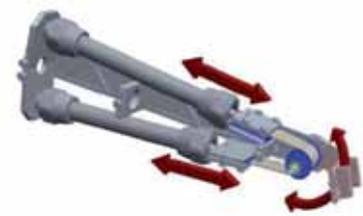
## Awards

Für die technologische Leistung und deren unternehmerische Umsetzung wurden das im Juni 2006 gegründete Unternehmen FerRobotics bereits mehrfach ausgezeichnet:

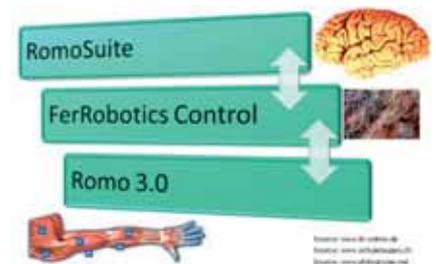
Dez. 2007	Rudolf-Trauner Mittelstandspreis OÖ
April 2008	Dr.-Wolfgang-Houska Preis der B&C Privatstiftung Wien
Mai 2008	Automatica Award 2008 München
Okt. 2008	Gewinn Jungunternehmerpreis 2008
Feb. 2009	nominiert für Innovations-Staatspreis Econovius
Apr. 2009	nominiert für EUROP/EURON Technology



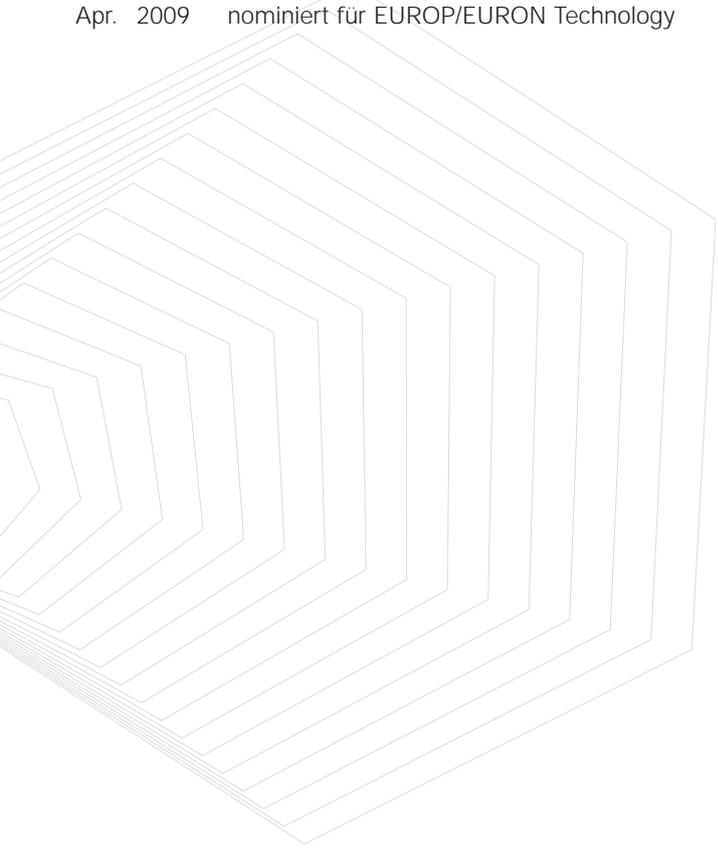
Pneumatischer Leichtbauroboter ROMO



Luftmuskel-Funktionsprinzip Flexor – Extensor



Software Domains nach bionischem Vorbild



# kreaWERFT®



*Die kreaWERFT® steht für Wissenstransfer und die praxisorientierte Anwendung von Kreativitätstechniken in Kleinunternehmen.*

*Das Einpersonnenunternehmen wurde 2008 in Gaishorn am See von Elke Barbara Bachler gegründet.*

*Die Berufserfahrung der Gründerin umfassen Grundlagenforschung in der medizinischen Biologie und Humangenetik, anorganische Analytik im Arbeitnehmerschutz, den IKT-Bereich (EDV-Systemadministration, WebDesign und Programmierung) sowie Projektmanagement (Wissenstransfer, Kreativwirtschaft).*

*Im Wissenstransfer beschäftigt sich das Unternehmen mit Schnittstellenarbeit, Netzworfbildung und Informationsrecherche. Bei den Kreativitätstechniken liegt der Schwerpunkt auf Systematic Innovation in Kombination mit Bionik und Biokybernetik.*

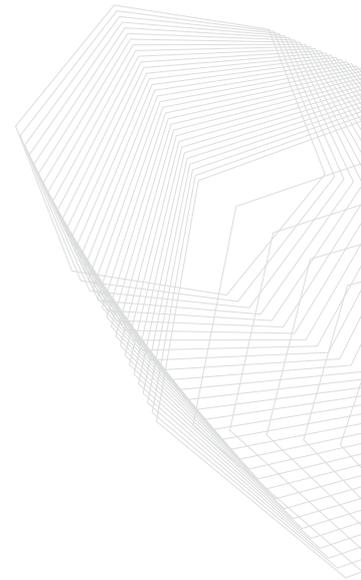


**Ing. Elke Barbara Bachler, BSc.**

Inhaberin  
Chemotechnikerin,  
Innovationsmanagerin  
T +43 (0)3617 20091  
M +43 (0)676 365 7554  
F +43 (0)810 9554 299568 (via e-Mail)  
elke.bachler@krewerft.at  
www.krewerft.at

**kreaWERFT®**

Au 2  
8783 Gaishorn am See  
www.krewerft.at



Kreativitätstechniken  
Sustainability  
Wissenstransfer  
Kleinunternehmen  
Innovationsprozesse und -kultur

Es gibt drei Dienstleistungsebenen, die ineinander greifen:

kreaWERFT Kreativitätstechniken-Workshops

kreaSUCHE Informationsbrokerage

kreaNETZE Kooperationen, Teams

Bionisch inspirierte Ansätze fließen überall ein, von der Geisteshaltung (Analogiebildung mit Natur als Vorbild, Nachhaltigkeit, Ökologie) bis hin zu konkreten Problemlösungsanwendungen (Ideenfindung, -optimierung und -auswahl).

## Publikationen

„The Evolution of Innovation – TRIZ Trends and Bionics“

BAC-Arbeit 2007, publiziert über den GRIN Verlag 2008

Sprache: Englisch | ISBN-10: 3640135083 | ISBN-13: 978-3640135080

„The Innovative Mind - Characters & Cybernetics“

BAC-Arbeit 2008, publiziert über den GRIN Verlag 2008

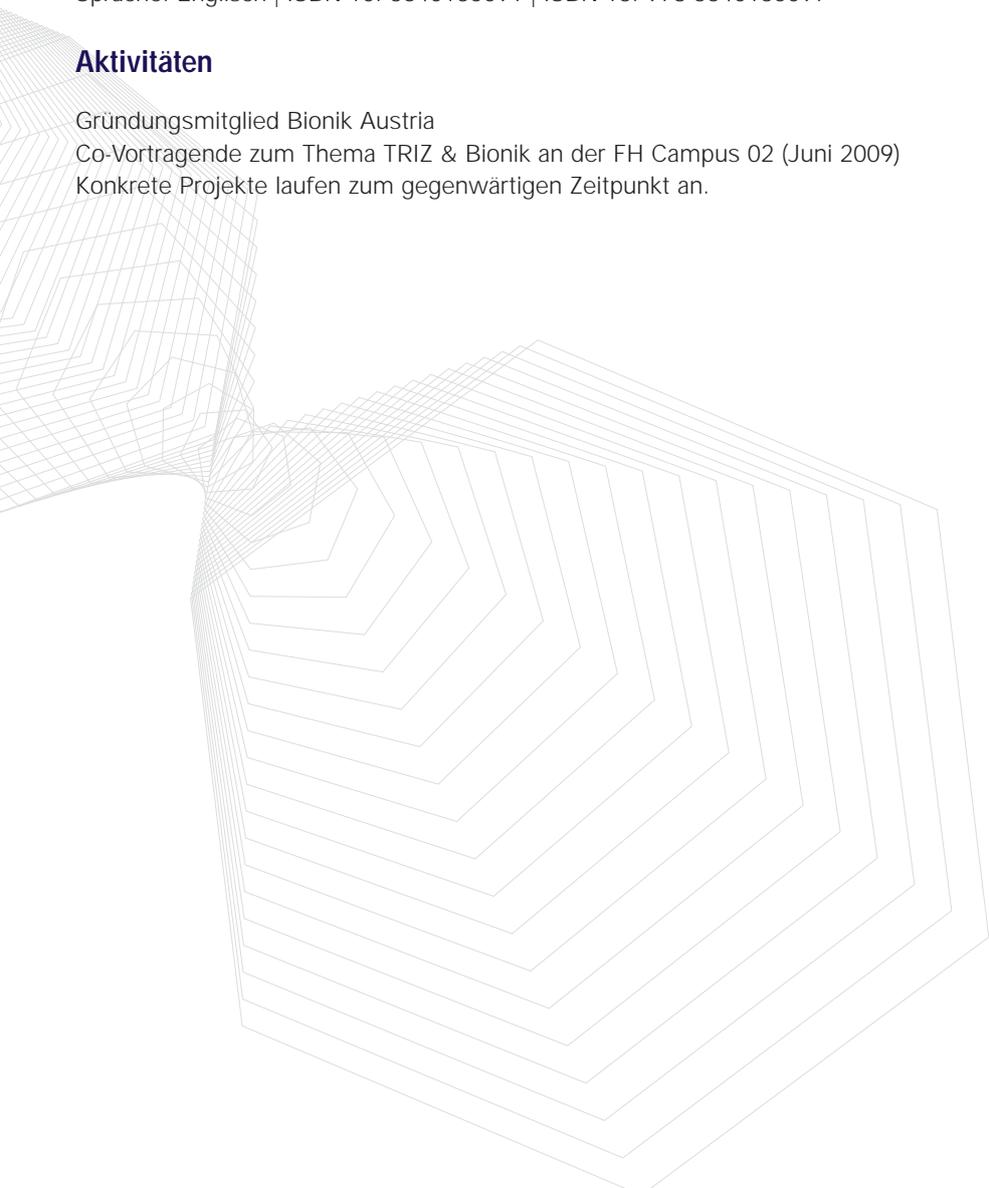
Sprache: Englisch | ISBN-10: 3640135091 | ISBN-13: 978-3640135097

## Aktivitäten

Gründungsmitglied Bionik Austria

Co-Vortragende zum Thema TRIZ & Bionik an der FH Campus 02 (Juni 2009)

Konkrete Projekte laufen zum gegenwärtigen Zeitpunkt an.



# Magna Powertrain – Engineering Center Steyr



Das Engineering Center Steyr (ECS) ist weltweit anerkannter Entwicklungsdienstleister im Bereich Gesamtfahrzeug, Motor- und Antriebssystementwicklung. Wir sind führend im Bereich der Berechnung und Validierung von Komponenten, Modulen und Systemen und bieten unseren Kunden eine durchgängige und optimierte Entwicklungsprozesskette basierend auf fortschrittlichen Methoden und Entwicklungstools an. Als Industrialisierungsspezialisten bieten wir die Produktion von Kleinserien im Bereich Motor- und Antriebsstrangkomponenten an. Unser Erfolg basiert auf ‚lean manufacturing‘ und der intelligenten Integration von Komponenten aus der Großserie für Nischenapplikationen. Die kontinuierliche Weiterentwicklung unserer Engineering Services und Kleinserienproduktion wird durch unsere Innovationsfelder unterstützt: (I) Energie Management, (II) konstruktiver Leichtbau, (III) fortgeschrittene Verbrennungskraftmaschinen, (IV) alternative Antriebssysteme, (V) Komfortsysteme sowie (VI) Sicherheitstechnologie.

## Magna Powertrain Engineering Center Steyr GmbH & Co KG

Steyrer Strasse 32  
4300 St. Valentin  
www.ecs.steyr.com  
www.femfat.com



### Dipl.-Ing. Bernhard Unger

Leitung Geschäftsbereich Technologie Zentrum  
Maschinenbauer  
T +43 (0)7435 501 2301  
M +43 (0)664 3818108  
F +43 (0)7435 501 2300  
bernhard.unger@ecs.steyr.com



### Dipl.-Ing. Helmut Dannbauer

Leiter Abteilung Strukturmechanik  
Maschinenbauer  
T +43 (0)7435 501 2310  
F +43 (0)7435 501 2300  
helmut.dannbauer@ecs.steyr.com



### Dipl.-Ing. Klaus Puchner

Teamleiter Strukturmechanik Fahrwerk/Rahmen  
Mechatroniker  
T +43 (0)7435 501 2321  
F +43-(0)7435 501 2300  
klaus.puchner@ecs.steyr.com



Finite Elemente Analyse  
Lebensdauervorhersage  
Strukturoptimierung  
Mehrkörpersimulation  
Akustik Simulation  
Methodenentwicklung

Geschäftsfelder	Schwerpunkte Bionikaktivitäten
System Integration	
Elektrik/Elektronik/Mechatronik	
Nutzfahrzeug Entwicklung	
Antriebsstrang Entwicklung	
Motor Entwicklung	
Berechnungs- & Versuchsdienstleistungen	Strukturoptimierung
Technische Applikation Software & Support	Integration zusätzlicher Optimierungsparameter (Betriebsfestigkeit, Dynamik)
Produktion	

## Profil der Abteilung Strukturmechanik

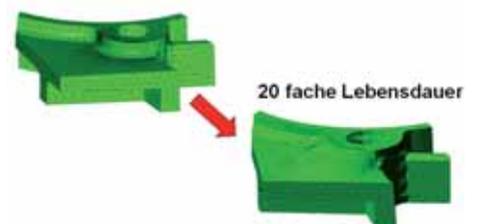
Das Leistungsspektrum der Abteilung Strukturmechanik erstreckt sich über die numerische Simulation mittels der Finite Elemente Methode (FEM), die Mehrkörpersimulation (MKS), Topologie/Gestaltoptimierung. Einen weiteren Schwerpunkt stellt die Software- und Methodenentwicklung dar. Zwei Teams beschäftigen sich mit der Entwicklung und der Betreuung der weltweiten Kunden unserer Betriebsfestigkeitssoftware FEMFAT.

Moderne Optimierungssoftware, basierend auf bionischen Prinzipien, ermöglicht eine effiziente und zielgerichtete Beeinflussung der Designentwicklung. Mittels Topologieoptimierung wird die optimale Materialverteilung in einem vorgegebenen Bauraum rechnerisch ermittelt. Damit wird die Grundlage für innovative Strukturen geschaffen. Die Formoptimierung wird zur lokalen Erhöhung der Beanspruchbarkeit des Bauteiles verwendet. Sowohl für die Topologie- als auch für die Formoptimierung kommen maßgeschneiderte Methoden mit bionischen Ansätzen zur Anwendung.

Hauptaufgaben der Abteilung Strukturmechanik sind einerseits begleitende Simulationen im Zuge der Produktentwicklung im automotiven Bereich und allgemeinen Maschinenbau und andererseits die Entwicklung von geeigneten Methoden und Softwareprodukten um eine kontinuierliche Steigerung der Qualität und Effizienz der Berechnung zu gewährleisten. Insgesamt beschäftigen sich 40 Ingenieure mit unterschiedlichsten Aufgabenstellungen, ihr Expertenwissen verdanken sie u.a. auch der sehr intensiven und engen Zusammenarbeit mit den hausinternen Mess- und Prüflabors.



Topologieoptimierung



Formoptimierung

# PROFACTOR Gruppe



*In mehr als 10 Jahren ist die PROFACTOR Gruppe vom 4-Mann-Forschungsteam zu Österreichs Nr. 1 in der angewandten Produktionsforschung gewachsen. Über 110 Mitarbeiter entwickeln an mehreren Standorten neue Technologien und Lösungen für produzierende Unternehmen. Unsere Referenzliste reicht von innovativen Klein- und Mittelbetrieben bis hin zu internationalen Großkonzernen. Dazu zählen Unternehmen wie TRUMPF, Siemens VAI, BMW Motoren GmbH, Kaba GmbH, ANGER MACHINING GmbH, IH TECH oder "inet"-logistics.*

*Die Forschung von PROFACTOR wird unterstützt von EU (EFRE), Bund, Land Oberösterreich und der Stadt Steyr.*

## **Die Leistungen der PROFACTOR Gruppe:**

- Entwicklung von innovativen Lösungen, Prozessen und Produkten
- Machbarkeitsstudien und Prototypenbau
- Vorfeldforschung und Technologietransfer für kleinere und mittlere Unternehmen
- (Inter)nationales Projektmanagement in Kooperationsprojekten
- Analysen und Messungen mit modernster Labor- und Geräteausstattung

## **Die Lösungen der PROFACTOR Gruppe:**

- Robotik und Automation bis Losgröße 1
- Präzisions- und Mikromontage
- Industrielle Bildverarbeitung
- Mechatronische Systeme und Komponenten zur Schall- und Schwingungsreduktion
- Zerspanungstechnologie für neue Werkstoffe
- Simulation und Optimierung
- Funktionelle Oberflächen
- Herstellung von Mikro- und Nanostrukturen
- Innovative Energiesysteme
- Medizintechnik

## **PROFACTOR GmbH Funktionelle Oberflächen und Nanostrukturen**

Im Stadtgut A2  
4407 Steyr-Gleink  
[www.profactor.at](http://www.profactor.at)

## **PROFACTOR Research and Solutions GmbH**

Forschungszentrum Seibersdorf  
2444 Seibersdorf  
[www.profactor.at](http://www.profactor.at)



### **DI Dr. Rainer Schöftner**

Leiter Fachbereich Funktionelle  
Oberflächen & Nanostrukturen  
Technischer Chemiker  
T +43 (0)7252 885 412  
F +43 (0)7252 885- 01  
[rainer.schoeftner@profactor.at](mailto:rainer.schoeftner@profactor.at)

Mikro- und Nanostrukturen  
Oberflächenstruktur  
Oberflächenfunktionalisierung  
Nanoimprint Lithographie  
Sol-Gel Technologie

## BIONIK BEI PROFACTOR

Die Arbeiten der Abteilung Funktionelle Oberflächen und Nanostrukturen bei PROFACTOR berührt in vielen Aspekten den Bereich der Bionik. Die Beschäftigung mit (Nano-) Strukturen und der Chemie von Oberflächen bietet viele Möglichkeiten sich von natürlichen Strukturen inspirieren zu lassen.

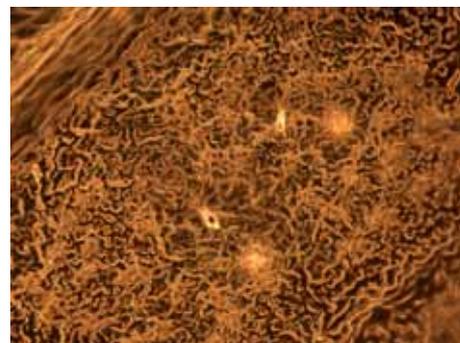
Die Technologien, die PROFACTOR dabei zur Verfügung stehen, sind die Nanoimprint Lithographie (NIL) und die Sol-Gel Chemie.

Die Nanoimprint Lithographie ist ein Verfahren zur Replikation von Nanostrukturen. Dabei werden ausgehend von einem mikro- bzw. nanostrukturierten Original Kopien in einem UV-aushärtbaren Material erzeugt. Dabei wird der strukturierte Stempel unter exakt kontrollierten Bedingungen in ein (flüssiges) Material gepresst, und noch während der Stempel in Kontakt ist mit UV-Strahlung ausgehärtet. Die Herstellung des Originals kann sehr kostspielig sein, aber der besondere Vorteil dieser Technologie liegt darin, dass die Replikation schnell und kostengünstig ist und trotzdem mit höchster Genauigkeit erfolgen kann. Es ist aber auch möglich sehr kostengünstige Originale wie z.B. natürliche Materialien als Vorlage zu verwenden. Bei PROFACTOR sind sowohl die Technologie zur Herstellung von Arbeitsstempeln als auch die UV-basierte Nanoimprint Lithographie (UV-NIL) etabliert. .

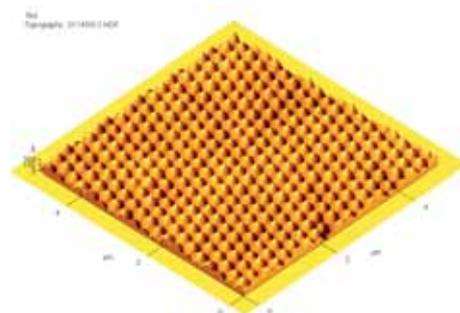
Ein anderes Beispiel für natürliche Strukturen, die hochinteressante Anwendungen besitzen, sind die Oberflächenstrukturen von Mottenaugen. Diese Mottenaugenstrukturen besitzen hervorragende Anti-Reflexionseigenschaften. Die Natur hält auch im Bereich der optischen Effekte einiges an Interessantem parat, so beruhen z.B. die Farben der Schmetterlingsflügel auf Nanostrukturen. Das Spektrum reicht hier von vollständig schwarz bis ganz weiß, das nicht durch Farbpigmentierung sondern alleine durch entsprechende Nanostrukturen erreicht wird.

Viele spezielle natürliche Oberflächen besitzen ihre Eigenschaften jedoch nicht nur ausschließlich aufgrund ihrer Nanostruktur, sondern auch wegen ihrer chemischen Oberflächeneigenschaften. Hier bietet die Chemie eine nahezu unbegrenzte Auswahl an Möglichkeiten. Sie erlaubt es z.B. die Oberflächenenergie und die Benetzungseigenschaften von Oberflächen gezielt einzustellen. Hydrophobe oder hydrophile, sowie oleophobe Oberflächen, aber auch chemisch aktive Oberflächen können so hergestellt werden. Die Kombination von selbstorganisierten oder mit NIL hergestellten Nanostrukturen und einer entsprechenden Oberflächenchemie führt dann z.B. zu superhydrophoben Oberflächen, ähnlich der des Lotusblattes.

In der Abteilung Funktionelle Oberflächen und Nanostrukturen bei PROFACTOR stehen somit Technologien zur Verfügung, um natürliche Nanostrukturen zu replizieren und zu funktionalisieren bzw. speziell entwickelte Designs mit entsprechenden chemischen oder physikalischen Funktionalitäten herzustellen und somit für den technischen Einsatz nutzbar zu machen.



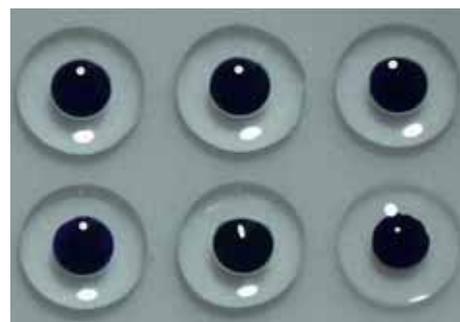
Lichtmikroskopische Aufnahme der Kopie von Strukturen auf einer Blattoberfläche. Diese (Negativ-)Kopie, die aus einem UV-ausgehärtetem Hybridmaterial besteht, kann zur Erzeugung weiterer Kopien verwendet werden, die dann wieder die gleiche Struktur wie das Originalblatt besitzen.



Rasterkraftmikroskopische Aufnahme einer Mottenaugen-Struktur. Der Bildausschnitt ist 5x5µm groß



Superhydrophobe Oberfläche auf einer Kupferfolie



Blauer Farbtropfen in einem Kohlenwasserstofftropfen auf einem hydrophil-hydrophob strukturierten Glas

# Ratio Strategy & Innovation Consulting GmbH



*bionlQuity® ist eine auf den Grundlagen der BioNik basierende systematische Kreativ-Technik, die die Prinzipien der Natur als Ideengeber für neue Produkte oder zur Lösung von Problemen nutzt, ohne aber simple Kopien zu erzeugen. Die von ratio strategy & innovation, Joanneum Research und Atensor entwickelte Methodik ermöglicht es Unternehmen zu ganz neuen, bionischen Lösungen zu gelangen.*

*bionlQuity® kopiert die Natur nicht, sondern nützt die Natur als Ideenbringer. Das Ziel ist es, von der Natur zu lernen, ihre "Erfindungen" technisch zu verstehen und für das eigene Unternehmen und seine Aufgabenstellungen nutzbar zu machen, frei nach dem Motto „search is cheaper than research“. Ausgangspunkt ist dabei nicht die genaue Erforschung eines Effektes in der Natur und die darauf aufbauende Suche nach technischen Anwendungsmöglichkeiten, sondern vielmehr die konkrete Aufgabenstellung zur Lösung eines Problems auf der Unternehmensseite.*

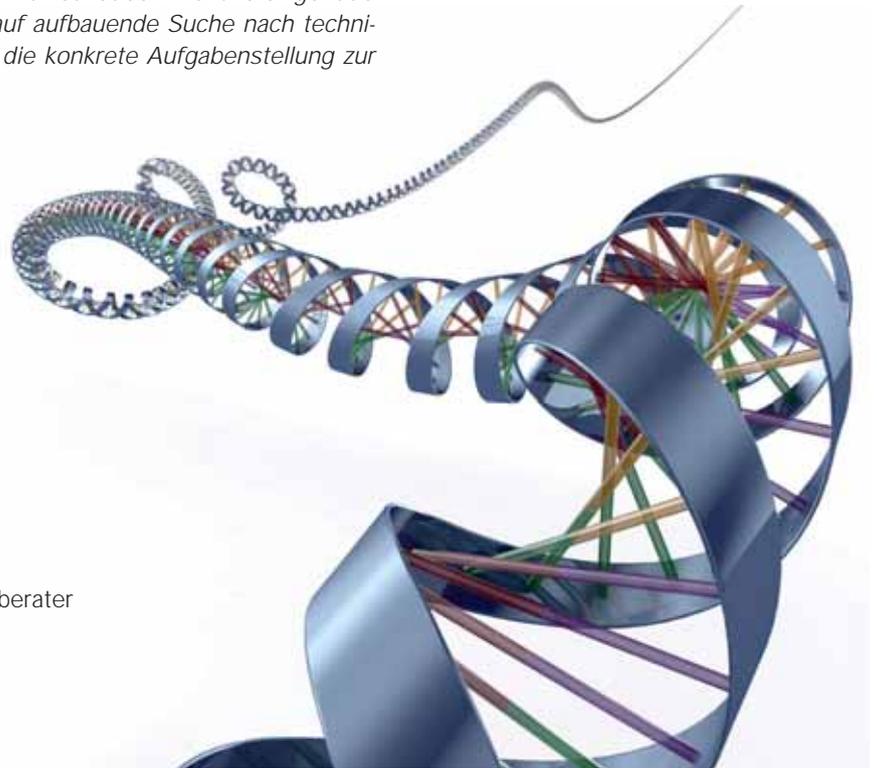
## ratio strategy & innovation consulting gmbh

Hermannsgasse 3

1070 Wien

[www.ratio.at/rsi](http://www.ratio.at/rsi)

[www.bioniquity.at](http://www.bioniquity.at)



Evolutionsalgorithmen



### Mag. Michael Dell

Geschäftsführer

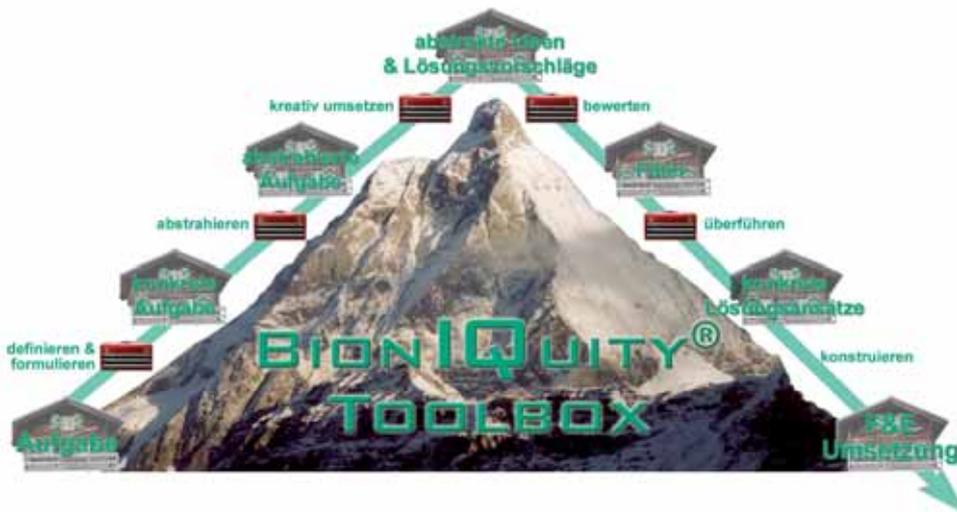
Betriebswirt, Unternehmensberater

T +43 (0)1 523 06 21 40

F +43 (0)660 728 46 40

[md@ratio.at](mailto:md@ratio.at)

Bionik als Kreativitätstechnik  
bionlQuity  
Neuproduktentwicklung  
Produktverbesserung  
Nachhaltige Produktentwicklung



## Zielgruppe – Nutzen und Ablauf

bionIQUNITY® ist ein Werkzeugkoffer, in den für die verschiedenen Phasen der Produktentwicklungs- bzw. Produktverbesserungsprozesse Werkzeuge entwickelt und zusammengestellt wurden, die Unternehmen dabei unterstützen, bionische Prinzipien in der Produktentwicklung zu verwenden.

**BIONIQUNITY®**  
NUTZEN SIE DEN IQ DER NATUR

Das Konzept wurde so entwickelt, dass seine Anwendung während der Kreativphase nur durchschnittlich 5 Tage dauert und somit auch von kleineren und mittleren Unternehmen genutzt werden kann. Primäre Zielgruppe sind Unternehmen der produzierenden Wirtschaft, wobei aber auch Anwendungserfahrungen im Dienstleistungs- und im Finanzsektor vorliegen.

## Problembeschreibung

Ein erster großer Themenblock beschäftigt sich mit Werkzeugen zur Problembeschreibung. Motto: „Nur ein Problem, das ich kenne, kann ich auch lösen.“ Hierbei kommen unterschiedlichste Werkzeuge zum Einsatz, wie z.B. Objektanalyse, Funktionsanalyse, Elemente aus der Wert-Analyse, modifiziertes Ishikawa-Diagramm aber auch Stoff-Feld-Analysen, wie Sie z.B. aus TRIZ bekannt sind. Im Rahmen der Definition der sogenannten „geschlossenen Welt“ werden die Systemgrenzen und die Grenzen der erlaubten Änderungen definiert. So entsteht ein Ziel-Lösungsraum für die Ideen. Schließlich werden die Elemente des Systems und deren Verbindungen zueinander analysiert.

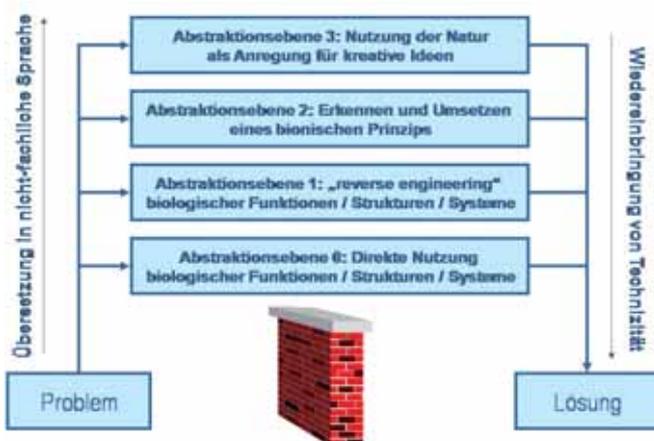
Nun erfolgt der erste Abstraktionsschritt: für jedes Element sowie für jede Aktion werden Analogien aus der Natur gesucht. (Bsp.: „Was ist so ähnlich wie eine Kugelschreibermine?“ Frage: „Was sind die Aufgaben der Kugelschreibermine?“ Antwort: Tinte halten und dosiert, gleichmäßig freigeben. Analogien: Tintenfisch, Speikobra, Spinne, Druckerfisch, ...).

## Ideenfindung

Der eigentliche Kreativteil beschäftigt sich mit der Anwendung von „Ingenieursprinzipien“ der Natur für die eigene, konkrete Aufgabenstellung. In bionIQUNITY® wurden 42 solcher Prinzipien herausgearbeitet und beschrieben. Die Nutzung dieser Prinzipien der Natur hilft dabei, zu gänzlich neuen Betrachtungswinkeln und Ansätzen zu gelangen.

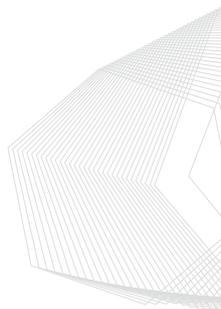
## 42 bionlQuity® – Prinzipien

1. biegsam statt steif	22. Diversität und Einzigartigkeit statt genormt und gleich
2. rau statt glatt	23. Ressourcenoptimierung
3. selbstreferenziell statt genau bestimmt	24. vorgezogene Wirkung
4. taucht auf, wenn es benötigt wird	25. feucht statt trocken
5. Farbe einsetzen	26. dynamisieren statt statisch optimieren
6. Nutzung von bestehenden Ressourcen	27. Prinzip der Verbundstabilisierung
7. Haushalt mit Wärme und Energie	28. Prinzip der Profilierung
8. flexibel statt unflexibel	29. Oberflächenvergrößerung durch Verzweigung
9. Prinzip der gleichen Belastungen	30. Leichtbau
10. sich auf sich selbst verlassen	31. Multifunktionalität
11. redundante Systeme	32. ausweichen statt dagegen halten
12. Modularität	33. Fremd- bzw. Umweltenergienutzung
13. Opportunismus und Funktionswandel	34. Anstreben der niedrigsten Äquipotenzialfläche
14. zukunftsblind & zielfremd	35. viele kleine statt einer großen Einheit
15. Spezialisierung & Arbeitsteilung	36. Anpassung an das Umfeld
16. Überleben der Population über Sterben des Individuums	37. Prinzip der Hierarchiebildung
17. Multizielereichung & Optimumkompromisse	38. Auslese
18. Co-Evolution	39. Lokalität & lokales Optimum
19. Stabilität durch Diversifikation	40. Mehrdimensionalität
20. offene Systeme statt geschlossener	41. Versuch & Irrtum
21. economy of scope statt economy of scale	42. Akzeptanz von Abhängigkeiten



## Abstraktion

In den weiteren Schritten sind diese Ansätze dann wieder in technische Lösungen zu überführen – Technizität wird in die Lösung eingebracht. Der Weg der Abstraktion wird durch die nebenstehende Grafik beschrieben:



## Genetische Algorithmen als Ideen-Lieferant

Ein weiteres Werkzeug aus bionIQuity® ist die Nutzung von Evolutionsalgorithmen für die Generierung neuer Ideen.

Stellen wir uns folgendes Beispiel vor: Ein Bürosessel, ein Schreibtisch, ein Notebook und eine Beleuchtungsquelle werden unter Nutzung der Mendel'schen Gesetze dazu gebracht, sich untereinander zu vermehren. Das Ergebnis sind Kinder- und Enkel-Populationen, die Konvergenz-Produkte darstellen, gleichzeitig dennoch nahe an den bestehenden Kompetenzen des Unternehmens liegen und für potenzielle Kunden leicht verständlich sind.

## Anregung – nicht Copyright-Verletzung der Evolution

In bionIQuity® kommen die Anregungen für neue Ideen oder Problemlösungen aus der Natur. Natürliche Lösungen spielen bewusst in die Recherchen mit eingebaut werden; die Gestaltung an sich, die Überführung in konkrete Produkte durch die Einbringung von Technizität und die eigentliche Konstruktion bleiben aber in der Hand der Ingenieure und Entwickler.

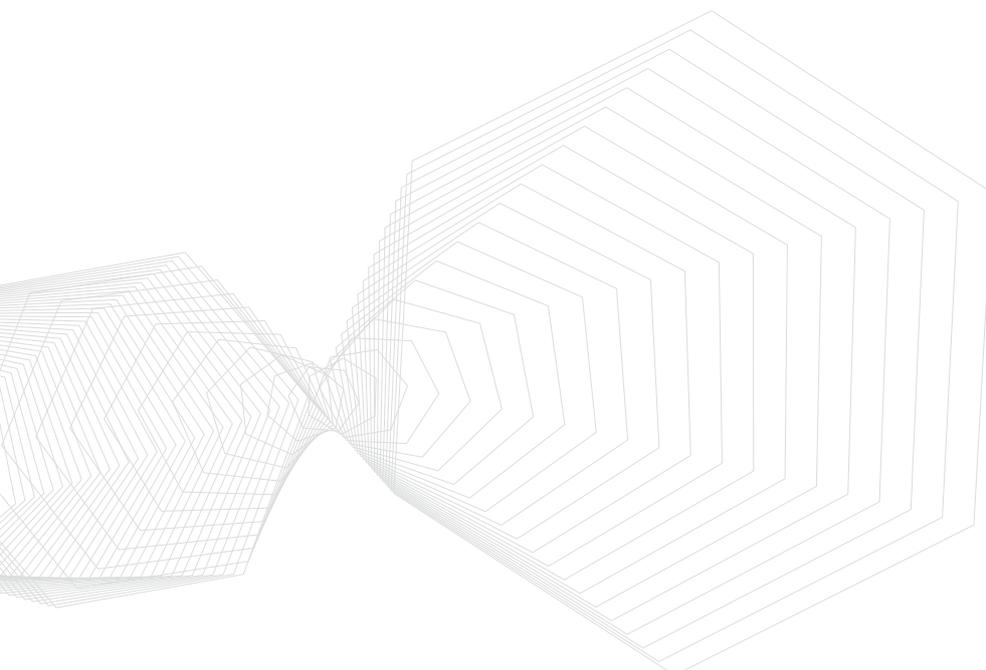
## Bionik und Design

Ein eigener Bereich beschäftigt sich mit der Anwendung von bionischen Prinzipien in der Gestaltung und Formgebung. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf den Bereichen Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz, den Anwendungsmöglichkeiten von Leichtbau-Prinzipien, Faltungen und Verschachtelungen sowie adaptiven Gestaltungsmöglichkeiten.

Die Entwicklung der Kreativ-Technik bionIQuity® wurde im Rahmen der Aktion „protec“ von der austria wirtschaftsservice AWS und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit BMWA gefördert.



Durianfrucht als Vorbild für das Singapurtheater



# transarch – Architekturbionik und Transdisziplinäre Architektur



*transarch ist von der Architektin Petra Gruber als Plattform für Architekturbionik und Transdisziplinäre Architektur 2008 gegründet worden. Das Arbeitsfeld basiert auf der langjährigen Tätigkeit an der TU Wien in den Bereichen Hochbau, Konstruktion und Bionik; es umfasst die inhaltlichen Überschneidungen zwischen Architektur und Biologie in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Lehre mit nationalen und internationalen KooperationspartnerInnen.*

## transarch

Zentagasse 38/1  
1050 Wien  
[www.transarch.org](http://www.transarch.org)

## Inhaltliche Ausrichtung

Bionik bietet eine Methode für die beständige Suche nach Innovation, um die Qualität der Architektur zu verbessern. Beispiele aus High-Tech und Low-Tech Architektur zeigen die Vielfalt der Möglichkeiten und das Innovationspotential auf, das der Auseinandersetzung mit den natürlichen Konstruktionen innewohnt. Für den Bereich Architektur ist die Untersuchung der „natürliche Konstruktionen“ viel versprechend und erlaubt eine Vielfalt an verschiedenen Interpretationen, die sich auf Materie, Verfahren oder Technologien beziehen kann:

- > unlebte und belebte Strukturen der Natur, z.B. Pflanzen als Vorbilder für technische Konstruktionen.
- > von Lebewesen gemachte Strukturen: Bauten von Tieren oder von Menschenhand gemachte Konstruktionen, die „natürlich“ sind, z.B. Termitenhügel, aber auch traditionelle Architektur, die auf empirische Weise optimiert worden ist.
- > Konstruktionen die in bestimmter Weise „natürlich“ sind (in Hinblick auf Aspekte wie z.B. Nachhaltigkeit, Ökologie) oder ein Phänomen aus der Natur anwenden, wie Bewegung oder Reaktionsfähigkeit

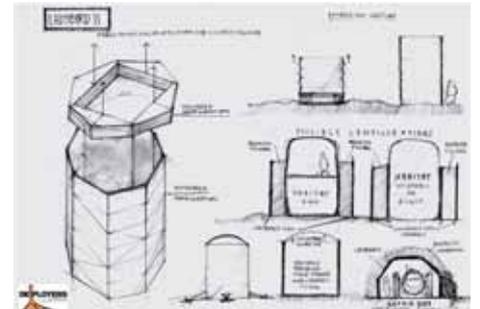


### Dipl.Ing. Dr.techn. Petra Gruber

Inhaberin  
Architektin  
T +43 (0)1 967 81 51  
M +43 (0)699 19678151  
F +43-(0)1 967 81 51 15  
[peg@transarch.org](mailto:peg@transarch.org)



Entwurf einer Dachkonstruktion inspiriert von den Netzen der Köcherfliege, Studentenarbeit an der TU Wien, Abteilung für Hochbau.



Faltkonstruktion für eine Mondbasis, basierend auf Erkenntnissen über Faltkonstruktionen aus der Natur. Studie im Auftrag von Alenia Spazio für die European Space Agency.

Bionik / Biomimetics in der Architektur  
Hochbaukonstruktion  
Innovation  
Architekturentwurf  
Ökologie

**selection**interest  
"best of"  
champions**natural phenomenon  
model****research**

interdisciplinary studies

**principle**

formulation of abstract idea

**transfer**

to a technical issue

**technical application  
design**

Transformation – Schema des Ablaufs der Entwicklung eines technischen Entwurfs basierend auf einem Phänomen aus der Natur.

**Methode**

Das Schema der Transformation zeigt den Weg vom Vorbild aus der Natur bis hin zur technischen Umsetzung. Auch die umgekehrte Richtung der Informationsübertragung ist grundsätzlich möglich: der Weg vom konkreten technischen Problem über eine meist funktionelle Analogie zu einer Lösung aus der Welt der Biologie. Die Phase der Abstraktion ist in beiden Fällen entscheidend für den Erfolg des Transformationsprozesses. Das wirksame Prinzip wird einer technischen Übertragung zugeführt. Die klassischen Methoden der Architektur und des Ingenieurwesens erlauben die analytische Erforschung von empirisch oder evolutionär entstandenen „Konstruktionen“ im weitesten Sinn. Für die Analyse biologischer Phänomene die sich dieser Betrachtung entziehen, ist die inter- oder transdisziplinäre Zusammenarbeit mit ForscherInnen aus den Naturwissenschaften nötig. In einem neuen Ansatz der Architekturbionik wird die Begrifflichkeit der belebten Natur auf die gebaute Umwelt übertragen. Die strategische Suche nach den Kriterien des Lebens in der Architektur bietet neue Einsichten über architektonische Leistungen und macht das innovative Potential sichtbar, das noch nicht ausgeschöpft worden ist.

**Projekte**

Die beispielhaft vorgestellten Entwurfsprojekte und Studien sind an der Abteilung für Hochbau, Konstruktion, Installation und Entwerfen in Kooperation mit internationalen ForscherInnen durchgeführt worden:

- > Analyse von traditionellen Baukonstruktionen, die besondere Qualitäten aufweisen – z.B. die gegen Erdbeben widerstandsfähige Bauweise der traditionellen Holzhäuser in Nias, Indonesien, und die Übertragung der gefundenen Prinzipien in neue Entwürfe. Entwurfsübungen und Erstellung von visionären Konzepten basierend auf Phänomenen aus allen Bereichen der belebten und unbelebten Natur.
- > Entwurf von Weltraumarchitektur basierend auf Prinzipien aus der Natur, als ein Gebiet in dem innovative Lösungen unbedingt erforderlich sind – z.B. das Projekt Lunar Exploration Architecture, eine Studie für bionisch inspirierte Habitate auf der Mondoberfläche, das für die Luftfahrtfirma Alenia im Auftrag der European Space Agency durchgeführt wurde.
- > Workshops dienen dem Entwurf und der Prototypenerstellung von bionisch inspirierten Architekturprojekten.

**Vernetzung**

Die Vernetzung von ForscherInnen ist in diesem interdisziplinären Arbeitsgebiet von besonderer Bedeutung und wird seit mehreren Jahren über ausgedehnte nationale und internationale Kooperationen intensiv betrieben. Dr. Petra Gruber ist Gründungs- und Vorstandsmitglied von BIONIK AUSTRIA, war Initiatorin und Koordinatorin des TUBIONIK Netzwerks und ist seit 2009 Leiterin der Arbeitsgruppe Architektur von BIONIK International. Weitere Kooperationen bestehen mit dem BIONIS Netzwerk (UK), der Biomimetik Gruppe in Freiburg und der Biomimicry Guild (US).

**Angebote Leistungen und Öffentlichkeitsarbeit**

Die Aktivitäten von transarch inkludieren die Recherche von funktionellen Analogien in der Natur, die Erarbeitung von bionisch inspirierten architektonischen Entwürfen, die Beratung bei der Suche nach innovativen Lösungen und die Erstellung von visionären Konzepten auf Basis der recherchierten natürlichen Phänomene.

Vorträge, Schulungen und Workshops werden auf Anfrage durchgeführt.



Königshaus im Süden der Insel Nias in Indonesien. Ca. 20m hohe Holzkonstruktion, die besondere Widerstandsfähigkeit gegen Erdbeben bewiesen hat. Verschiedene konstruktive Besonderheiten, wie die Diagonalaussteifungen im Untergeschoss, sind dafür verantwortlich. Die Eigenschaften der traditionellen Bautypologien wurden in Kooperation mit Bauingenieuren untersucht.



Low budget Studentenentwurf für eine Hotelanlage in Nias, inspiriert von den Besonderheiten der traditionellen Haustypologien. Die Arbeit stellt eine neue Interpretation der vorgefundenen Eigenschaften und Qualitäten dar.



Prototypenmodell eines bionisch inspirierten Fassade-systems für ein Hochhaus, Studentenentwurf im Rahmen eines Workshops an der Abteilung für Hochbau im Sommersemester 2007 in Zusammenarbeit mit einer Surfboardfirma und einem Hersteller von Biocomposites in Cornwall, UK.

# Verpackungszentrum Graz



## Verpackungen und Werkstoffe aus Naturstoffen

Das Verpackungszentrum Graz ist ein Familienbetrieb, der sich, obwohl ursprünglich ein Handelsunternehmen, vor mehr als 17 Jahren auf die Erforschung und Entwicklung von Verpackungsmaterialien aus Naturstoffen spezialisiert hat. Derzeit betreut das Verpackungszentrum Graz drei Forschungs- und Entwicklungsprojekte, deren Verwirklichung einen großen Schritt in Richtung einer neuen Verpackungszukunft darstellen kann. Dazu wird an der Entwicklung von Schaumstoffen aus Algen, an Biokunststoffen aus landwirtschaftlichen Abfällen und an neuen Webverfahren für Netze aus Naturfasern gearbeitet.

## Verpackungszentrum Graz

Anton-Mell-Weg 14  
8053 Graz  
Tel.. +43(0)316 27256815  
Fax +43(0)316 27256850  
www.vpz.at



### Bettina Reichl

Projektmanagement F&E  
Designerin  
T +43 (0)316 272568 15  
M +43 (0)699 17256816  
F +43 (0)316 272568 50  
b.reichl@vpz.at



### Univ.Prof. DI Dr. Michael Narodoslawsky

Professor  
Verfahrenstechniker  
T +43 (0)316 873 7468  
F +43 (0)316 873 7963  
narodoslawsky@tugraz.at  
**Technische Universität Graz**  
**Institut für Prozess- und Partikeltechnik**  
Inffeldgass 21 A  
8010 Graz  
www.ippt.tugraz.at



### Univ.Prof. DI Dr. Gerhart Braunegg

Professor  
Technischer Chemiker, Biotechnologe  
T +43 (0)316 873 8412  
F +43 (0)316 873 8434  
g.braunegg@TUGraz.at  
**Technische Universität Graz**  
**Institut für Biotechnologie und**  
**Bioprozesstechnik**  
Petersgasse 12  
8010 Graz  
www.biote.TUGraz.at



## Forschungs- und Entwicklungsprojekte

### Alginsulat Schaumstoff

Algen sind ein bislang wenig genutzter Rohstoff. Algen kommen weltweit in den Meeren in riesigen Populationen vor und regenerieren sich in enorm kurzer Zeit ohne extra angebaut werden zu müssen.

Es gibt Algenarten, die über Nacht bis zu einen halben Meter nachwachsen und ganze Wälder unter Wasser bilden. Die längste Alge wurde nach Aufzeichnungen mit einer Länge von 65m gefunden. Durch den Einsatz von Algen als Rohstoff für die Produktion von neuen Werkstoffen werden nicht nur fossile Reserven sondern auch wertvolle Anbauflächen geschont.

Die gelbildenden Eigenschaften der Alge ermöglichen deren Aufschäumung und damit die Herstellung leichter Werkstoffe wie sie z.B. in der Verpackungsindustrie, in der Bauindustrie oder der Raumfahrt gebraucht werden. In den Zellwänden der Alge kommt das sogenannte Algin vor, das dafür verantwortlich ist. Der in den Algen enthaltene Zellstoff wirkt als strukturgebendes Element im Schaumstoff, weshalb in unserem Verfahren die ganze Pflanze verwertet werden kann. Weltweit haben wir etwa 70 verschiedene Algenarten getestet, die sich allesamt als für unser Verfahren geeignet erwiesen haben. Algen sind im Handel in getrockneter und zerkleinerter Form erhältlich. Das Verfahren ist deshalb auch für Binnenländer geeignet.

Schaumstoffe werden seit den 30er Jahren in enormen Mengen produziert. Das ozon-schädigende Potential der für die Produktion von aufgeschäumtem Polystyrol eingesetzten Treibgase sowie dessen Entsorgungsproblematik verlangt nach umweltfreundlicheren Alternativen. Algenschäumstoff ist wasserunlöslich, leicht und kompostierbar. Zur Aufschäumung wird nur Luft verwendet. Im gesamten Verfahrensablauf werden keinerlei umweltschädliche Verbindungen freigesetzt. Das Verfahren selbst ist relativ einfach, weil es auf einer chemischen Reaktion beruht, und ist deshalb in kleinen dezentralen Anlagen realisierbar.

Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit Prof. Narodoslawsky vom Institut für Prozesstechnik der Technischen Universität Graz verfolgt und erhielt eine Förderung durch die Forschungsförderungsgesellschaft (FFG). Für die Weiterentwicklung in einer Pilotanlage wurde zusammen mit dem Anlagenbauer ATU Ferlach die Firma Algotec gegründet.



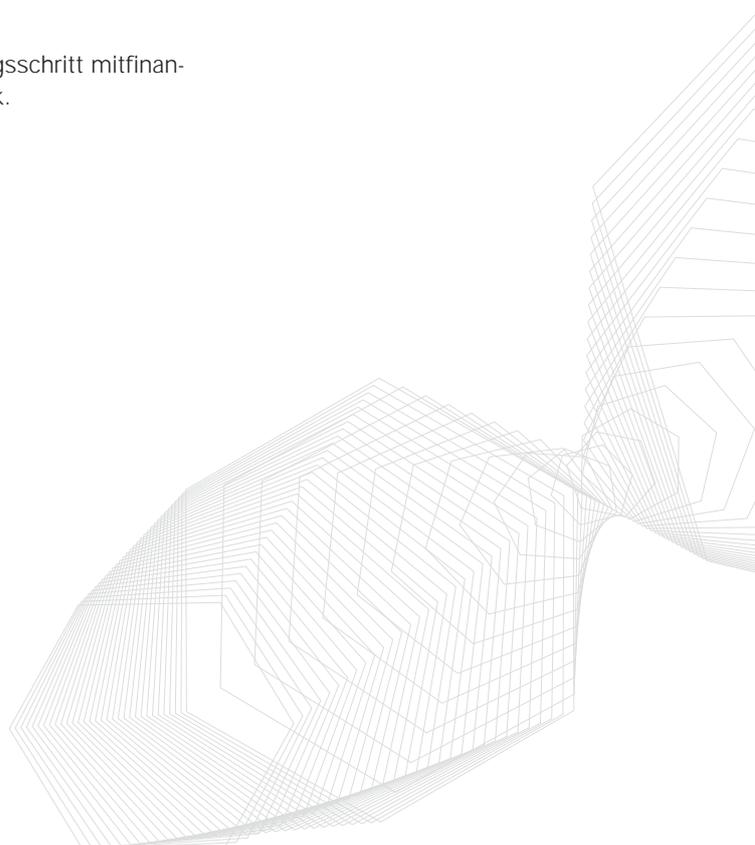
Verpackungen aus Naturstoffen  
Werkstoffe aus Naturstoffen  
Alginsulat Schaumstoff  
Biokunststoffe aus landwirtschaftlichen Abfällen  
Bio-Netze und -netsäcke aus Naturfasern

## Biokunststoff

Grüne Pflanzen wandeln den während der Photosynthese aus der Atmosphäre entzogenen Kohlenstoff in Zucker um. Dieser bildet die Basis für die Produktion von Biokunststoff durch Mikroorganismen. Mikroorganismen entwickeln unter Nahrungsüberschuß eine Art eiserne Reserve an Nährstoff, den sie zum Überleben unter extremen Bedingungen brauchen, nämlich Polyhydroxyalkanoate (PHA). Je nach Nährstoffangebot und einfacher Kontrolle der Fermentationsbedingungen lassen sich in einem Bioreaktor unterschiedliche Polymere mit unterschiedlichen Eigenschaften herstellen. Der Stoff kann einmal hochkristallin und hart sein oder zum reinen Elastomer mit gummiähnlichen Eigenschaften werden. Es können daraus Folien, Beschichtungen, Formteile, Behälter, Lamine und Fasern hergestellt werden.

Bisher wurden zur Herstellung von Biokunststoff teure Ausgangsprodukte wie Stärke und Zucker verwendet. Auch wenn die grundsätzliche Machbarkeit bewiesen werden konnte, war der dabei erzeugte Biokunststoff viel zu teuer, um sich am Markt zu etablieren. Durch die Verwendung von landwirtschaftlichen Überschüssen wie z.B. Zuckerrübenschnitzel, Abfällen aus der Saftproduktion oder Tiefkühl- und Konservenindustrie, Molke etc. kann der Preis wesentlich reduziert und für Biokunststoff ein breites Anwendungsfeld eröffnet werden. Prof. Braunegg vom Institut für Biotechnologie der Technischen Universität Graz ist es gelungen, jene Mikroorganismen aus dem Erdboden zu isolieren, die in der Lage sind, diese komplizierten Rohstoff-Gemische in einem Bioreaktor effizient zu verarbeiten.

Das Verpackungszentrum Graz hat in diesem Projekt einen Entwicklungsschritt mitfinanziert. Das Projekt erhielt eine Förderung von Bund und Land Steiermark.



## Double-Twist Technology

In Zusammenarbeit mit dem Textiltechniker András Siveri wurden in den letzten Jahren 2 Patente zur Herstellung von reißfesten Netzen und Netzsäcken aus Naturfasern entwickelt.

Herr Siveri war 15 Jahre lang im Bereich der Entwicklung und Produktion von Kunststoffnetzsäcken tätig. Die Erinnerung an die in Ungarn von seinen Großeltern für die Feldfrüchte verwendeten Säcke aus Hanf und Leinen inspirierten ihn, darüber nachzudenken, wie man Säcke aus natürlichen Materialien herstellen kann, die den heutigen Anforderungen entsprechen. In Zusammenarbeit mit dem Verpackungszentrum Graz wurde die „Double-Twist Technology“ entwickelt, ein Verfahren zur Herstellung von reißfesten Geweben bei einer Materialersparnis von bis zu 40% bei vergleichbarem Flächengewicht. Mit Hilfe der Double-Twist Technology lassen sich im industriellen Maßstab Netze aus Naturfasern erzeugen. Die am Markt befindlichen Maschinen können nur Kunststoffbändchen verarbeiten.

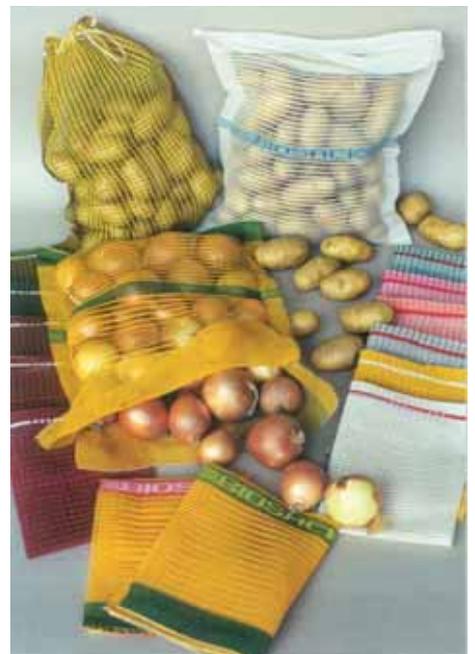
Flachs, Hanf und Fasernessel sind nachwachsende Rohstoffe, die früher traditionell in Österreich angebaut wurden und hervorragende Eigenschaften aufweisen. So ist z.B. Hanf in seiner Reißlänge Stahl überlegen und ermöglicht dadurch die Erzeugung besonders reißfester Gewebe. Die Zellulosefaser Lyocell wird aus dem ertragreichsten heimischen Rohstoff „Holz“ von der Lenzing AG erzeugt und von uns ebenfalls eingesetzt.

Die Verwendung von Naturstoffen einerseits und die durch den Einsatz der neuen Webverfahren wesentlich höhere Reißfestigkeit andererseits erschließen den neuen Geweben ein breites Feld von Anwendungsmöglichkeiten im Verpackungs- und Logistikbereich, in Landwirtschaft und Gartenbau, im Baubereich und anderen technischen Bereichen.

In einem ersten Schritt hat sich das Verpackungszentrum Graz auf die Herstellung von kompostierbaren Netzsäcken als Verpackung für Kartoffeln und Zwiebeln konzentriert. Weltweit wird der Bedarf an Netzsäcken zu 95% in Kunststoff abgedeckt. Naturfasern sind feuchtigkeitsregulierend und atmungsaktiv, wodurch Obst und Gemüse nachweislich länger frisch bleiben (z.B. frühzeitiges Austreiben bei Zwiebeln und Kartoffeln, Schimmelbildung).

Das Projekt wird derzeit im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ – einer Kooperation des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) mit der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) – durchgeführt.

[www.fabrikderzukunft.at](http://www.fabrikderzukunft.at)



Seite	Name	Personen
<b>16 NETZWERKE</b>		
18	<b>BIONIK AUSTRIA</b> www.bionikforschung.at	DI Clemens Schinagl
20	<b>TU BIONIK CENTER OF EXCELLENCE</b> bionik.tuwien.ac.at biomimetics.tuwien.ac.at	Prof. Herbert Stachelberger
<b>24 AUS- UND WEITERBILDUNG</b>		
26	<b>BORG LAUTERACH</b> www2.vobs.at/borgl	Mag. Rouven Schipflinger Mag. Manfred Huber Mag. Armin Greußing
28	<b>FH CAMPUS WIEN</b> www.fh-campuswien.ac.at	Prof. Andreas Posch Prof. Alfred Pesek Ing. Wilhelm Behensky
30	<b>FH KÄRNTEN</b> www.fh-kaernten.at/biomimetics	Mag. Peter Piccottini
<b>34 AUSSTELLUNGEN/PARKS</b>		
36	<b>NATURPARK GREBENZEN</b> www.naturpark-grebenzen.com www.naturpark-grebenzen.at	Mag. Michael Baldauf BSc. Elisabeth Schitter
38	<b>ÖKOPARK HARTBERG</b> www.oekopark.at	OBR DI Reinhard Fink
<b>40 FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN</b>		
42	<b>AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY</b> www.ait.ac.at	
44	<b>AIT</b> www.ait.ac.at/foresight_and_policy_development	Foresight & Policy Development, Technology Management Dr. Edgar Schiebel
46	<b>AIT</b> www.ait.ac.at/foresight_and_policy_development	Foresight & Policy Development, Regional & Infrastructure Policy Dr. Wolfgang Loibl Dr. Markus Knoflacher
48	<b>AIT</b> www.nanosystemtechnology.at	Health & Environment, Nano-Systems Dr. Hubert Brückl
50	<b>AIT</b> www.ait.ac.at/safety_security	Safety & Security Safe and Autonomous Systems DI Dr. Manfred Gruber Dr. Hans Jörg Otto
51	<b>AIT</b> www.ait.ac.at/safety_security	Safety & Security Neuroinformatics DI Dr. Heinrich Garn Ing. Manfred Krenn

Kontakt	Schlüsselwörter
clemens.schinagl@joanneum.at T +43 (0)316 876 1124 M +43 (0)6991 876 1124 F +43 (0)3169 876 1124	Netzwerk ExpertInnen suche Technologietransfer Ideenfindung Projektentwicklung
hstachel@mail.zserv.tuwien.ac.at T +43 (0)1 58801 17301 F +43 (0)1 58801 17399	Kooperationszentrum Netzwerk Interdisziplinäre Projektentwicklung ExpertInnenpool
rouven.schiplinger@schule.at T +43 (0)5574 73307 F +43 (0)5574 73307 6	Ausbildung Fortbildung Modellbau
andreas.posch@fh-campuswien.ac.at T +43 (0)1 6066877 2111 F +43 (0)1 6066877 2119	Master-Studium Bionik & Eco-Design
peter.piccottini@fh-kaernten.at T +43 (0)5 90500 1147 F +43 (0)5 90500 1110	Energiebionik Solare Energetik Energiezukunft nach dem Vorbild der Natur Solare Bionik-Strategie
m.baldauf@naturpark-grebenzen.com T +43 (0)3584 4100 3 M +43 (0)699 10635996 F +43 (0)3584 4100 4	Innovation Schnittstelle Bionik und Naturpark
info@oekopark.at T +43 (0)3332 62250 0 F +43 (0)3332 62250 20	Arbeiten – Forschen – Erleben Ver- und Entsorgungskonzepte Umwelttechnologien Bildungsangebote Bionikpark
edgar.schiebel@ait.ac.at T +43 (0)50 550 4500 F +43 (0)50 550 4599	Genetische Algorithmen Technologiestudie Bionik
markus.knoflacher@ait.ac.at T +43 (0)50 550 4584 F +43 (0)50 550 4599	Ökobionik
hubert.brueckl@ait.ac.at T +43 (0)50550 4301 F +43 (0)50 550 4399	Nanotechnologie Sensorik Life Science Dünne Schichten
manfred.gruber@ait.ac.at T +43 (0)50550 4183 F +43 (0)50550 4150	Safety & Security 3D-Vision Neuroinformatics Bioinspirierte technische Kognitionssysteme Silicon Retina
heinrich.garn@ait.ac.at T +43 (0)50550 4103 F +43 (0)50550 4125	Safety & Security 3D-Vision Neuroinformatics Bioinspirierte technische Kognitionssysteme Silicon Retina

Seite	Name		Personen
52	<b>AIT</b> www.ait.ac.at/mobility	Mobility, Dynamic Transportation Systems	DI Dr. Werner Toplak DI(FH) Johannes Asamer
54	<b>AIT</b> www.ait.ac.at/energy	Energy, Sustainable Building Technologies	DI Susanne Gosztanyi DI Dr. Peter Palensky
56	<b>JOANNEUM RESEARCH</b> www.joanneum.at		
58	<b>JOANNEUM RESEARCH</b> www.joanneum.at/nmp	Institut für Nanostrukturierte Materialien und Photonik	Prof. Joachim Krenn DI Dr. Georg Jakopic
60	<b>JOANNEUM RESEARCH</b> www.joanneum.at/sta	Institut für Angewandte Statistik und Systemanalyse	DI Clemens Schinagl
64	<b>JOANNEUM RESEARCH</b> www.joanneum.at/ind	Institut für Nichtinvasive Diagnostik	Prof. Maximilian Moser
66	<b>ERICH SCHMID INSTITUT FÜR MATERIALWISSENSCHAFT</b> www.oeaw.ac.at/esi/		Prof. Otmar Kolednik Prof. Gerhard Dehm Prof. Ingomar Jäger Dr. Jozef Keckes Dr. Thomas Schöberl
<b>70</b>	<b>UNIVERSITÄTEN</b>		
72	<b>BOKU UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN</b> www.boku.ac.at		
74	<b>BOKU UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN</b> www.map.boku.ac.at/holzforschung	Institut für Holzforschung	DI Dr. Christoph Buksnowitz
76	<b>BOKU UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN</b> www.map.boku.ac.at/physik.html	Institut für Physik und Materialwissenschaft	Prof. Stefanie Tschegg
78	<b>BOKU UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN</b> www.nano.boku.ac.at	Department für Nanobiotechnologie	Prof. Uwe B. Sleytr Prof. Dietmar Pum Prof. Paul Messner Prof. Christina Schäffer Prof. Bernhard Schuster
82	<b>UNIVERSITÄT WIEN</b> www.univie.ac.at	Koordination Bionik	Prof. Eva Millesi
84	<b>UNIVERSITÄT WIEN</b> www.univie.ac.at/cius www.adhesion.at	Department für Cell Imaging und Ultrastrukturforschung (CIUS)	Dr. Irene Lichtscheidl Mag. Daniela Gruber
86	<b>UNIVERSITÄT WIEN</b> www.nc.univie.ac.at	Department für Neurobiologie und Kognitionsforschung	Prof. Friedrich Barth
88	<b>UNIVERSITÄT WIEN</b> www.univie.ac.at/theoretical	Department für Theoretische Biologie	Dr. Manfred Drack

Kontakt	Schlüsselwörter
werner.toplak@aitl.ac.at T +43 (0)50 550 6685 F +43 (0)50 550 6439	Clustering Klassifikation Prognose Intelligente Transportsysteme Multimodale Verkehrsströme
susanne.gosztanyi@ait.ac.at T +43 (0)50 550 6582 F +43 (0)50 550 6613	Energieeffizientes Bauen Energieaktive Gebäude Passives Design Nachhaltige Gebäudetechnik Bauklimatik
joachim.krenn@joanneum.at T +43 (0)316 876 2701	Angewandte Forschung und Entwicklung Nanomaterialien, Photonik, Mikro- und nanostrukturierte Oberflächen, Laserstrukturierung
clemens.schinagl@joanneum.at T +43 (0)316 876 1124 M +43 (0)6991 876 1124 F +43 (0)316 9876 1124	Biokybernetik, Evolutionäre Algorithmen, Neuronale Netze Stochastische Simulation, Modellierung komplexer Systeme Systemanalyse, Systemoptimierung Versuchsplanung, Studienplanung
maximilian.moser@joanneum.at T +43 (0)316 876 2901 F +43 (0)316 8769 2901	Chronobiologie, Chronomedizin, Physiologie, Herzfrequenzvariabilität Biokybernetik, Organismodynamik Präventivmedizin, Medizinische Diagnoseverfahren
otmar.kolednik@oeaw.ac.at T + 43 (0)3842 804 114 F +43 (0)3842 804 116	Mikro- und Nanostruktur Bruchresistente Werkstoffe Aufbau von Knochen Abrasion von Zähnen Zellulose-Nanokompositwerkstoffe
christoph.buksnowitz@boku.ac.at T +43 (0)47654 4276 M +43 (0)699 150 49 217 F +43 (0)47654 4295	Holz – und Naturfaserwerkstoffe Technologie nachwachsender Rohstoffe Holzforschung
stefanie.tschegg@boku.ac.at T +43 (0)1 47654 5160 F +43 (0)1 47654 5159	Bio-inspirierte Werkstoffe Hierarchische Bio-Materialien Struktur und Eigenschaften biologischer Materialien Holz, ein Laminat und Zell- Verbundwerkstoff Brucheigenschaften biobasierter Materialien
uwe.sleytr@boku.ac.at T +43 (0)1 36006 0	Nanobiotechnologie Molekulare Baukastensysteme Biomimetik Prokaryotisches Glykosylierungs-Engineering Synthetic Biology
eva.millesi@univie.ac.at T +43 (0)1 4277 54465 M +43 (0)664 60277 54465 F +43 (0)1 4277 9566	Biologische Haftmechanismen Biomimetische Klebstoffe Medizinische Anwendungen Klebstoffanalyse und -synthese
irene.lichtscheidl@univie.ac.at T +43 (0)1 4277 54270 F +43 (0)1 4277 9542	Biosensorik Biomechanik Neurobiologie Neuroethologie Kommunikation
friedrich.g.barth@univie.ac.at T +43 (0)1 4277 54470 F +43 (0)1 4277 54507	Biomaterialien Systemtheorie Biomechanik
manfred.drack@univie.ac.at	

Seite	Name		Personen
90	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.tuwien.ac.at		
92	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.iemar.tuwien.ac.at	E259/1 Institut für Architekturwissenschaften, IEMAR	DI Dr. Tomor Elezkurtaj DI Wolfgang Lorenz
94	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.a-theory.tuwien.ac.at	E259/4 Institut für Architekturwissenschaften, Fachbereich Architekturtheorie	Prof. Dörte Kuhlmann
96	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.imws.tuwien.ac.at	E202 Institut für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen	Prof. Christian Hellmich
98	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.iap.tuwien.ac.at	E134 Institut für Allgemeine Physik, E166 - Inst. f. Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Techn. Biowissenschaften	Prof. Ille Gebeshuber Prof. Herbert Stachelberger
100	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.vt.tuwien.ac.at/division/division.php?div=3	E166 Inst. f. Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Techn. Biowissenschaften, Arbeitsgruppe Lebensmittelchemie	Prof. Ingrid Steiner
102	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> info.tuwien.ac.at/E308/	E308 Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstoff- technologie, Arbeitsgruppe nichtmetallische Werkstoffe	Prof. Jürgen Stampfl Prof. Vasiliki-Maria Archodoulaki Dr. Thomas Koch
104	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.ict.tuwien.ac.at	E384 - Institut für Computertechnik	Prof. Dietmar Dietrich DI Dr. Dietmar Bruckner DI Dr. Gerhard Zucker
106	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.iac.tuwien.ac.at/biopa	E164 Institut für Chemische Technologien und Analytik Forschungsgruppe Bio- und Polymeranalytik	Prof. Günter Allmaier
107	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.ilsb.tuwien.ac.at	E317 Institut für Leichtbau und Struktur-Biomechanik ILSB	Prof. Phillippe Kurt Zysset
108	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.mechanik.tuwien.ac.at	E325 Institut für Mechanik und Mechatronik	Prof. Heinz-Bodo Schmiedmayer
109	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN – TU BIONIK</b> www.asc.tuwien.ac.at/	E101 Institut für Analysis und Scientific Computing	Prof. Frank Rattay
110	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ</b> www.tugraz.at		
111	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ</b> www.biomech.tugraz.at	Institut für Biomechanik	Prof. Gerhard A. Holzapfel
113	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ</b> www.igi.tugraz.at	Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung	Prof. Wolfgang Maass

## Kontakt

## Schlüsselwörter

lorenz@lemar.tuwien.ac.at T +43 (0)1 58801 27223 F +43 (0)1 58801 27299	Selbstähnliche Architektur Fraktale Geometrie Boxzählmethode Simulation
kuhlmann@email.archlab.tuwien.ac.at T +43 (0)1 58801 25121 M +43 (0)664 605882002 F +43 (0)1 58801 25197	Organizismus Organische Architektur Biomorphe Architektur Architekturtheorie Naturformen in der Architektur
christian.hellmich@tuwien.ac.at T +43 (0)1 58801 20220 F +43 (0)1 58801 20299	Mehrskalenmechanik Knochen Tissue Engineering Scaffolds Universelle Bauprinzipien Inverse Bionik
ille.gebeshuber@ukm.my T +60 3 8921 6305 M +60 12 392 9233 F +60 3 8925 0439	Nanobiotechnologie Kieselalgentribologie Nanomedizin Nanomaterialien, bioinspiriert Nanostrukturierung, bioinspiriert
isteiner@mail.tuwien.ac.at T +43 (0)1 58801 16002 F +43 (0)1 58801 16099	Lebensmittelchemie Lebensmitteltechnologie Lebensmittelverpackung Lebensmittelhygiene Lebensmittelsicherheit
jstampfl@pop.tuwien.ac.at T +43 (0)1 58801 30862 F +43 (0)1 58801 30895	Biopolymere Generative Fertigung Tissue Engineering
dietrich@ict.tuwien.ac.at T +43 (0)1 58801 38410 F +43 (0)1 58801 38499	Neuropsychanalyse Psyche Simulation Modellierung der menschlichen Wahrnehmung Agenten
guenter.allmaier@tuwien.ac.at T +43 (0)1 58801 15160 F +43 (0)1 58801 15199	Bioanalytik Mikrostrukturierte biokompatible Oberflächen Molekulare Oberflächen- und Strukturanalytik mittels Massenspektrometrie Lab-on-a-Chip „Omics“-Techniken
philippe.zysset@ilsb.tuwien.ac.at F +43 (0)1 58801 31799	Biomechanik Knochen Finite Elemente Analyse Computertomographie Nanoindentation
hshmied@mail.tuwien.ac.at T +43 (0)1 58801 32515 F +43 (0)1 58801 932515	Biomechanik Prothetik Bewegungsanalyse Bewegungssimulation Mehrkörpersystemdynamik
frank.rattay@tuwien.ac.at T +43 (0)1 58801 10114 F +43 (0)1 58801 10199	Biosensoren Neuroprothetik Stochastische Resonanz Computersimulation
holzapfel@TUGraz.at T +43 (0)316 873 1625 F +43 (0)316 873 1615	Biomechanik Medizin Blutgefäße Modellierung Computersimulation
maass@igi.tugraz.at T +43 (0)316 873 5822 F +43 (0)316 873 5805	Neuroinformatik Robotik Maschinelles Lernen

Seite	Name		Personen
115	<b>MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN</b> www.unileoben.ac.at		
116	<b>MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN</b> www.unileoben.ac.at/physik www.unileoben.ac.at/physics	Institut für Physik	Prof. Oskar Paris
118	<b>UNIVERSITÄT FÜR INDUSTRIELLE UND KÜNSTLERISCHE GESTALTUNG LINZ</b> www.ufg.ac.at		
119	<b>UNIVERSITÄT FÜR INDUSTRIELLE UND KÜNSTLERISCHE GESTALTUNG LINZ</b> www.ufg.ac.at/Masterstudium.1558.0.html	Abteilung für Industrial Design	Prof. Axel Thallemer Prof. Martin Danzer
124	<b>JKL JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT LINZ</b> www.jku.at		
126	<b>JKL JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT LINZ</b> www.se.jku.at	Institut für Wirtschaftsinformatik_Software Engineering	Prof. Gustav Pomberger
130	<b>JKL JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT LINZ</b> www.anorganik.jku.at	Institut für Anorganische Chemie	Prof. Günther Knoer
132	<b>JKL JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT LINZ</b> www.polymerscience.jku.at	Institut für Polymerwissenschaften	Prof. Sabine Hild Dr. Notburga Gierlinger
134	<b>JKL JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT LINZ</b> www.polymer-chemistry.net	Institut für Chemie der Polymere	Prof. Brüggemann
<b>136 UNTERNEHMEN</b>			
138	<b>BIONIC ENGINEERING</b> www.bionic-engineering.com		Dipl.-Päd. Petra Rahlfs
142	<b>FERROBOTICS</b> www.ferrobotics.at		DI Dr. Paolo Ferrara DI Dr. Ronald Naderer
146	<b>KREAWERFT</b> www.kreawerft.at		Ing. Elke Bachler
148	<b>MAGNA POWERTRAIN</b> www.ecs.steyr.com www.femfat.com		DI Klaus Puchner DI Helmut Dannbauer DI Bernhard Unger
150	<b>PROFACTOR</b> www.profactor.at		DI Dr. Rainer Schöftner

Kontakt	Schlüsselwörter
oskar.paris@unileoben.ac.at T +43 (0)3842 402 4600 F +43 (0)3842 402 4602	Biologische Materialien Biotemplating Röntgenstreuung Hierarchische Struktur Begrenzte Geometrie
axel.thallemer@ufg.ac.at T +43 (0)732 7898 251 M +43 (0)676 847898251 F +43 (0)732 77 15 70	Zweckform Industrierobotik Anthropofunktionalität Gelenk zwischen Biomechatronik und Systemanalyse Einfachheit und Leichtigkeit sowie künstliche Muskeln
gustav.pomberger@jku.at T +43 (0)70 2468-9432 M +43 (0)664 4230137 F +43 (0)70 2468 9430	Digitale Pheromone Selbstorganisierende Systeme Verkehrsflussverbesserung
guenther.knoer@jku.at T +43 (0)732 2468 8801 F +43 (0)732 2468 9681	Anorganische Chemie, Bioanorganische Chemie Photochemie und molekulare Photomedizin Biomimetische Material- und Katalysatorentwicklung Nachhaltige Prozesse, erneuerbare Energiesysteme Artifizielle Photosynthese, Solare Chemie
sabine.hild@jku.at T +43 (0)732 2468 8713 M +43 (0)664 602468713 F +43 (0)732 2468 9683	Biokomposite Struktur- und Funktionszusammenhänge Hierarchische Struktur Mikrostrukturelle Charakterisierung (Rasterkraftmikroskopie) Lokale chemische Charakterisierung (Spektroskopie)
oliver.brueggemann@jku.at T +43 (0)732 6715 4761 F +43 (0)732 67154762	Polymerchemie, neue Monomere, Kunststoffe Entwicklung funktionaler Polymere, artifizierender Antikörper und Enzyme für die Analytik, die Katalyse und Controlled-Release-Anwendungen Entwicklung Biomimetischer und Bionischer Polymermaterialien und Komposite Polymere aus nachwachsenden und biotechnologisch gewonnenen Rohstoffen Bionische Kunststoff-Oberflächenmodifizierung, Polymercharakterisierung
pr@spirit-at-work.com T +43 (0)5375 20255 M +43 (0)699 114 100 47 F +43 (0)5375 20255	Beratung Ausbildung Coaching Datenbank Optimierung
paolo.ferrara@ferrobotics.at T +43 (0)720 108107 01 M +43 (0)720 108107 10	Pneumatische Roboter Nachgiebige Robotersysteme Berührungssensitive Antriebssysteme Roboter mit Gefühl Bionische Roboter
elke.bachler@kreawerft.at T +43 (0) 3617 20091 M +43 (0) 676 365 7554 F +43 (0) 810 9554 299568	Kreativitätstechniken Sustainability Wissenstransfer, Kleinunternehmen Innovationsprozesse und -kultur
klaus.puchner@ecs.steyr.com T +43 (0)7435 501321 F +43 (0)7435 501300	Finite Elemente Analyse Lebensdauervorhersage Strukturoptimierung Mehrkörpersimulation Akustik Simulation Methodenentwicklung
rainer.schoeftner@profactor.at T +43 (0)7252 885412 M +43 (0)664 60885412 F +43 (0)7252 885101	Mikro- und Nanostrukturen Oberflächenstruktur Oberflächenfunktionalisierung Nanoimprint Lithographie Sol-Gel Technologie

Seite	Name	Personen
152	<b>RATIO</b> www.ratio.at/rsi www.bioniquity.at	DI Michael Dell
156	<b>transarch</b> www.transarch.org	DI Dr. Petra Gruber
158	<b>VERPACKUNGSZENTRUM GRAZ</b> www.vpz.at	Bettina Reichl Prof. Michael Narodslawsky Prof. Gerhart Braunegg

## Kontakt

## Schlüsselwörter

md@ratio.at  
 T +43 (0)1 523062140  
 F +43 (0)660 72440

Bionik als Kreativitätstechnik  
 bionlQuity  
 Neuproduktentwicklung  
 Produktverbesserung  
 Nachhaltige Produktentwicklung

peg@transarch.org  
 T +43 (0)1 9678151  
 M +43 (0)699 19678151  
 F +43 (0)1 9678151 15

Bionik / Biomimetics in der Architektur  
 Hochbaukonstruktion  
 Innovation  
 Architekturentwurf  
 Ökologie

b.reichl@vpz.at  
 T +43 (0)316 272568 15  
 M +43 (0)699 17256816  
 F +43 (0)316 272568 50

Verpackungen aus Naturstoffen  
 Werkstoffe aus Naturstoffen, Alginsulat Schaumstoff  
 Biokunststoffe aus landwirtschaftlichen Abfällen  
 Bio-Netze und -netsäcke aus Naturfasern

3D-Vision	50	Computertomographie	107
Abrasion von Zähnen	67	Datenbank	138
Agenten	104	Digitale Pheromone	127
Akustik Simulation	148	Dünne Schichten	49
Alginsulat Schaumstoff	159	Einfachheit und Leichtigkeit	120
Angewandte Forschung und Entwicklung	58	Energieaktive Gebäude	55
Anorganische Chemie	130	Energiebionik	30
Anthropofunktionalität	120	Energieeffizientes Bauen	55
Arbeiten – Forschen – Erleben	38	Energiezukunft nach dem Vorbild der Natur	30
Architekturentwurf	156	Entwicklung Biomimetischer und Bionischer Polymermaterialien und Komposite Polymere aus nachwachsenden und biotechnologisch gewonnenen Rohstoffen	134
Architekturtheorie	94	Entwicklung funktionaler Polymere, artifizierlicher Antikörper und Enzyme für die Analytik, die Katalyse und Controlled- Release-Anwendungen	134
Artifizielle Photosynthese	130	Erneuerbare Energiesysteme	130
Aufbau von Knochen	67	Evolutionäre Algorithmen	62
Ausbildung	26, 138	ExpertInnenpool	20
Bauklimatik	55	ExpertInnensuche	19
Begrenzte Geometrie	116	Finite Elemente Analyse	107, 148
Beratung	138	Fortbildung	26
Berührungssensitive Antriebssysteme	142	Fraktale Geometrie	93
Bewegungsanalyse	108	Gelenk zwischen Biomechatronik und Systemanalyse	120
Bewegungssimulation	108	Generative Fertigung	103
Bildungsangebote	38	Genetische Algorithmen	44
Bio-inspirierte Werkstoffe	77	Herzfrequenzvariabilität	64
Bio-Netze und -netzsäcke aus Naturfasern	159	Hierarchische Bio-Materialien	77
Bioanalytik	106	Hierarchische Struktur	116, 133
Bioanorganische Chemie	130	Hochbaukonstruktion	156
bioinspirierte technische Kognitionssysteme	50	Holz – ein Laminat und Zell-Verbundwerkstoff	77
Biokomposite	133	Holz – und Naturfaserwerkstoffe	75
Biokunststoffe aus landwirtschaftlichen Abfällen	159	Holzforschung	75
Biokybernetik	62, 64	Ideenfindung	19
Biologische Haftmechanismen	84	Industrierobotik	120
Biologische Materialien	77, 116	Innovation	37, 156
Biomaterialien	88	Innovationsprozesse und -kultur	146
Biomechanik	86, 88, 107, 108, 111	Intelligente Transportsysteme	53
Biomimetik	79	Interdisziplinäre Projektentwicklung	20
Biomimetische Klebstoffe	84	Inverse Bionik	96
Biomimetische Material- und Katalysatorentwicklung	130	Kieselalgentribologie	98
Biomorphe Architektur	94	Klassifikation	53
Bionik / Biomimetics in der Architektur	156	Klebstoffanalyse und -synthese	84
Bionik als Kreativitätstechnik	152	Kleinstunternehmen	146
Bionikpark	38	Knochen	96, 107
bionIQuity	152	Kommunikation	86
Bionische Kunststoff-Oberflächenmodifizierung	134	Kooperationszentrum	20
Bionische Roboter	142	Kreativitätstechniken	146
Biopolymere	103	künstliche Muskeln	120
Biosensoren	109	Kunststoffe	134
Biosensorik	86	Lab-on-a-Chip	106
Biotemplating	116	Laserstrukturierung	58
Blutgefäße	111	Lebensdauervorhersage	148
Boxzählmethode	93	Lebensmittelchemie	100
Bruch Eigenschaften biobasierter Materialien	77	Lebensmittelhygiene	100
Bruchresistente Werkstoffe	67	Lebensmittelsicherheit	100
Chronobiologie	64	Lebensmitteltechnologie	100
Chronomedizin	64		
Clusterung	53		
Coaching	138		
Computersimulation	109		
Computersimulation	111		

Lebensmittelverpackung . . . . .	100
Life Science . . . . .	49
Lokale chemische Charakterisierung (Spektroskopie) . . . . .	133
Maschinelles Lernen . . . . .	113
Master-Studium Bionik & Eco-Design . . . . .	29
Medizin . . . . .	111
Medizinische Anwendungen . . . . .	84
Medizinische Diagnoseverfahren . . . . .	64
Mehrkörpersimulation . . . . .	148
Mehrkörpersystemdynamik . . . . .	108
Mehrskalentechnik . . . . .	96
Methodenentwicklung . . . . .	148
Mikro- und Nanostruktur . . . . .	67, 150
Mikro- und nanostrukturierte Oberflächen . . . . .	58
Mikrostrukturelle Charakterisierung (Rasterkraftmikroskopie) . . . . .	133
Mikrostrukturierte biokompatible Oberflächen . . . . .	106
Modellbau . . . . .	26
Modellierung . . . . .	111
Modellierung der menschlichen Psyche . . . . .	104
Modellierung komplexer Systeme . . . . .	62
Molekulare Baukastensysteme . . . . .	79
Molekulare Oberflächen- und Strukturanalytik mittels Massenspektrometrie . . . . .	106
molekulare Photomedizin . . . . .	130
Multimodale Verkehrsströme . . . . .	53
Nachgiebige Robotersysteme . . . . .	142
Nachhaltige Gebäudetechnik . . . . .	55
Nachhaltige Produktentwicklung . . . . .	152
Nachhaltige Prozesse . . . . .	130
Nanobiotechnologie . . . . .	79, 98
Nanoimprint Lithographie . . . . .	150
Nanoindentation . . . . .	107
Nanomaterialien . . . . .	58
Nanomaterialien, bioinspiriert . . . . .	98
Nanomedizin . . . . .	98
Nanostrukturierung, bioinspiriert . . . . .	98
Nanotechnologie . . . . .	49
Naturformen in der Architektur . . . . .	94
Netzwerk . . . . .	19, 20
Neue Monomere . . . . .	134
Neuproduktentwicklung . . . . .	152
Neurobiologie . . . . .	86
Neuroethologie . . . . .	86
Neuroinformatics . . . . .	50
Neuroinformatik . . . . .	113
Neuronale Netze . . . . .	62
Neuroprothetik . . . . .	109
Neuropsychanalyse . . . . .	104
Oberflächenfunktionalisierung . . . . .	150
Oberflächenstruktur . . . . .	150
Ökobionik . . . . .	46
Ökologie . . . . .	156
„Omics“-Techniken . . . . .	106
Optimierung . . . . .	138
Organische Architektur . . . . .	94
Organismusdynamik . . . . .	64
Organismus . . . . .	94
Passives Design . . . . .	55
Photochemie . . . . .	130
Photonik . . . . .	58
Physiologie . . . . .	64
Pneumatische Roboter . . . . .	142
Polymercharakterisierung . . . . .	134
Polymerchemie . . . . .	134
Präventivmedizin . . . . .	64
Produktverbesserung . . . . .	152
Prognose . . . . .	53
Projektentwicklung . . . . .	19
Prokaryotisches Glykosylierungs-Engineering . . . . .	79
Prothetik . . . . .	108
Roboter mit Gefühl . . . . .	142
Robotik . . . . .	113
Röntgenstreuung . . . . .	116
Safety & Security . . . . .	50
Schnittstelle Bionik und Naturpark . . . . .	37
Selbstähnliche Architektur . . . . .	93
Selbstorganisierende Systeme . . . . .	127
Sensorik . . . . .	49
Silicon Retina . . . . .	50
Simulation . . . . .	93, 104
Sol-Gel Technologie . . . . .	150
Solare Bionik-Strategie . . . . .	30
Solare Chemie . . . . .	130
Solare Energetik . . . . .	30
Stochastische Resonanz . . . . .	109
Stochastische Simulation . . . . .	62
Struktur und Eigenschaften . . . . .	77
Struktur- und Funktionszusammenhänge . . . . .	133
Strukturoptimierung . . . . .	148
Studienplanung . . . . .	62
Sustainability . . . . .	146
Synthetic Biology . . . . .	79
Systemanalyse . . . . .	62
Systemoptimierung . . . . .	62
Systemtheorie . . . . .	88
Technologie nachwachsender Rohstoffe . . . . .	75
Technologiestudie Bionik . . . . .	44
Technologietransfer . . . . .	19
Tissue Engineering . . . . .	103
Tissue Engineering Scaffolds . . . . .	96
Umwelttechnologien . . . . .	38
Universelle Bauprinzipien . . . . .	96
Ver- und Entsorgungskonzepte . . . . .	38
Verkehrsflussverbesserung . . . . .	127
Verpackungen aus Naturstoffen . . . . .	159
Versuchsplanung . . . . .	62
Wahrnehmung . . . . .	104
Werkstoffe aus Naturstoffen . . . . .	159
Wissenstransfer . . . . .	146
Zellulose-Nanokompositwerkstoffe . . . . .	67
Zweckform . . . . .	120







Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien, Österreich

[www.bmvit.gv.at](http://www.bmvit.gv.at)